

การพิจารณาโครงงานวิจัย : ขนาดตัวอย่าง สำหรับงานวิจัย

วีระศักดิ์ ปัญญาพรวิทยา DVM,Msc,PhD

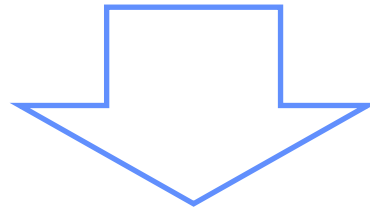
คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

pveerasak.r@gmail.com

คำถามที่พบบ่อยๆสำหรับการเขียนโครงงานวิจัย

- ถ้าจะทำการทดลองแบบนี้ ควรใช้สัตว์จำนวนกี่ตัว ?
- ขนาดตัวอย่างเท่ากับ **30** พอไหม (magic number) ?
- มีข้างอยู่ **4** เชือก จะทำการทดลองที่มี **4** ทริตเริ่มต้นได้หรือไม่ ?

การตัดสินใจว่าการทดลองให้ผลแตกต่างทางสถิตินั้น



มีความแตกต่าง
ระหว่างทรีตเมนต์เกิดขึ้นจริง

มีอำนาจ (**power**) ที่เพียงพอในการตรวจพบ
ความต่างนั้น

Power คือ อะไร ?

- Power คือ ความสามารถในการตรวจพบความแตกต่าง
เมื่อความแตกต่างนั้นเกิดขึ้นจริง
- Power จะขึ้นอยู่กับ
 - ระดับนัยสำคัญ (α level)
 - ขนาดของตัวอย่าง (sample size)
 - ขนาดของผลกระทบ (effect size)
 - ผลกระทบของทรีตเมนต์ต่อค่าสังเกต
 - ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน
 - ค่าความแปรปรวน

ทำไมต้องมี **power** ที่สูงเพียงพอ

ถ้า มีความแตกต่างเกิดขึ้นจริง แต่ไม่มี **power** ที่พอที่จะตรวจพบ
ความแตกต่าง จะนำไปสู่สรุปผลว่าไม่แตกต่าง

หลักการสำคัญ

- จำนวนสัตว์ที่เหมาะสม ไม่มากเกินไป หรือ ไม่น้อยเกินไป
- การเพิ่มจาก 40 ตัวเป็น 50 ตัว ก็ให้ผลการทดลองที่แตกต่างกัน
- การใช้สัตว์จำนวน 20 ตัว ไม่เห็นความแตกต่าง แต่ถ้าเพิ่มเป็น 40 ตัวจะเห็นถึงความแตกต่าง

ในทางปฏิบัติ

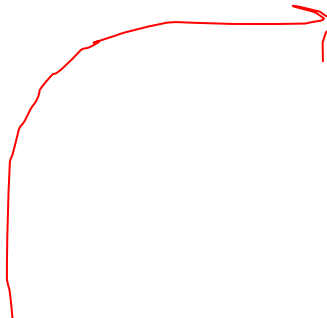
- กำหนด **power** เพื่อหา **sample size**
- ระบุ **sample size** เพื่อหา **power**

**แบบแผนการทดลอง (experimental design) จะเป็นตัวกำหนด
วิธีการคำนวณขนาดตัวอย่าง**

Experimental Design	Treatment Design
CRD	factorial
RBD	nested
LSD	Split-plot
Crossover	Repeated measures
Incomplete Blocks	

ระบุ power เพื่อหา sample size

```
groupmeans <- c(550, 598, 598, 646)  
power.anova.test(groups = 4,  
n = NULL,  
between.var = var(groupmeans),  
within.var = 6400,  
sig.level = 0.05,  
power = 0.8)
```



Balanced one-way analysis of variance power calculation

groups = 4

n = 16.15347

between.var = 1536

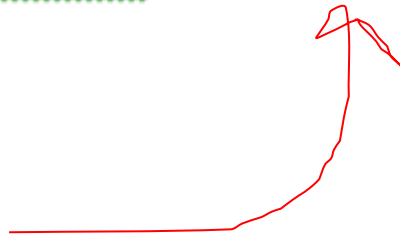
within.var = 6400

sig.level = 0.05

power = 0.8

NOTE: n is number in each group

```
groupmeans <- c(2.82, 3.89, 3.04)
power.anova.test(groups = 3,
                 n = 4,
                 between.var = var(groupmeans),
                 within.var = 0.075,
                 sig.level = 0.01,
                 power = NULL)
```



Balanced one-way analysis of variance power calculation

groups = 3

n = 4

between.var = 0.3193

within.var = 0.075

sig.level = 0.01

power = 0.9297797

กรณีที่ไม่ใช่แผนการทดลอง

- กำหนด **sample size** ตามวิธีที่ทำการวิเคราะห์
- เช่น ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่าง ขาเจ็บในโคนมกับลักษณะของ ฟันคอก ใช้ การวิเคราะห์ **logistic regression**

การพิจารณาโครงงานวิจัย

ผู้วิจัยต้องแสดงการคำนวณขนาดตัวอย่าง

- **print out** จาก **software** พร้อมคำอธิบาย
- **preliminary study**
- งานวิจัยที่ใกล้เคียงกับโครงงานวิจัยที่เสนอมา

โครงการงานวิจัยที่ส่งกลับให้แก้ไข

- ระบุจำนวนลัทธิ์มาโดยไม่แสดงวิธีการคำนวณ

► Download and register

► Literature

► Program handling

► Scientific probability
calculator

► User guide: Analyses by
design

► User guide: Analyses by
distribution

► User guide: Type of Power
Analysis

► Who we are

Power Analyses by Test

Please note that at this point the G*Power documentation is still incomplete and preliminary. We take great care to avoid any errors, but of course we cannot guarantee that the documentation is error free.

Correlation and Regression:

Correlation: Bivariate normal model [↗](#)

Correlation: Point biserial model [↗](#)

Correlation: Tetrachoric model [↗](#)

Correlations: Two dependent Pearson r 's (common index) [↗](#)

Correlations: Two dependent Pearson r 's (no common index) [↗](#)

Correlations: Two independent Pearson r 's [↗](#)

G-Power



Java applets for power and sample size

Select the analysis to be used in your study:

CI for one proportion
Test of one proportion
Test comparing two proportions
CI for one mean
One-sample t test (or paired t)
Two-sample t test (pooled or Satterthwaite)
Linear regression
Balanced ANOVA (any model)
Generic chi-square test
Generic Poisson test
Pilot study

Run selection

This software is intended to be useful in planning statistical studies. It is not intended to be used for analysis

Each selection provides a graphical interface for studying the power of one or more tests. They include slider varying parameters, and a simple provision for graphing one variable against another.

Each dialog window also offers a Help menu. **Please read the Help menus before contacting me with questions.**

The "Balanced ANOVA" selection provides another dialog with a list of several popular experimental designs, model.

Note: The dialogs open in separate windows. If you're running this on an Apple Macintosh, the applets' menus: **example, you'll have two "Help" menus there!**

You may also [download](#) this software to run it on your own PC.

Software



NCSS
Statistical Software

SAMPLE
SIZE

DATA
ANALYSIS

FREE
TRIALS

INDUSTRIES



PASS¹⁵
Sample Size

START TRIAL

BUY NOW

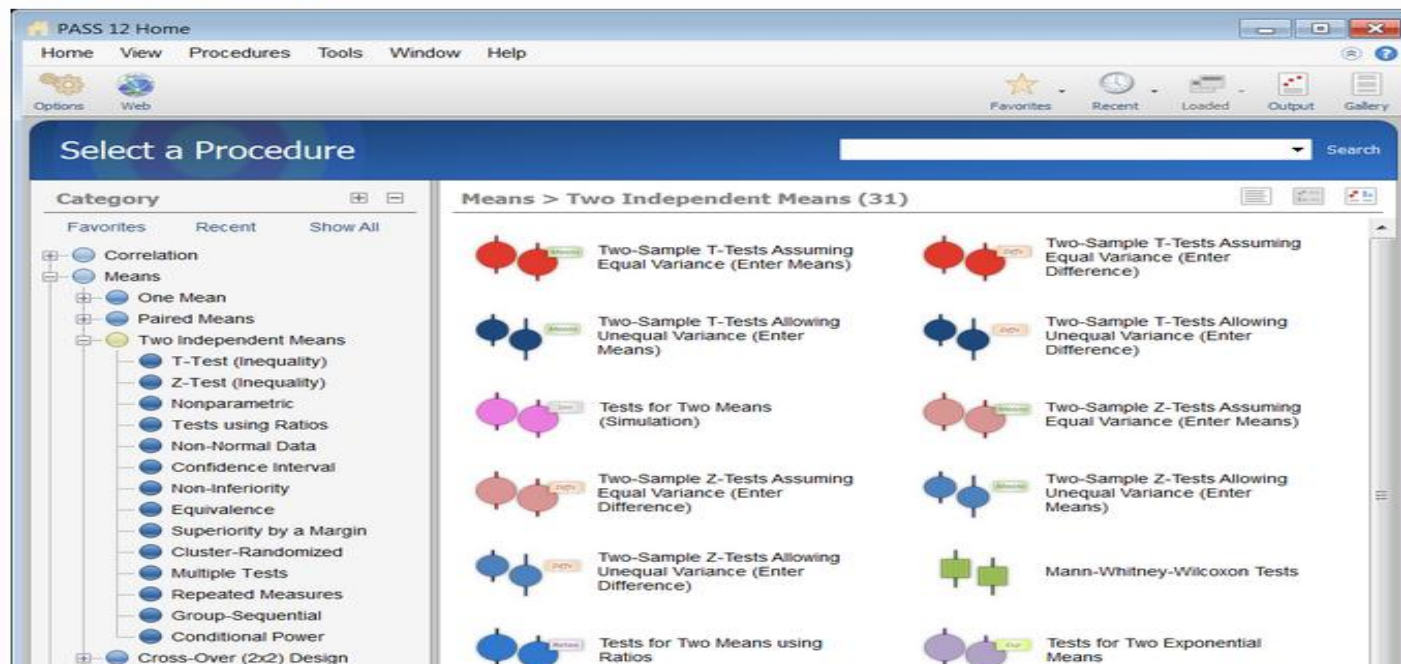
[Home](#) > [Software](#) > [PASS](#) > [Overview](#)

PASS Overview

[Click here to view a video demonstration of the use of PASS](#)

Click to see details: [One or Two Means](#) [Multiple Means](#) [Correlation](#) [Normality Tests](#)
[Variances and Standard Deviations](#) [Regression](#) [One Proportion](#)
[Two Proportions](#) [Chi-Square and Other Proportions Tests](#) [Survival](#)

PASS Home Window



One-Way Designs (ANOVA)

ANOVA F-Test

[One-Way Analysis of Variance F-Tests](#)

[One-Way Analysis of Variance F-Tests using Effect Size](#)

[One-Way Analysis of Variance F-Tests \(Simulation\)](#)

[Power Comparison of Tests of Means in One-Way Designs \(Simulation\)](#)

[One-Way Analysis of Variance Contrasts](#)

[One-Way Repeated Measures](#)

[One-Way Repeated Measures Contrasts](#)

[Confidence Intervals for One-Way Repeated Measures Contrasts](#)

[MxM Cross-Over Designs](#)

[M-Period Cross-Over Designs using Contrasts](#)

[Tests for the Difference of Two Means in a Higher-Order Cross-Over Design](#)

[Tests for the Ratio of Two Means in a Higher-Order Cross-Over Design](#)

Technical Details for the One-Way ANOVA

Suppose k groups each have a normal distribution and equal means ($\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$). Let $n_1 = n_2 = \dots = n_k$ denote the number of subjects in each group and let N denote the total sample size of all groups. Let $\bar{\mu}_w$ denote the weighted mean of all groups. That is

$$\bar{\mu}_w = \sum_{i=1}^k \left(\frac{n_i}{N} \right) \mu_i$$

Let σ denote the common standard deviation of all groups.

Given the above terminology, the ratio of the mean square between groups to the mean square within groups follows a central F distribution with two parameters matching the degrees of freedom of the numerator mean square and the denominator mean square. When the null hypothesis of mean equality is rejected, the above ratio has a noncentral F distribution which also depends on the noncentrality parameter, λ . This parameter is calculated as

$$\lambda = N \frac{\sigma_m^2}{\sigma^2}$$

where

$$\sigma_m = \sqrt{\sum_{i=1}^k \frac{n_i (\mu_i - \bar{\mu}_w)^2}{N}}$$

Some authors use the symbol ϕ for the noncentrality parameter. The relationship between the two noncentrality parameters is

—

Numeric Results

Means: 40 10 10 10

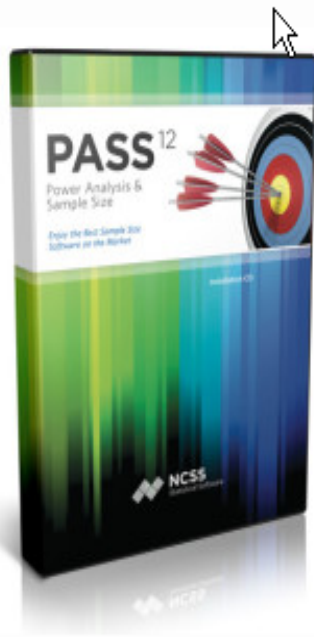
	Average		Total		Std Dev	Standard	Effect	
Power	n	G	N	K	of Means	Deviation	Size	Alpha
					σ_m	σ		
0.0424	2.00	4	8	1.00	12.99	18.00	0.7217	0.0100
0.2389	4.00	4	16	1.00	12.99	18.00	0.7217	0.0100
0.5058	6.00	4	24	1.00	12.99	18.00	0.7217	0.0100
0.7269	8.00	4	32	1.00	12.99	18.00	0.7217	0.0100
0.8670	10.00	4	40	1.00	12.99	18.00	0.7217	0.0100
0.9414	12.00	4	48	1.00	12.99	18.00	0.7217	0.0100
0.9762	14.00	4	56	1.00	12.99	18.00	0.7217	0.0100

References

Desu, M. M. and Raghavarao, D. 1990. *Sample Size Methodology*. Academic Press. New York.

Fleiss, Joseph L. 1986. *The Design and Analysis of Clinical Experiments*. John Wiley & Sons. New York.

Kirk, Roger E. 1982. *Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences*. Brooks/Cole. Pacific Grove, California.



PASS 12

PASS software is an easy-to-use research tool for determining the number of subjects that should be used in a study.

License Type	<input type="text" value="New"/>
Pricing	<input type="text" value="Commercial"/>
Quantity	<input type="text" value="1"/>

[Clear selection](#)

If you would like to order a quantity other than 1, 2, or 5, please [contact us](#).

[Add to cart](#)

\$1,095.00

► Download and register

► Literature

► Program handling

► Scientific probability
calculator

► User guide: Analyses by
design

► User guide: Analyses by
distribution

► User guide: Type of Power
Analysis

► Who we are

Power Analyses by Test

Please note that at this point the G*Power documentation is still incomplete and preliminary. We take great care to avoid any errors, but of course we cannot guarantee that the documentation is error free.

Correlation and Regression:

Correlation: Bivariate normal model [↗](#)

Correlation: Point biserial model [↗](#)

Correlation: Tetrachoric model [↗](#)

Correlations: Two dependent Pearson r 's (common index) [↗](#)

Correlations: Two dependent Pearson r 's (no common index) [↗](#)

Correlations: Two independent Pearson r 's [↗](#)

G-Power



Java applets for power and sample size

Select the analysis to be used in your study:

CI for one proportion
Test of one proportion
Test comparing two proportions
CI for one mean
One-sample t test (or paired t)
Two-sample t test (pooled or Satterthwaite)
Linear regression
Balanced ANOVA (any model)
Generic chi-square test
Generic Poisson test
Pilot study

Run selection

This software is intended to be useful in planning statistical studies. It is not intended to be used for analysis

Each selection provides a graphical interface for studying the power of one or more tests. They include slider varying parameters, and a simple provision for graphing one variable against another.

Each dialog window also offers a Help menu. **Please read the Help menus before contacting me with questions.**

The "Balanced ANOVA" selection provides another dialog with a list of several popular experimental designs, model.

Note: The dialogs open in separate windows. If you're running this on an Apple Macintosh, the applets' menus: **example, you'll have two "Help" menus there!**

You may also [download](#) this software to run it on your own PC.

Formulas

This calculator uses the following formulas to compute sample size and power, respectively:

$$n = 2 \left(\sigma \frac{z_{1-\alpha/(2\tau)} + z_{1-\beta}}{\mu_A - \mu_B} \right)^2$$

$$1 - \beta = \Phi \left(z - z_{1-\alpha/(2\tau)} \right) + \Phi \left(-z - z_{1-\alpha/(2\tau)} \right) \quad , \quad z = \frac{\mu_A - \mu_B}{\sigma \sqrt{\frac{2}{n}}}$$

where

n is sample size

σ is standard deviation

Φ is the [standard Normal distribution function](#)

Φ^{-1} is the [standard Normal quantile function](#)

α is Type I error

τ is the number of comparisons to be made

β is Type II error, meaning $1 - \beta$ is power

R Code

R code to implement these functions:

```
1  muA=5
2  muB=10
3  sd=10
4  tau=1
5  alpha=0.05
6  beta=0.20
7  (n=2*(sd*(qnorm(1-alpha/(2/tau))+qnorm(1-beta))/(muA-muB))^2)
8  ceiling(n) # 63
9  z=(muA-muB)/(sd*sqrt(2/n))
10 (Power=pnorm(z-qnorm(1-alpha/(2/tau)))+pnorm(-z-qnorm(1-alpha/(2/tau))))
```

References

Chow S, Shao J, Wang H. 2008. *Sample Size Calculations in Clinical Research*. 2nd Ed. Chapman & Hall/CRC Biostatistics Series. **page 71**.

QA