Basic statistics

Sasivimol Rattanasiri, Ph.D

Clinical Epidemiology Unit

Ramathibodi Hospital

สารบัญ

บทที่ 1
ชนิดของข้อมูล (Types of data)

ในการวิเคราะห์ข้อมูล สิ่งสำคัญที่ผู้วิจัยควรทำความเข้าใจ คือ ชนิดของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ เนื่องจากชนิดของข้อมูลเป็นตัวกำหนดสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานในงานวิจัย ชนิดของข้อมูลสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ หรือข้อมูลกลุ่ม ประกอบด้วย

1.1 Nominal data หมายถึงข้อมูลที่บ่งบอกคุณสมบัติและลักษณะของตัวอย่าง โดยไม่มีการเรียงลำดับความแตกต่างในเชิงปริมาณ เช่น

ข้อมูล	ลักษณะของตัวอย่าง
เพศ	ชาย / หญิง
สถานภาพสมรส	โสด / คู่ / หม้าย / หย่า / แยก
ศาสนา	พุทธ / คริสต์ / อิสลาม / อื่นๆ
กรุ๊ปเลือด	A / B / AB / O

1.2 Ordinal data หมายถึงข้อมูลที่บ่งบอกคุณสมบัติและลักษณะของตัวอย่าง และมีการเรียงลำดับความแตกต่างในเชิงปริมาณ เช่น

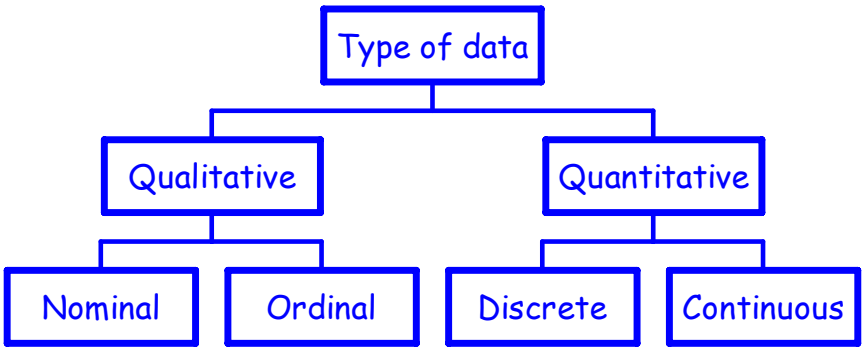
ข้อมูล	ลักษณะของตัวอย่าง
ความเจ็บปวด	ปวดน้อย / ปวดปานกลาง / ปวดมาก
ระดับการศึกษา	ประถมศึกษา / มัธยมต้น / มัธยมปลาย / ปริญญาตรี
พฤติกรรมการดื่มสุรา	ไม่ดื่ม / ดื่มเป็นบางโอกาส / ดื่ม
ระยะของมะเร็งเต้า	ระยะที่ 1 / ระยะที่ 2 / ระยะที่ 3 / ระยะที่ 4

ข้อมูลประเภทนี้มีระดับการวัดที่ดีกว่ากลุ่มแรก เนื่องจากมีการจัดเรียงลำดับของแต่ละกลุ่มว่ามีลักษณะมากหรือน้อยกว่ากัน อย่างไรก็ตามข้อมูลชนิดนี้ไม่สามารถนำมาคำนวณหาขนาดของความแตกต่างระหว่างกลุ่มได้

2. ข้อมูลเชิงปริมาณ หรือข้อมูลต่อเนื่อง ประกอบด้วย

2.1 Discrete numerical data หมายถึง ข้อมูลตัวเลขที่มีลักษณะเป็นช่วงๆ ส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลที่ได้จากการนับจำนวนเหตุการณ์ต่างๆ เช่น คะแนนความเจ็บปวด (pain score) จำนวนครั้งที่ตั้งครรภ์ หรือ ระยะเวลาในการฟอกเลือดของผู้ป่วยโรคไตที่มารับการรักษาที่ รพ.รามาธิบดี ซึ่งข้อมูลชนิดนี้สามารถจัดอยู่ในกลุ่มข้อมูลเชิงคุณภาพหรือข้อมูลเชิงปริมาณก็ได้ ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของตัวเลขในข้อมูลนั้นๆ โดยข้อมูลที่มีความแตกต่างกันมากๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับระยะเวลาในการฟอกเลือดของผู้ป่วยโรคไตที่มารับการรักษาที่ รพ.รามาธิบดี ซึ่งค่าที่เป็นไปได้มีตั้งแต่เจ็ดเดือน จนถึงสิบปี จึงควรจัดอยู่ในกลุ่มข้อมูลเชิงปริมาณ และใช้หลักการวิเคราะห์ข้อมูลแบบข้อมูลเชิงปริมาณ ในทางกลับกัน ข้อมูลที่มีความแตกต่างกันน้อยๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนครั้งที่แท้งบุตร ซึ่งมีโอกาสเป็นไปได้ตั้งแต่ศูนย์จนถึงห้าครั้ง ข้อมูลนี้จึงควรจัดอยู่ในกลุ่มข้อมูลเชิงคุณภาพ และใช้หลักการวิเคราะห์ข้อมูลแบบข้อมูลเชิงคุณภาพจึงจะเหมาะสมกว่า

2.2 Continuous numerical data หมายถึง ข้อมูลตัวเลขที่มีค่าได้ทุกค่าบนหน่วยของการวัด ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดมากที่สุด เช่น ระดับความดันโลหิต ระดับไขมันในเลือด ข้อมูลน้ำหนักและส่วนสูงของคนไข้ ซึ่งข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้สามารถนำมาจัดเป็นข้อมูลกลุ่มได้ในภายหลัง ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อมูลที่มีความละเอียดมากๆ สามารถทำให้มีความละเอียดลดลงได้ แต่ข้อมูลที่มีความละเอียดน้อย เช่นข้อมูลกลุ่ม จะทำให้มีความละเอียดเพิ่มขึ้นไม่ได้ ดังนั้นในขั้นตอนการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจึงควรพิจารณาว่าชนิดของข้อมูลนั้นๆเป็นอย่างไร ถ้าข้อมูลนั้นโดยธรรมชาติเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดมากอยู่แล้ว เช่น อายุ เราควรจะเก็บข้อมูลนั้นตามลักษณะของข้อมูลที่วัดได้จริงแล้วจึงนำมาจัดกลุ่มในภายหลัง ในทางตรงกันข้าม ถ้าเราเก็บข้อมูลอายุ เป็นแบบกลุ่ม เช่น กลุ่มที่ 1 อายุน้อยกว่า 60 / กลุ่มที่ 2 อายุมากกว่า 60 ขึ้นไป ต่อมาภายหลังต้องการทราบรายละเอียดของข้อมูล หรือต้องการจัดกลุ่มใหม่ จะไม่สามารถทำได้ด้วยข้อมูลที่มีอยู่



รูปที่ 1 ชนิดของข้อมูลจำแนกตามลักษณะการวัด

บทที่ 2
การสรุปและนำเสนอข้อมูล (Summarizing data)

การสรุปข้อมูลเป็นขั้นตอนแรกในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะทำให้เห็นภาพรวมของข้อมูลที่ได้ว่ามีลักษณะอย่างไร ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ทั้งนี้การสรุปและนำเสนอข้อมูลขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูลนั้นๆว่าเป็น ข้อมูลเชิงคุณภาพ (ข้อมูลกลุ่ม) หรือข้อมูลเชิงปริมาณ (ข้อมูลต่อเนื่อง)

การสรุปและนำเสนอข้อมูลกลุ่ม (Categorical data)

ข้อมูลกลุ่ม คือข้อมูลที่มีการวัดแบบ nominal / ordinal scale เช่น เพศ กลุ่มเลือด สถานภาพสมรส เป็นต้น ข้อมูลชนิดนี้นำเสนอด้วย *จำนวน* และ *ร้อยละ* จำนวนในที่นี้หมายถึง จำนวนตัวอย่างที่ตกอยู่ในแต่ละกลุ่ม เมื่อถูกหารด้วยจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่มีอยู่ จะได้เป็นค่าร้อยละของจำนวนนั้นๆ ซึ่งผู้วิจัยควรนำเสนอทั้งสองค่าพร้อมกัน ไม่ควรนำเสนอค่าใดค่าหนึ่ง เพราะอาจทำให้การแปลผลผิดได้

ตัวอย่างที่ 1 ในการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิด Sleep apnea (SA) โดยจุลวิทย์และคณะ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างคะแนนสำหรับทำนายการเกิด SA ซึ่งมีรูปแบบการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) โดยในขั้นตอนแรกผู้วิจัยจะต้องนำเสนอภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างว่ามีลักษณะอย่างไร ซึ่งการนำเสนอภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น เพศ สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรม STATA ดังนี้

เลือกเมนู **Statistics --> Summaries, tables, & tests --> Tables --> One-way tables** โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าต่าง Stata Results ดังนี้

```
. tab sex

       sex |      Freq.     Percent        Cum.
-----------+-----------------------------------
    Female |        266       31.78       31.78
      Male |        571       68.22      100.00
-----------+-----------------------------------
     Total |        837      100.00
```

จากผลลัพธ์ที่ได้ แสดงให้เห็นว่ามีจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 837 คน โดยแบ่งออกเป็นผู้หญิง 266 คน คิดเป็น 31.78% ของตัวอย่างทั้งหมด และเป็นผู้ชาย 571 คน คิดเป็น 68.22% ของตัวอย่างทั้งหมด

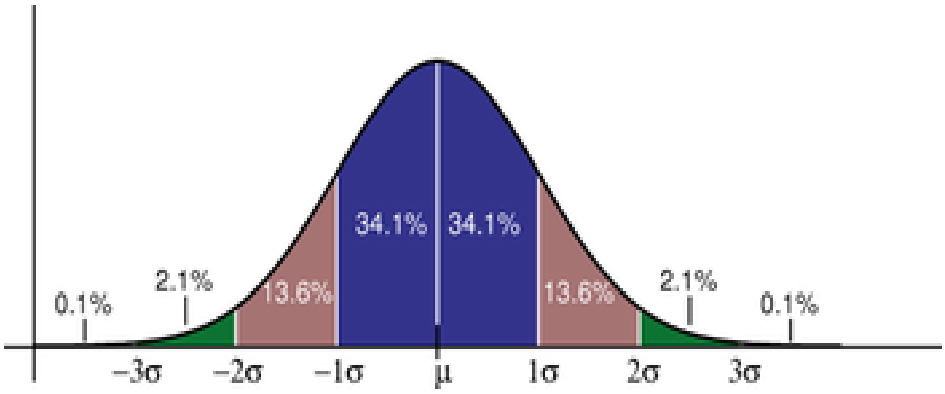
การสรุปและนำเสนอข้อมูลต่อเนื่อง (Continuous data)

ข้อมูลต่อเนื่อง คือข้อมูลที่มีการวัดแบบ discrete / continuous scale เช่น อายุ ความดันโลหิต น้ำหนักส่วนสูง เป็นต้น ข้อมูลชนิดนี้นำเสนอโดยใช้ค่ากลาง (measure of central tendency) เช่น ค่าเฉลี่ย (mean) ค่ามัธยฐาน (median) ร่วมกับค่าการกระจาย (measure of dispersion) เช่น ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าต่ำสุดและสูงสุด (range) โดยมีหลักเกณฑ์ในการนำเสนอดังนี้

1. นำเสนอโดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ
2. นำเสนอโดยใช้ค่ามัธยฐาน และค่าต่ำสุด-สูงสุด ในกรณีที่ข้อมูลไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติ

ลักษณะของข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ

1. ลักษณะการกระจายของข้อมูลเป็นแบบโค้งปกติ (รูประฆังคว่ำ) โดยที่ข้อมูลส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่ตรงกลาง (95% ของข้อมูลกระจายอยู่ในช่วง mean±2SD) และมีค่าสูงและต่ำกระจายตัวน้อยลงไปตามลำดับ (รูปที่ 2)
2. ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยม อยู่ตำแหน่งเดียวกัน
3. สัมประสิทธิ์ความโด่งของการแจกแจง (Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 3 และสัมประสิทธิ์ความเบ้ของการแจกแจง (Skewness) มีค่าเท่ากับ 0
4. หลักการคร่าวๆในการพิจารณาว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ให้พิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ จะมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ย แต่ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูงกว่าครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ย มักจะพบว่าข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ หรือข้อมูลมีการกระจายตัวแบบเบ้ (skew) ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งนั่นเอง



รูปที่ 2 การแจกแจงแบบโค้งปกติ

การคำนวณหาค่ากลาง (Measures of central tendency)

1) ค่าเฉลี่ย

เป็นการวัดค่ากลางที่ใช้เป็นตัวแทนของตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งสามารถหาได้จากผลรวมของค่าที่วัดได้จากตัวอย่างทั้งหมด หารด้วยขนาดของตัวอย่าง ดังสมการ (1)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \qquad (1)$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง

n คือ ขนาดตัวอย่าง

x_i คือ ค่าที่วัดได้จากตัวอย่างแต่ละคน

$\sum$ คือ เครื่องหมายรวม (summation)

2) ค่ามัธยฐาน

เป็นอีกค่าหนึ่งที่นิยมใช้เป็นค่ากลางของตัวอย่าง โดยเมื่อนำข้อมูลมาเรียงลำดับจากน้อยไปมาก หรือมากไปน้อย ค่ามัธยฐานคือ ค่าที่อยู่ตำแหน่งตรงกลางของข้อมูล ซึ่งสามารถหาได้จาก $(n+1)/2$ เมื่อ n คือจำนวนตัวอย่าง ยกตัวอย่างเช่น ถ้าจำนวนตัวอย่างเท่ากับ 11 ค่ามัธยฐาน คือค่าที่อยู่ตรงตำแหน่งที่ (11+1)/2=6 ของข้อมูล

ที่เรียงลำดับ ในทำนองเดียวกันถ้าจำนวนตัวอย่างเท่ากับ 12 ค่ามัธยฐาน คือค่าที่อยู่ตรงตำแหน่ง (12+1)/2=6.5 ซึ่งก็คือค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เรียงลำดับตรงตำแหน่งที่ 6 กับ 7

ตัวอย่างที่ 2 ข้อมูลอายุของผู้ป่วยโรคไต จำนวน 9 คน

ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
อายุ	23	28	28	31	32	34	37	42	50

ค่ามัธยฐาน คือค่าที่อยู่ตรงตำแหน่งที่ (9+1)/2=5 ของข้อมูลที่เรียงลำดับ ซึ่งก็คือ 32

ตัวอย่างที่ 3 ข้อมูลอายุของผู้ป่วยโรคไต จำนวน 10 คน

ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
อายุ	23	28	28	31	32	34	37	42	50	61

ค่ามัธยฐาน คือค่าที่อยู่ตรงตำแหน่งที่ (10+1)/2=5.5 ของข้อมูลที่เรียงลำดับ ซึ่งก็คือ (32+34)/2=33

การคำนวณหาค่าการกระจาย (Measures of dispersion)

1) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เป็นค่าที่แสดงความแปรปรวนของข้อมูลเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูง แสดงว่าข้อมูลที่วัดได้มีความแตกต่างกันมาก ในทางกลับกันถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าต่ำ แสดงว่าข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน ค่านี้สามารถคำนวณได้จากสมการ (2)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \qquad (2)$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง

n คือ ขนาดตัวอย่าง

x_i คือ ค่าที่วัดได้จากตัวอย่างแต่ละคน

$\sum$ คือ เครื่องหมายรวม (summation)

2) ค่าต่ำสุด และสูงสุด

ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของข้อมูล หรือเรียกว่า ขอบเขตของข้อมูล เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความแปรปรวนของข้อมูลอีกค่าหนึ่งที่นิยมใช้

ตัวอย่างที่ 4 จากการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิด SA ในตัวอย่างที่ 1 ผู้วิจัยต้องนำเสนอภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น อายุ และ ESS score ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้โปรแกรม STATA ดังนี้

เลือกเมนู **Statistics --> Summaries, tables, & tests --> Summary statistics --> Summary statistics**
โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าต่าง Stata Results ดังนี้

1) ข้อมูลอายุ

```
. summarize age, detail

                            age
-------------------------------------------------------------
      Percentiles      Smallest
 1%       19.8137       18.02466
 5%       25.08219      18.18356
10%       30.55342      18.34521       Obs                 837
25%       38.83014      18.44384       Sum of Wgt.         837

50%       49.92329                     Mean           49.56676
                        Largest        Std. Dev.      14.30717
75%       60.23561      82.16164
90%       68.62466      82.18082       Variance       204.6951
95%       72.27671      82.90137       Skewness      -.0609356
99%       78.85206      84.75616       Kurtosis       2.327515
```

(2) → 49.92329

(1) → Mean 49.56676, Std. Dev. 14.30717

จากผลลัพธ์ที่ได้แสดงว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (1) จากตัวอย่างนี้มีค่าเท่ากับ 49.57 และ 14.31 ตามลำดับ ส่วนค่ามัธยฐานคือ ค่าที่อยู่ตรงตำแหน่ง Percentile ที่ 50 (2) ซึ่งจากตัวอย่างนี้ค่ามัธยฐานคือ 49.92 ค่าต่ำสุดคือ 18.02 และค่าสูงสุดคือ 84.76 เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลชุดนี้พบว่ามีค่าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ย และมีค่ามัธยฐานใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย โดยที่มีค่าความเบ้เท่ากับ -0.06 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ เพราะฉะนั้นการสรุปและนำเสนอข้อมูลชุดนี้จึงใช้ค่าเฉลี่ย ร่วมกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) ข้อมูล ESS score

```
. summarize ess,detail

                            ess
-------------------------------------------------------------
      Percentiles      Smallest
 1%            0             0
 5%            1             0
10%            3             0       Obs                 837
25%            7             0       Sum of Wgt.         837

50%           10                     Mean           10.69415
                        Largest       Std. Dev.      5.747446
75%           15             24
90%           19             24       Variance       33.03314
95%           20             24       Skewness       .1055136
99%           23             24       Kurtosis       2.278389
```

จากผลลัพธ์ที่ได้แสดงว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากตัวอย่างนี้มีค่าเท่ากับ 10.69 และ 5.75 ตามลำดับ ส่วนค่ามัธยฐานคือ ค่าที่อยู่ตรงตำแหน่ง Percentile ที่ 50 ซึ่งจากตัวอย่างนี้ค่ามัธยฐานคือ 10 ค่าต่ำสุดคือ 0 และค่าสูงสุดคือ 24 และเมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลชุดนี้พบว่ามีค่าเกินครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ย และมีค่ามัธยฐานที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยที่มีค่าความเบ้เท่ากับ 0.11 แสดงว่าข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ เพราะฉะนั้นการสรุปและนำเสนอข้อมูลชุดนี้จึงใช้ค่ามัธยฐาน ร่วมกับค่าต่ำสุดและสูงสุดของข้อมูล

บทที่ 3
การอ้างอิงทางสถิติ (Statistical inference)

ในการทำงานวิจัยส่วนใหญ่ เราทำการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง (Sample) ที่ถูกเลือกมาอย่างสุ่มจากประชากร (Population) ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดต้นทุนในด้านค่าใช้จ่าย เวลา และ กำลังคนที่ใช้ในการทำงานวิจัย โดยเราจะศึกษาลักษณะที่สนใจจากกลุ่มตัวอย่าง และนำค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างอ้างอิงไปยังประชากร ซึ่งค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างเรียกว่า **ค่าสถิติ** (Sample statistics) ส่วนลักษณะประชากรที่สนใจเรียกว่า **ค่าพารามิเตอร์** (Parameter)

การอ้างอิงค่าสถิติไปยังประชากรแบ่งเป็น 2 รูปแบบตามวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัย คือ การประมาณค่าพารามิเตอร์ และการทดสอบสมมติฐาน

การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter estimation)

เป็นการประมาณค่าลักษณะของประชากรที่สนใจจากกลุ่มตัวอย่างที่ถูกคัดเลือกมาเป็นตัวแทนของประชากร โดยการประมาณค่าแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ การประมาณค่าแบบจุด (point estimation) และการประมาณค่าแบบช่วง (range estimation)

การประมาณค่าแบบจุด

เป็นการประมาณค่าลักษณะของประชากรที่สนใจจากกลุ่มตัวอย่างที่ถูกคัดเลือกให้เป็นตัวแทนของประชากร โดยการประมาณค่าแบ่งตามชนิดของข้อมูลดังนี้

1. การประมาณค่าสัดส่วน สำหรับข้อมูลกลุ่ม เช่น การประมาณค่าความชุกของภาวะความดันโลหิตสูงในประชากรไทย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 27.6 % การประมาณค่าสัดส่วนการใช้ยาแผนโบราณในประชากรภาคอีสาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 33.3%
2. การประมาณค่าเฉลี่ย สำหรับข้อมูลต่อเนื่อง เช่น การประมาณค่าเฉลี่ยของระดับไขมันในเลือดในผู้ป่วยสูงอายุ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 205.2 mg/dl การประมาณค่าเฉลี่ยอายุของผู้ป่วยที่เป็นโรคไตเรื้อรังในประเทศไทย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 56.2 ปี

การประมาณค่าแบบช่วง

เป็นการประมาณค่าขอบเขตความเป็นไปได้ของลักษณะประชากรที่สนใจ โดยที่มีค่าจริงของลักษณะประชากรตกอยู่ในขอบเขตนั้นๆ การประมาณค่าแบบช่วงจะถูกกำหนดด้วยระดับความเชื่อมั่นเสมอ จึงเรียกค่าประมาณนี้ว่า ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence interval)

วิธีการประมาณค่าแบบช่วงต้องอาศัยหลักเกณฑ์ของการแจกแจงแบบสุ่ม (Sampling distribution) ซึ่งการประมาณค่าจะแบ่งตามชนิดของข้อมูลดังนี้

1) การประมาณค่าช่วงความเชื่อมั่นของค่าสัดส่วน สำหรับข้อมูลกลุ่ม

เนื่องจากค่าสัดส่วนมีการแจกแจงแบบปกติ เพราะฉะนั้นการประมาณค่าช่วงความเชื่อมั่นของค่าสัดส่วนจึงถูกกำหนดด้วยค่า $z_{(1-\alpha/2)}$ ซึ่งค่าช่วงความเชื่อมั่นของค่าสัดส่วนสามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$p \pm z_{(1-\alpha/2)} \times SE$$

เมื่อ

- p คือ ค่าจุดประมาณของสัดส่วน

- SE ของค่าสัดส่วนคือ $SE = \sqrt{p(1-p)/n}$

- $z_{(1-\alpha/2)}$ คือ ค่าที่ได้จากตาราง standard normal distribution ซึ่งค่านี้ขึ้นอยู่กับค่า α ดังนี้

α	$z_{(1-\alpha/2)}$
0.01	2.576
0.05	1.960
0.10	1.645

ตัวอย่างที่ 1 จากการสุ่มตัวอย่างของประชากรไทยจำนวน 3,459 คน และทำการซักประวัติ พร้อมทั้งตรวจร่างกาย พบว่า 955 คน มีประวัติความดันโลหิตสูง และ/หรือ systolic blood pressure มากกว่าหรือเท่ากับ 140 และ/หรือ diastolic blood pressure มากกว่าหรือเท่ากับ 90 ดังนั้นค่าประมาณของสัดส่วนผู้ป่วยที่มีภาวะความดันโลหิตสูงเท่ากับ 955/3,459=0.276 และ 95% ช่วงความเชื่อมั่นของค่าสัดส่วนภาวะความดันโลหิตสูงในประชากรไทยมีค่าเท่ากับ

0.276-(1.96x0.0076)=**0.261** ถึง 0.276+(1.96x0.0076)=**0.291**

โดยที่ค่า SE สามารถคำนวณได้จาก

$$SE = \sqrt{\frac{0.276(1-0.276)}{3459}} = 0.0076$$

นั่นหมายความว่า มีความเชื่อมั่น 95% ที่ค่าสัดส่วนของภาวะความดันโลหิตสูงในประชากรไทย มีค่าอยู่ระหว่าง 26% ถึง 29%

2) การประมาณค่าช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ย สำหรับข้อมูลต่อเนื่อง

เนื่องจากค่าเฉลี่ยมีการแจกแจงแบบ *t* distribution เพราะฉะนั้นการประมาณค่าช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยจึงถูกกำหนดโดยค่า $t_{(1-\alpha/2)}$ ซึ่งค่าช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยสามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\bar{x} \pm t_{(1-\alpha/2)} \times SE$$

เมื่อ

- $\bar{x}$ คือ ค่าจุดประมาณของค่าเฉลี่ย

- SE ของค่าเฉลี่ยคือ $SE = SD/\sqrt{n}$

- $t_{(1-\alpha/2)}$ คือค่าที่ได้จากตาราง *t* distribution ที่ degree of freedom เท่ากับ *n-1* ซึ่งค่านี้จะแปรผันตามค่า α และขนาดของตัวอย่าง เช่น

Sample size (n)	df	α	$t_{(1-\alpha/2)}$
50	49	0.01	2.680
50	49	0.05	2.010
50	49	0.10	1.677
100	99	0.01	2.626
100	99	0.05	1.984
100	99	0.10	1.660

ตัวอย่างที่ 2 จากการสุ่มตัวอย่างของประชากรสูงอายุจำนวน 167 คน และทำการตรวจร่างกาย พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับไขมันในเลือดเท่ากับ 206.47 mg/dl และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 42.19 โดยที่ SE ของค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ $42.19/\sqrt{167} = 3.26$ เมื่อกำหนด α=0.05 ค่า $t_{(1-\alpha/2)}$ ที่ระดับ degree of freedom 166 มีค่าเท่ากับ 1.974 (ตารางที่ 2 ใน Gardner MJ and Altman DG) ดังนั้น 95% ช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยระดับไขมันในเลือดในประชากรสูงอายุมีค่าเท่ากับ

206.47-(1.974x3.26)=**200.03** ถึง 206.47+(1.974x3.26)=**212.91**

นั่นหมายความว่า มีความเชื่อมั่น 95% ที่ค่าเฉลี่ยของระดับไขมันในเลือดในประชากรสูงอายุ มีค่าอยู่ระหว่าง 200.03 ถึง 212.91 mg/dl

อย่างไรก็ตามการรายงานผลการศึกษาลักษณะของประชากรที่สนใจ ควรนำเสนอค่าจุดประมาณ (Point estimate) ร่วมกับช่วงความเชื่อมั่น (Confidence interval) เสมอ เพื่อแสดงให้เห็นความแม่นยำของจุดประมาณว่าน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด ซึ่งความแม่นยำของจุดประมาณจะขึ้นอยู่กับขนาดของตัวอย่างเป็นสำคัญ โดยที่ขนาดตัวอย่างที่ใหญ่ จะให้ช่วงความเชื่อมั่นที่แคบ นั่นแสดงว่าค่าจุดประมาณมีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ ในทางตรงกันข้าม ขนาดตัวอย่างที่เล็ก จะให้ช่วงความเชื่อมั่นที่กว้าง แสดงว่าจุดประมาณมีความแม่นยำต่ำและไม่น่าเชื่อถือ

การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis testing)

เป็นการทดสอบความแตกต่างของประชากร ซึ่งอาจเป็นการทดสอบสมมติฐานในประชากรกลุ่มเดียวหรือทดในประชากรหลายๆกลุ่ม ยกตัวอย่างเช่น

- การทดสอบความแตกต่างค่าความชุกของโรคเอดส์ในปี 2005 กับเมื่อ 5 ปีที่ผ่านมา
- การทดสอบความแตกต่างของผลการรักษาของผู้ป่วย Myastrenia gravis ที่ได้รับการรักษาด้วยการผ่าตัดต่อมไธมัส (Thymectomy) กับผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยยาเพียงอย่างเดียว (Non-thymectomy)
- การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยไขมันในเลือดของผู้ป่วยที่ได้รับยา A กับผู้ป่วยที่ได้รับยา B

การตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบแบ่งออกเป็น

1. สมมติฐานนัล (Null hypothesis) เป็นสมมติฐานที่ตั้งขึ้นในลักษณะที่ไม่มีความแตกต่างกัน เช่น
    - ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของกระดูกในกลุ่มที่ได้รับแคลเซียมเสริมไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับยาหลอก ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$)
    - อัตราการตายของผู้ป่วยมะเร็งตับที่ได้รับการรักษาด้วยการผ่าตัดไม่แตกต่างจากผู้ป่วยมะเร็งตับที่ได้รับการรักษาด้วยวิธีเคมีบำบัด ($H_0 : P_1 = P_2$)
2. สมมติฐานทางเลือก (Alternative hypothesis) เป็นสมมติฐานที่ตรงกันข้ามกับสมมติฐานนัล นั่นคือ มีความแตกต่างกัน เช่น
    - ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของกระดูกในกลุ่มที่ได้รับแคลเซียมเสริมแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับยาหลอก ($H_a : \mu_1 \neq \mu_2$)
    - อัตราการตายของผู้ป่วยมะเร็งตับที่ได้รับการรักษาด้วยการผ่าตัดแตกต่างจากผู้ป่วยมะเร็งตับที่ได้รับการรักษาด้วยวิธีเคมีบำบัด ($H_a : P_1 \neq P_2$)

ผลที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน คือ การปฏิเสธ หรือ ยอมรับสมมติฐาน ถ้าเราปฏิเสธสมมติฐานนัล แสดงว่าเรายอมรับสมมติฐานทางเลือก ในทางกลับกัน ถ้าเรายอมรับสมมติฐานนัล แสดงว่าเราปฏิเสธสมมติฐานทางเลือก

นอกจากนี้การตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบยังสามารถแบ่งออกเป็น

1. การทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียว (one-tailed test) เป็นการตั้งสมมติฐานแบบมีทิศทาง ซึ่งทิศทางอาจเป็นไปได้ทั้งในทางมากกว่า หรือน้อยกว่า การตั้งสมมติฐานลักษณะนี้ จะทำเมื่อสิ่งที่ต้องการทดสอบมีหลักฐานสนับสนุนที่แน่ชัดว่าความแตกต่างนั้นเป็นไปในทิศทางใด เช่น

   - $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ and $H_a : \mu_1 < \mu_2$
   - $H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$ and $H_a : \mu_1 > \mu_2$

2. การทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง (two-tailed test) เป็นการตั้งสมมติฐานแบบไม่มีทิศทาง การตั้งสมมติฐานลักษณะนี้ จะทำเมื่อสิ่งที่ต้องการทดสอบไม่มีหลักฐานสนับสนุนที่ชัดเจนเกี่ยวกับทิศทางของความแตกต่าง เช่น

   - $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ and $H_a : \mu_1 \neq \mu_2$

ในทางปฏิบัติแนะนำให้ตั้งสมมติฐานแบบสองทางจะปลอดภัยที่สุดสำหรับนักวิจัย และทำให้ได้ขนาดตัวอย่างที่มากกว่าการตั้งสมมติฐานแบบทางเดียวอีกด้วย

ความผิดพลาดที่เกิดจากการทดสอบสมมติฐาน (Error)

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานในกลุ่มตัวอย่างอาจผิดหรือถูกก็ได้ เมื่อนำไปอ้างอิงกับประชากรจริง การยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานนัลนั้นย่อมมีความผิดพลาด(error) เกิดขึ้นเสมอ โดยความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนี้สามารถแบ่งได้ 2 กรณี คือ

1. ความผิดพลาดชนิดแรก (type one error, false positive) คือความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกรณีที่สมมติฐานนัลถูก แต่เราปฏิเสธสมมติฐานนี้ ตัวอย่างเช่น ต้องการทดสอบความแตกต่างของอายุเฉลี่ยระหว่างประชากร 2 กลุ่ม ซึ่งในประชากรจริงพบว่าไม่มีความแตกต่างของอายุเฉลี่ยระหว่างประชากรทั้งสองกลุ่ม แต่ผลการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างกลับพบว่ามีความแตกต่างกัน ดังนี้เรามีโอกาสผิดพลาดได้ α % และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 1-α %
2. ความผิดพลาดชนิดที่สอง (type two error, false negative) คือความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกรณีที่สมมติฐานนัลผิด แต่เรายอมรับสมมติฐานนี้ ตัวอย่างเช่น ในประชากรจริงพบว่ามีความแตกต่างของอายุเฉลี่ยระหว่างประชากรสองกลุ่ม แต่การศึกษากับกลุ่มตัวอย่างพบว่าไม่มีความแตกต่าง นั่นคือ เรามีโอกาสผิดพลาด β % และมีค่าความเชื่อถือ (power of test) เท่ากับ 1-β %

ตารางที่ 1 ความผิดพลาดที่เกิดจากการทดสอบสมมติฐาน

Statistical decision based on sample	**In population**	
	H_0 True	**H_0 False**
Significance	α (False positive)	$1-\beta$ (Power of test)
Non-significance	$1-\alpha$ (Confidence)	β (False negative)

ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis testing steps)

1. ตั้งสมมติฐานนัล และสมมติฐานทางเลือก ให้ชัดเจนและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ตัวอย่างเช่น ต้องการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระดับไขมันในเลือดระหว่างผู้ป่วยที่ได้รับการรักษา

ด้วยยา A กับผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยยา B การตั้งสมมติฐานสามารถทำได้ดังนี้ สมมติฐานนัล คือ ค่าเฉลี่ยไขมันในเลือดระหว่างผู้ป่วยที่ได้รับยา A และยา B ไม่แตกต่างกัน

$$H_0 : \mu_A = \mu_B$$

สมมติฐานทางเลือก คือค่าเฉลี่ยไขมันในเลือดระหว่างผู้ป่วยที่ได้รับยา A และยา B แตกต่างกัน

$$H_a : \mu_A \neq \mu_B$$

2. กำหนดค่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐาน (significant level of the hypothesis test) ซึ่งก็คือค่าความผิดพลาดชนิดแรกนั่นเอง โดยทั่วไปจะกำหนดค่านี้เท่ากับ 0.05 ซึ่งหมายความว่ายอมให้เกิดความผิดพลาดจากการปฏิเสธสมมติฐานที่ถูกต้อง ได้เพียง 5% และมีความเชื่อมั่นในการยอมรับสมมติฐานที่ถูกต้อง 95% ถ้าต้องการความเชื่อมั่นในการยอมรับสมมติฐานที่ถูกต้อง 99% จะต้องกำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐานให้มีค่าเท่ากับ 0.01
3. เลือกสถิติที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน โดยพิจารณาจากชนิดของตัวแปรและวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเป็นหลัก ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อถัดไป
4. คำนวณค่าสถิติ และแปลงเป็นค่าความน่าจะเป็น (probability) หรือที่เรียกว่าค่า p-value ซึ่งหมายถึงโอกาสที่จะพบเหตุการณ์ที่สนใจทดสอบในประชากร เมื่อสมมติฐานนัลถูกต้อง เช่น ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความดันโลหิตระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับยาใหม่กับกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับยาเก่า ได้ค่า p-value เท่ากับ 0.34 หมายความว่า ถ้าสมมติฐานนัลในประชากรถูกจริง ในตัวอย่างที่ศึกษามีโอกาสที่ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มจะไม่แตกต่างกัน 34% ดังนั้นถ้า p-value มีค่ามาก แสดงว่าโอกาสที่จะพบว่าสมมติฐานนัลถูกมีมาก เราจึงไม่ปฏิเสธสมมติฐานนัล ในทางตรงข้ามถ้า p-value มีค่าน้อย แสดงว่าโอกาสที่จะพบว่าสมมติฐานนัลถูกมีน้อย เราจึงปฏิเสธสมมติฐานนัล ซึ่งในปัจจุบันโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนใหญ่มักจะรายงานผลการทดสอบสมมติฐานทั้งในรูปของค่าสถิติ และค่า p-value
5. สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน โดยการนำค่า p-value ที่ได้ในขั้นตอนที่ 4 ไปเปรียบเทียบกับค่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐาน (α) ถ้า p-value มีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับค่า α เราจะปฏิเสธสมมติฐานนัล ในทางตรงกันข้ามถ้า p-value มีค่ามากกว่าค่า α เราจะไม่ปฏิเสธสมมติฐานนัล

บทที่ 4
การทดสอบสมมติฐานสำหรับข้อมูลต่อเนื่อง (Hypothesis testing for continuous data)

การเลือกใช้สถิติสำหรับการทดสอบสมมติฐานมีหลักการดังนี้

1. พิจารณาวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยว่าต้องการศึกษาความแตกต่างในประชากรหนึ่งกลุ่ม สองกลุ่ม หรือมากกว่าสองกลุ่มขึ้นไป
2. พิจารณาลักษณะของตัวแปรว่าเป็นข้อมูลกลุ่ม หรือข้อมูลต่อเนื่อง
3. ในกรณีที่ลักษณะตัวแปรที่สนใจเป็นข้อมูลต่อเนื่อง ต้องพิจารณาลักษณะการกระจายของข้อมูลว่ามีการกระจายตัวแบบโค้งปกติ หรือมีการกระจายตัวแบบเบ้

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการในการเลือกใช้สถิติสำหรับการทดสอบสมมติฐานเฉพาะในกรณีที่ต้องการทดสอบความแตกต่างของประชากรหนึ่งกลุ่ม และสองกลุ่ม โดยลักษณะตัวแปรที่สนใจเป็นข้อมูลต่อเนื่องเท่านั้น ส่วนการทดสอบสมมติฐานสำหรับข้อมูลกลุ่มจะกล่าวถึงในบทถัดไป

การทดสอบสมมติฐานในประชากรสองกลุ่มที่ไม่อิสระต่อกัน

เช่น การศึกษาผลการให้ยา hydrochlorothiazide ต่อความดันโลหิต โดยผู้วิจัยได้ทำการวัดความดันโลหิตก่อนและหลังได้รับยา ซึ่งวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือการทดสอบความแตกต่างของความดันโลหิตระหว่างก่อนและหลังได้รับยาลดความดัน ซึ่งการทดสอบสมมติฐานในประชากรสองกลุ่มที่ไม่อิสระต่อกันแบ่งเป็น 2 กรณีคือ

1. ลักษณะการกระจายของข้อมูลเป็นแบบโค้งปกติ (Normal distribution)

ในกรณีที่ข้อมูลทั้งสองกลุ่มมีลักษณะการกระจายเป็นแบบโค้งปกติ เราจะทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างประชากรสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน โดยสถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ ***paired t-test*** ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญคือ ข้อมูลของทั้งสองกลุ่มต้องมีการกระจายตัวเป็นแบบโค้งปกติ ดังนั้นก่อนที่จะตัดสินใจใช้ paired t-test ผู้วิจัยต้องทำการทดสอบการกระจายของข้อมูลทั้งสองกลุ่มก่อนว่ามีการกระจายแบบโค้งปกติหรือไม่ โดยใช้สถิติ เช่น Skewness and Kurtosis test หรือ Shapiro-wilk test หรือ Shapiro-Francia test ในการทดสอบการกระจายของข้อมูล หรือพิจารณาลักษณะการกระจายของข้อมูลจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ *การแจกแจงข้อมูลแบบปกติ* ในบทที่ 2

ตัวอย่างที่ 1 วีระวัฒน์และคณะได้ทำการศึกษาเรื่องประสิทธิภาพของยา Highly active antiretroviral therapy (HAART) regimens ในผู้ป่วยที่ติดเชื้อ HIV โดยผู้วิจัยต้องการทดสอบความแตกต่างของปัจจัยต่างๆ เช่น น้ำหนัก ค่า CD4 ค่า Viral load ว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรหลังจากได้รับยาต้านไวรัสกลุ่มนี้ ในตัวอย่างนี้จะทำการทดสอบน้ำหนักระหว่างก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัส โดยมีขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐานดังนี้

ขั้นตอนแรก คือการทดสอบการกระจายของข้อมูลของทั้งสองกลุ่ม (ก่อนและหลังได้รับยา) ว่ามีการกระจายแบบโค้งปกติหรือไม่ โดยมีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

1. ตั้งสมมติฐานนัลและสมมติฐานทางเลือก
   สมมติฐานนัล คือข้อมูลมีการกระจายแบบโค้งปกติ
   สมมติฐานทางเลือก คือข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบโค้งปกติ
2. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐานเท่ากับ 0.05
3. ใช้สถิต Shapiro-wilk test ในการทดสอบการกระจายของข้อมูลแต่ละกลุ่ม การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม STATA สามารถทำได้ดังนี้

เลือกเมนู **Statistics --> Summaries, tables, & tests --> Distributional plots and tests --> Shapiro-Wilk normality test**

โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าต่าง Stata Results ดังนี้

```
. swilk bw0 bw12

                  Shapiro-Wilk W test for normal data

    Variable |    Obs       W           V         z       Prob>z
-------------+--------------------------------------------------
         bw0 |    121    0.98043      1.896     1.434    0.07580
        bw12 |    121    0.98356      1.593     1.044    0.14817
```

4. ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลน้ำหนักก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัส พบว่า p-value มีค่ามากกว่า 0.05 ทั้งก่อนและหลังได้รับยา แสดงว่า การกระจายของข้อมูลน้ำหนักทั้งก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัสมีการแจกแจงแบบโค้งปกติ เพราะฉะนั้นขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักระหว่างก่อนและหลังได้รับยาโดยใช้สถิติ ***paired t-test***

ขั้นตอนการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัส

1. ตั้งสมมติฐานนัลและสมมติฐานทางเลือกดังนี้

สมมติฐานนัล คือค่าเฉลี่ยน้ำหนักระหว่างก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัสไม่แตกต่างกัน ($H_0 : \mu_{bef} = \mu_{aft}$)

สมมติฐานทางเลือก คือค่าเฉลี่ยน้ำหนักระหว่างก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัสแตกต่างกัน ($H_a : \mu_{bef} \neq \mu_{aft}$)

2. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐานเท่ากับ 0.05
3. ใช้สถิติ paired t-test ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักระหว่างก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัส การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม STATA สามารถทำได้ดังนี้

เลือกเมนู **Statistics --> Summaries, tables, & tests --> Classical tests of hypotheses --> Mean-comparison test, paired data**

```
. ttest bw0 == bw12

Paired t test
------------------------------------------------------------------------------
Variable |     Obs        Mean    Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
     bw0 |     121    54.30248    .8660592    9.526651    52.58774    56.01722
    bw12 |     121    57.31322    .9380435    10.31848    55.45596    59.17048
---------+--------------------------------------------------------------------
    diff |     121   -3.010744    .4654596    5.120055   -3.932321   -2.089166
------------------------------------------------------------------------------
     mean(diff) = mean(bw0 - bw12)                                 t =  -6.4683
 Ho: mean(diff) = 0                          degrees of freedom =      120

 Ha: mean(diff) < 0           Ha: mean(diff) != 0           Ha: mean(diff) > 0
 Pr(T < t) = 0.0000         Pr(|T| > |t|) = 0.0000          Pr(T > t) = 1.0000
```

4. ผลการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยน้ำหนักระหว่างก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัส พบว่า p-value มีค่า <0.001 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักระหว่างก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักก่อนได้รับยาต้านไวรัสเท่ากับ 54.30 kg และ 9.53 kg

ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักหลังได้รับยาต้านไวรัสเท่ากับ 57.31 kg และ 10.32 kg ตามลำดับ สรุปว่าการได้รับยาต้านไวรัสมีผลทำให้น้ำหนักตัวของผู้ป่วยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ลักษณะการกระจายของข้อมูลไม่ใช่โค้งปกติ (Non-normal distribution)

ในกรณีที่ข้อมูลทั้งสองกลุ่มไม่ได้มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ เราจะทำการทดสอบความแตกต่างของค่ามัธยฐานแทนค่าเฉลี่ย โดยสถิติที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน และลักษณะการกระจายของข้อมูลไม่ได้เป็นแบบโค้งปกติคือ ***Wilcoxon signed-ranks test*** ซึ่งเป็นสถิติที่ไม่ได้คำนึงถึงการแจกแจงของข้อมูล เราเรียกการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนี้ว่า Non-parametric ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีความเบ้มากๆ

ตัวอย่างที่ 2 จากการศึกษาของวีระวัฒน์และคณะ ในตัวอย่างที่ 1 โดยในตัวอย่างนี้จะทำการทดสอบความแตกต่างของจำนวน CD4 ระหว่างก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัส โดยมีขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐานดังนี้

ขั้นตอนแรก คือการทดสอบการกระจายของข้อมูลของทั้งสองกลุ่ม (ก่อนและหลังได้รับยา) ว่ามีการกระจายแบบโค้งปกติหรือไม่ โดยมีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

1. ตั้งสมมติฐานนัลและสมมติฐานทางเลือก
   สมมติฐานนัล คือข้อมูลมีการกระจายแบบโค้งปกติ
   สมมติฐานทางเลือก คือข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบโค้งปกติ
2. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐานเท่ากับ 0.05
3. ใช้สถิต Shapiro-wilk test ในการทดสอบการกระจายของข้อมูลแต่ละกลุ่ม การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม STATA สามารถทำได้ดังนี้

   เลือกเมนู **Statistics --> Summaries, tables, & tests --> Distributional plots and tests --> Shapiro-Wilk normality test**

   โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าต่าง Stata Results ดังนี้

```
. swilk cd40 cd412

                  Shapiro-Wilk W test for normal data

    Variable |    Obs       W           V         z       Prob>z
-------------+--------------------------------------------------
        cd40 |    121    0.77137     22.156     6.944    0.00000
       cd412 |    119    0.87373     12.065     5.577    0.00000
```

4. ผลการทดสอบการกระจายของจำนวน CD4 ก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัส พบว่า p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 ทั้งก่อนและหลังได้รับยา แสดงว่า การกระจายของจำนวน CD4 ทั้งก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัสไม่ได้มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ เพราะฉะนั้นขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบความแตกต่างของค่ามัธยฐานของจำนวน CD4 ระหว่างก่อนและหลังได้รับยาโดยใช้สถิติ ***Wilcoxon signed-ranks test***

ขั้นตอนการทดสอบความแตกต่างของค่ามัธยฐาน CD4 ก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัส

1. ตั้งสมมติฐานนัลและสมมติฐานทางเลือกดังนี้
   สมมติฐานนัลคือ ค่ามัธยฐาน CD4 ระหว่างก่อนและหลังได้รับยาไม่แตกต่างกัน ($H_0 : M_{bef} = M_{aft}$)
   สมมติฐานทางเลือกคือ ค่ามัธยฐาน CD4 ระหว่างก่อนและหลังได้รับยาแตกต่างกัน ($H_a : M_{bef} \neq M_{aft}$)
2. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐานเท่ากับ 0.05
3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ Wilcoxon signed-rank test การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม STATA สามารถทำได้ดังนี้

   เลือกเมนู **Statistics --> Summaries, tables, & tests --> Nonparametric tests of hypotheses --> Wilcoxon matched-pairs signed-rank test**

   โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าต่าง Stata Results ดังนี้

```
. signrank cd40 = cd412

Wilcoxon signed-rank test

         sign |      obs   sum ranks    expected
--------------+---------------------------------
     positive |        7       256.5        3570
     negative |      112      6883.5        3570
         zero |        0           0           0
--------------+---------------------------------
          all |      119        7140        7140

unadjusted variance   142205.00
adjustment for ties       -5.38
adjustment for zeros       0.00
                     ----------
adjusted variance     142199.63

Ho: cd40 = cd412
             z =  -8.787
    Prob > |z| =   0.0000
```

4. ผลการทดสอบแตกต่างของจำนวน CD4 ก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัส พบว่า p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของจำนวน CD4 ระหว่างก่อนและหลังได้รับยาต้านไวรัส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่ามัธยฐานของจำนวน CD4 ก่อนได้รับยาต้านไวรัสมีค่าเท่ากับ 32 และมีค่าต่ำสุด-สูงสุดคือ 1-358 ส่วนค่ามัธยฐานของจำนวน CD4 หลังได้รับยาต้านไวรัสมีค่าเท่ากับ 132 และมีค่าต่ำสุด-สูงสุดคือ 3-726 ซึ่งการคำนวณหาค่ามัธยฐานและค่าต่ำสุด-สูงสุดโดยใช้โปรแกรม STATA สามารถทำได้ดังนี้

```
. sum cd40 cd412 if cd412~=.,detail

                          0 cd4
-------------------------------------------------------------
      Percentiles      Smallest
 1%           1              1
 5%           2              1
10%           4              1       Obs                 119
25%          14              1       Sum of Wgt.         119

50%          32                      Mean           64.09244
                     Largest         Std. Dev.       74.6893
75%          80            240
90%         180            284       Variance       5578.491
95%         236            314       Skewness       1.707546
99%         314            358       Kurtosis       5.518846
```

```
                          12 cd4
-------------------------------------------------------------
      Percentiles      Smallest
 1%           10              3
 5%           27             10
10%           34             11       Obs                 119
25%           69             15       Sum of Wgt.         119

50%          132                      Mean           162.6975
                        Largest       Std. Dev.       128.598
75%          219            488
90%          332            493       Variance       16537.43
95%          449            560       Skewness       1.518691
99%          560            726       Kurtosis        5.86181
```

การทดสอบสมมติฐานในประชากรสองกลุ่มที่อิสระต่อกัน

เช่น การศึกษาผลของการให้แคลเซียมเสริมในสตรีวัยหมดประจำเดือน ขนาด 400 และ 800 มิลลิกรัมต่อปริมาณความหนาแน่นของกระดูก (Bone mineral density) โดยผู้วิจัยได้แบ่งผู้ป่วยออกเป็นสองกลุ่มโดยการสุ่มว่าผู้ป่วยรายใดจะได้แคลเซียมขนาด 400 หรือ 800 มิลลิกรัม ซึ่งวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือ การทดสอบความแตกต่างของความหนาแน่นกระดูกระหว่างผู้ป่วยที่ได้รับแคลเซียม 400 และ 800 มิลลิกรัม ซึ่งการทดสอบสมมติฐานในประชากรสองกลุ่มที่อิสระต่อกันแบ่งเป็น 2 กรณีคือ

1. ลักษณะการกระจายของข้อมูลเป็นแบบโค้งปกติ (Normal distribution)

ในกรณีที่ข้อมูลทั้งสองกลุ่มมีลักษณะการกระจายเป็นแบบโค้งปกติ เราจะทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างประชากรสองกลุ่มที่อิสระต่อกัน โดยสถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ ***student's t-test*** ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญคือ ข้อมูลของทั้งสองกลุ่มต้องมีการกระจายตัวเป็นแบบโค้งปกติ ดังนั้นก่อนที่จะตัดสินใจใช้ student's t-test ผู้วิจัยต้องทำการทดสอบการกระจายของข้อมูลทั้งสองกลุ่มก่อนว่ามีการกระจายแบบโค้งปกติหรือไม่ โดยใช้สถิติ เช่น Skewness and Kurtosis test หรือ Shapiro-wilk test หรือ Shapiro-Francia test ในการทดสอบการกระจายของข้อมูล หรือพิจารณาลักษณะการกระจายของข้อมูลจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ *การแจกแจงข้อมูลแบบปกติ* ในบทที่ 2

การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Student's t test แบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ

<u>กรณีที่ 1</u> เมื่อความแปรปรวนระหว่างประชากร 2 กลุ่มเท่ากัน จะทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Student's t-test แบบ pooled variance

<u>กรณีที่ 2</u> เมื่อความแปรปรวนระหว่างประชากร 2 กลุ่มไม่เท่ากัน จะทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Student's t-test แบบ separated variance

ดังนั้นก่อนการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Student's t test ผู้วิจัยต้องทำการทดสอบความแปรปรวนระหว่างตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มก่อนว่าความแตกต่างกันหรือไม่ โดยสถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ F-test

ตัวอย่างที่ 3 ในการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิด Sleep apnea (SA) โดยจุลวิทย์และคณะ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างคะแนนสำหรับทำนายการเกิด SA ซึ่งมีรูปแบบการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) ดังนั้นก่อนที่จะทำการวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิด SA ผู้วิจัยจะต้องทดสอบความแตกต่างของปัจจัยต่างๆกับการเกิด SA โดยพิจารณาที่ละปัจจัย ถ้าปัจจัยใดมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มคนไข้ที่เป็น SA กับคนไข้ที่ไม่ได้เป็น SA แสดงว่าปัจจัยนั้นมีความสัมพันธ์กับการเกิด SA เราเรียกการทดสอบลักษณะนี้ว่า *Univariate analysis* ในที่ตัวอย่างจะแสดงการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยอายุระหว่างกลุ่มผู้ป่วยที่เป็น SA กับกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่เป็น SA โดยมีขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐานดังนี้

ขั้นตอนแรก คือการทดสอบการกระจายของข้อมูลของทั้งสองกลุ่ม (กลุ่มผู้ป่วยที่เป็น SA และกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่ได้เป็น SA) ว่ามีการกระจายแบบโค้งปกติหรือไม่ โดยมีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

1. ตั้งสมมติฐานนัลและสมมติฐานทางเลือก
   สมมติฐานนัล คือข้อมูลมีการกระจายแบบโค้งปกติ
   สมมติฐานทางเลือก คือข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบโค้งปกติ
2. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐานเท่ากับ 0.05
3. ใช้สถิต Shapiro-wilk test ในการทดสอบการกระจายของข้อมูลแต่ละกลุ่ม การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม STATA สามารถทำได้ดังนี้

   เลือกเมนู **Statistics --> Summaries, tables, & tests --> Distributional plots and tests --> Shapiro-Wilk normality test**

   โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าต่าง Stata Results ดังนี้

```
. by SA, sort : swilk age

-------------------------------------------------------------------------------
-> SA = 0

                  Shapiro-Wilk W test for normal data

    Variable |    Obs       W           V         z       Prob>z
-------------+-------------------------------------------------
         age |    268    0.97765      4.309     3.410    0.00032

-------------------------------------------------------------------------------
-> SA = 1

                  Shapiro-Wilk W test for normal data

    Variable |    Obs       W           V         z       Prob>z
-------------+-------------------------------------------------
         age |    569    0.99270      2.759     2.454    0.00707
```

4. ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลอายุในกลุ่มผู้ป่วยที่เป็น SA และกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่ได้เป็น SA พบว่า p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 ทั้งสองกลุ่ม แสดงว่า การกระจายของข้อมูลอายุของทั้งสองกลุ่มไม่ได้มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ แต่เนื่องจากสถิติที่ใช้ในการทดสอบการกระจายของข้อมูลมีความไวมากเมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ นั่นหมายความว่าข้อมูลที่มีความเบ้เล็กน้อย ตัวสถิติก็สามารถตรวจพบได้ เพราะฉะนั้นในกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดค่อนข้างใหญ่ควรพิจารณาการกระจายของข้อมูลว่ามีการแจกแจงแบบโค้งปกติหรือไม่ด้วยค่าสัมประสทธิ์ต่างๆ เช่น ค่าความโด่ง (kurtosis) ค่าความเบ้ (skewness) หรือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรม STATA ในการคำนวณหาค่าต่างๆดังนี้

   เลือกเมนู **Statistics --> Summaries, tables, & tests --> Summary and descriptive statistics --> Summary statistics**

   โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าต่าง Stata Results ดังนี้

```
. by SA, sort: sum age,detail

------------------------------------------------------------
-> SA = 0

                          age
------------------------------------------------------------
      Percentiles      Smallest
 1%     18.44384       18.02466
 5%     20.89863       18.18356
10%     24.27945       18.44384       Obs                 268
25%     31.97123       18.83014       Sum of Wgt.         268

50%     41.99178                      Mean           43.15004
                       Largest       Std. Dev.      14.61313
75%     53.52877       75.98356
90%     64.03835        75.9863       Variance       213.5436
95%     68.38356       80.03561       Skewness       .3083409
99%      75.9863       81.19452       Kurtosis       2.386439

------------------------------------------------------------
-> SA = 1

                          age
------------------------------------------------------------
      Percentiles      Smallest
 1%     23.84384       18.34521
 5%     30.63836       19.47945
10%     34.87945       20.02192       Obs                 569
25%     42.67945       22.38356       Sum of Wgt.         569

50%     53.10137                      Mean           52.58904
                       Largest       Std. Dev.      13.12702
75%     62.20822       82.16164
90%     70.27123       82.18082       Variance       172.3185
95%     73.07397       82.90137       Skewness      -.1092881
99%         80.4       84.75616       Kurtosis       2.423948
```

5. จากการพิจารณาลักษณะการกระจายของข้อมูลทั้งสองกลุ่มพบว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่มากกว่าครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ย และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้เข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งเป็นไปตามลักษณะการแจกแจงแบบโค้งปกติ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งมีค่าต่ำกว่า 3 ซึ่งไม่เป็นไปตามลักษณะการแจกแจงแบบโค้งปกติ อย่างไรก็ตาม ในขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยโดยเฉพาะ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ที่มีผลกระทบต่อค่าเฉลี่ยคือค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ เพราะฉะนั้นในกรณีนี้เราไม่จำเป็นต้องพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งของข้อมูลจากรายละเอียดดังกล่าวข้างต้น สรุปว่าข้อมูลอายุของทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงแบบโค้งปกติ และสามารถใช้สถิติ Student's t test ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอายุระหว่างกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มในขั้นตอนต่อไปได้

ขั้นตอนการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอายุระหว่างกลุ่มผู้ป่วย 2 กลุ่ม

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ทดสอบความแตกต่างของความแปรปรวนระหว่างตัวอย่าง 2 กลุ่ม

1. ตั้งสมมติฐานนัลและสมมติฐานทางเลือกดังนี้

   สมมติฐานนัลคือ ความแปรปรวนระหว่างประชากร 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ($H_0 : \sigma_A^2 = \sigma_B^2$)

   สมมติฐานทางเลือกคือ ความแปรปรวนระหว่างประชากร 2 กลุ่มแตกต่างกัน ($H_a : \sigma_A^2 \neq \sigma_B^2$)
2. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐานเท่ากับ 0.05
3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ F-test การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม STATA สามารถทำได้ดังนี้

   เลือกเมนู **Statistics --> Summaries, tables, & tests --> Classical tests of hypotheses--> Two-group variance-comparison test**

โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าต่าง Stata Results ดังนี้

```
. sdtest age, by( SA )

  Variance ratio test

  ------------------------------------------------------------------------------
     Group |     Obs        Mean    Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
  ---------+--------------------------------------------------------------------
         0 |     268    43.15004    .8926391    14.61313    41.39253    44.90755
         1 |     569    52.58904    .5503131    13.12702    51.50814    53.66994
  ---------+--------------------------------------------------------------------
  combined |     837    49.56676    .4945282    14.30717    48.59609    50.53742
  ------------------------------------------------------------------------------

                           Ho: sd(0) = sd(1)

           F(267,568) observed   = F_obs           =    1.239
           F(267,568) lower tail = F_L   = 1/F_obs =    0.807
           F(267,568) upper tail = F_U   = F_obs   =    1.239

 Ha: sd(0) < sd(1)         Ha: sd(0) != sd(1)          Ha: sd(0) > sd(1)
P < F_obs = 0.9812     P < F_L + P > F_U = 0.0414     P > F_obs = 0.0188
```

4. ผลการทดสอบความแตกต่างความแปรปรวนระหว่างตัวอย่าง 2 กลุ่มพบว่า p-value มีค่าเท่ากับ 0.0414 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าความแปรปรวนระหว่างตัวอย่าง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง 2 กลุ่ม

1. ตั้งสมมติฐานนัลและสมมติฐานทางเลือกดังนี้
   สมมติฐานนัลคือ ค่าเฉลี่ยระหว่างประชากร 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ($H_0 : \mu_A = \mu_B$)
   สมมติฐานทางเลือกคือ ค่าเฉลี่ยระหว่างประชากร 2 กลุ่มแตกต่างกัน ($H_a : \mu_A \neq \mu_B$)
2. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐานเท่ากับ 0.05
3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ t-test แบบ separated variance การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม STATA สามารถทำได้ดังนี้

   เลือกเมนู **Statistics --> Summaries, tables, & tests --> Classical tests of hypotheses--> Two-group mean-comparison test**

   โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าต่าง Stata Results ดังนี้

```
. ttest age, by(SA) unequal

   Two-sample t test with unequal variances

   ------------------------------------------------------------------------------
      Group |     Obs        Mean    Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
   ---------+--------------------------------------------------------------------
          0 |     268    43.15004    .8926391    14.61313    41.39253    44.90755
          1 |     569    52.58904    .5503131    13.12702    51.50814    53.66994
   ---------+--------------------------------------------------------------------
   combined |     837    49.56676    .4945282    14.30717    48.59609    50.53742
   ---------+--------------------------------------------------------------------
       diff |              -9.439    1.048642               -11.49954   -7.378464
   ------------------------------------------------------------------------------
   Satterthwaite's degrees of freedom:  476.193

                       Ho: mean(0) - mean(1) = diff = 0

      Ha: diff < 0                 Ha: diff != 0                 Ha: diff > 0
        t =  -9.0012                 t =  -9.0012                 t =  -9.0012
    P < t =   0.0000             P > |t| =   0.0000         P > t =   1.0000
```

4. ผลการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยอายุระหว่างกลุ่มผู้ป่วยที่เป็น SA กับกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่เป็น SA พบว่า p-value มีค่า <0.001 แสดงว่าค่าเฉลี่ยอายุระหว่างกลุ่มผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มผู้ป่วยที่เป็น SA มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 52.59 ปี ส่วนกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่เป็น SA มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 43.15 ปี

2. ลักษณะการกระจายของข้อมูลไม่ใช่โค้งปกติ (Non-normal distribution)

ในกรณีที่ข้อมูลทั้งสองกลุ่มไม่ได้มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ เราจะทำการทดสอบความแตกต่างของค่ามัธยฐานระหว่างประชากรสองกลุ่มแทนค่าเฉลี่ย โดยสถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ ***Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test*** ซึ่งเป็นสถิติที่ไม่ได้คำนึงถึงการกระจายของข้อมูล ซึ่งเราเรียกวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนี้ว่า Non-parametric ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีความเบ้มากๆ

ตัวอย่างที่ 4 จากการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิด SA ของจุลวิทย์และคณะ ในตัวอย่างที่ 3 โดยในตัวอย่างนี้ต้องการทดสอบความแตกต่างของค่า Epworth Sleepiness Scale (ESS) score ระหว่างกลุ่มผู้ป่วยที่เป็น SA กับกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่เป็น SA ซึ่งมีขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐานดังนี้

ขั้นตอนแรก คือการทดสอบการกระจายของข้อมูลของทั้งสองกลุ่ม (กลุ่มผู้ป่วยที่เป็น SA และกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่ได้เป็น SA) ว่ามีการกระจายแบบโค้งปกติหรือไม่ โดยมีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

1. ตั้งสมมติฐานนัลและสมมติฐานทางเลือก
   สมมติฐานนัล คือข้อมูลมีการกระจายแบบโค้งปกติ
   สมมติฐานทางเลือก คือข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบโค้งปกติ
2. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐานเท่ากับ 0.05
3. ใช้สถิต Shapiro-wilk test ในการทดสอบการกระจายของข้อมูลแต่ละกลุ่ม การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม STATA สามารถทำได้ดังนี้

   เลือกเมนู **Statistics --> Summaries, tables, & tests --> Distributional plots and tests --> Shapiro-Wilk normality test**

   โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าต่าง Stata Results ดังนี้

```
. by SA, sort : swilk ess

-------------------------------------------------------------------------------
-> SA = 0

                  Shapiro-Wilk W test for normal data

    Variable |    Obs       W           V         z       Prob>z
-------------+-------------------------------------------------
         ess |    268    0.98753      2.405     2.049    0.02025

-------------------------------------------------------------------------------
-> SA = 1

                  Shapiro-Wilk W test for normal data

    Variable |    Obs       W           V         z       Prob>z
-------------+-------------------------------------------------
         ess |    569    0.98837      4.397     3.581    0.00017
```

4. ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลอายุในกลุ่มผู้ป่วยที่เป็น SA และกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่ได้เป็น SA พบว่า p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 ทั้งสองกลุ่ม แสดงว่า การกระจายของข้อมูลอายุของทั้งสองกลุ่มไม่ได้มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ
5. เมื่อพิจารณาค่าสัมประสทธิ์ต่างๆ เช่น ค่าความโด่ง (kurtosis) ค่าความเบ้ (skewness) หรือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้งสองกลุ่มมีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ย ซึ่งมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยลบสองเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าติดลบ ซึ่งเป็นค่าที่เป็นไปไม่ได้ สรุปว่าการกระจายของข้อมูล ESS score ของทั้งสองกลุ่มไม่ได้แจกแจงแบบโค้งปกติ เราจึงใช้สถิติ Mann-Whitney test ในการทดสอบความแตกต่างของค่ามัธยฐานของ ESS score ระหว่างกลุ่มผู้ป่วยที่เป็น SA และกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่ได้เป็น SA ในขั้นตอนต่อไป

```
. by SA, sort: sum ess,detail

------------------------------------------------------------
-> SA = 0

                          ess
------------------------------------------------------------
      Percentiles      Smallest
 1%             0             0
 5%             1             0
10%             3             0       Obs                 268
25%             6             0       Sum of Wgt.         268

50%            10                     Mean           10.16418
                        Largest       Std. Dev.      5.665711
75%            14            23
90%            17            23       Variance       32.10029
95%            19            24       Skewness       .1156905
99%            23            24       Kurtosis       2.382658

------------------------------------------------------------
-> SA = 1

                          ess
------------------------------------------------------------
      Percentiles      Smallest
 1%             0             0
 5%             2             0
10%             4             0       Obs                 569
25%             7             0       Sum of Wgt.         569

50%            11                     Mean           10.94376
                        Largest       Std. Dev.      5.773635
75%            15            24
90%            19            24       Variance       33.33486
95%            21            24       Skewness       .0971281
99%            23            24       Kurtosis        2.22615
```

ขั้นตอนการทดสอบความแตกต่างของค่ามัธยฐานระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

1. ตั้งสมมติฐานนัลและสมมติฐานทางเลือกดังนี้
   สมมติฐานนัลคือ ค่ามัธยฐานระหว่างประชากร 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ($H_0 : M_A = M_B$)
   สมมติฐานทางเลือกคือ ค่ามัธยฐานระหว่างประชากร 2 กลุ่มแตกต่างกัน ($H_a : M_A \neq M_B$)
2. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐานเท่ากับ 0.05
3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ Mann-Whitney test การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม STATA สามารถทำได้ดังนี้

   เลือกเมนู **Statistics --> Summaries, tables, & tests --> Nonparametric tests of hypotheses --> Wilcoxon rank-sum test**

โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าต่าง Stata Results ดังนี้

```
. ranksum  ess,by(SA)

    Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

              SA |      obs    rank sum    expected
    -------------+---------------------------------
               0 |      268      106808      112292
               1 |      569      243895      238411
    -------------+---------------------------------
        combined |      837      350703      350703

    unadjusted variance    10649025
    adjustment for ties  -27615.655
                         ----------
    adjusted variance      10621409

    Ho: ess(SA==0) = ess(SA==1)
                z =  -1.683
        Prob > |z| =   0.0924
```

4. ผลการทดสอบความแตกต่างค่ามัธยฐานของ ESS score ระหว่างผู้ป่วยที่เป็น SA กับผู้ป่วยที่ไม่เป็น SA พบว่า p-value มีค่าเท่ากับ 0.0924 แสดงว่าค่ามัธยฐานของ ESS score ระหว่างผู้ป่วย 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน โดยกลุ่มผู้ป่วยที่เป็น SA มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 11 และมีค่าต่ำสุด-สูงสุดเท่ากับ 0-24 ส่วนในกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่เป็น SA มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 10 และมีค่าต่ำสุด-สูงสุดเท่ากับ 0-24

บทที่ 5
การทดสอบสมมติฐานสำหรับข้อมูลกลุ่ม (Hypothesis testing for categorical data)

การทดสอบสมมติฐานสำหรับข้อมูลกลุ่มเป็นการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนของเหตุการณ์ที่สนใจในประชากร หรือเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกลุ่มสองตัว โดยในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบสมมติฐานในประชากรสองกลุ่ม และการคำนวณหาขนาดของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกลุ่มสองตัวเท่านั้น ซึ่งเป็นการทดสอบที่พบได้บ่อยในงานวิจัยทางการแพทย์

การทดสอบสมมติฐานในประชากรสองกลุ่มที่อิสระต่อกัน

สถิติที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนของเหตุการณ์ที่สนใจระหว่างประชากรสองกลุ่มที่อิสระต่อกันคือ ***Chi-square test*** หรือ ***Fisher Exact test*** ซึ่งมีข้อตกลงสำหรับการใช้สถิติ Chi-square คือ ค่าคาดหวัง (Expected value) ของแต่ละเซลล์จะต้องมีค่ามากกว่า 5 หรือมีจำนวนเซลล์ที่มีค่าคาดหวังน้อยกว่า 5 ได้ไม่เกิน 20% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด โดยที่ค่าคาดหวังของเซลล์นั้นสามารถคำนวณได้จากผลคูณของผลรวมในแนวแถว และในแนวคอลัมภ์ที่เซลล์นั้นอยู่ หารด้วยจำนวนตัวอย่างทั้งหมด แต่ถ้าไม่เป็นไปตามข้อตกลงดังกล่าว ต้องใช้สถิติ Fisher Exact test ในการทดสอบสมมติฐานแทน

ตัวอย่างที่ 1 จากการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิด sleep apnea (SA) โดยจุลวิทย์และคณะ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างคะแนนสำหรับทำนายการเกิด SA ซึ่งมีรูปแบบการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) ผู้วิจัยต้องการทราบว่าสัดส่วนการเกิด stop breathing ระหว่างกลุ่มผู้ป่วยที่เป็น SA กับกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่เป็น SA มีความแตกต่างกันหรือไม่

ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน

1. ตั้งสมมติฐานนัลและสมมติฐานทางเลือกดังนี้
   สมมติฐานนัลคือ สัดส่วนการเกิด stop breathing ระหว่างผู้ป่วย 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ($H_0 : P_1 = P_2$)
   สมมติฐานทางเลือกคือ สัดส่วนการเกิด stop breathing ระหว่างผู้ป่วย 2 กลุ่มแตกต่างกัน ($H_a : P_1 \neq P_2$)
2. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐานเท่ากับ 0.05
3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ Chi-square test หรือ Fisher Exact test โดยขึ้นอยู่กับค่าคาดหวังของแต่ละเซลล์ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม STATA สามารถทำได้ดังนี้

   เลือกเมนู **Statistics --> Summaries, tables, & tests --> Tables --> Two-way tables with measures of association**

   โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าต่าง Stata Results ดังนี้

```
. tab stop_bre SA,col exp chi2 exact

+--------------------+
| Key                |
|--------------------|
|     frequency      |
| expected frequency |
| column percentage  |
+--------------------+

      stop |          SA
 breathing |         0          1 |     Total
-----------+----------------------+----------
       yes |        93        396 |       489
           |     156.6      332.4 |     489.0
           |     34.70      69.60 |     58.42
-----------+----------------------+----------
        no |       175        173 |       348
           |     111.4      236.6 |     348.0
           |     65.30      30.40 |     41.58
-----------+----------------------+----------
     Total |       268        569 |       837
           |     268.0      569.0 |     837.0
           |    100.00     100.00 |    100.00

          Pearson chi2(1) =  91.3257   Pr = 0.000
           Fisher's exact =                 0.000
   1-sided Fisher's exact =                 0.000
```

4. พิจารณาค่าคาดหวังในแต่ละเซลล์ (แถวที่ 2) พบว่ามีค่ามากกว่า 5 ทุกเซลล์ เพราะฉะนั้นสถิติที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานในกรณีนี้คือ Chi-square test ซึ่งจากผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนของการเกิด stop breathing ระหว่างกลุ่มผู้ป่วยที่เป็น sleep apnea กับผู้ป่วยที่ไม่เป็น sleep apnea พบว่า p-value มีค่า <0.001 แสดงว่าสัดส่วนของการเกิด stop breathing ระหว่างผู้ป่วย 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าสัดส่วนของการเกิด stop breathing ในกลุ่มผู้ป่วยที่เป็น sleep apnea เท่ากับ 69.6% ในขณะที่สัดส่วนของการเกิด stop breathing ในกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่เป็น sleep apnea เท่ากับ 34.7% นั่นหมายความว่าการเกิด stop breathing มีความสัมพันธ์กับการเป็น sleep apnea

ตัวอย่างที่ 2 จากการศึกษาเปรียบเทียบการตอบสนองต่อเชื้อไวรัสของยา Efavaren (EFV) และ Nevirapine (NVP) ในผู้ป่วยที่ติดเชื้อเอชไอวี โดยวีระวัฒน์และคณะ ซึ่งมีรูปแบบการศึกษาแบบ Randomized control trial ผู้วิจัยต้องการทราบว่า อัตราการตอบสนองต่อเชื้อไวรัสระหว่างผู้ป่วยที่ได้รับยา EFV และ NVP มีความแตกต่างกันหรือไม่

ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน

1. ตั้งสมมติฐานนัลและสมมติฐานทางเลือกดังนี้
   สมมติฐานนัลคือ สัดส่วนของผู้ป่วยที่ตอบสนองต่อเชื้อไวรัส ระหว่างกลุ่มที่ได้รับยา EFV และ NVP ไม่แตกต่างกัน ($H_0 : P_1 = P_2$)
   สมมติฐานทางเลือกคือ สัดส่วนของผู้ป่วยที่ตอบสนองต่อเชื้อ ระหว่างกลุ่มที่ได้รับยา EFV และ NVP แตกต่างกัน ($H_a : P_1 \neq P_2$)
2. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐานเท่ากับ 0.05
3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ Chi-square test หรือ Fisher Exact test โดยขึ้นอยู่กับค่าคาดหวังของแต่ละเซลล์ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม STATA สามารถทำได้ดังนี้

   เลือกเมนู **Statistics --> Summaries, tables, & tests --> Tables --> Two-way tables with measures of association**

โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าต่าง Stata Results ดังนี้

```
. tab vl_success treatment,col exp chi2 exact

 +--------------------+
 | Key                |
 |--------------------|
 |     frequency      |
 | expected frequency |
 | column percentage  |
 +--------------------+

           |       treatment
vl_success |       NVP        EFV |     Total
-----------+---------------------+----------
       yes |         7          1 |         8
           |       3.6        4.4 |       8.0
           |     29.17       3.33 |     14.81
-----------+---------------------+----------
        no |        17         29 |        46
           |      20.4       25.6 |      46.0
           |     70.83      96.67 |     85.19
-----------+---------------------+----------
     Total |        24         30 |        54
           |      24.0       30.0 |      54.0
           |    100.00     100.00 |    100.00

          Pearson chi2(1) =   7.0508   Pr = 0.008
           Fisher's exact =                 0.016
   1-sided Fisher's exact =                 0.011
```

4. พิจารณาค่าคาดหวังในแต่ละเซลล์ (แถวที่ 2) พบว่ามีอยู่ 2 เซลล์ที่มีค่าน้อยกว่า 5 หรือคิดเป็น 2 ใน 4 เซลล์ ซึ่งคิดเป็น 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด เพราะฉะนั้นสถิติที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานในกรณีนี้ คือ Fisher Exact test ซึ่งผลการทดสอบความแตกต่างของอัตราการตอบสนองต่อเชื้อไวรัส ระหว่างกลุ่มที่ได้รับยา EFV และ NVP พบว่า p-value มีค่าเท่ากับ 0.016 แสดงว่า อัตราการตอบสนองต่อเชื้อไวรัสระหว่างกลุ่มที่ได้รับยา EFV และ NVP แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าอัตราการตอบสนองต่อเชื้อไวรัสในกลุ่มที่ได้รับ NVP มีค่าเท่ากับ 29.2% ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับยา EFV ที่มีอัตราการตอบสนองต่อเชื้อไวรัสเพียง 3.3%

การหาขนาดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกลุ่มสองตัว (Strength of association)

ในหัวข้อที่ผ่านมาได้กล่าวถึงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกลุ่ม 2 ตัว โดยใช้สถิติ Chi-square test หรือ Fisher Exact test ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้บอกแต่เพียงว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ แต่ไม่สามารถบอกขนาดของความสัมพันธ์นั้นได้ การทราบขนาดความสัมพันธ์จะทำให้งานวิจัยมีประโยชน์ในแง่การนำไปใช้มากยิ่งขึ้น ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงการหาขนาดความสัมพันธ์ที่นิยมพบได้บ่อยในงานวิจัยทางการแพทย์ มี 2 ประเภท ได้แก่ Relative risk และ Odds ratio โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. Risk ratio (RR)

ค่า RR คือ ค่าสัดส่วนระหว่างอุบัติการณ์ของการเกิดโรคหรือเหตุการณ์ที่สนใจในกลุ่มที่ได้รับปัจจัยเสี่ยง กับอุบัติการณ์ของการเกิดโรคหรือเหตุการณ์ที่สนใจในกลุ่มที่ได้รับปัจจัยเสี่ยงนั้น ซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรคำนวณได้ดังนี้

$$RR = \frac{I_{E^+}}{I_{E^-}}$$

เมื่อ I_{E^+} คือ อุบัติการณ์ของการเกิดโรคหรือเหตุการณ์ที่สนใจในกลุ่มที่ได้รับปัจจัยเสี่ยง

I_{E^-} คือ อุบัติการณ์ของการเกิดโรคหรือเหตุการณ์ที่สนใจในกลุ่มที่ไม่ได้รับปัจจัยเสี่ยง

ซึ่งค่า RR เหมาะสำหรับการแสดงขนาดความสัมพันธ์ในกรณีที่รูปแบบการวิจัยเป็นแบบ Cohort study เท่านั้น

ตัวอย่างที่ 3 ในการศึกษาอัตราการรอดชีพของไตในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนไตที่โรงพยาบาลรามาธิบดี โดย อัมรินทร์และคณะ (วารสารวิทยาการระบาด 2541) ผู้วิจัยต้องการทราบว่าการที่ผู้ป่วยได้รับเปลี่ยนไตที่ได้จากผู้มีชีวิต (Living) กับได้รับเปลี่ยนไตที่ได้จากผู้เสียชีวิต (Cadavor) มีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะไตล้มเหลวหรือไม่ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในผู้ป่วยเปลี่ยนไตจำนวน 335 คน ในจำนวนนี้มีผู้ป่วยที่ได้รับไตจากผู้มีชีวิต 128 คน และได้รับไตจากผู้เสียชีวิต 207 คน โดยพบว่าในจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับไตจากผู้มีชีวิต เกิดภาวะไตล้มเหลวจำนวน 5 คน และในจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับไตจากผู้เสียชีวิต เกิดภาวะไตล้มเหลวจำนวน 74 คน การหาขนาดความสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม STATA สำหรับข้อมูลที่มีการนับจำนวนของเหตุการณ์ที่สนใจแล้ว สามารถทำได้ดังนี้

เลือกเมนู **Statistics --> Epidemiology and related --> Tables for epidemiology --> Cohort study risk-ratio etc. calculator**

```
. csi 74 5 133 123

                 |   Exposed   Unexposed  |      Total
-----------------+------------------------+------------
           Cases |        74           5  |         79
        Noncases |       133         123  |        256
-----------------+------------------------+------------
           Total |       207         128  |        335
                 |                        |
            Risk |  .3574879    .0390625  |   .2358209
                 |                        |
                 |      Point estimate    |    [95% Conf. Interval]
                 |------------------------+------------------------
 Risk difference |         .3184254       |    .2450152    .3918357
      Risk ratio |         9.151691       |     3.80194    22.02913
 Attr. frac. ex. |         .8907306       |    .7369764    .9546056
 Attr. frac. pop |         .8343552       |
                 +-------------------------------------------------
                                chi2(1) =    44.50  Pr>chi2 = 0.0000
```

จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า RR ของการศึกษานี้มีค่าเท่ากับ 9.15 นั่นคือ ผู้ป่วยที่ได้รับไตจากผู้เสียชีวิตมีโอกาสที่จะเกิดภาวะไตล้มเหลวประมาณ 9 เท่า เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่ได้รับไตจากผู้มีชีวิต โดยมี 95% CI of RR อยู่ระหว่าง 3.80-22.03

2. Odds ratio (OR)

ในกรณีที่รูปแบบการศึกษาเป็นแบบ Case-control หรือ Cross-sectional study เราไม่สามารถคำนวณหาอุบัติการณ์ของการเกิดโรคหรือเหตุการณ์ที่สนใจได้ ดังนั้นค่า OR จึงถูกนำมาใช้เป็นตัวแทนของขนาดความสัมพันธ์ในกรณีนี้

การคำนวณค่า OR สามารถทำได้ดังนี้

$$OR = \frac{Odds_{E^+}}{Odds_{E^-}}$$

เมื่อ $Odds = \frac{P}{1-P}$ ซึ่งก็คือ สัดส่วนของความน่าจะเป็นของการเป็นโรคต่อความน่าจะเป็นของการไม่เป็นโรค

ตัวอย่างที่ 4 ในการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดกระดูกข้อสะโพกหัก (Hip fracture) โดยไพบูลย์และคณะ ผู้วิจัยต้องการทราบว่าการที่ผู้ป่วยมีประวัติการรับประทานยาแผนโบราณเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกข้อสะโพกหักหรือไม่ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในผู้ป่วยจำนวน 452 คน ในจำนวนนี้มีผู้ป่วยที่มีประวัติการรับประทานยาแผนโบราณจำนวน 28 คน และผู้ป่วยที่ไม่มีประวัติการรับประทานยาแผนโบราณจำนวน 424 คน โดยพบว่าในจำนวนผู้ป่วยที่มีประวัติการรับประทานยาแผนโบราณ เกิดกระดูกข้อสะโพกหักจำนวน 20 คน และในจำนวนผู้ป่วยที่ไม่มีประวัติการรับประทานยาแผนโบราณ เกิดกระดูกข้อสะโพกหักจำนวน 216 คน การหาขนาดความสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม STATA สำหรับข้อมูลที่มีการนับจำนวนของเหตุการณ์ที่สนใจแล้ว สามารถทำได้ดังนี้

เลือกเมนู **Statistics --> Epidemiology and related --> Tables for epidemiology --> Case-control odds-ratio calculator**

```
. cci 20 216 8 208
                                                        Proportion
                 |   Exposed   Unexposed  |      Total     Exposed
-----------------+------------------------+------------------------
           Cases |        20         216  |        236       0.0847
        Controls |         8         208  |        216       0.0370
-----------------+------------------------+------------------------
           Total |        28         424  |        452       0.0619
                 |                        |
                 |      Point estimate    |    [95% Conf. Interval]
                 |------------------------+------------------------
      Odds ratio |         2.407407       |    .9872681    6.451643 (exact)
 Attr. frac. ex. |         .5846154       |   -.0128961    .8450007 (exact)
 Attr. frac. pop |         .0495437       |
                 +-----------------------------------------------
                              chi2(1) =     4.42  Pr>chi2 = 0.0356
```

จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า OR ของการศึกษานี้มีค่าเท่ากับ 2.41 นั่นคือ ผู้ป่วยเกิดกระดูกสะโพกหักมีโอกาสที่จะมีประวัติการรับประทานยาแผนโบราณสูงกว่า 2.4 เท่า เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่ไม่เกิดสะโพกหัก โดยมี 95% CI of OR อยู่ระหว่าง 0.99-6.45

บทที่ 6
การนำเสนอผลการวิจัย (Reporting results)

ในการทำงานวิจัย ผู้วิจัยควรออกแบบตารางการนำเสนอผลการวิจัย หรือเรียกว่าตารางหุ่น (Dummy tables) ตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผนโครงร่างวิจัย ทั้งนี้การออกแบบตารางหุ่นจะขึ้นอยู่กับรูปแบบงานวิจัยและวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเป็นหลัก โดยการนำเสนอผลการวิจัยจะเริ่มจากตารางสำหรับการบรรยายลักษณะของตัวอย่าง (Description of patients' s characteristics) ก่อนเสมอ ตามด้วยตารางสำหรับการวิเคราะห์แบบตัวแปรเดียว (Univariate analysis) และตารางสำหรับการวิเคราะห์แบบพหุ (Multivairate analysis) ตามตัวอย่างดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 การนำเสนอผลการวิจัยเรื่องการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิด Sleep apnea ของ Rodsutti et.al. ซึ่งปัจจัยที่สนใจได้แก่ อายุ เพศ ดัชนีความอ้วน การสูบบุรี่ การดื่มสุรา การมีประวัติการนอนกรน การมีประวัติการหยุดหายใจขณะนอนหลับ โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) มีขั้นตอนการนำเสนอผลการวิจัยดังนี้

- ตารางที่ 1 บรรยายลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดยใช้หลักการของสถิติเชิงพรรณนา (ดังรายละเอียดในบทที่ 2)
- ตารางที่ 2 ทดสอบความแตกต่างของปัจจัยต่างๆระหว่างกลุ่มที่เป็น sleep apnea กับกลุ่มที่ไม่ได้เป็น sleep apnea ซึ่งเป็นการทดสอบความสัมพันธ์ของปัจจัยทีละตัวกับการเกิด sleep apnea หรือที่เรียกว่า การวิเคราะห์แบบตัวแปรเดียว (Univariate analysis) โดยใช้หลักกการของการทดสอบสมมติฐาน (ดังรายละเอียดในบทที่ 4 และ 5)
- ตารางที่ 3 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยหลายๆตัวกับการเกิด sleep apnea หรือที่เรียกว่า การวิเคราะห์แบบพหุ (Multivairate analysis) ซึ่งไม่ได้กล่าวรายละเอียดการวิเคราะห์ไว้ในหนังสือเล่มนี้

Table 1 Description of patients's characteristics

Characteristics	**N (%)**
Age, mean(sd)	
Age, n(%)	
<30	
30-44	
45-59	
$\geq$ 60	
Gender	
Male	
Female	
BMI, mean(sd)	
BMI	
<25	
25-29.9	
30-39.9	
$\geq$ 40	
Snoring	
Yes	
No	
Stopping breathing	
Yes	
No	
Waking up refreshed	
Yes	
Sometimes	
No	
Leg kicking	
Yes	
Sometimes	
No	
ESS score, median(range)	

Table 2 Description of patients's characteristics between SA and non-SA

Characteristics	**SA**	**Non-SA**	**P value**
	n(%)	**n(%)**	
Age, mean(sd)			
Age, n(%)			
<30			
30-44			
45-59			
≥ 60			
Gender			
male			
female			
BMI, mean(sd)			
BMI			
<25			
25-29.9			
30-39.9			
≥ 40			
Snoring			
Yes			
No			
Stopping breathing			
Yes			
No			
Waking up refreshed			
Yes			
Sometimes			
No			
Leg kicking			
Yes			
Sometimes			
No			
ESS score, median(range)			

Table3 Factors associated with SA (AHI $\geq$ 5): multiple logistic regression analysis

Factors	Coefficient	SE	P value	OR (95% CI)
Age				
$\geq$ 60				
45-59				
30-44				
< 30				
Gender				
Male				
Female				
Snoring				
Yes				
No				
Stopping breathing				
Yes				
No				
BMI				
$\geq$ 40				
30-39.9				
25-29.9				
< 25				

ตัวอย่างที่ 2 การนำเสนอผลการวิจัยเรื่องการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นกระดูก (BMD) และดัชนีทางชีวเคมีของการสร้างและสลายมวลกระดูก (Biochemical markers of bone remodeling) ซึ่งได้แก่ serum C-termina-telopeptide of type I collagen (CTx), PINP, PTH และ Vitamin D ภายหลังการได้รับแคลเซียมเสริม โดยใช้หลักการของการทดสอบสมมติฐานสำหรับข้อมูลต่อเนื่องในประชากรสองกลุ่มที่ไม่อิสระต่อกัน (ดังรายละเอียดในบทที่ 4)

Table 4 Describe BMD and biochemical markers between randomization and 96 weeks

Parameters	**Randomization**	**96 weeks**	**P value**
BMD			
L2L4			
Neck			
Wards			
Trochanter			
Shaft			
Biochemical markers			
CTx			
PINP			
PTH			
Vitamin D			

References

1. Daniel WW. Biostatistics: A foundation for analysis in the health sciences, sixth edition. New York: John Wiley & Sons 1995.
2. Michael JC, David M. Medical Statistics, second edition. New York: John Wiley & Sons 1993.
3. Lang TA, Secic M. How to report statistics in medicine: Annotated guidelines for authors, editors, and reviewers. Philadelphia: American College of Physician 1997.
4. Rodsutti J, Hensley M, Thakkinstian A, D'Este C, Attia J. A clinical decision rule to prioritize polysomnography in patients with suspected sleep apnea. Sleep. 2004 Jun 15; 27(4): 694-9.
5. อัมรินทร์ ทักขิญเสถียร. สถิติเบื้องต้นสำหรับงานวิจัยทางการแพทย์. เอกสารประกอบการสอนการอบรมเชิงปฏิบัติการระบาดวิทยาคลินิกพื้นฐานและสถิติเบื้องต้น สำหรับแพทย์ผู้ช่วยอาจารย์ และอาจารย์แพทย์. กลุ่มงานระบาดวิทยาคลินิกและชีวสถิติ สำนักงานวิจัยคณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี