Sample size determination using G*Power

Associate Professor Pongdech Sarakarn, PhD

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

Topics of presentation

ประเด็นในการนำเสนอ

❶. แนวคิดและหลักการในการประมาณค่าขนาดตัวอย่างในงานวิจัย

❷. แนะนำโปรแกรม G*Power 3.1

❸. กรณีศึกษา

>> การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าสัดส่วน

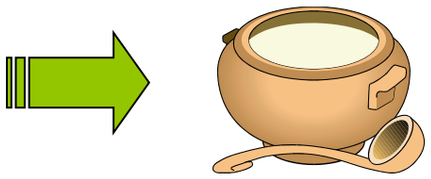
>> การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

>> สมการถดถอยพหุคูณ (multiple linear regression)

>> สมการถดถอยลอจิสติค (logistic regression)

Concept of sample size determination

❶. แนวคิดและหลักการในการประมาณค่าขนาดตัวอย่างในงานวิจัย



- คนให้ทั่วหม้อ
- ตักชิมบางส่วน

“หากต้องการเจาะเลือดเพื่อตรวจหาเชื้อ HIV”

มีเหตุผลยืนยันว่า ระบบเลือดมีการไหลเวียนไปทั่วร่างกาย

การเจาะเลือดเอามาตรวจเพียงส่วนหนึ่ง ก็น่าจะบอกได้ว่า มีเชื้อ HIV หรือไม่

Concept of sample size determination

เมื่อไหร่ ? จึงต้องพิจารณาขนาดตัวอย่าง

ประชากร

เก็บข้อมูลได้ทั้งหมด → ไม่ต้องคำนวณขนาดตัวอย่าง

มีข้อจำกัด → เก็บข้อมูลมาบางส่วน

ไม่ต้องการอ้างอิงไปสู่ประชากร → ไม่ต้องคำนวณขนาดตัวอย่าง

ตัวอย่าง

ต้องการอ้างอิงไปสู่ประชากร

คำถามที่เกิดขึ้น

- จำนวนเท่าใด ?

วิธีการ

- กำหนดตามความสะดวก
- กำหนดตามลักษณะข้อมูล
- เปิดตารางสำเร็จรูป

ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม

จำนวนมาก

- คุณภาพของข้อมูล
- การสิ้นเปลือง
- การขัดต่อจริยธรรม

จำนวนน้อย

- ค่าที่ได้มีความน่าเชื่อถือต่ำ
- ลงทุนเวลา คน งบ แต่ผลที่ได้ไม่สามารถตอบคำถามวิจัย

Concept of sample size determination

อำนาจการทดสอบคืออะไร ? ทำไม ? จึงมีความสำคัญ

การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

- Null hypothesis (H_0) — ไม่แตกต่าง
- Alternative hypothesis (H_A) — แตกต่าง

ไม่ปฏิเสธ H_0

“แตกต่าง อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (not statistical significance) ”

ความเป็นจริงที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

- **ไม่แตกต่างจริง**
- **แตกต่าง แต่ขนาดตัวอย่างไม่เพียงพอในการบ่งชี้ความแตกต่าง**

Concept of sample size determination

อำนาจการทดสอบคืออะไร ? ทำไม ? จึงมีความสำคัญ

อำนาจการทดสอบ (Power of the test)

ความสามารถของสถิติที่นำมาใช้ทดสอบ ในการบ่งชี้ความสัมพันธ์ หรือความแตกต่าง

ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 ไม่จริง [$1-\beta$]

ในทางปฏิบัติจะยอมรับที่ 80% หรือ เมื่อ $\beta=0.2$

Concept of sample size determination

ขนาดผลกระทบ (Effect size)

ขนาดผลกระทบ (effect size)

ตัวบ่งชี้ขนาดของความสัมพันธ์ หรือ ความแตกต่าง

เช่น ถ้าหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่อเนื่องสองตัว → r

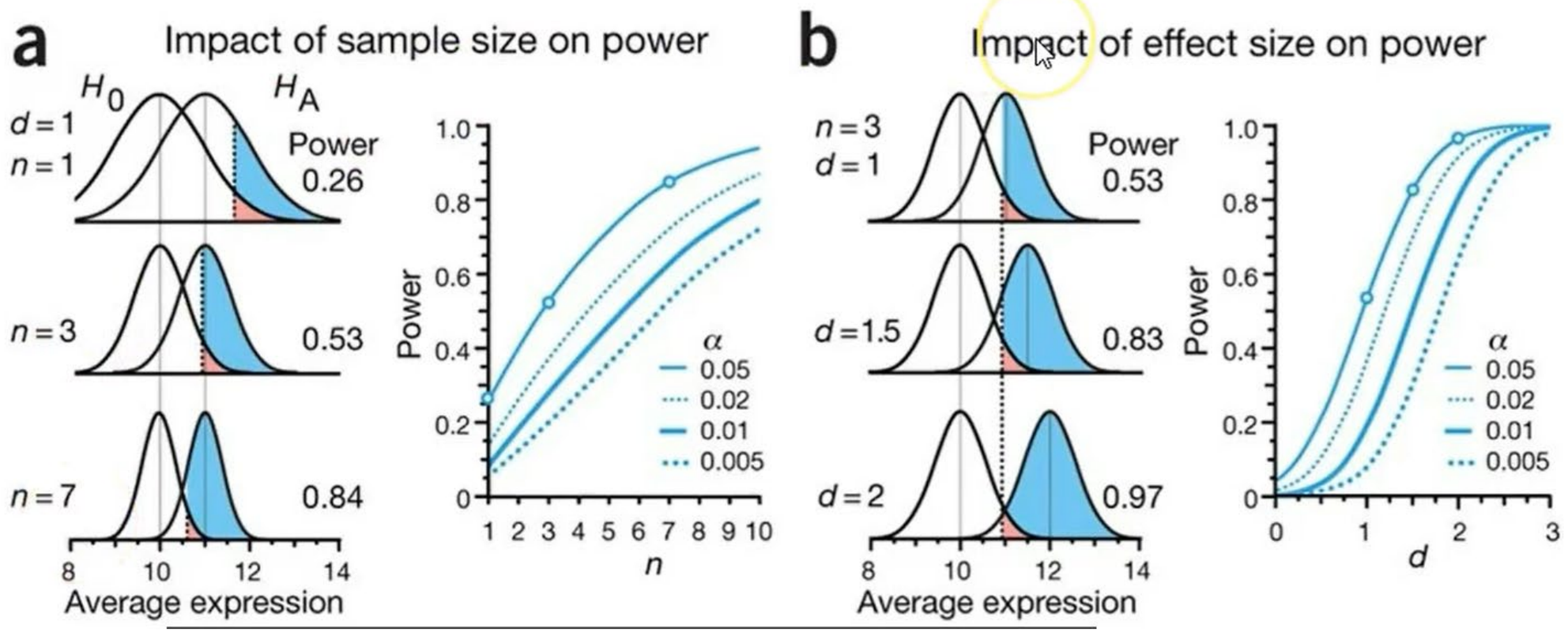
ถ้าเป็น multiple linear regression → b_0, b_1,…

ถ้าเป็น mean difference of t-test → Cohen's D

ถ้าเป็น ANOVA → Eta

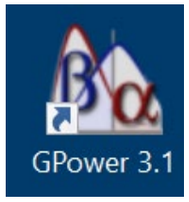
Concept of sample size determination

ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตัวอย่าง, ขนาดผลกระทบ ที่มีผลต่ออำนาจการทดสอบ



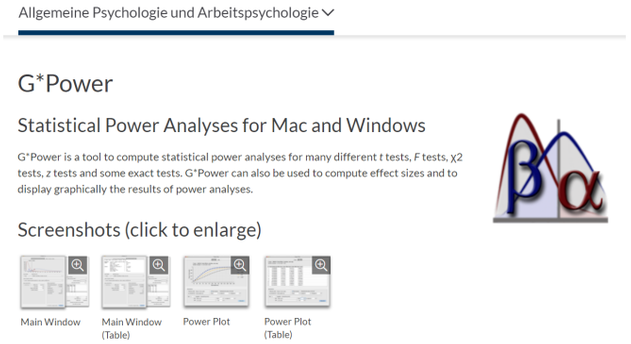
Introduction of G*Power (free software)

❷. แนะนำโปรแกรม G*Power



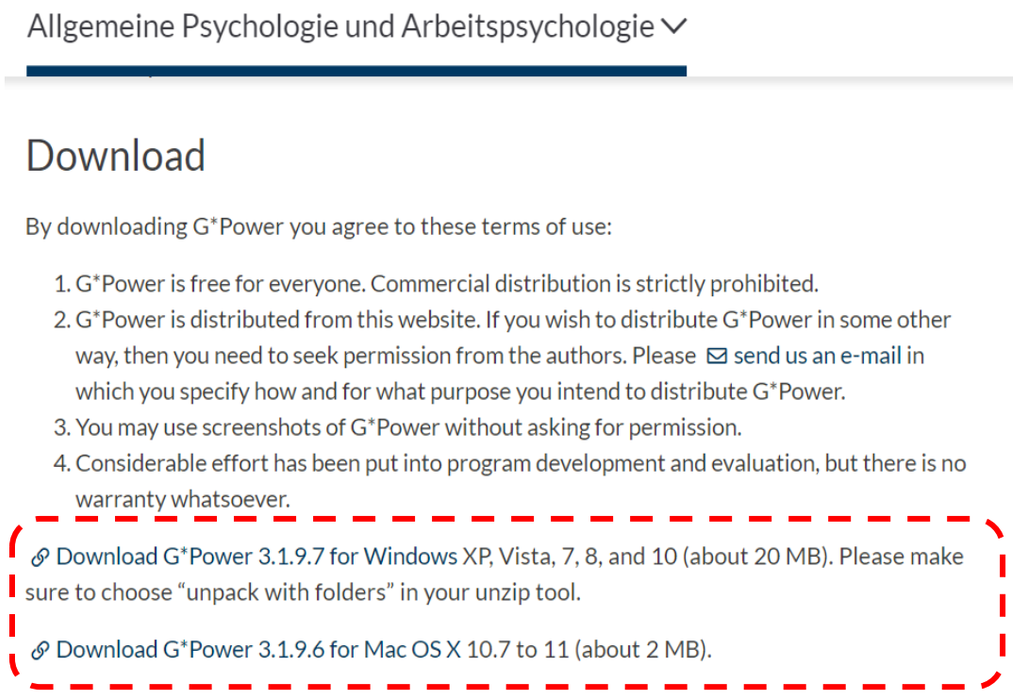
สามารถ download ได้ฟรี :

https://www.psychologie.hhu.de/arbeitsgruppen/allgemeine-psychologie-und-arbeitspsychologie/gpower

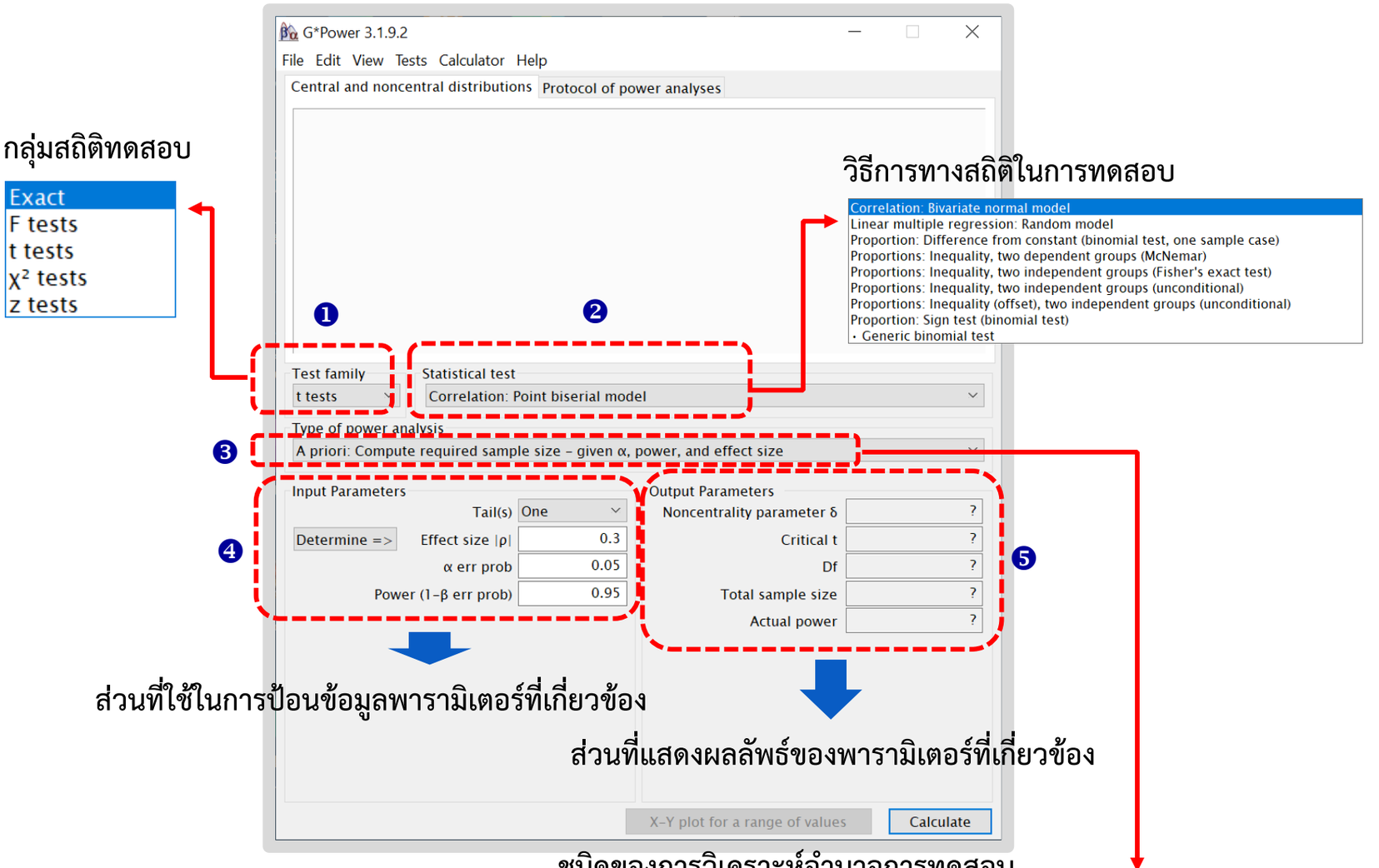


เลื่อนลงมา

Link for download



Introduction of G*Power (free software)

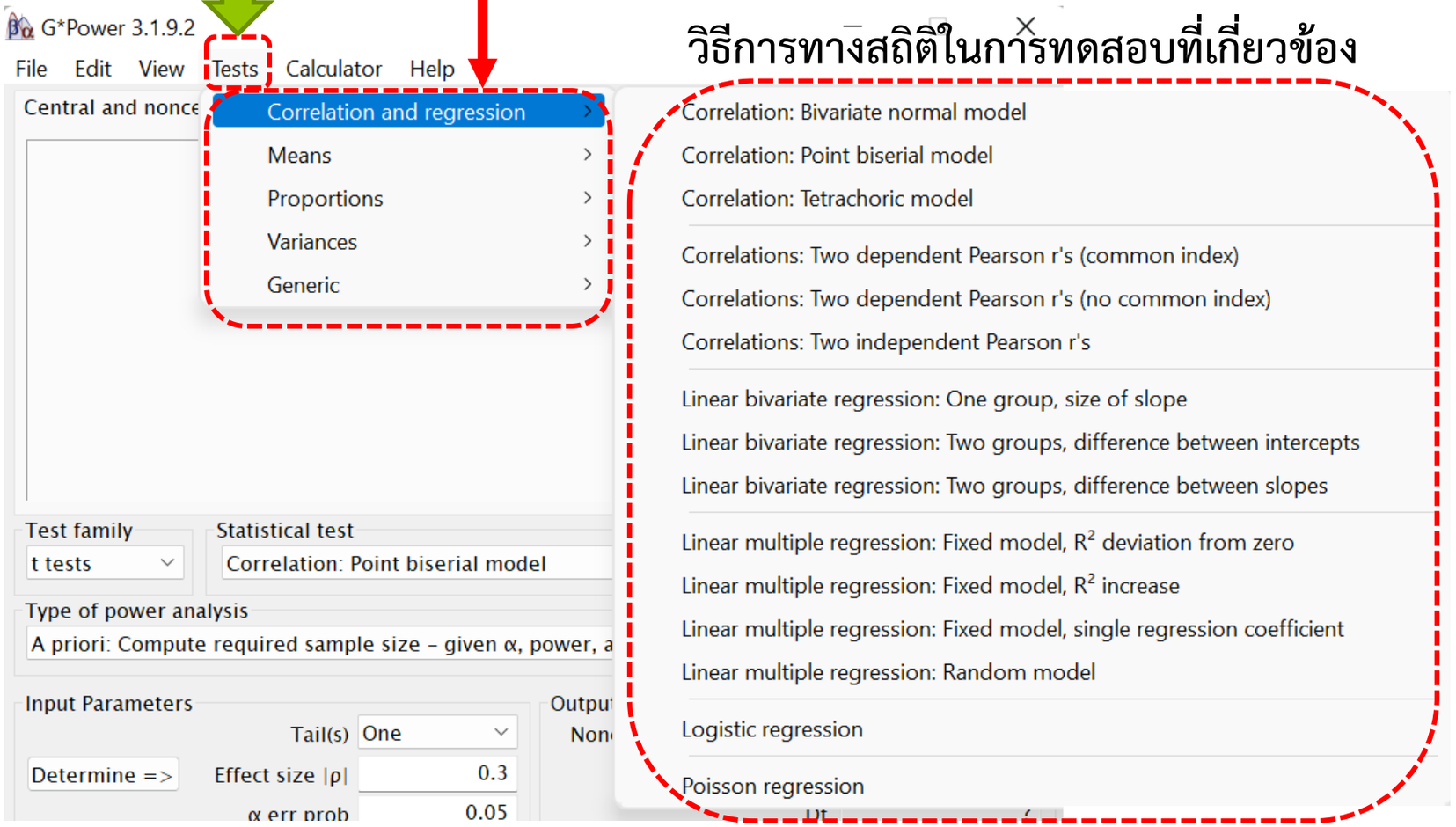


Introduction of G*Power (free software)

การเลือกวิธีตามแนวทางการวิเคราะห์ในงานวิจัย

กรณี <u>การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และสมการถดถอย</u>

วิธีการทางสถิติในการทดสอบที่เกี่ยวข้อง

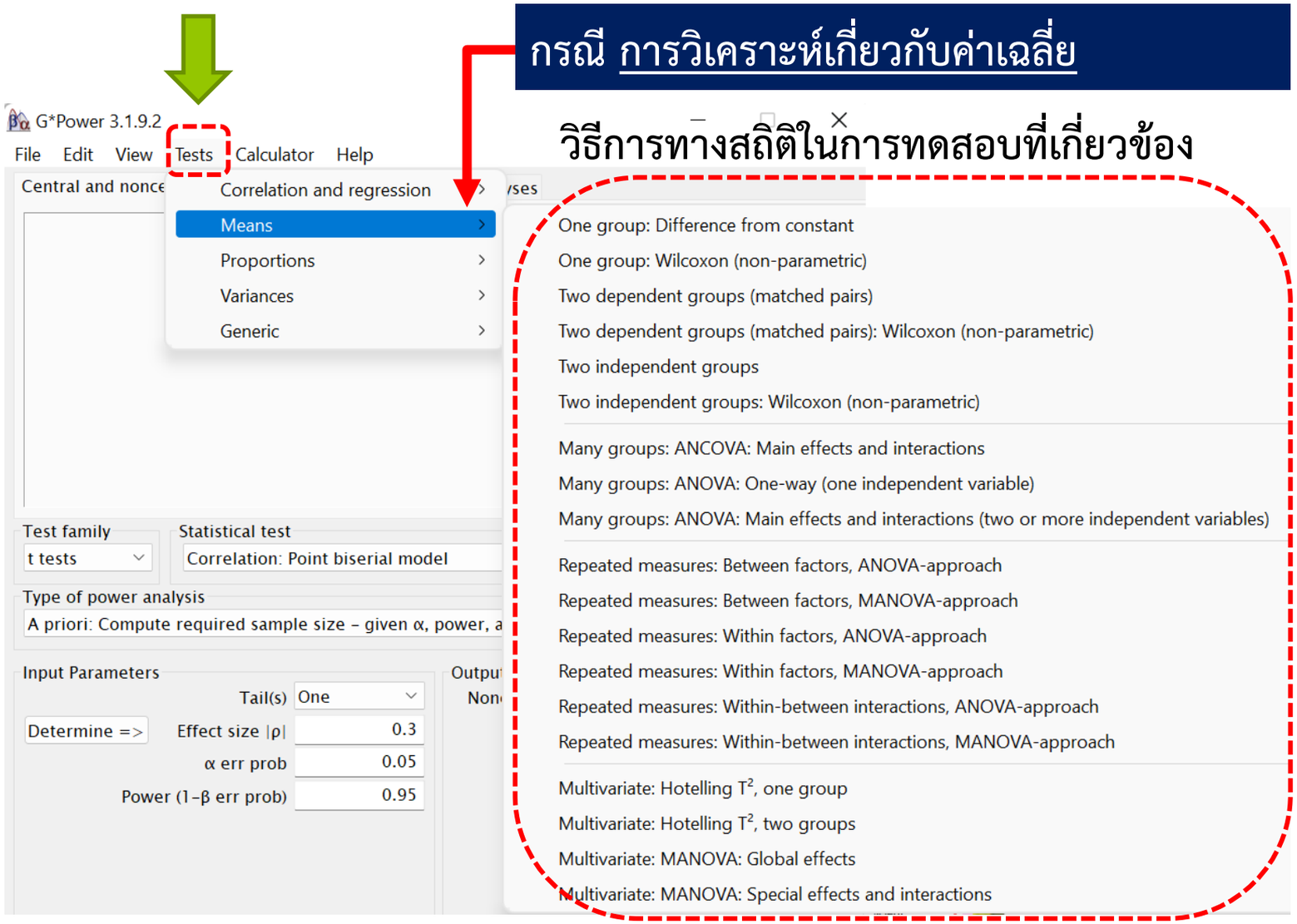


Introduction of G*Power (free software)

การเลือกวิธีตามแนวทางการวิเคราะห์ในงานวิจัย

กรณี <u>การวิเคราะห์เกี่ยวกับค่าเฉลี่ย</u>

วิธีการทางสถิติในการทดสอบที่เกี่ยวข้อง

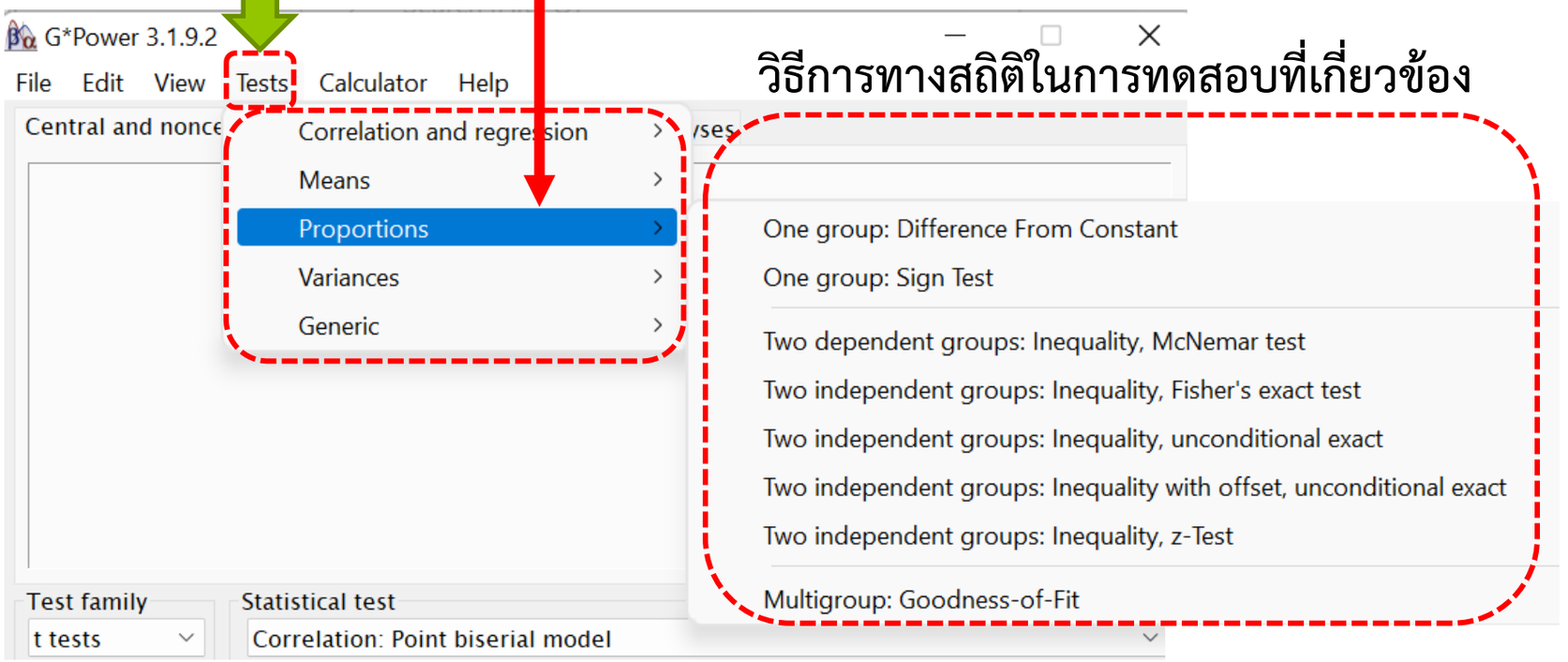


Introduction of G*Power (free software)

การเลือกวิธีตามแนวทางการวิเคราะห์ในงานวิจัย

กรณี <u>การวิเคราะห์เกี่ยวกับค่าสัดส่วน</u>

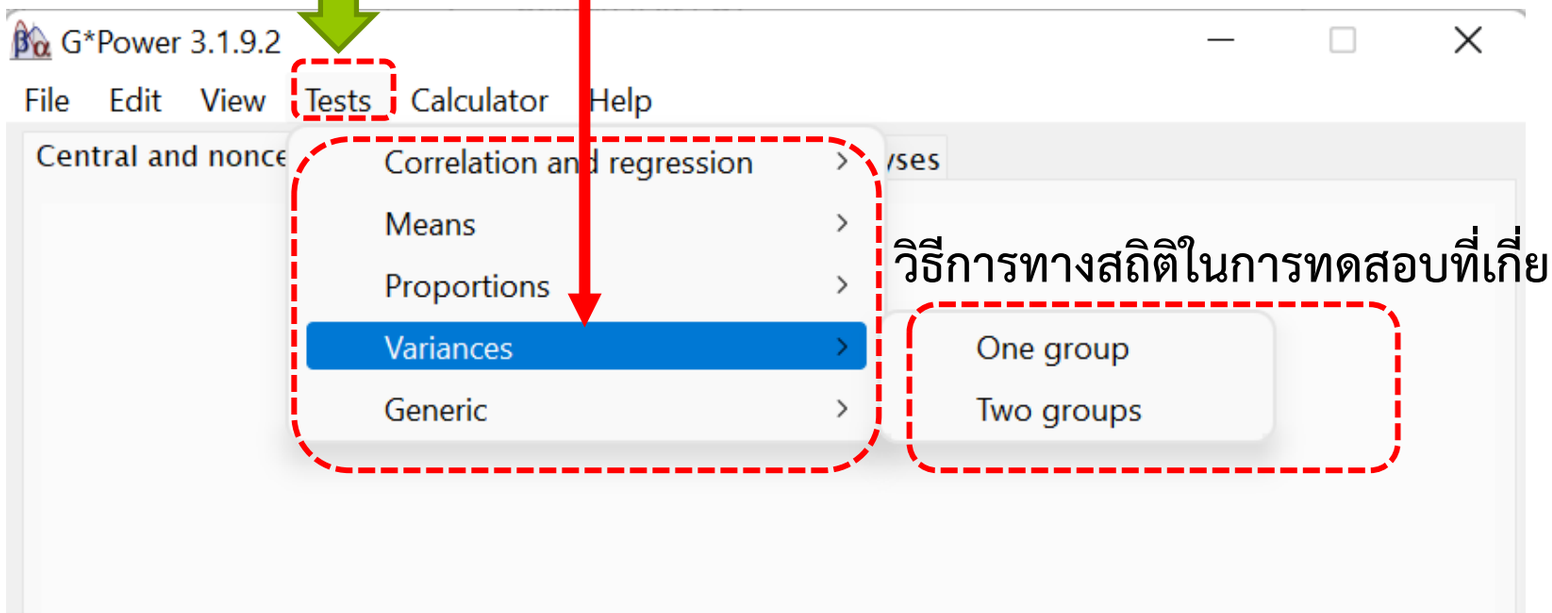
วิธีการทางสถิติในการทดสอบที่เกี่ยวข้อง



Introduction of G*Power (free software)

การเลือกวิธีตามแนวทางการวิเคราะห์ในงานวิจัย

กรณี <u>การวิเคราะห์เกี่ยวกับค่าความแปรปรวน</u>

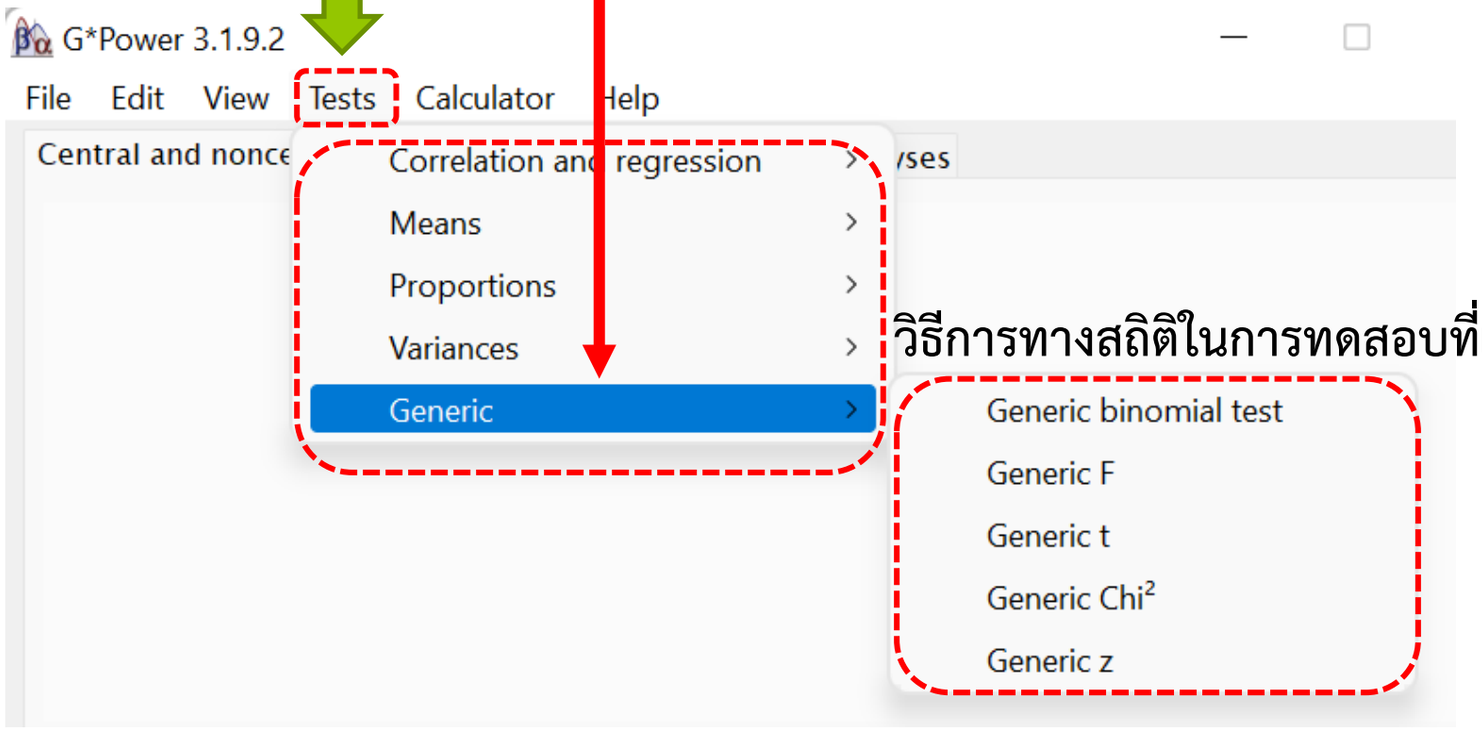


วิธีการทางสถิติในการทดสอบที่เกี่ยวข้อง

Introduction of G*Power (free software)

การเลือกวิธีตามแนวทางการวิเคราะห์ในงานวิจัย

กรณี <u>การวิเคราะห์เกี่ยวกับ Generic</u>



วิธีการทางสถิติในการทดสอบที่เกี่ยวข้อง

Important components

Test family	Statistical test
Exact	Exact probability
F tests	Mean comparison more than two groups
t tests	Mean comparison in one or two groups
χ^2 tests	Goodness of fit test
z tests	Proportion comparisons

Type of power analysis

- A priori: Compute required sample size – given α, power, and effect size
- Compromise: Compute implied α & power – given β/α ratio, sample size, and effect size
- Criterion: Compute required α – given power, effect size, and sample size
- Post hoc: Compute achieved power – given α, sample size, and effect size
- Sensitivity: Compute required effect size – given α, power, and sample size

Sample size is calculated after conducting the study

Sample size is calculated before conducting the study

Specific cases (uncommon)

Important components (*cont...*)

Input parameters

Input Parameters

Tail(s): One

Determine =>

Effect size d: 0.5

α err prob: 0.05

Power (1−β err prob): 0.95

Allocation ratio N2/N1: 1

One → H_A : > or <

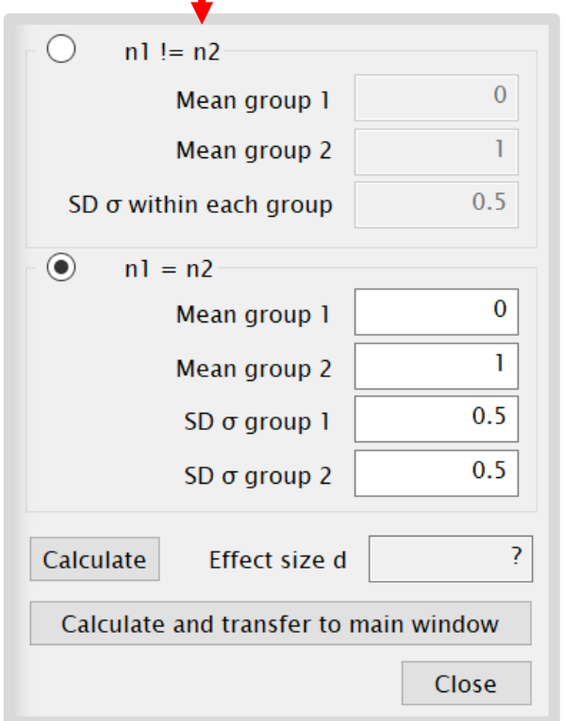
Two → H_A : ≠

Significant level
(normally, α=0.05)

Power of the test
(normally, β=0.2, 1-β=0.80)

Balanced two samples
(normally, this ratio is one)

Effect size conventions
w = .10 – small
w = .30 – medium
w = .50 – large



☑ (recommend)

☒ (not recommend)

Examples of calculating

❶. For comparison between two groups

(independent t-test two samples)

❷. For multivariable analysis in continuous outcome

(multiple linear regression)

❸. For multivariable analysis in binary outcome

(multiple logistic regression or binary logistic regression)

Example

❶. For comparison between two groups

(Independent t-test two samples)

Examples of calculating

❶. For comparison between two groups (independence)

Sample size for independent t-test two samples

Ex. A researcher would like to determine the sample size for his study as this research question

"Patients between group which is received drug A and group is not received drug A , after 2 month, the level of uric acid will be different or not ? "

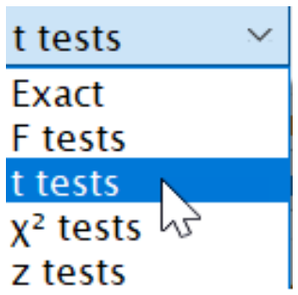
$$H_0 : \mu_{\text{received}} = \mu_{\text{not received}}$$

$$H_A : \mu_{\text{received}} \neq \mu_{\text{not received}}$$

Sample size for t-test (independent 2 groups)

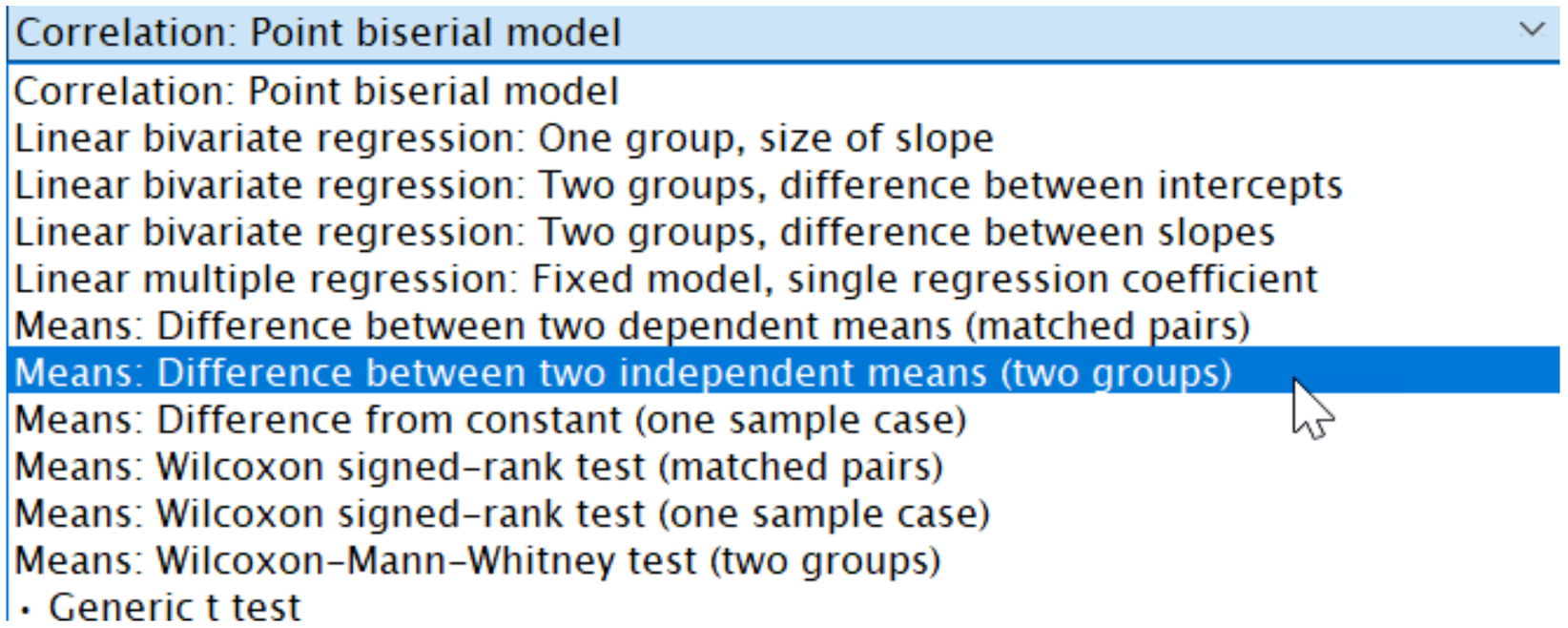
Step1 : Test family

- Selecting t-tests



Step2 : Statistical test

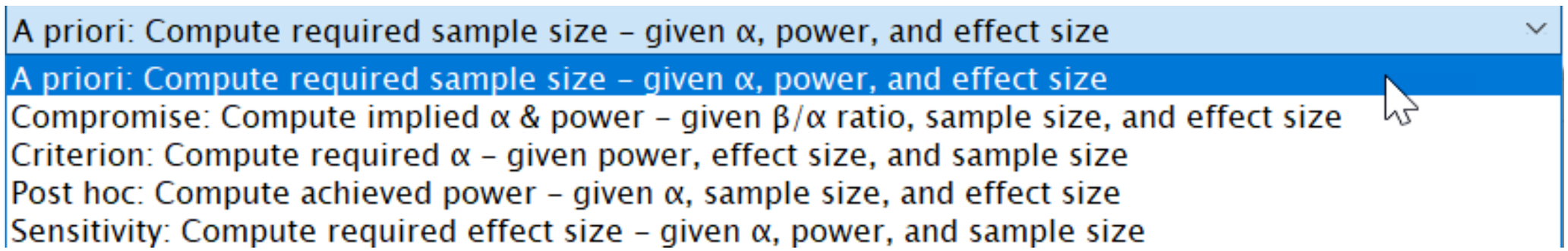
- Selecting Means: Difference between two independent means (two groups)



Sample size for t-test (independent 2 groups)

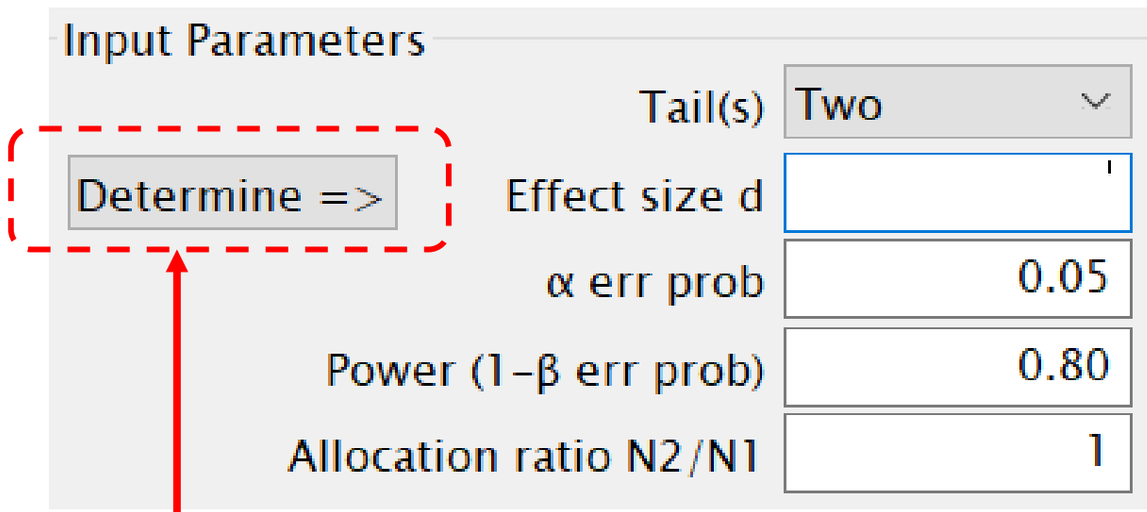
Step3 : Type of power analysis

- Selecting A priori: Compute required sample size – given α , power, and effect size



Step4 : Input parameters

- Input tail (s)'s box : Two [H_A : ≠]
- Input α err prob's box : 0.05
- Input power (1 - β err prob)'s box : 0.80
- Input allocation ratio N2/N1's box : 1



Click and input some parameters to calculate the effect size

Sample size for t-test (independent 2 groups)

Determine =>

To search the previous study or pilot study which related with his study as below;

Patient (received A)

Patient (not received A)

	n	Mean	SD
Patient (received A)	12	5.34	2.92
Patient (not received A)	12	8.91	4.77

n1 != n2

Mean group 1: 0

Mean group 2: 1

SD σ within each group: 0.5

n1 = n2

Mean group 1: 5.34

Mean group 2: 8.91

SD σ group 1: 2.92

SD σ group 2: 4.77

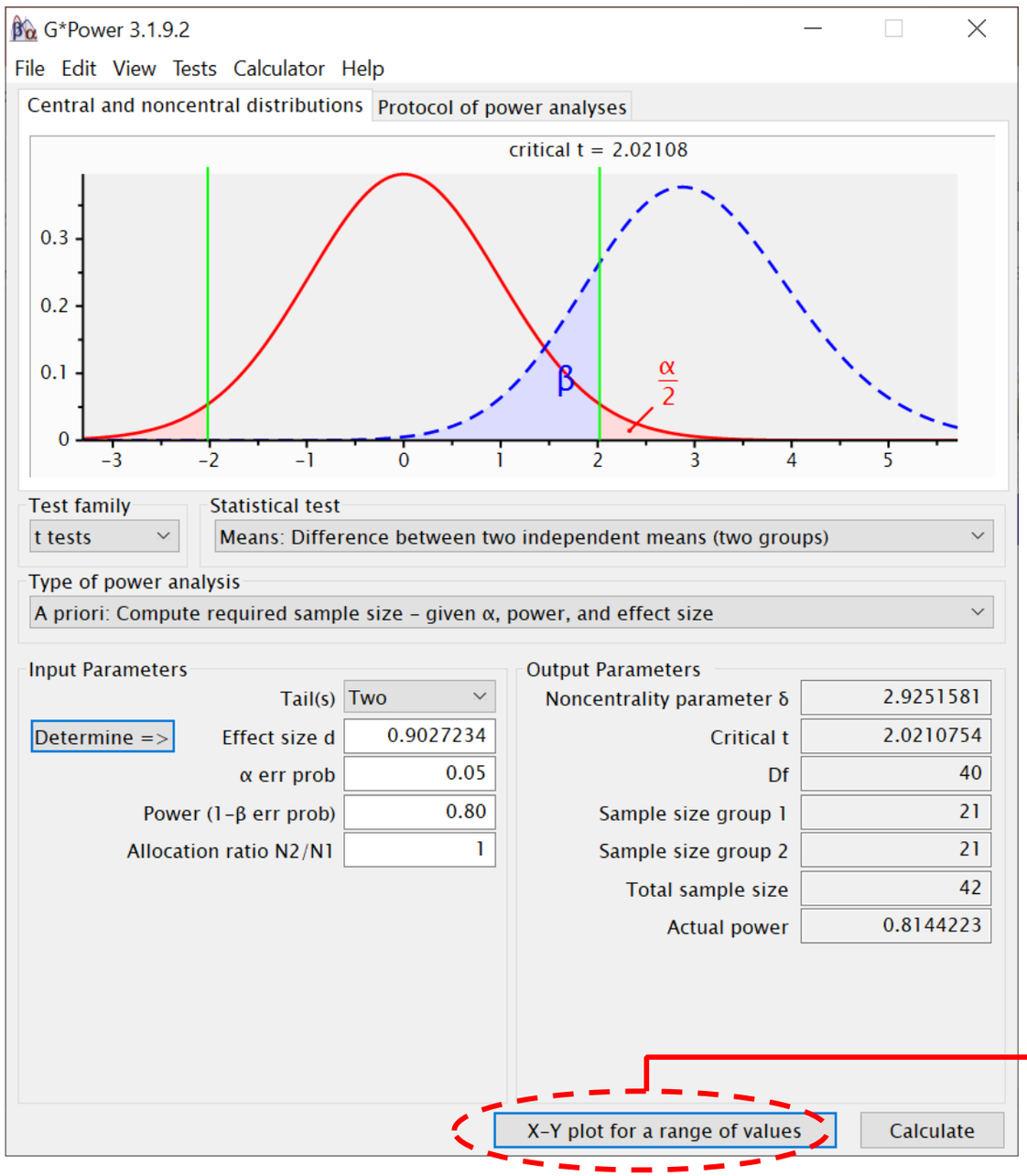
Calculate → Effect size d: 0.9027234

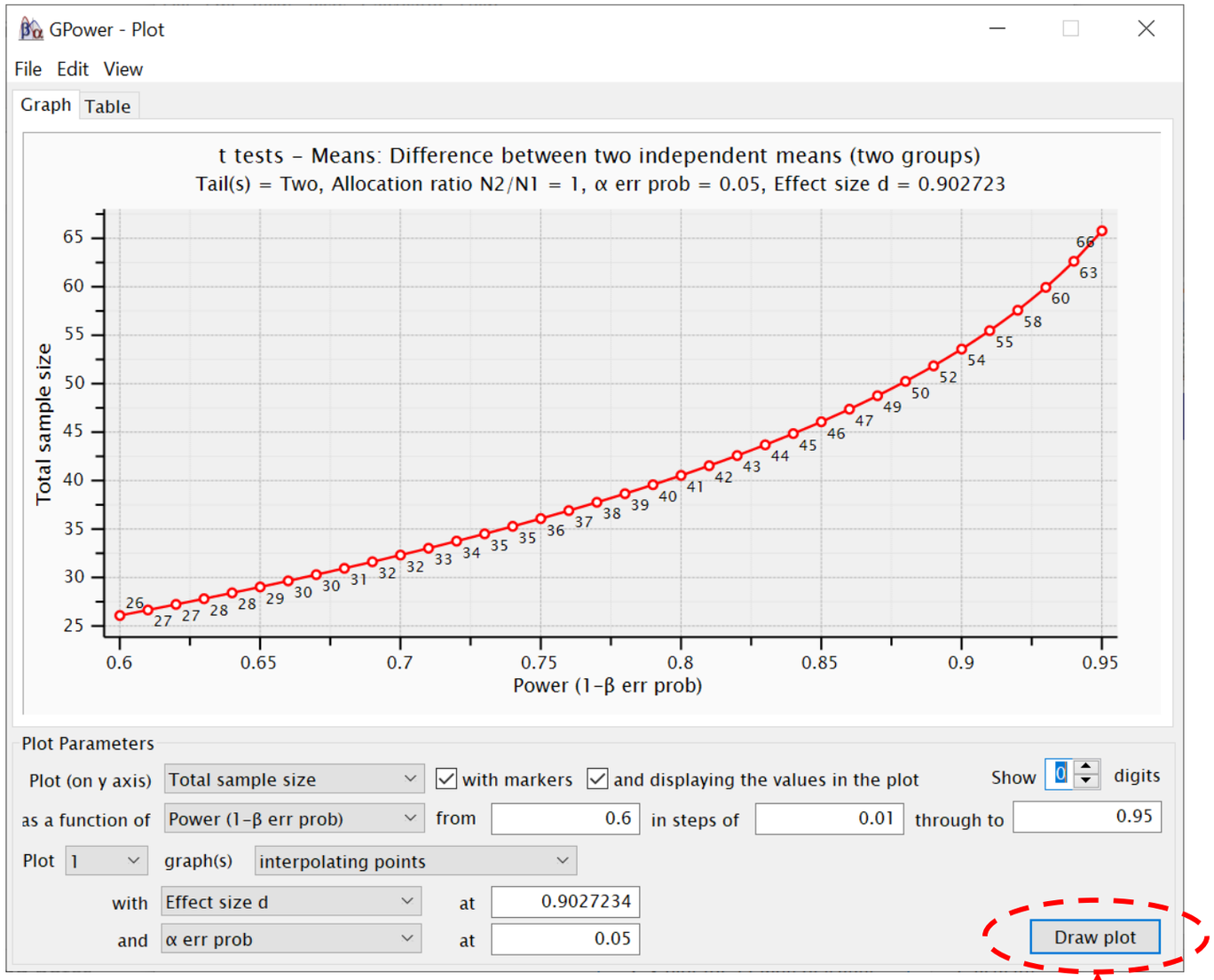
Calculate and transfer to main window

Close

Sample size for t-test (independent 2 groups)

Step5 : Calculation : click on Calculate





Sample size for t-test (independent 2 groups)

Step6 : Output : click on tab Protocol of power analyses

Central and noncentral distributions | Protocol of power analyses

Analysis:	A priori: Compute required sample size		
Input:	Tail(s)	=	Two
	Effect size d	=	0.9027234
	α err prob	=	0.05
	Power (1−β err prob)	=	0.80
	Allocation ratio N2/N1	=	1
Output:	Noncentrality parameter δ	=	2.9251581
	Critical t	=	2.0210754
	Df	=	40
	Sample size group 1	=	21
	Sample size group 2	=	21
	Total sample size	=	42
	Actual power	=	0.8144223

The results of sample size determination for reporting in the proposal

Example

❷. For multivariable analysis in continuous outcome

(Multiple linear regression)

Examples of calculating

❷. For multivariable analysis in continuous outcome

Sample size for multiple linear regression

Ex. A researcher would like to determine the sample size for his study as this research question

"Factor A, B, C and D can affect (or predict) the level of uric acid or not ? "

Factor A, B, C and D as independent variables

Level of uric acid (Y) as outcome or dependent variable

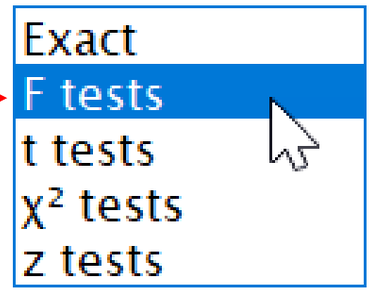
$$H_0 : \rho^2_{Y.A.B.C.D} = 0$$

$$H_A : \rho^2_{Y.A.B.C.D} > 0$$

Sample size for multiple linear regression

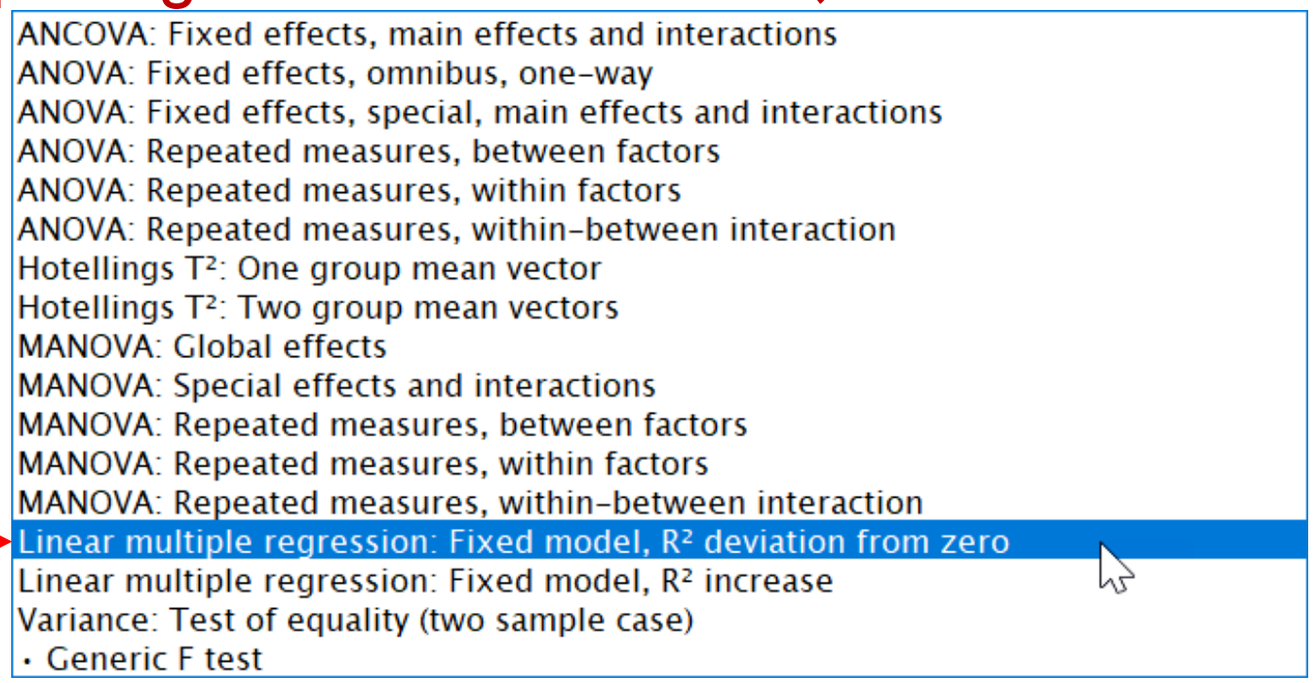
Step1 : Test family

- Selecting F-tests



Step2 : Statistical test

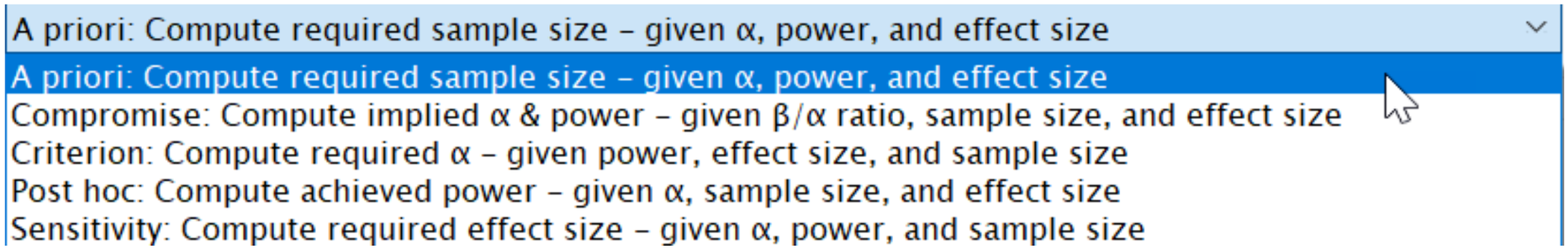
- Selecting Linear multiple regression: Fixed model, R^2 deviation from zero



Sample size for multiple linear regression

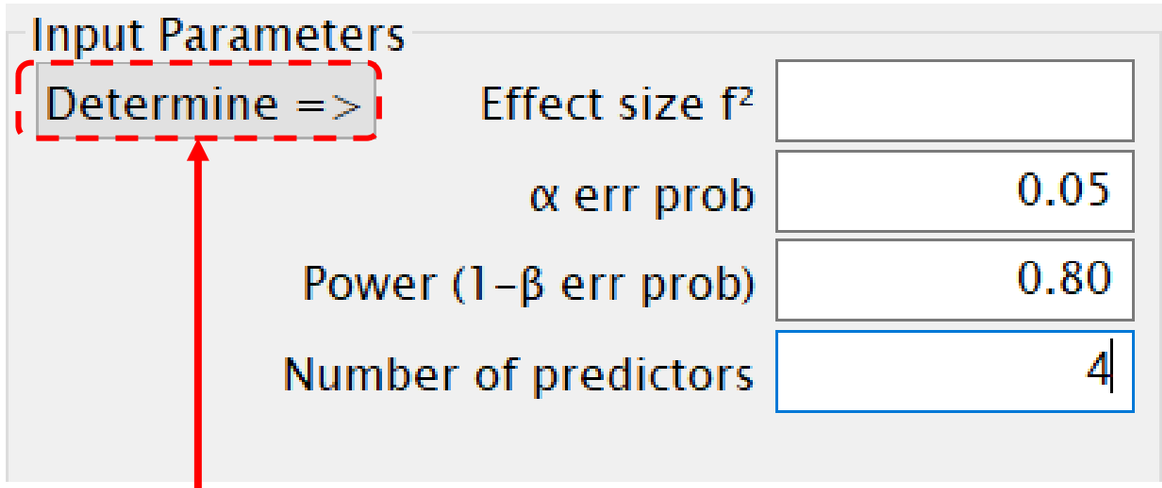
Step3 : Type of power analysis

- Selecting a priori: Compute required sample size – given α , power, and effect size



Step4 : Input parameters

- Input α err prob's box : 0.05
- Input power (1 - β err prob)'s box : 0.80
- Input number of predictors 's box : 4



Click and input some parameters to calculate the effect size

Sample size for multiple linear regression

Determine =>

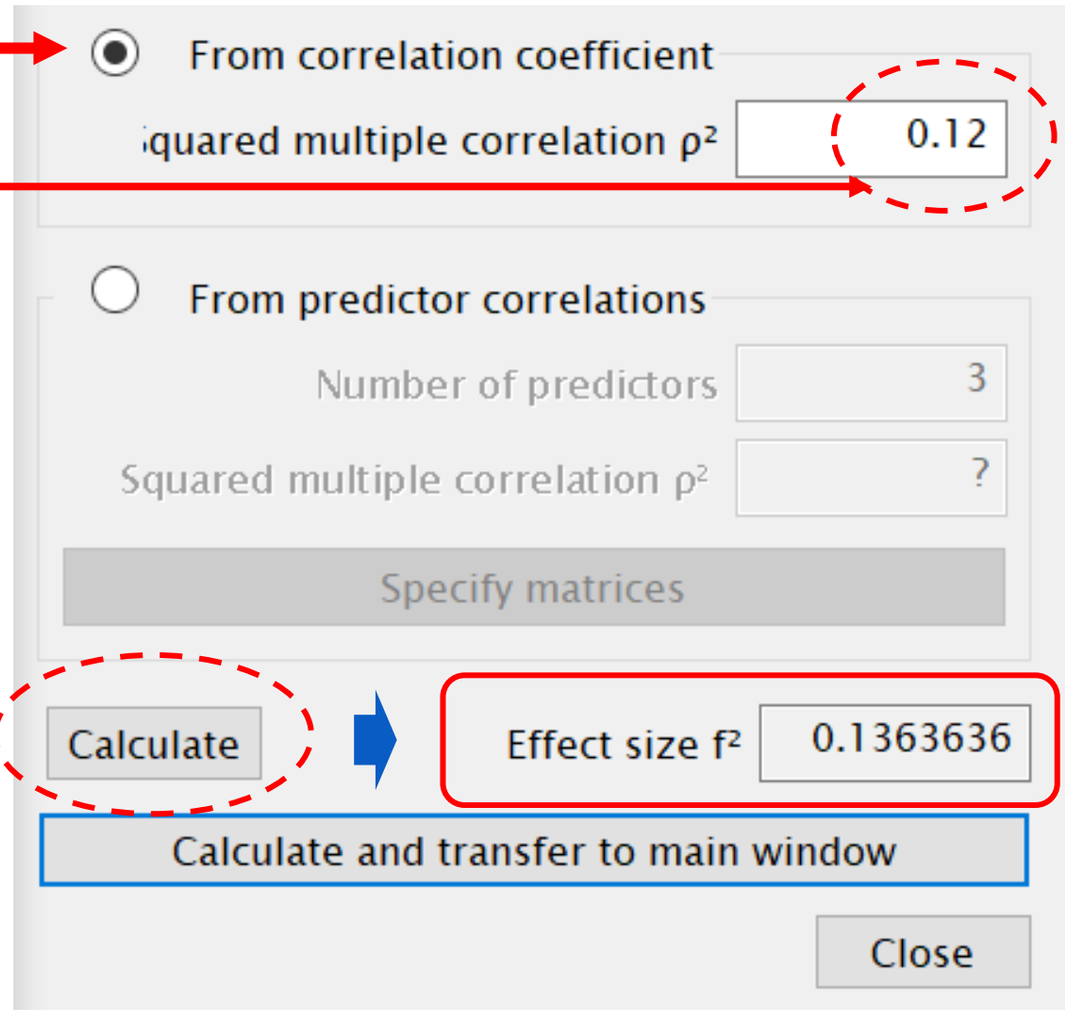
❶. Using R – square (R^2)

$$f^2 = \frac{R^2_{Y.A.B.C.D}}{1 - R^2_{Y.A.B.C.D}}$$

➡ Effect size

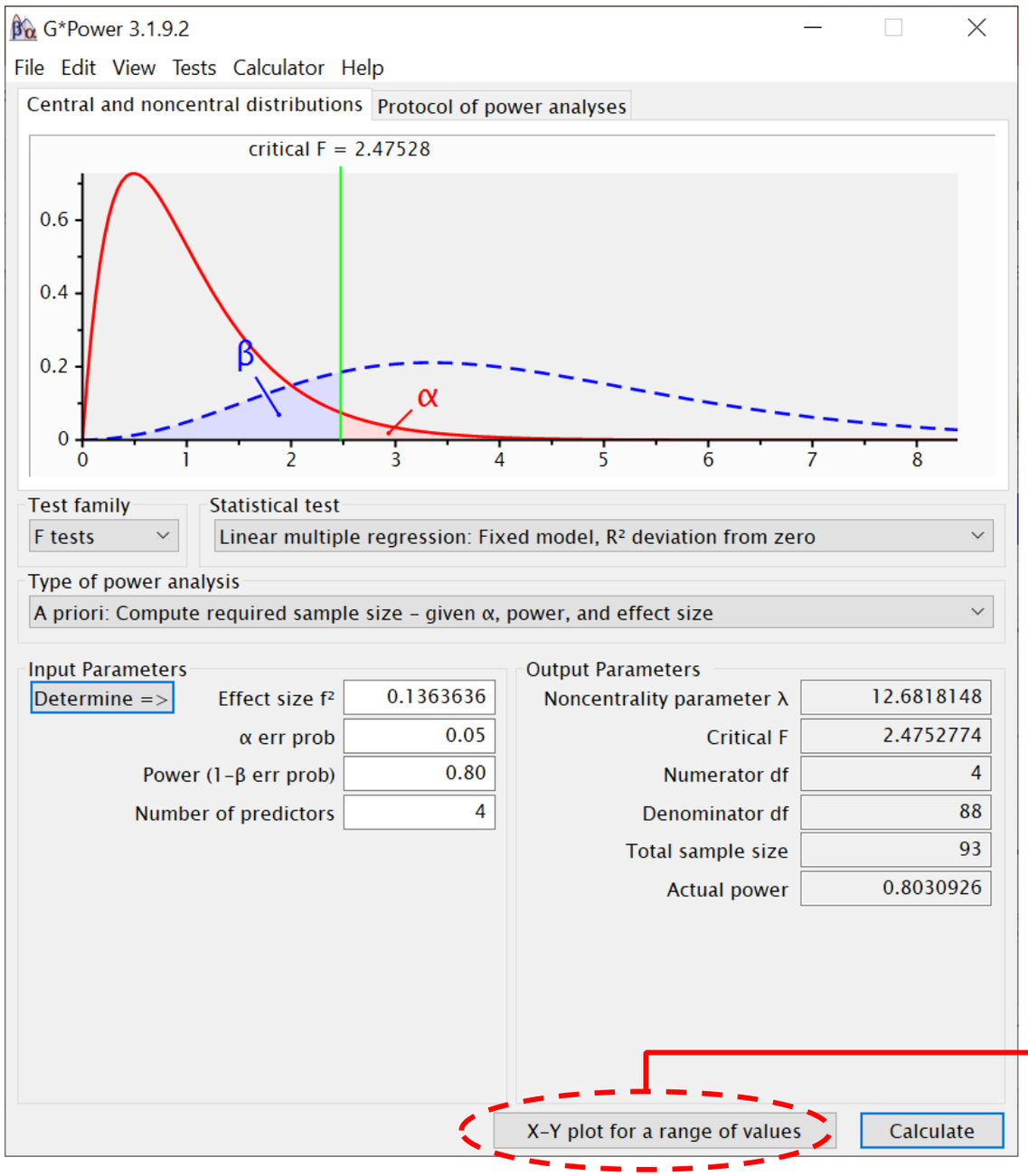
We would like to know R^2 from previous study which related with our study

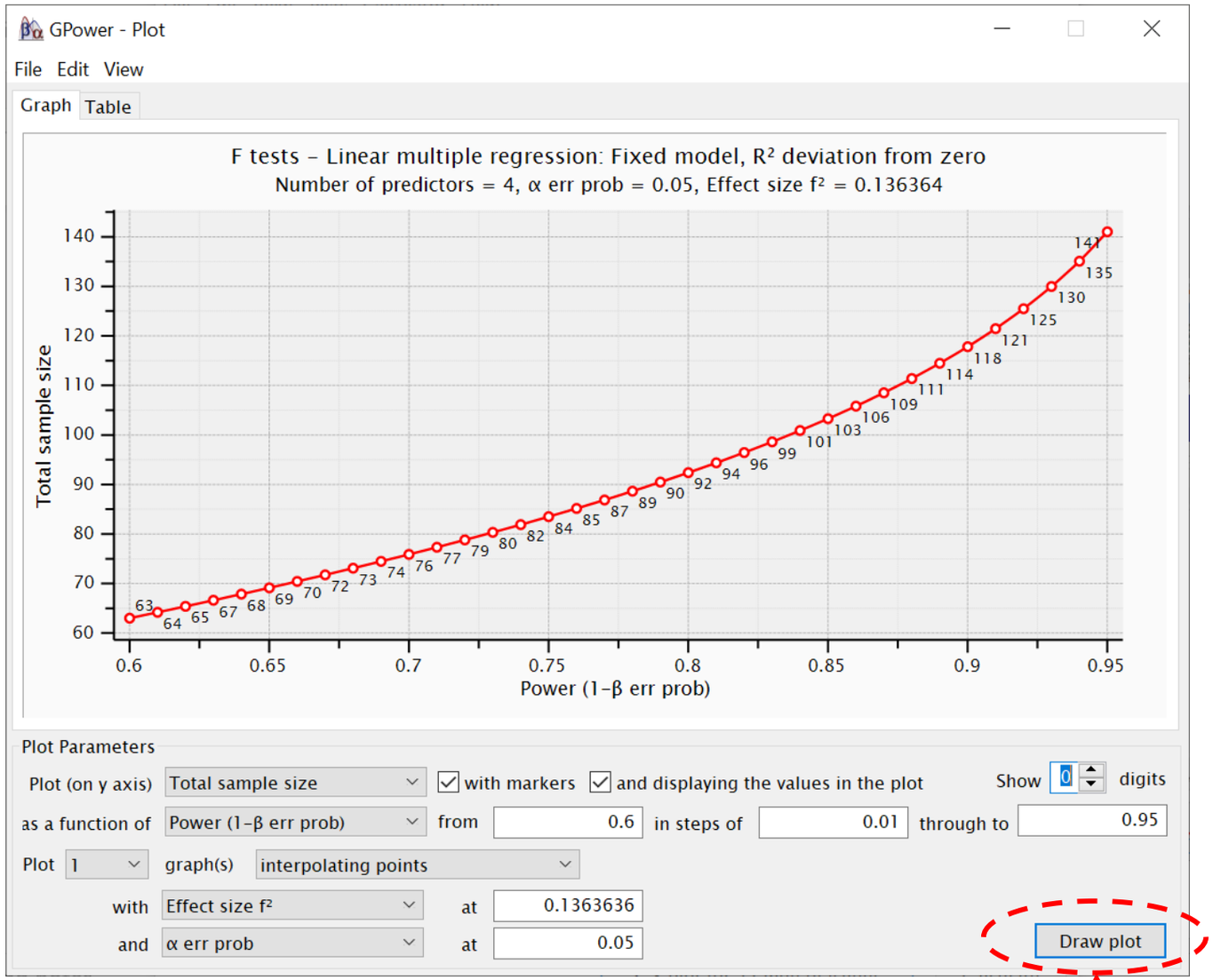
In this example, we suppose that $R^2 = 0.12$



Sample size for multiple linear regression

Step5 : Calculation : click on Calculate





Sample size for multiple linear regression

Step6 : Output : click on tab Protocol of power analyses

Central and noncentral distributions | Protocol of power analyses

F tests – Linear multiple regression: Fixed model, R^2 deviation from zero

Analysis:	A priori: Compute required sample size		
Input:	Effect size f^2	=	0.1363636
	α err prob	=	0.05
	Power (1−β err prob)	=	0.80
	Number of predictors	=	4
Output:	Noncentrality parameter λ	=	12.6818148
	Critical F	=	2.4752774
	Numerator df	=	4
	Denominator df	=	88
	Total sample size	=	93
	Actual power	=	0.8030926

The results of sample size determination for reporting in the proposal

Sample size for multiple linear regression

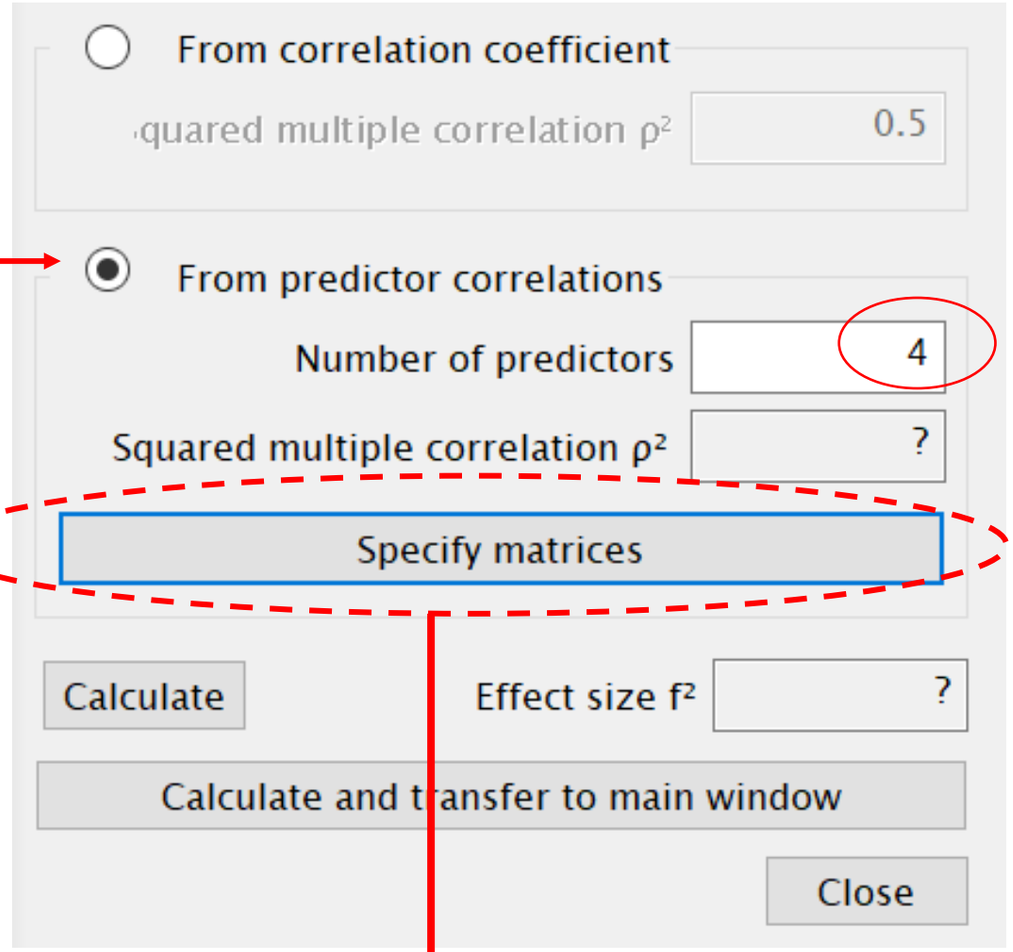
Determine =>

❷. Using predictors correlation matrix

We would like to know predictors correlation matrix from previous study which related with our study

In this example, we suppose that

	Y	A	B	C	D
Y	1.0000				
A	-0.0244	1.0000			
B	0.4057	-0.3775	1.0000		
C	-0.1762	0.1706	0.0449	1.0000	
D	-0.0125	0.3788	0.0402	0.2666	1.0000



predictor	P 1	P 2	P 3	P 4
corr with outcome Y	-0.0244	0.4057	-0.1762	-0.0125

Sample size for multiple linear regression

Input predictor correlations

Corr between predictors and outcome | Corr between predictors

Number of predictors: 4

predictor	P 1	P 2	P 3	P 4
corr with outcome Y	-0.0244	0.4057	-0.1762	-0.0125

Calc ρ² | Coefficient ρ² 0.196391 | Accept values | Cancel

From correlation coefficient

Squared multiple correlation ρ² 0.5

From predictor correlations

Number of predictors 4

Squared multiple correlation ρ² 0.1963905

Specify matrices

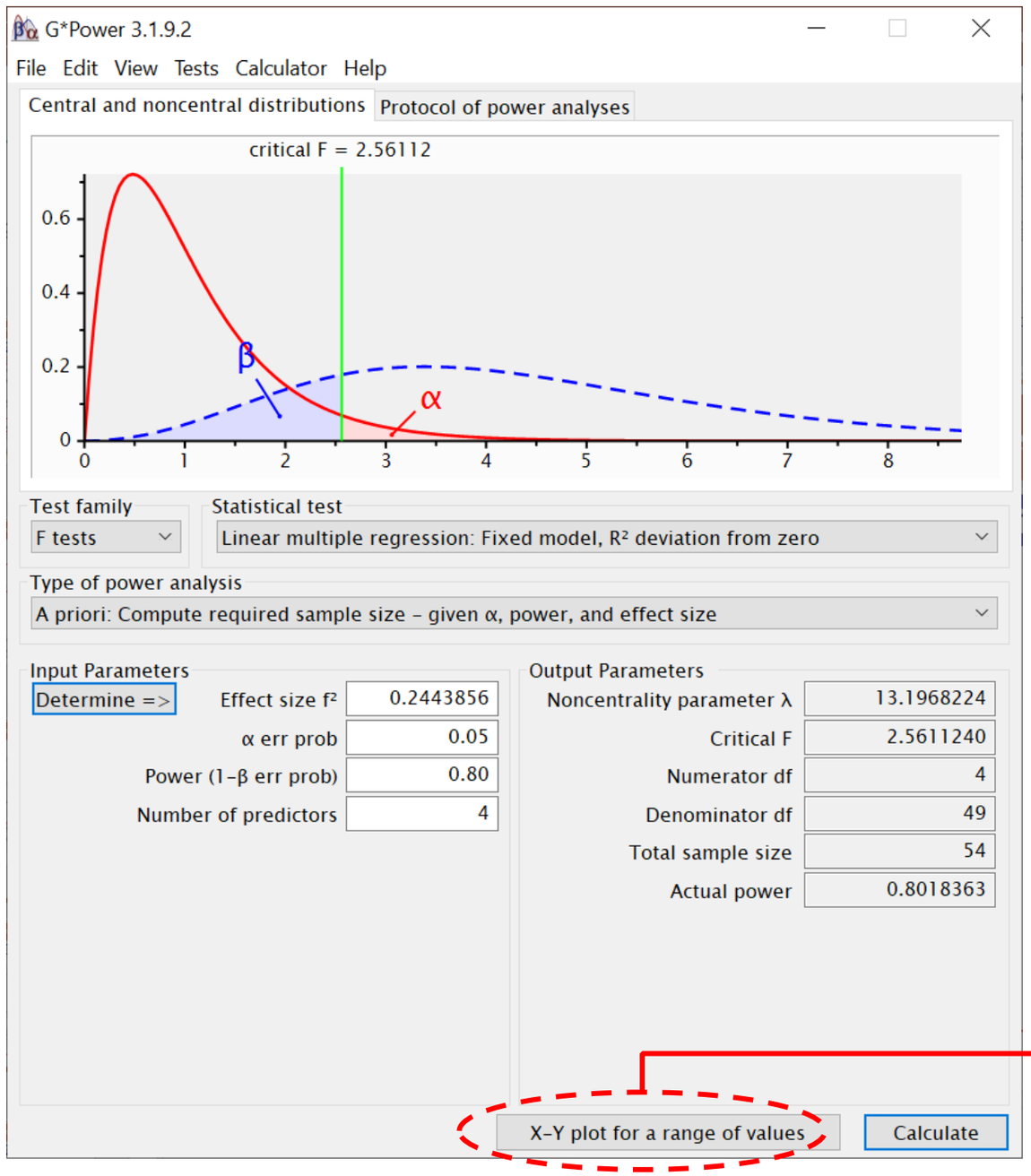
Calculate → Effect size f² 0.2443856

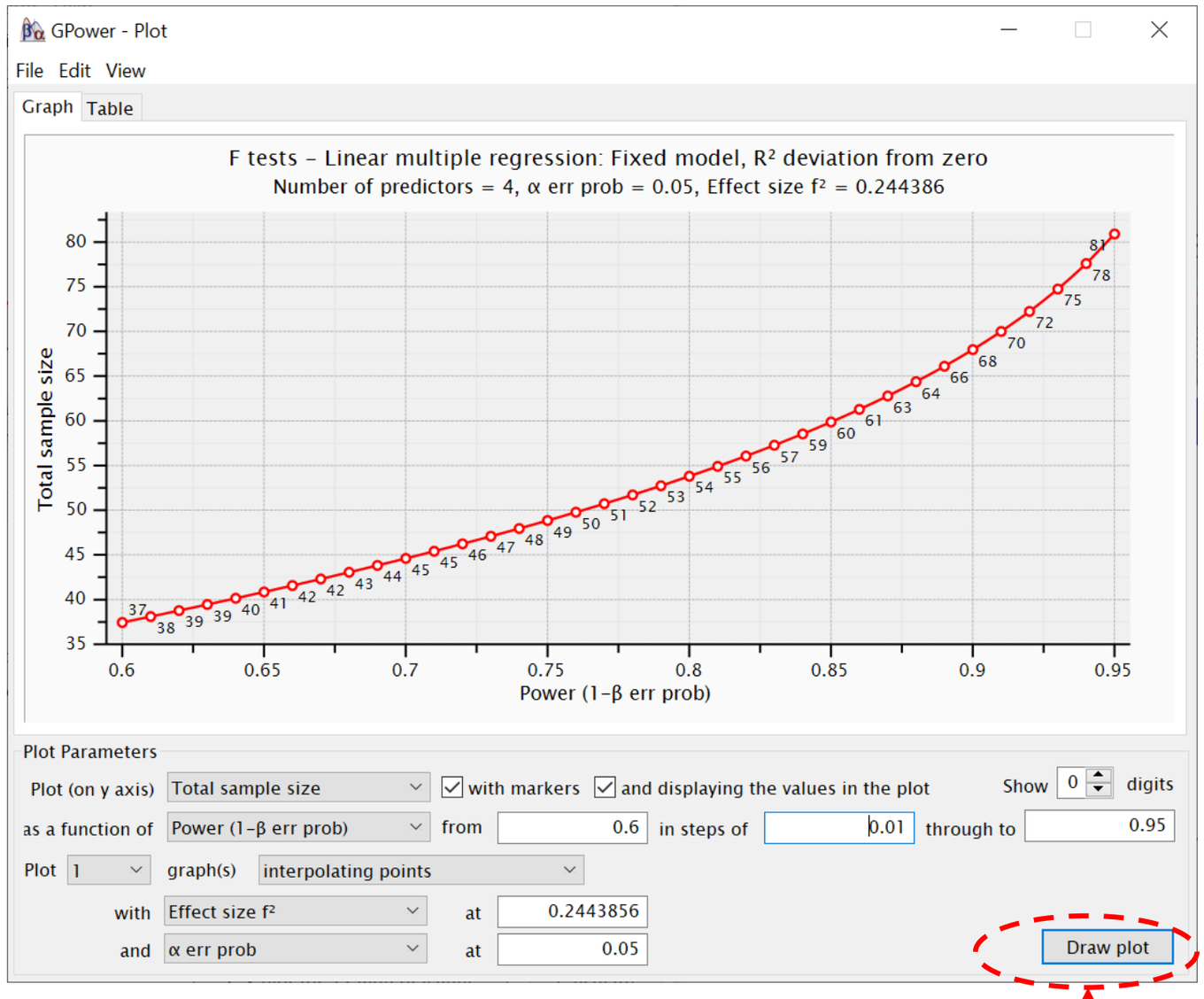
Calculate and transfer to main window

Close

Sample size for multiple linear regression

Step5 : Calculation : click on Calculate





Sample size for multiple linear regression

Step6 : Output : click on tab Protocol of power analyses

Central and noncentral distributions | Protocol of power analyses

F tests – Linear multiple regression: Fixed model, R^2 deviation from zero

Analysis:	A priori: Compute required sample size		
Input:	Effect size f^2	=	0.2443856
	α err prob	=	0.05
	Power (1−β err prob)	=	0.80
	Number of predictors	=	4
Output:	Noncentrality parameter λ	=	13.1968224
	Critical F	=	2.5611240
	Numerator df	=	4
	Denominator df	=	49
	Total sample size	=	54
	Actual power	=	0.8018363

The results of sample size determination for reporting in the proposal

Example

❸. For multivariable analysis in binary outcome

(Binary logistic regression)

Examples of calculating

❸. For multivariable analysis in binary outcome

Sample size for binary logistic regression

Ex. A researcher would like to determine the sample size for his study as this research question

"Sex can be associated with Coronary Heart Disease (CHD) or not ?
when we use age, smoking and ht to control confounders "

sex as main risk factor
age, smoking, ht as covariates to control confounders
CHD as outcome or dependent variable

	Alive	Death	Total
Male	164	75	239
Female	656	105	761
Total	820	180	1000

$$p_{male} = \frac{75}{239} = 0.31 \qquad p_{female} = \frac{105}{761} = 0.14$$

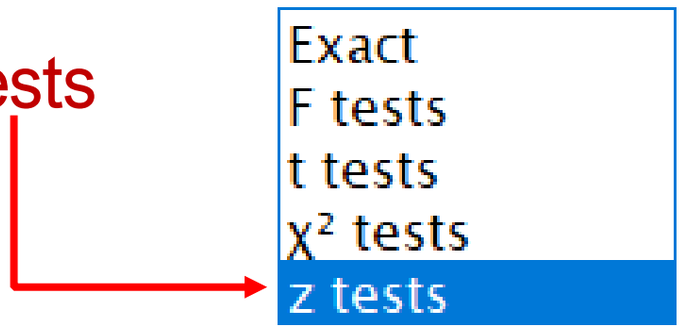
$$Odds_{male} = \frac{75}{164} = 0.46 \qquad Odds_{female} = \frac{105}{656} = 0.16$$

$$\text{Odds ratio}_{male} = \frac{0.46}{0.16} = 2.86$$

Sample size for binary logistic regression

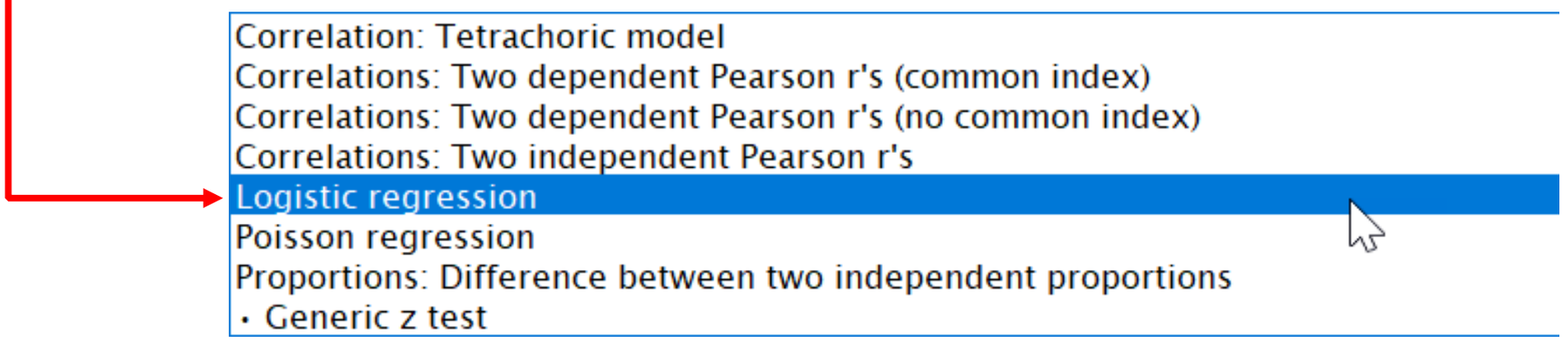
Step1 : Test family

- Selecting z tests



Step2 : Statistical test

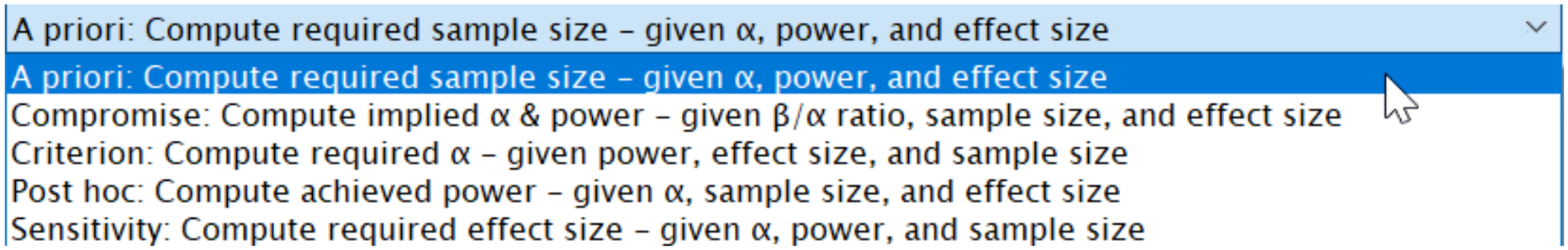
- Selecting Logistic regression



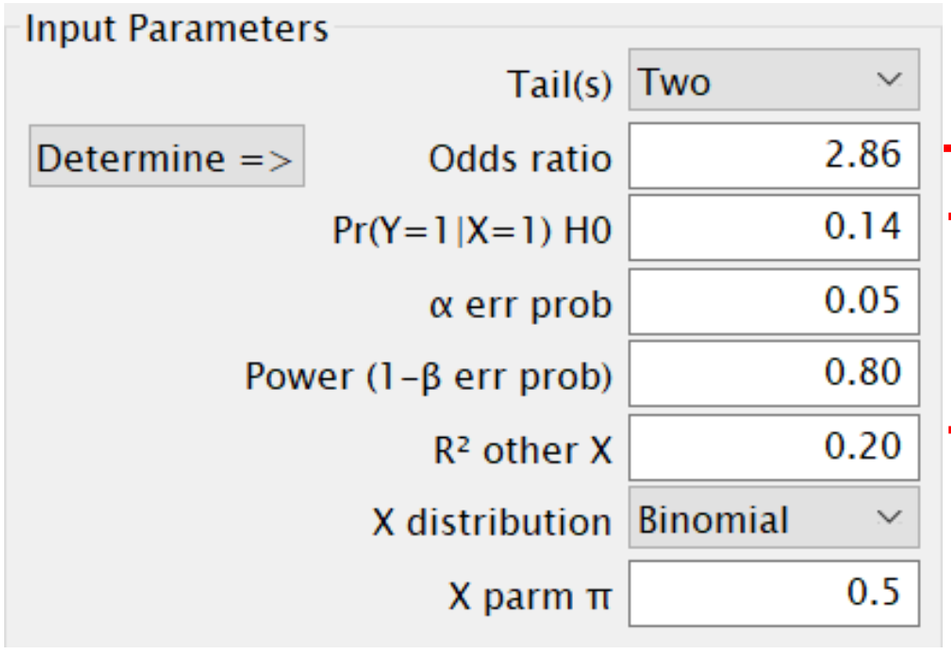
Sample size for binary logistic regression

Step3 : Type of power analysis

- Selecting a priori: Compute required sample size – given α , power, and effect size



Step4 : Input parameters



$$\text{Odds ratio}_{male} = \frac{0.46}{0.16} = 2.86$$

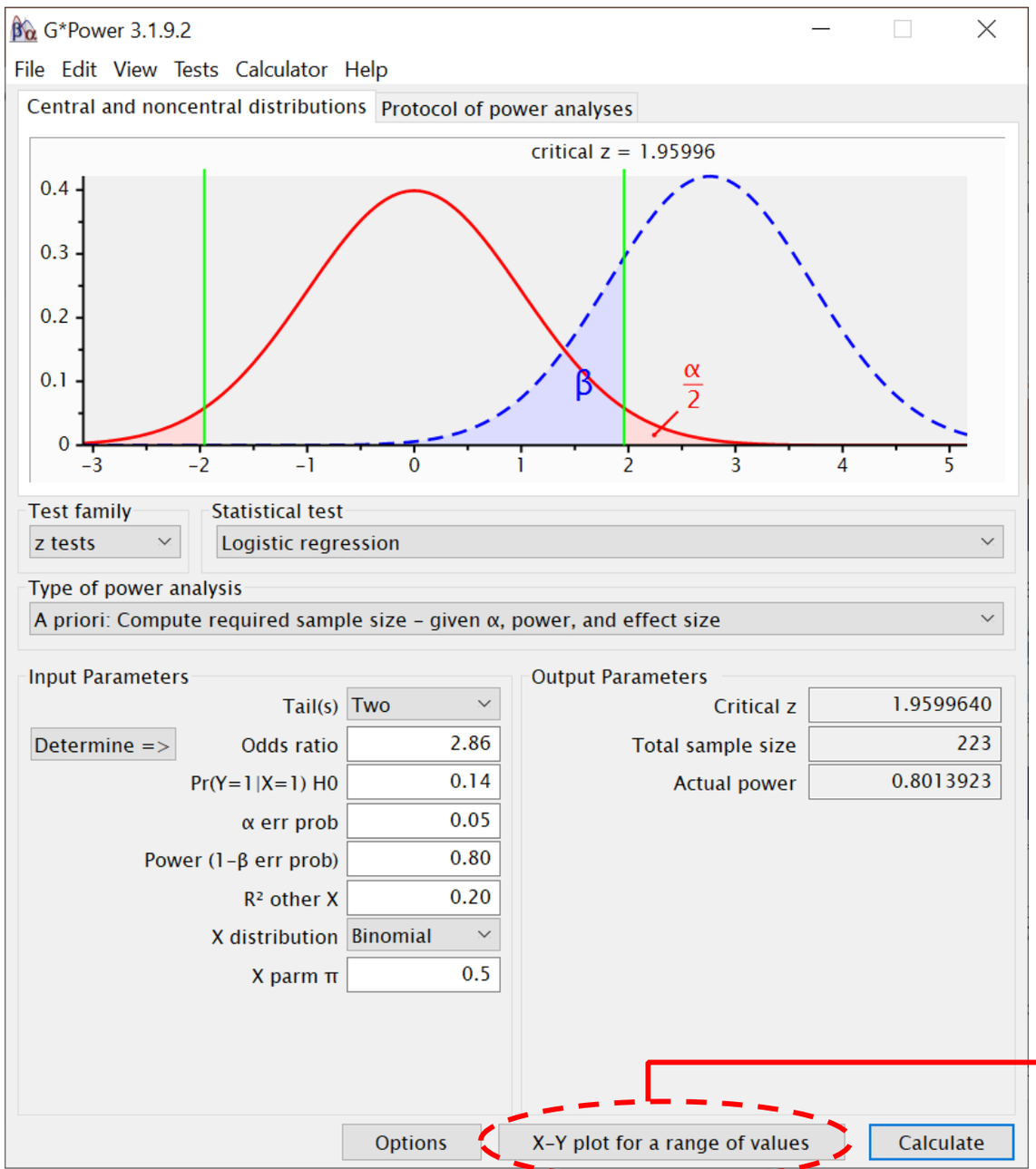
$$p_{female} = \frac{105}{761} = 0.14$$

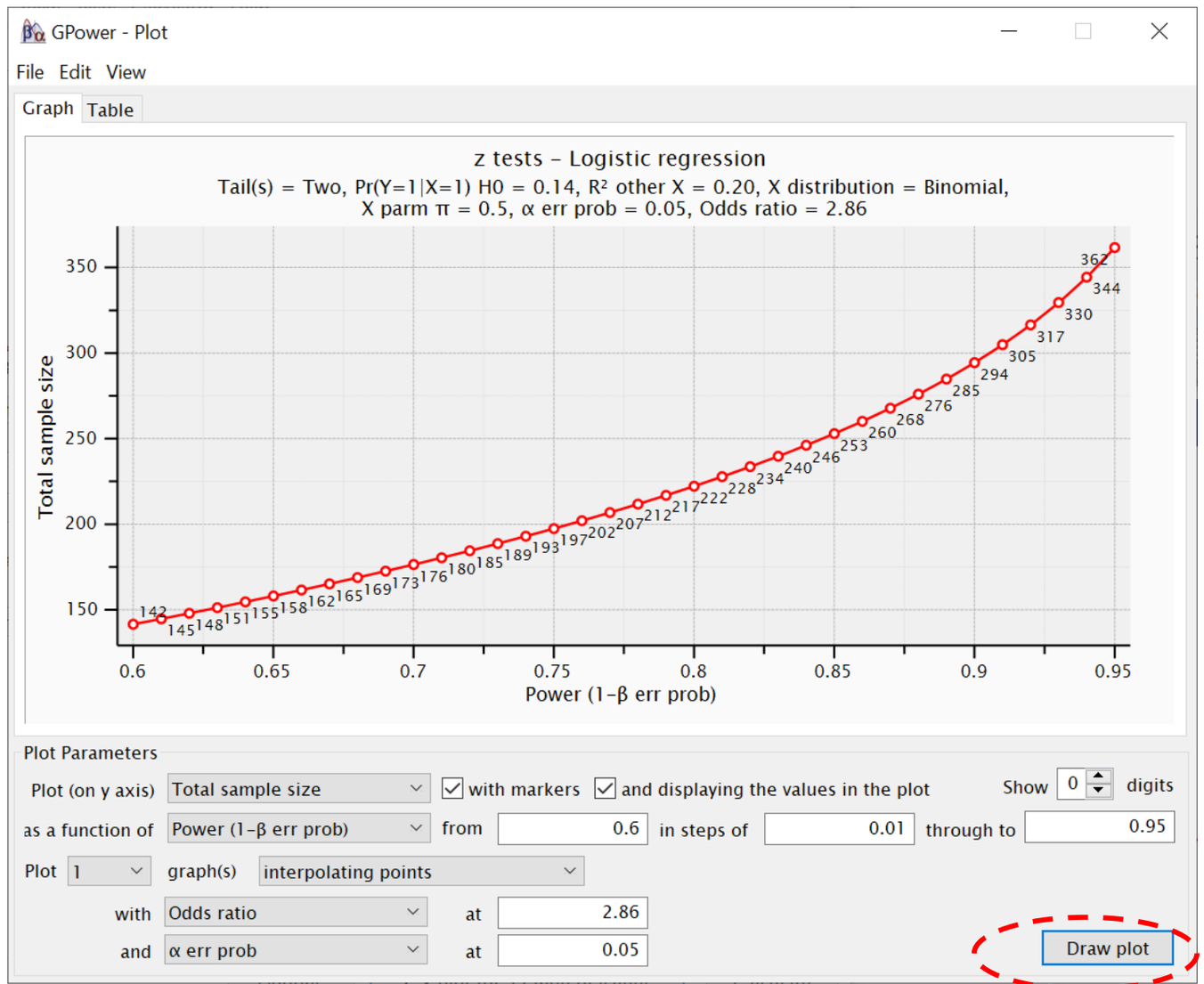
Correlation of “sex” with other covariates

Proportion of sex

Sample size for binary logistic regression

Step5 : Calculation : click on Calculate





Sample size for binary logistic regression

Step6 : Output : click on tab Protocol of power analyses

Central and noncentral distributions | Protocol of power analyses

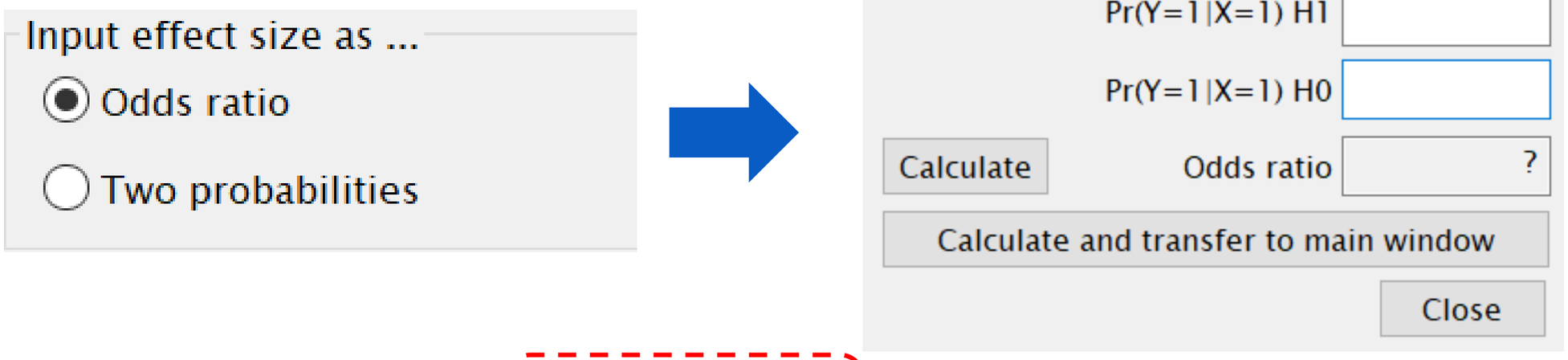
Options:	Large sample z-Test, Demidenko (2007) with var corr		
Analysis:	A priori: Compute required sample size		
Input:	Tail(s)	=	Two
	Odds ratio	=	2.86
	Pr(Y=1|X=1) H0	=	0.14
	α err prob	=	0.05
	Power (1−β err prob)	=	0.80
	R^2 other X	=	0.20
	X distribution	=	Binomial
	X parm π	=	0.5
Output:	Critical z	=	1.9599640
	Total sample size	=	223
	Actual power	=	0.8013923

The results of sample size determination for reporting in the proposal

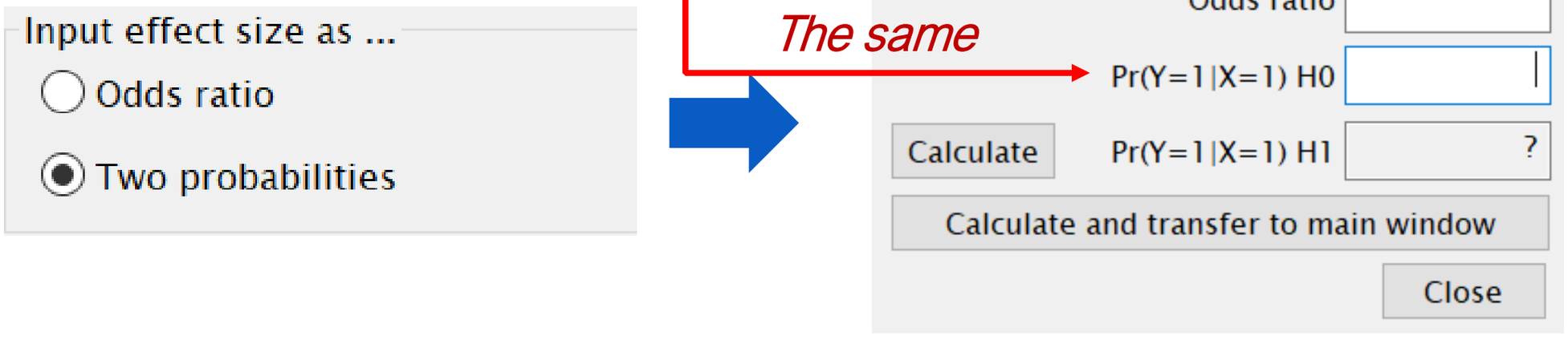
Sample size for binary logistic regression

In practice, we have two choices to input effect size for binary logistic regression

❶. Using two probabilities to calculate odds ratio



❷. Using odds ratio and Pr[Y=1| X=0] to calculate Pr[Y=1|X=1]



Example

❹. **For ANOVA analysis**

(One way ANOVA)

(One-way repeated measures ANOVA)

Examples of calculating

ตัวอย่างที่ 1

นักวิจัยต้องการศึกษาคะแนนการเรียนในรายวิชาระเบียบวิธีวิจัยด้วยวิธี A (on-site), B (online) และ C (ทั้งแบบ on-site และ online)

ถูกนำมาใช้เพื่อคำนวณหาค่า effect size

	ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
A	13	4
B	10.5	4
C	16.25	4

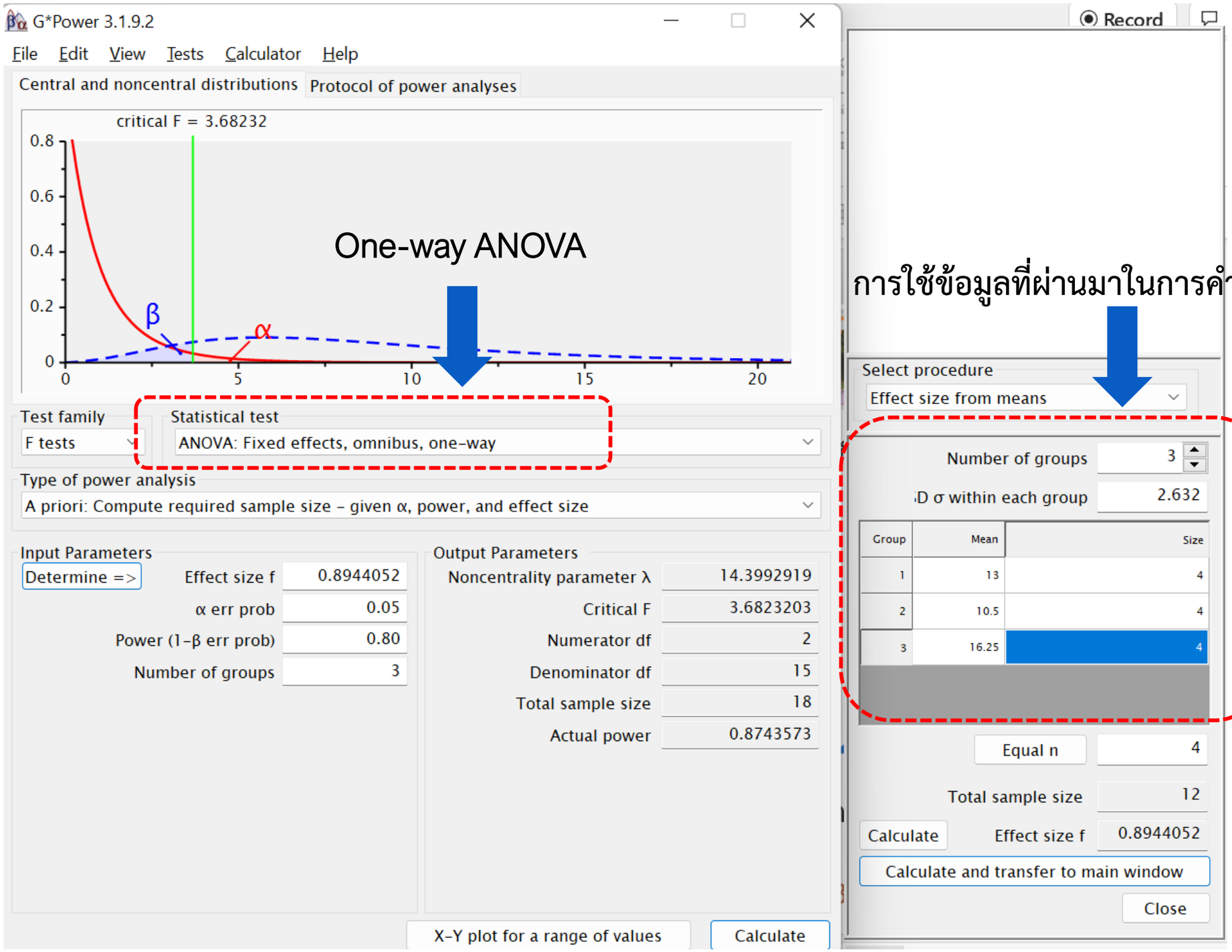
การเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่ม A, B, C

คนที่	A	B	C
1	13	10	16
2	12	11	15
3	13	9	17
4	14	12	17

ข้อมูลนำร่องที่ผ่านมา

SD ของค่าในทุกกลุ่ม = 2.632

Examples of calculating



Examples of calculating

คลิกบน Tab นี้ เพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ได้ ไปเขียนรายงานผลการคำนวณขนาดตัวอย่าง

File Edit View Tests Calculator Help

Central and noncentral distributions | Protocol of power analyses

F tests - ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way

Analysis:	A priori: Compute required sample size		
Input:	Effect size f	=	0.8944052
	α err prob	=	0.05
	Power (1-β err prob)	=	0.80
	Number of groups	=	3
Output:	Noncentrality parameter λ	=	14.3992919
	Critical F	=	3.6823203
	Numerator df	=	2
	Denominator df	=	15
	Total sample size	=	18
	Actual power	=	0.8743573

Examples of calculating

ตัวอย่างที่ 2

นักวิจัยต้องการศึกษาประสิทธิผลของโปรแกรมลดความเครียดในกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะซึมเศร้าแบบหนึ่งกลุ่ม มีการวัดคะแนนระดับความเครียด 3 ครั้ง ได้แก่ ก่อนได้รับโปรแกรม, หลังได้รับโปรแกรม 1 อาทิตย์และหลังได้รับโปรแกรม 1 เดือน อยากทราบว่า ต้องใช้ขนาดตัวอย่างเท่าใด ?

One-way repeated measures ANOVA

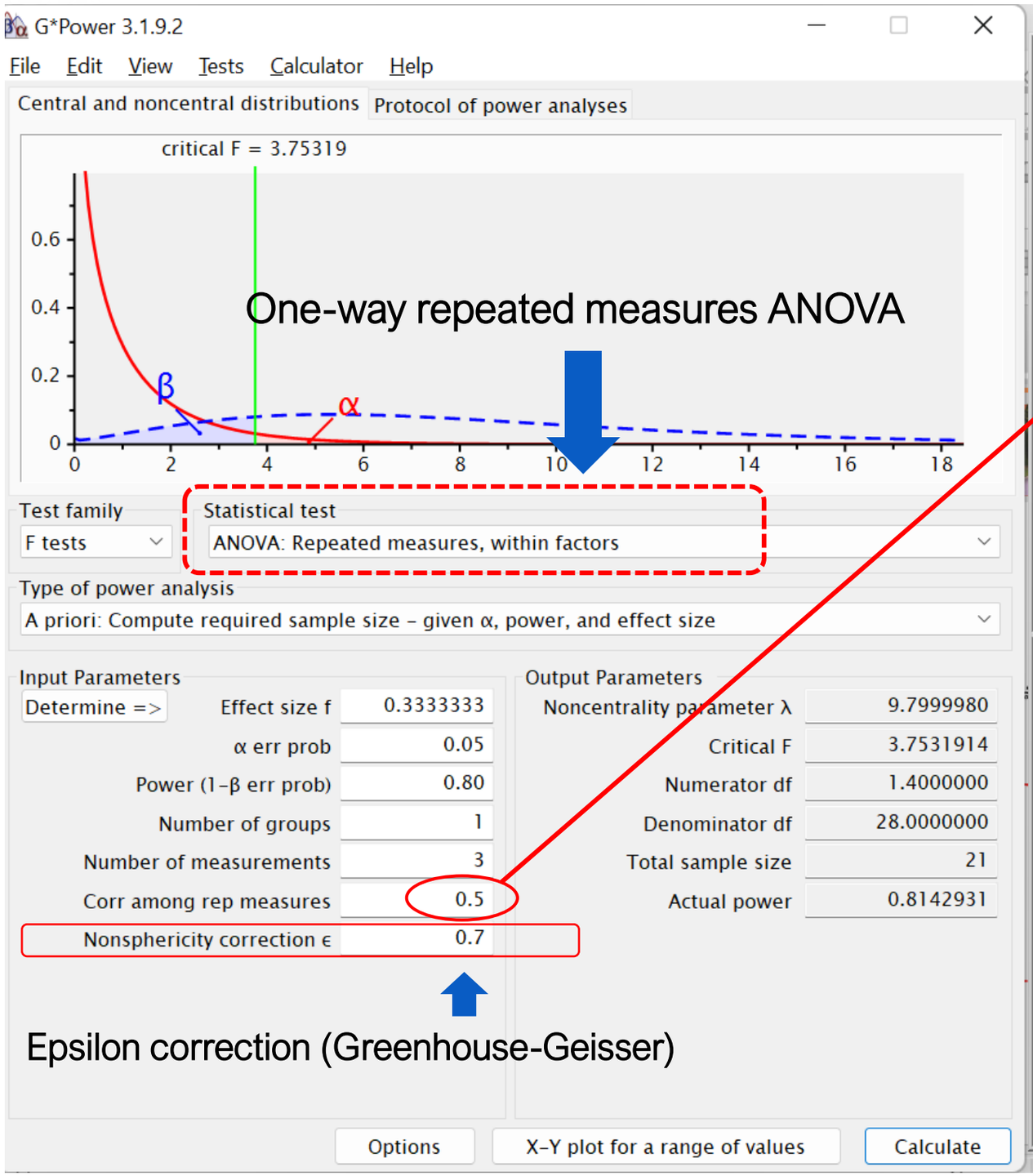
ข้อมูลสำคัญที่จำเป็นต้องใช้

ค่า Partial eta square (Partial η^2) → นำไปใช้คำนวณ effect size

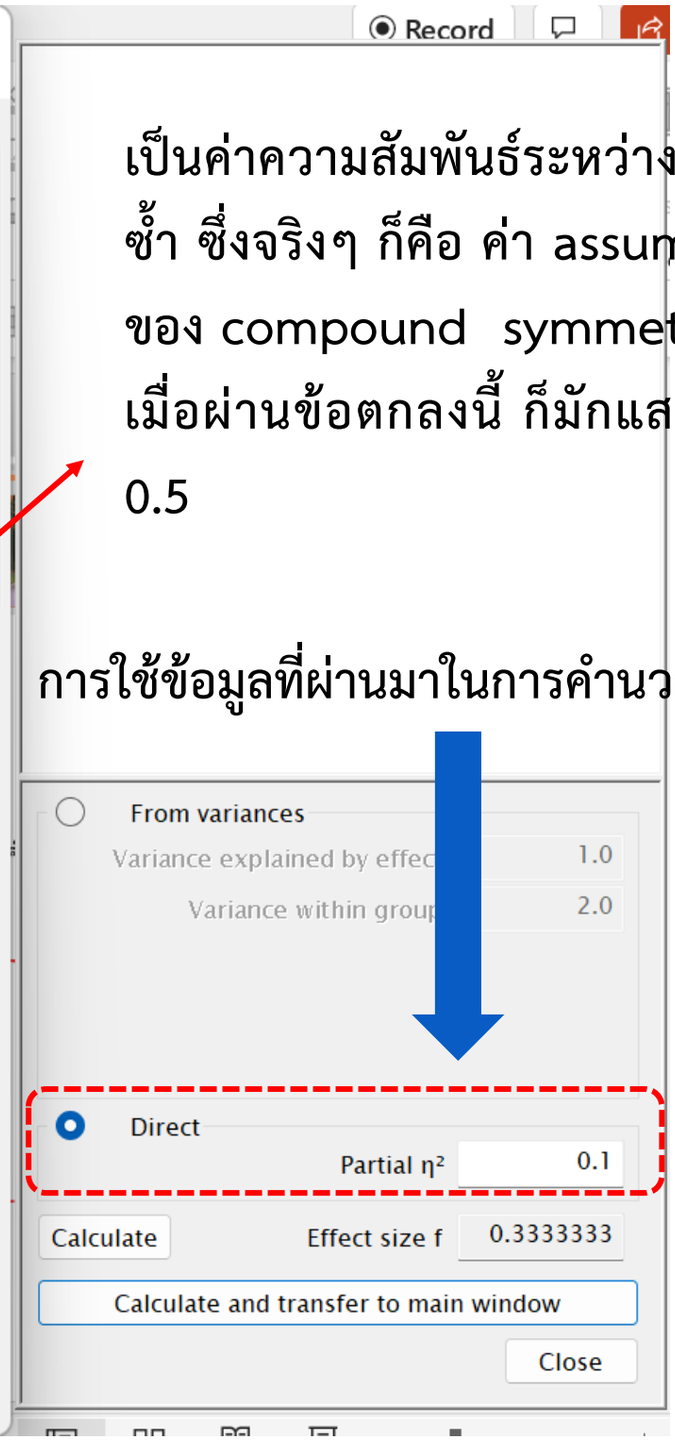
ค่า Epsilon correction (Greenhouse-Geisser) → นำไปใช้ระบุประกอบการคำนวณขนาดตัวอย่างในช่อง : Nonsphericity correction ε

หาได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ผ่านมา

Examples of calculating



Epsilon correction (Greenhouse-Geisser)



เป็นค่าความสัมพันธ์ระหว่างการวัดซ้ำ ซึ่งจริงๆ ก็คือ ค่า assumption ของ compound symmetry ซึ่งเมื่อผ่านข้อตกลงนี้ ก็มักแสดงเป็น 0.5

การใช้ข้อมูลที่ผ่านมาในการคำนวณ effect size

Examples of calculating

ค่าต่างๆ ที่สามารถนำไปเขียนประกอบการรายงานผลการคำนวณขนาดตัวอย่าง

F tests – ANOVA: Repeated measures, within factors

Analysis:	A priori: Compute required sample size		
Input:	Effect size f	=	0.3333333
	α err prob	=	0.05
	Power (1–β err prob)	=	0.80
	Number of groups	=	1
	Number of measurements	=	3
	Corr among rep measures	=	0.5
	Nonsphericity correction ϵ	=	0.7
Output:	Noncentrality parameter λ	=	9.7999980
	Critical F	=	3.7531914
	Numerator df	=	1.4000000
	Denominator df	=	28.0000000
	Total sample size	=	21
	Actual power	=	0.8142931

Thank you!

Contact Address:
Email:spongd@kku.ac.th
www.kku.ac.th