08/0106/37

บทความปริทัศน์

การกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับงานวิจัย
Sample Size Determination for Researches

*ชูเกียรติ วิวัฒน์วงศ์เกษม**

Abstracts : **Chukiat Viwatwongkasem. 1994. Sample size determination for researches. Thai J Hlth Resch 8 (2) : 121-146**

Sample size determination is very important as a basis for controlling the quality of research. However, there are some researchers still don't know how many samples are needed to be the representatives of the population so that the research results are reliable. This article covers the main statistical issues in determining a sample size as follows : selecting the best variable and population parameter, characteristics of population, objectives for estimating or hypothesis testing, numbers of groups of samples, study designs, types of random samples and sampling techniques.

Key words : *Research, sample size*

บทคัดย่อ **: ชูเกียรติ วิวัฒน์วงศ์เกษม. 2537. การกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับงานวิจัย. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ 8 (2) : 121-146**

การกำหนดขนาดตัวอย่าง เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการควบคุมคุณภาพของงานวิจัย แต่ก็ยังมีนักวิจัยเป็นจำนวนมากที่ยังไม่ทราบว่า ควรเลือกขนาดตัวอย่างเท่าใด จึงจะเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร และทำให้งานวิจัยเป็นที่น่าเชื่อถือ บทความนี้ได้เสนอแนะหลักวิชาสถิติที่เป็นประเด็นสำคัญ ๆ ประกอบการพิจารณาในการกำหนดขนาดตัวอย่าง คือ การเลือกตัวแปร และการระบุประเภทพารามิเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดสูตรคำนวณ ลักษณะประชากร วัตถุประสงค์เพื่อการประมาณค่าหรือการทดสอบสมมติฐาน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง รูปแบบการวิจัย ลักษณะตัวอย่างที่ถูกเก็บข้อมูลมาศึกษา และ วิธีการสุ่มตัวอย่าง

คำสำคัญ *: งานวิจัย, ขนาดตัวอย่าง*

* *ภาควิชาชีวสถิติ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถ.ราชวิถี กรุงเทพฯ 10400*

Department of Biostatistics, Faculty of Public Health, Mahidol University, Rajvithi Road, Bangkok 10400.

01/0109/37

ในงานวิจัยส่วนใหญ่ มักไม่สามารถศึกษาข้อมูลจากประชากรทั้งหมดได้ เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลา กำลังคน และงบประมาณที่ต้องลงทุนสูง ดังนั้น การเลือกตัวอย่างจึงเข้ามามีบทบาทที่สำคัญ การเลือกตัวอย่างหมายถึง การเลือกตัวอย่างที่เป็นส่วนหนึ่งของประชากร ให้สามารถเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรทั้งหมด ในการเลือกตัวอย่าง เรามักจะได้ยินคำถามที่นักวิจัยส่วนใหญ่ต้องประสบปัญหาเสมอ ๆ คือ

"ควรเลือกขนาดตัวอย่างเท่าใด จึงจะเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร"

"จะใช้จำนวนตัวอย่างเท่าใด จึงจะทำให้งานวิจัยเป็นที่น่าเชื่อถือ" ฯลฯ

ซึ่งข้อคำถามในลักษณะดังกล่าว ไม่ใช่ว่าจะสามารถตอบได้ทันทีภายในระยะเวลาอันสั้น ทั้งนี้เพราะการพิจารณาขนาดตัวอย่าง จำเป็นต้องอาศัยหลักวิชาสถิติเป็นอย่างมาก ผู้ที่ไม่ค่อยสันทัดในวิชาสถิติ จึงมักจะเสนอแนะวิธีการประมาณค่าขนาดตัวอย่างไว้อย่างง่าย ๆ เช่น

- ถ้าจำนวนประชากรมีหลักร้อย (ไม่เกิน 1,000) ให้เลือกขนาดตัวอย่างร้อยละ 25
- ถ้าจำนวนประชากรมีหลักพัน (ไม่เกิน 10,000) ให้เลือกขนาดตัวอย่างร้อยละ 10
- ถ้าจำนวนประชากรมีหลักหมื่น (มากกว่า 10,000) ให้เลือกขนาดตัวอย่างร้อยละ 1

แต่อย่างใดก็ตาม การกำหนดขนาดตัวอย่างตามวิธีการดังกล่าวยังขาดความละเอียดอีกมาก จึงไม่เป็นที่นิยมเท่าใดนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานวิจัยที่ต้องการคุณภาพ หรือในโครงร่างงานวิจัยที่หวังจะพิชิตทุนสนับสนุน ทั้งนี้เพราะในปัจจุบัน การกำหนดขนาดตัวอย่างมักจะถูกนำมาใช้เป็นดัชนีสำคัญอย่างหนึ่ง ในการประเมินคุณภาพของงานวิจัย ประเด็นสำคัญต่อมาของการกำหนดขนาดตัวอย่าง นอกเหนือจากการใช้เป็นดัชนีประเมินคุณภาพของงานวิจัยคือ การนำขนาดตัวอย่างไปใช้ประเมินค่าใช้จ่ายในทุกขั้นตอนของกระบวนการวิจัย เริ่มตั้งแต่การเตรียมงาน การว่าจ้างพนักงานสัมภาษณ์ การลงรหัส และการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น ในกรณีที่นักวิจัยได้คำนวณขนาดตัวอย่างตามหลักวิชาสถิติมาแล้ว หากมีค่าใช้จ่ายที่มากเกินกำลังงบประมาณที่มีอยู่ ก็จำเป็นต้องยอมปรับขนาดตัวอย่างให้ลดลง เท่าที่จะทำให้ผลการวิจัยมีความคลาดเคลื่อนในขอบเขตที่ยอมรับได้

หลักวิชาสถิติที่ใช้ในการกำหนดขนาดตัวอย่าง อาจกล่าวสรุปเป็นประเด็นสำคัญ ๆ ได้ดังนี้

1. การเลือกตัวแปรและการระบุประเภทพารามิเตอร์ ที่ใช้ในการกำหนดสูตรคำนวณ
2. ขนาดประชากรมีจำนวนจำกัดหรืออนันต์
3. วัตถุประสงค์เพื่อการประมาณค่าหรือการทดสอบสมมติฐาน
4. จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้
5. รูปแบบการวิจัย
6. ลักษณะตัวอย่างที่ถูกเก็บข้อมูลมาศึกษา
7. วิธีการสุ่มตัวอย่าง

1. การเลือกตัวแปรและการระบุประเภทพารามิเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดสูตรคำนวณ

ในงานวิจัยเรื่องหนึ่ง ๆ อาจมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องหลายตัวแปร ผู้วิจัยจะต้องทำหน้าที่คัดเลือกตัวแปรที่สำคัญที่สุด โดยมากมักจะเป็นตัวแปรตาม เพื่อนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดสูตรคำนวณขนาดตัวอย่าง ในกรณีที่ผู้วิจัยไม่สามารถค้นหารายละเอียดของตัวแปรตามได้ครบตามสูตรที่ใช้ เช่น ไม่สามารถหาค่าความแปรปรวนได้จากรายงานวิจัยเก่า ๆ ที่เคยทำไว้แล้ว ผู้วิจัยอาจต้องทำการสำรวจนำร่อง (pilot survey) จากกลุ่มตัวอย่างเล็ก ๆ เพื่อหาค่าความแปรปรวนของตัวอย่างไปประมาณค่าในสูตรแทน ในกรณีที่ผู้วิจัยไม่สามารถ

หาค่าความแปรปรวนและไม่สามารถทำการสำรวจนำร่องได้ ผู้วิจัยอาจต้องพิจารณาเลือกตัวแปรอิสระตัวอื่นที่สำคัญรองลงไปมากำหนดสูตรใหม่แทน ในกรณีที่ตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสำคัญเท่า ๆ กัน ก็ให้ใช้จำนวนตัวอย่างที่มากที่สุดที่คำนวณได้จากสูตรของตัวแปรทุกตัว อนึ่ง ตัวแปรที่นักวิจัยสนใจ อาจแบ่งตามประเภทของค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้ ค่ายอดรวม (total) ค่าเฉลี่ย (average) และค่าสัดส่วน (proportion) แต่ในทางปฏิบัติที่นิยมใช้มากคือ ค่าเฉลี่ยและค่าสัดส่วน

สูตรการประมาณขนาดตัวอย่างแบบง่ายสำหรับค่าสัดส่วน

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot \pi(1-\pi)}{d^2}$$ (Lwanga and Lemeshow, 1991)

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot (1-\pi)}{\varepsilon^2 \cdot \pi}$$ (Levy and Lemeshow, 1980)

เมื่อ n = ขนาดตัวอย่าง

π = ค่าสัดส่วนประชากร มักไม่ทราบค่าและมักถูกประมาณด้วยค่าสัดส่วนตัวอย่าง P

d = Precision of estimation = $|P-\pi|$ เป็นค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ระหว่างค่าสถิติ P ที่เบี่ยงเบนออกจากค่าพารามิเตอร์ π

ε = Relative precision of estimation = $|P-\pi|/\pi$ เป็นค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ระหว่างค่าสถิติ P ที่เบี่ยงเบนออกจากค่าพารามิเตอร์ π หารด้วย π

Z = ค่าสถิติมาตรฐานใต้โค้งปกติ ที่สอดคล้องกับระดับนัยสำคัญ α โดยอ่านค่าได้ดังนี้

$\alpha = .10$ $Z_{\alpha/2} = Z_{.05} = 1.645$

$\alpha = .05$ $Z_{\alpha/2} = Z_{.025} = 1.96$

$\alpha = .01$ $Z_{\alpha/2} = Z_{.005} = 2.576$

หมายเหตุ ความจริงแล้วสูตรทั้ง 2 มีพื้นฐานเดียวกัน เพียงแต่นิยามค่าความคลาดเคลื่อนแตกต่างกัน ดังนี้

1. โดยทั่วไป $d = |\hat{\theta}-\theta|$ เมื่อ $\hat{\theta}$ เป็นค่าสถิติของตัวอย่าง (เช่น P, $\bar{X}$, S, S^2) ในขณะที่ θ เป็นค่าพารามิเตอร์ของประชากร (เช่น π, μ, σ, σ^2) ค่า d เป็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ หรือค่าตัวเลขที่แตกต่างกันจริงระหว่างค่าสถิติ $\hat{\theta}$ ที่ผิดไปจากค่าพารามิเตอร์ θ เช่น

ในเรื่องอัตราความครอบคลุมการได้รับวัคซีน กำหนดให้ d = .05 หมายถึง อัตราความครอบคลุมการได้รับวัคซีนที่ประมาณได้จากตัวอย่าง (P) มีค่าผิดไปจากความจริง (π) เท่ากับร้อยละ 5 หรือ .05

ในเรื่องน้ำหนักทารกแรกเกิด กำหนดให้ d = 200 กรัม หมายถึง น้ำหนักทารกแรกเกิดที่ประมาณได้จากตัวอย่าง ($\bar{X}$) มีค่าผิดไปจากความจริง (μ) เท่ากับ 200 กรัม อนึ่ง ในเรื่องน้ำหนักทารกแรกเกิดนี้ ถ้าผู้วิจัยกำหนดให้ d = .05 โดยนึกว่าค่า d มีความคล้ายคลึงกับค่าระดับนัยสำคัญ (α) ถือว่าเป็นข้อผิดพลาดอย่างมาก เนื่องจากน้ำหนักทารกแรกเกิดมีหน่วยวัดเป็นหลักพัน (กรัม) แต่กำหนดให้มีความผิดพลาดเพียง .05 กรัมเท่านั้น ซึ่งเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ

2. สำหรับค่า $\varepsilon = |\hat{\theta}-\theta|/\theta = \frac{d}{\theta} = \frac{d}{\theta} \times 100$ เป็นค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ หมายถึง ค่าความผิดพลาดที่ผู้วิจัยกำหนดให้เป็นกี่เท่าหรือกี่เปอร์เซ็นต์ของค่าพารามิเตอร์ เช่น

ในเรื่องอัตราความครอบคลุมการได้รับวัคซีน กำหนดให้ $\varepsilon = .05$ หรือความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เท่ากับร้อยละ 5 ซึ่งเมื่อทราบข้อมูลจากรายงานวิจัยเก่า ๆ ว่า อัตราความครอบคลุมการได้รับวัคซีนเท่ากับร้อยละ 60 ดังนั้นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (d) จะเท่ากับ $\varepsilon \cdot \theta = \varepsilon \cdot \pi = .05 \times .60 = .03$ (หรือร้อยละ 3)

ในเรื่องน้ำหนักทารกแรกเกิด กำหนดให้ $\varepsilon = .05$ หรือความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เท่ากับร้อยละ 5 ซึ่งเมื่อทราบข้อมูลจากการศึกษานำร่องว่า น้ำหนักทารกแรกเกิดเฉลี่ยเท่ากับ 3,500 กรัม ดังนั้นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (d) จะเท่ากับ $\varepsilon \cdot \theta = \varepsilon \cdot \mu = .05 \times 3500 = 175$ กรัม

ตัวอย่างที่ 1 ต้องการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการรับวัคซีนโรคหัดของเด็กในอำเภอแห่งหนึ่ง จากข้อมูลในอดีตพบว่า อัตราการได้รับวัคซีนโรคหัดมีร้อยละ 60 จะต้องเลือกขนาดตัวอย่างเท่าใด จึงจะทำให้ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ของอัตราการได้รับวัคซีนไม่เกิน 5% ที่ระดับนัยสำคัญ .05

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot \pi(1-\pi)}{d^2}$$

$$= \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot (0.6)(0.4)}{(.05)^2}$$

$$= \frac{(1.96)^2 \cdot (0.6)(0.4)}{(.05)^2}$$

$$= 368.79$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 369 คน

ตัวอย่างที่ 2 (โจทย์คล้ายคลึงกับตัวอย่างที่ 1) ต้องการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการรับวัคซีนโรคหัดของเด็กในอำเภอแห่งหนึ่ง จากข้อมูลในอดีตพบว่า อัตราการได้รับวัคซีนโรคหัดมีร้อยละ 60 จะต้องเลือกขนาดตัวอย่างเท่าใด จึงจะทำให้ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ของอัตราการได้รับวัคซีนมีไม่เกิน 5% ที่ระดับนัยสำคัญ .05

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot (1-\pi)}{\varepsilon^2 \cdot \pi}$$

$$= \frac{Z^2_{.025} \cdot (0.4)}{(.05)^2 \cdot (0.6)}$$

$$= \frac{(1.96)^2 \cdot (0.4)}{(.05)^2 \cdot (0.6)}$$

$$= 1024.43$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 1,025 คน

สูตรการประมาณขนาดตัวอย่างแบบง่ายสำหรับค่าเฉลี่ย

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot \sigma^2}{d^2}$$ (Daniel, 1987)

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot \sigma^2}{\varepsilon^2 \cdot \mu^2}$$ (Lemeshow *et al.*, 1990)

เมื่อ n = ขนาดตัวอย่าง

μ = ค่าเฉลี่ยประชากร มักไม่ทราบค่า และมักถูกประมาณด้วยค่าเฉลี่ยตัวอย่าง $\bar{X}$

σ^2 = ค่าความแปรปรวนประชากร มักไม่ทราบค่า และถูกประมาณด้วยค่าความแปรปรวนตัวอย่าง S^2

d = Precision of estimation = $|\bar{X}-\mu|$ เป็นค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ระหว่างค่าสถิติ $\bar{X}$ ที่เบี่ยงเบนออกจากค่าพารามิเตอร์ μ

ε = Relative precision of estimation = $|\bar{X}-\mu|/\mu$ เป็นค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ระหว่างค่าสถิติ $\bar{X}$ ที่เบี่ยงเบนออกจากค่าพารามิเตอร์ μ หารด้วย μ

Z = ค่าสถิติมาตรฐานใต้โค้งปกติ ที่สอดคล้องกับระดับนัยสำคัญ α เช่นเดิม

หมายเหตุ ความจริงแล้วสูตรทั้ง 2 คือสูตรเดียวกัน เพียงแต่นิยามค่าความคลาดเคลื่อนแตกต่างกัน

ตัวอย่างที่ 3 ในการศึกษาผลของยาที่มีต่อปริมาณกรดยูริคของผู้ป่วย จากข้อมูลในอดีตพบว่า ผู้ป่วยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.4 และ 2.4 มิลลิกรัม ตามลำดับ จะต้องเลือกขนาดตัวอย่างเท่าใด จึงจะทำให้ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ของกรดยูริคมีไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม ด้วยความเชื่อมั่น 95%

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2}\cdot\sigma^2}{d^2}$$

$$= \frac{(1.96)^2\cdot(2.4)^2}{(0.5)^2}$$

$$= 88.51$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 89 คน

ตัวอย่างที่ 4 (โจทย์คล้ายคลึงกับตัวอย่างที่ 3) ในการศึกษาผลของยาที่มีต่อปริมาณกรดยูริคของผู้ป่วย จากข้อมูลในอดีตพบว่า ผู้ป่วยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.4 และ 2.4 มิลลิกรัม ตามลำดับ จะต้องเลือกขนาดตัวอย่างเท่าใด จึงจะทำให้ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ของกรดยูริคไม่เกิน 5% ด้วยความเชื่อมั่น 95%

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2}\cdot\sigma^2}{\varepsilon^2\cdot\mu^2}$$

$$= \frac{(1.96)^2\cdot(2.4)^2}{(.05)^2\cdot(4.4)^2}$$

$$= 457.18$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 458 คน

2. ขนาดประชากรมีจำนวนจำกัดหรืออนันต์

ผู้วิจัยจำเป็นต้องทราบว่า ประชากรที่ศึกษานั้นเป็นใคร กลุ่มไหน ขอบเขตของประชากรเป็นอย่างใด ขนาดประชากรมีจำนวนจำกัดหรือจำนวนอนันต์ และถ้าขนาดประชากรมีจำนวนจำกัดนับได้ถ้วนหรือสามารถหากรอบตัวอย่าง (sampling frame) ที่สมบูรณ์และทันสมัยได้ การคำนวณขนาดตัวอย่างในกรณีนี้ จะสามารถลดขนาดตัวอย่างให้น้อยลงได้ ดังสูตรการปรับค่าขนาดตัวอย่าง ดังนี้

$$n = \frac{n_0}{1+(n_0-1)/N} \approx \frac{n_0}{1+(n_0/N)} \qquad \text{(Cochran, 1977)}$$

เมื่อ n_0 = ขนาดประชากรที่ยังไม่ปรับค่า หรือใช้เมื่อประชากรมีจำนวนอนันต์

n = ขนาดประชากรที่ปรับค่าแล้ว หรือเมื่อทราบจำนวนประชากรที่แน่ชัด

สรุปสูตร การประมาณขนาดตัวอย่างแบบง่าย เมื่อทราบจำนวนประชากรที่แน่ชัด

ค่าพารามิเตอร์	สูตรที่ใช้	
ค่าสัดส่วน	$n_0 = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot \pi(1-\pi)}{d^2}$, $n = \frac{n_0}{1+(n_0/N)}$	(วิไล, 2535)
	หรือ $n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot N\pi(1-\pi)}{Z^2_{\alpha/2} \cdot \pi(1-\pi)+(n-1)d^2}$	(Daniel, 1987)
	หรือ $n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot N\pi(1-\pi)}{Z^2_{\alpha/2} \cdot \pi(1-\pi)+N d^2}$	(นิยม, 2517)
ค่าเฉลี่ย	$n_0 = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot \sigma^2}{d^2}$, $n = \frac{n_0}{1+(n_0/N)}$	(วิไล, 2535)
	หรือ $n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot N\sigma^2}{Z^2_{\alpha/2} \cdot \sigma^2+(N-1)d^2}$	(Daniel, 1987)
	หรือ $n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot N\sigma^2}{Z^2_{\alpha/2} \cdot \sigma^2+N d^2}$	(นิยม, 2517)

เมื่อ n_0 = ขนาดตัวอย่างที่ยังไม่ปรับค่าจำนวนประชากร หรือใช้เมื่อประชากรมีจำนวนอนันต์

n = ขนาดตัวอย่างที่ปรับค่าจำนวนประชากรแล้ว หรือเมื่อทราบจำนวนประชากรที่แน่ชัด

N = ขนาดประชากรที่ทราบค่าแน่ชัด

π = ค่าสัดส่วนประชากร มักไม่ทราบค่าและถูกประมาณด้วยค่าสัดส่วนตัวอย่าง P

μ = ค่าเฉลี่ยประชากร มักไม่ทราบค่า และมักถูกประมาณด้วยค่าเฉลี่ยตัวอย่าง $\bar{X}$

σ^2 = ค่าความแปรปรวนประชากร มักไม่ทราบค่า และถูกประมาณด้วยค่าความแปรปรวนตัวอย่าง S^2

d = Precision of estimation = เป็นค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์
สำหรับค่าเฉลี่ยคือ $|\bar{X}-\mu|$ หรือสำหรับสัดส่วนคือ $|P-\pi|$

Z = ค่าสถิติมาตรฐานใต้โค้งปกติ ที่สอดคล้องกับระดับนัยสำคัญ α เช่นเดิม

ตัวอย่างที่ 5 (โจทย์เช่นเดียวกับตัวอย่าง 1) ต้องการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการรับวัคซีนโรคหัดของเด็กในอำเภอแห่งหนึ่ง โดยเด็กในอำเภอแห่งนี้พบเพียง 300 คน และจากข้อมูลในอดีตพบว่า อัตราการได้รับวัคซีนโรคหัดมีร้อยละ 60 จะต้องเลือกขนาดตัวอย่างเท่าใด จึงจะทำให้ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ไม่เกิน 5% ที่ระดับนัยสำคัญ .05

สูตร $$n_0 = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot \pi(1-\pi)}{d^2}$$

$$= \frac{(1.96)^2 \cdot (0.6)(0.4)}{(.05)^2}$$

$$= 368.79$$

สูตรปรับค่า $$n = \frac{n_0}{1+(n_0/N)}$$

$$= \frac{368.79}{1+(368.79/300)}$$

$$= 165.43$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 166 คน จากประชากรทั้งหมด 300 คน

ตัวอย่างที่ 6 (โจทย์เช่นเดียวกับตัวอย่าง 3) ในการศึกษาผลของยาที่มีต่อปริมาณกรดยูริคของผู้ป่วย โดยผู้ป่วยทั้งหมดที่พบมี 400 คน จากข้อมูลในอดีตพบว่า ผู้ป่วยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.4 และ 2.4 มิลลิกรัมตามลำดับ จะต้องเลือกขนาดตัวอย่างเท่าใด จึงจะทำให้ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ของกรดยูริคไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ด้วยความเชื่อมั่น 95%

สูตรปรับค่า N แล้วคือ $$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot N\sigma^2}{Z^2_{\alpha/2} \cdot \sigma^2 + N d^2}$$

$$= \frac{(1.96)^2 \cdot (400)(2.4)^2}{(1.96)^2 \cdot (2.4)^2 + (400)(.5)^2}$$

$$= 72.47$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 73 คน จากประชากรทั้งหมด 400 คน

3. วัตถุประสงค์เพื่อการประมาณค่าหรือการทดสอบสมมติฐาน

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด เป็นการกำหนดขนาดตัวอย่างเพื่อจุดประสงค์ในการประมาณค่า (estimation) ดังเราจะเห็นได้จากค่าสถิติ Z ในสูตรคำนวณมีความเกี่ยวพันกับระดับนัยสำคัญ หรือค่าความผิดพลาดชนิดที่หนึ่ง (α) เท่านั้น แต่ในทางปฏิบัติผู้วิจัยสามารถที่จะคำนวณขนาดตัวอย่าง เพื่อจุดประสงค์ในการทดสอบสมมติฐาน (testing hypothesis) ได้ด้วย ซึ่งค่าสถิติ Z ในสูตรคำนวณขนาดตัวอย่าง เพื่อการทดสอบสมมติฐานดังกล่าวนี้ นอกจากจะเกี่ยวพันกับค่าความผิดพลาดชนิดที่หนึ่ง (α) หรือค่าระดับความเชื่อมั่น ($1-\alpha$) แล้ว ยังมีส่วนที่เกี่ยวพันกับค่าความผิดพลาดชนิดที่สอง (β) หรือค่าอำนาจในการทดสอบ ($1-\beta$) ด้วย

สูตรการหาขนาดตัวอย่างแบบง่าย โดยวิธีการทดสอบสมมติฐาน สำหรับสัดส่วน

การทดสอบสองทาง (Lwanga and Lemeshow, 1991)

$H_0 : \pi = \pi_0$

$H_1 : \pi = \pi_A$ เมื่อ $\pi_A \neq \pi_0$

$$n_0 = \frac{\{Z_{\alpha/2}\sqrt{\pi_0(1-\pi_0)} + Z_\beta\sqrt{\pi_A(1-\pi_A)}\}^2}{(\pi_A-\pi_0)^2}$$

การทดสอบทางเดียว

$H_0 : \pi = \pi_0$

$H_1 : \pi = \pi_A$ เมื่อ $\pi_A > \pi_0$ หรือ $\pi_A < \pi_0$

$$n_0 = \frac{\{Z_{\alpha}\sqrt{\pi_0(1-\pi_0)} + Z_\beta\sqrt{\pi_A(1-\pi_A)}\}^2}{(\pi_A-\pi_0)^2}$$

เมื่อ n_0 = ขนาดตัวอย่างที่ยังไม่ปรับค่าจำนวนประชากร

n = ขนาดตัวอย่างที่ปรับค่าแล้ว เมื่อทราบจำนวนประชากร (N) โดยที่ $n = n_0/\{1+(n_0/N)\}$

π_0 = ค่าสัดส่วนประชากรในสมมติฐานหลัก

π_A = ค่าสัดส่วนประชากรในสมมติฐานรอง

d = Precision of hypothesis = $|\pi_A - \pi_0|$ เป็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์

Z = เป็นค่าสถิติมาตรฐานภายใต้โค้งปกติ โดยที่

$Z_{\alpha/2}$ ใช้กับการทดสอบสองทางเท่านั้น

Z_α ใช้กับการทดสอบทางเดียวเท่านั้น

Z_β ใช้ได้ทั้งการทดสอบทางเดียวและสองทาง (ในวิชาสถิติมีค่า $Z_{\beta/2}$ ไม่มีนิยาม)

ตารางแสดงค่า $Z_{\alpha/2}$, Z_α, Z_β ที่สัมพันธ์กับ $\alpha/2$, α และ β

α หรือ β	ค่า Z_α หรือ Z_β	$\alpha/2$	ค่า $Z_{\alpha/2}$
.005	2.576	.0025	2.813
.01	2.326	.005	2.576
.025	1.96	.0125	2.242
.05	1.645	.025	1.96
.1	1.282	.05	1.645
.2	0.842	.10	1.282
.3	0.524	.15	1.036

ตัวอย่างที่ 7 ในช่วง 5 ปีของการรักษาผู้ป่วยวัณโรคในโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง รายงานสถิติได้กล่าวไว้ว่า อัตราการรักษาวัณโรคหายร้อยละ 50 จะต้องใช้จำนวนตัวอย่างเท่าใด จึงจะปฏิเสธสมมติฐานนี้ เมื่อนักสถิติสืบสวนแล้วสงสัยว่า น่าจะมีอัตราการรักษาวัณโรคหายร้อยละ 40 ต้องการให้อำนาจในการทดสอบที่ 90% ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

H_0: $\pi = 0.5$

H_1: $\pi = 0.4$

การทดสอบสองทาง

$$n_0 = \frac{\{Z_{\alpha/2}\sqrt{\pi_0(1-\pi_0)} + Z_\beta\sqrt{\pi_A(1-\pi_A)}\}^2}{(\pi_A-\pi_0)^2}$$

$$= \frac{\{Z_{.025}\sqrt{(0.5)(0.5)} + Z_{.10}\sqrt{(0.4)(0.6)}\}^2}{(0.4-0.5)^2}$$

$$= \frac{\{1.96\sqrt{(0.5)(0.5)} + 1.282\sqrt{(0.4)(0.6)}\}^2}{(0.4-0.5)^2}$$

$$= 258.58$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 259 คน

กรณีทราบจำนวนประชากรแน่ชัด เช่น ทราบว่าทะเบียนผู้ป่วยวัณโรคมีทั้งสิ้น 300 คน

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง $n = \frac{n_0}{1+(n_0/N)} = \frac{258.58}{1+(258.58/300)} = 138.88 = 139$ คน

การทดสอบทางเดียว

$$n_0 = \frac{\{Z_\alpha\sqrt{\pi_0(1-\pi_0)} + Z_\beta\sqrt{\pi_A(1-\pi_A)}\}^2}{(\pi_A-\pi_0)^2}$$

$$= \frac{\{Z_{.05}\sqrt{(0.5)(0.5)} + Z_{.10}\sqrt{(0.4)(0.6)}\}^2}{(0.4-0.5)^2}$$

$$= \frac{\{1.645\sqrt{(0.5)(0.5)} + 1.282\sqrt{(0.4)(0.6)}\}^2}{(0.4-0.5)^2}$$

$$= 210.4$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 211 คน

กรณีทราบจำนวนประชากรแน่ชัด เช่น ทราบว่าทะเบียนผู้ป่วยวัณโรคมีทั้งสิ้น 300 คน

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง $n = \frac{n_0}{1+(n_0/N)} = \frac{210.4}{1+(210.4/300)} = 123.67 = 124$ คน

สูตรการหาขนาดตัวอย่างแบบง่าย โดยวิธีทดสอบสมมติฐาน สำหรับค่าเฉลี่ย

การทดสอบสองทาง (Lemeshow *et al.*, 1990)

$H_0: \mu = \mu_0$

$H_1: \mu = \mu_A$ เมื่อ $\mu_A \neq \mu_0$

$$n_0 = \frac{(Z_{\alpha/2}+Z_\beta)^2\sigma^2}{(\mu_A-\mu_0)^2}$$

การทดสอบทางเดียว

$H_0: \mu = \mu_0$

$H_1: \mu = \mu_A$ เมื่อ $\mu_A > \mu_0$ หรือ $\mu_A < \mu_0$

$$n_0 = \frac{(Z_\alpha+Z_\beta)^2\sigma^2}{(\mu_A-\mu_0)^2}$$

เมื่อ n_0 = ขนาดตัวอย่างที่ยังไม่ปรับค่าจำนวนประชากร

n = ขนาดตัวอย่างที่ปรับค่าแล้ว เมื่อทราบจำนวนประชากร (N) โดยที่ $n = n_0/\{1+(n_0/N)\}$

μ_0 = ค่าเฉลี่ยประชากรในสมมติฐานหลัก

μ_A = ค่าเฉลี่ยประชากรในสมมติฐานรอง

σ^2 = ค่าความแปรปรวนประชากร มักถูกประมาณด้วยค่าความแปรปรวนตัวอย่าง S^2

d = Precision of hypothesis = $|\mu_A-\mu_0|$ เป็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์

Z = เป็นค่าสถิติมาตรฐานภายใต้โค้งปกติเช่นเดิม โดยที่ $Z_{\alpha/2}$ ใช้กับการทดสอบสองทาง, Z_α ใช้กับการทดสอบทางเดียว และ Z_β ใช้ได้ทั้งการทดสอบทางเดียวและสองทาง

ตัวอย่างที่ 8 นักวิจัยต้องการอำนาจในการทดสอบ 90% เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อโรคความดันโลหิตสูง โดยจากรายงานวิจัยเก่า ๆ พบว่า ผู้ป่วยมีความดันโลหิตเฉลี่ย 100 มิลลิเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 80 มิลลิเมตร จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างเท่าใด เพื่อทดสอบคำกล่าวอ้างของรายงานฉบับนี้ โดยให้มีความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ไม่เกิน 20 มิลลิเมตร ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (d) = 20 = $|\mu_A - \mu_0|$ = $|\mu_A - 100|$

นั่นคือ μ_A = 80 หรือ 120 มิลลิเมตร สมมติให้ใช้ μ_A = 120

H_0 : μ = 100

H_1 : μ = 120

การทดสอบสองทาง

$$n_0 = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_\beta)^2 \sigma^2}{(\mu_A - \mu_0)^2}$$

$$= \frac{(1.96 + 1.282)^2 (80)^2}{(120 - 100)^2}$$

$$= 168.17$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 169 คน

กรณีทราบจำนวนประชากรแน่ชัด เช่น ทราบว่าทะเบียนผู้ป่วยมีทั้งสิ้น 500 คน

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง $n = \frac{n_0}{1 + (n_0/N)} = \frac{168.17}{1 + (168.17/500)} = 125.84 = 126$ คน

การทดสอบทางเดียว

$$n_0 = \frac{(Z_\alpha + Z_\beta)^2 \sigma^2}{(\mu_A - \mu_0)^2}$$

$$= \frac{(1.645 + 1.282)^2 (80)^2}{(120 - 100)^2}$$

$$= 137.08$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 138 คน

กรณีทราบจำนวนประชากรแน่ชัด เช่น ทราบว่าทะเบียนผู้ป่วยมีทั้งสิ้น 500 คน

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง $n = \frac{n_0}{1 + (n_0/N)} = \frac{137.08}{1 + (137.08/500)} = 107.58 = 108$ คน

4. จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ถูกเก็บข้อมูลมาศึกษานั้น หากมีเพียงกลุ่มเดียวดังเช่นหัวข้อต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วก็ไม่จำเป็นต้องพิจารณาประเด็นนี้ แต่ถ้าหากมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่ม เช่น กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยจะต้องพิจารณาประเด็นนี้ประกอบด้วย

สูตรการหาขนาดตัวอย่าง 2 กลุ่ม สำหรับค่าสัดส่วน

1. *โดยวิธีประมาณค่า (ผลต่างสัดส่วน)*

กรณีทั่วไป (Lwanga and Lemeshow, 1991)

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2}\{\pi_1(1-\pi_1) + \pi_2(1-\pi_2)\}}{d^2}$$

กรณี $\pi_1 = \pi_2 = \pi$

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot 2\pi(1-\pi)}{d^2}$$

กรณี Case : Control = 1 : k (Lemeshow *et al.*, 1990)

$$n_1 = \frac{Z^2_{\alpha/2}\{k\pi_1(1-\pi_1) + \pi_2(1-\pi_2)\}}{k\,d^2}$$

2. *โดยวิธีทดสอบสมมติฐาน (ผลต่างสัดส่วน)*

$H_0: \pi_1 - \pi_2 = 0$ (หรือ $H_0: \pi_1 = \pi_2$)

$H_1: \pi_1 - \pi_2 = d$

กรณีทั่วไป (Selvin, 1991)

$$n = \frac{\{Z_{\alpha/2}\sqrt{2\bar{\pi}(1-\bar{\pi})} + Z_\beta\sqrt{\pi_1(1-\pi_1)+\pi_2(1-\pi_2)}\}^2}{(\pi_1-\pi_2)^2}$$

กรณี Case : Control = 1 : k (Machin and Campbell, 1987)

$$n_1 = \frac{\{Z_{\alpha/2}\sqrt{(k+1)\bar{\pi}(1-\bar{\pi})} + Z_\beta\sqrt{k\pi_1(1-\pi_1)+\pi_2(1-\pi_2)}\}^2}{k\,(\pi_1-\pi_2)^2}$$

สำหรับกรณีโรคที่พบน้อย เช่น อัตราป่วย 50 ต่อแสน (Lemeshow *et al.*, 1990)

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2}+Z_\beta)^2}{2(\arcsin\sqrt{\pi_1} - \arcsin\sqrt{\pi_2})^2}$$

เมื่อ n = จำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม เมื่อ $n_1 = n_2 = n$

n_1 = จำนวนตัวอย่างของกลุ่มทดลอง เมื่อจำนวนตัวอย่างของกลุ่มควบคุมคือ $n_2 = kn_1$

π_1 = ค่าสัดส่วนประชากรกลุ่มทดลองที่ 1 มักถูกประมาณด้วยค่าสัดส่วนตัวอย่าง P_1

π_2 = ค่าสัดส่วนประชากรกลุ่มควบคุมที่ 2 มักถูกประมาณด้วยค่าสัดส่วนตัวอย่าง P_2

$\bar{\pi}$ = $(\pi_1+\pi_2)/2$ = ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม

d = เป็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ของการประมาณค่าหรือการทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

การประมาณค่าคือ d = Precision of estimation = $|(P_1-P_2)-(\pi_1-\pi_2)|$

การทดสอบสมมติฐานคือ d = Precision of hypothesis = $|\pi_1-\pi_2|$

Z = เป็นค่าสถิติมาตรฐานภายใต้โค้งปกติ เช่นเดิม โดยที่ $Z_{\alpha/2}$ ใช้กับการทดสอบสองทาง, Z_α ใช้กับการทดสอบทางเดียว และ Z_β ใช้ได้ทั้งการทดสอบทางเดียวและสองทาง

ตัวอย่างที่ 9 ในการศึกษานำร่อง (pilot survey) เกี่ยวกับโรคพิษสารตะกั่วของคนงานโรงงานอุตสาหกรรม 2 แห่ง แห่งละ 50 คน พบว่าอัตราการได้รับพิษสารตะกั่วเกินมาตรฐานมีร้อยละ 40 และ 32 ตามลำดับ จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างกลุ่มละเท่าใด จึงทำให้ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ของผลต่างสัดส่วนมีไม่เกิน 10% ที่ระดับนัยสำคัญ .05

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2}\{\pi_1(1-\pi_1) + \pi_2(1-\pi_2)\}}{d^2}$$

$$= \frac{(1.96)^2 \cdot \{(0.4)(0.6) + (0.32)(0.68)\}}{(.10)^2}$$

$$= 175.79$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่างกลุ่มละ 176 คน

ตัวอย่างที่ 10 ในรายงานภาวะการขาดสารอาหารของปีที่ผ่านมา พบว่าเด็กนักเรียนจังหวัด ก. ขาดสารอาหารร้อยละ 20 ในขณะที่จังหวัด ข. มีเด็กนักเรียนขาดสารอาหารร้อยละ 30 จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างจังหวัดละเท่าใด เพื่อทดสอบสมมติฐานว่า อัตราการขาดสารอาหารทั้งสองจังหวัดแตกต่างกันหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 1.0 อำนาจในการทดสอบร้อยละ 80

ตัวอย่างนี้จะแสดงวิธีคำนวณขนาดตัวอย่าง สำหรับการทดสอบสองทางเท่านั้น

การคำนวณขนาดตัวอย่างสำหรับการทดสอบทางเดียวให้ฝึกฝนเอง

โดยค่า $\bar{\pi} = (\pi_1+\pi_2)/2 = (0.2+0.3)/2 = 0.25$

$d = |\pi_1-\pi_2| = |0.2-0.3| = 0.1$

$$n = \frac{\{Z_{\alpha/2}\sqrt{2\bar{\pi}(1-\bar{\pi})} + Z_{\beta}\sqrt{\pi_1(1-\pi_1)+\pi_2(1-\pi_2)}\}^2}{(\pi_1-\pi_2)^2}$$

$$= \frac{\{1.645\sqrt{2(0.25)(0.75)} + 0.842\sqrt{(0.2)(0.8)+(0.3)(0.7)}\}^2}{(0.2-0.3)^2}$$

$$= 230.89$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่างจังหวัดละ 231 คน

สูตรการหาขนาดตัวอย่าง 2 กลุ่ม สำหรับค่าเฉลี่ย

1. *โดยวิธีประมาณค่า (ผลต่างค่าเฉลี่ย)*

กรณีทั่วไป (Lemeshow *et al.*, 1990)

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot (\sigma_1^2+\sigma_2^2)}{d^2}$$

กรณี $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ หรือ Homoscedastic Variance

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot (2\sigma^2)}{d^2}$$

2. *โดยวิธีทดสอบสมมติฐาน (ผลต่างค่าเฉลี่ย)*

$H_0: \mu_1-\mu_2 = 0$ (หรือ $H_0: \mu_1 = \mu_2$)

$H_1: \mu_1-\mu_2 = d$

กรณีทั่วไป (Lemeshow *et al.*, 1990)

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \cdot (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

กรณี $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ หรือ Homoscedastic Variance

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \cdot (2\sigma^2)}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

เมื่อ n = จำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม เมื่อ $n_1 = n_2 = n$

μ_1, μ_2 = ค่าเฉลี่ยประชากรกลุ่มที่ 1, 2 มักถูกประมาณด้วยค่าเฉลี่ยตัวอย่าง $\bar{X}_1, \bar{X}_2$

σ_1^2, σ_2^2 = ความแปรปรวนประชากรกลุ่มที่ 1, 2 มักถูกประมาณด้วยค่าความแปรปรวน S_1^2, S_2^2

σ^2 = ค่าความแปรปรวนเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม ใช้เมื่อ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ มักถูกประมาณด้วยค่าความแปรปรวนเฉลี่ยของตัวอย่าง $S_P^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$

d = เป็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ของการประมาณค่าหรือการทดสอบสมมติฐาน ดังนี้
การประมาณค่าคือ d = Precision of estimation = $|(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)|$
การทดสอบสมมติฐานคือ d = Precision of hypothesis = $|\mu_1 - \mu_2|$

Z = เป็นค่าสถิติมาตรฐานภายใต้โค้งปกติ เช่นเดิม โดยที่ $Z_{\alpha/2}$ ใช้กับการทดสอบสองทาง, Z_{α} ใช้กับการทดสอบทางเดียว และ Z_{β} ใช้ได้ทั้งการทดสอบทางเดียวและสองทาง

ตัวอย่างที่ 11 นักวิจัยต้องการศึกษาสารโซเดียมที่มีผลต่อระดับความดันโลหิต โดยจากการศึกษานำร่องพบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับสารโซเดียมปริมาณสูงจะมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12 มิลลิเมตร ในขณะที่กลุ่มควบคุมที่ได้รับสารโซเดียมปริมาณต่ำมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.3 มิลลิเมตร จะต้องใช้จำนวนตัวอย่างเท่าใด จึงจะทำให้ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ของผลต่างสัดส่วนมีไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ที่ระดับนัยสำคัญ .05

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{d^2}$$

$$= \frac{1.96^2 \cdot (12^2 + 10.3^2)}{2^2}$$

$$= 240.19$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่างกลุ่มละ 241 คน

ตัวอย่างที่ 12 (โจทย์คล้ายคลึงตัวอย่างที่ 11) นักวิจัยต้องการศึกษาสารโซเดียมที่มีผลต่อความดันโลหิต โดยจากการศึกษานำร่องพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับสารโซเดียมปริมาณสูงมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12 มิลลิเมตร ในขณะที่กลุ่มควบคุมที่ได้รับสารโซเดียมปริมาณต่ำมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.3 มิลลิเมตร จะต้องใช้จำนวนตัวอย่างเท่าใด จึงจะทำให้ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์มีไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ที่ระดับนัยสำคัญ .05 อำนาจในการทดสอบ .90

ตัวอย่างนี้จะแสดงวิธีคำนวณขนาดตัวอย่าง สำหรับการทดสอบสองทางเท่านั้น
การคำนวณขนาดตัวอย่าง สำหรับการทดสอบทางเดียวให้ฝึกฝนเอง

ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (d) = $|\mu_1 - \mu_2|$ = 2 มิลลิเมตร

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \cdot (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

$$= \frac{(1.96 + 1.282)^2 \cdot (12^2 + 10.3^2)}{2^2}$$

$$= 657.15$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่างกลุ่มละ 658 คน

5. รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการวิจัยแต่ละแบบมีจุดเด่นและจุดด้อยแตกต่างกัน การวิจัยเชิงสำรวจเหมาะกับการประมาณค่าพารามิเตอร์ประชากร เช่น การสำรวจหาอัตราป่วยโรคมาลาเรียในภาคเหนือ หรือใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเชิงวิเคราะห์ เช่น การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการไม่มารักษาโรคมะเร็งอย่างต่อเนื่อง เป็นต้น การวิจัยเชิงทดลองเหมาะสมกับการอธิบายปรากฏการณ์ที่ลึกซึ้งมาก เช่น ต้องการทราบประสิทธิภาพของยาชนิดใหม่ว่ามีผลต่อการรักษาโรคกระเพาะอาหารอักเสบดีขึ้นกว่าเดิมหรือไม่ อนึ่ง ยังมีรูปแบบการวิจัยแบบพิเศษที่นิยมใช้มากในทางระบาดวิทยาและและการสาธารณสุขที่เห็นสมควรจะกล่าวถึง คือ การวิจัยแบบ Prospective หรือ Cohort Study และการวิจัยแบบ Case–Control หรือ Retrospective Study ซึ่งการวิจัยทั้งสองแบบจะวัดค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรออกมาในรูปของสัดส่วน อัตราหรือร้อยละ

การวิจัยแบบ Prospective Study เป็นการศึกษาติดตามเหตุการณ์ออกไปข้างหน้า เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับการเกิดโรค โดยเริ่มจากกลุ่มคนที่มีสุขภาพดีกลุ่มหนึ่ง เช่น 2000 คน แบ่งคนกลุ่มนี้ออกเป็นกลุ่มทดลอง 1000 คนให้ได้รับปัจจัยเสี่ยงคือ การสูบบุหรี่ กับคนอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม 1000 คนที่ไม่สูบบุหรี่ เฝ้าติดตามผลเป็นระยะเวลาหนึ่ง เช่น 5 ปี เพื่อดูอัตราการเกิดโรคหัวใจ และทำการเปรียบเทียบสถิติ Relative Risk Ratio ซึ่งหมายถึง อัตราส่วนระหว่างอัตราการเกิดโรคหัวใจในกลุ่มทดลองที่สูบบุหรี่ หารด้วยอัตราการเกิดโรคหัวใจในกลุ่มควบคุมที่ไม่สูบบุหรี่

การสูบบุหรี่	โรคหัวใจ		รวม
	ป่วย	ไม่ป่วย	
สูบ	100	900	1000
ไม่สูบ	50	950	1000
รวม	150	1850	2000

อัตราการเป็นโรคหัวใจ ในกลุ่มทดลองที่สูบบุหรี่ (π_1) = 100/1000

อัตราการเป็นโรคหัวใจ ในกลุ่มควบคุมที่ไม่สูบบุหรี่ (π_2) = 50/1000

ดังนั้น Relative Risk Ratio (RR) = $\frac{\pi_1}{\pi_2} = \frac{100/1000}{50/1000}$ = 2 เท่า

แสดงว่า คนที่สูบบุหรี่มีโอกาสป่วยเป็นโรคหัวใจเป็น 2 เท่าของคนที่ไม่สูบบุหรี่

การวิจัยแบบ Case-Control Study เป็นการศึกษาย้อนหลัง เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับการเกิดโรค โดยเริ่มจากกลุ่มผู้ป่วยโรคหัวใจ Case กับกลุ่มที่ไม่ได้ป่วยด้วยโรคหัวใจ Control ทำการศึกษาย้อนหลังค้นหาสาเหตุเปรียบเทียบกันว่า เป็นผลมาจากการสูบบุหรี่ใช่หรือไม่ รูปแบบการวิจัย Case-Control Study นี้ เราไม่สามารถหาค่าอัตราการเกิดโรคได้ ดังนั้นเราจึงไม่สามารถหาค่า Relative Risk Ratio ได้ด้วย สถิติตัวใหม่ที่เรียกว่า Odds Ratio จึงถูกแนะนำให้ใช้ คำว่า Odds หมายถึง "Case" หรือ "Control" เช่น ถ้าหมายถึง "Case" ได้แก่ Case ที่สูบบุหรี่หารด้วย Case ที่ไม่ได้สูบบุหรี่ และในทำนองเดียวกัน ถ้าหมายถึง "Control" ได้แก่ Control ที่สูบบุหรี่หารด้วย Control ที่ไม่สูบบุหรี่

กลุ่มศึกษา	การสูบบุหรี่				รวม
	สูบ		ไม่สูบ		
กลุ่มทดลองที่ป่วย Case	30	(a)	70	(b)	100
กลุ่มควบคุมที่ไม่ป่วย Control	10	(c)	90	(d)	100
รวม	**40**		**160**		**200**

Odds ของ Case = 30/70

Odds ของ Control = 10/90

ดังนั้น Odds Ratio (OR) $= \frac{30/70}{10/90} = \frac{ad}{bc} = 3.85$ เท่า

แสดงว่า กลุ่มทดลองที่สูบบุหรี่มีโอกาสป่วยเป็นโรคหัวใจ 3.85 เท่าของกลุ่มควบคุมที่ไม่สูบบุหรี่

อนึ่ง ในรูปแบบการวิจัย Case-Control Study นี้ เรามักต้องหาค่าอัตราการได้รับปัจจัยเสี่ยงด้วย ดังนี้

อัตราการได้รับปัจจัยเสี่ยง (การสูบบุหรี่) ในกลุ่มทดลองที่ป่วย $= \pi_1^* = \{a/(a+b)\}$

อัตราการได้รับปัจจัยเสี่ยง (การสูบบุหรี่) ในกลุ่มควบคุมที่ไม่ป่วย $= \pi_2^* = \{c/(c+d)\}$

ดังนั้น $OR = \frac{\{\pi_1^*/(1-\pi_1^*)\}}{\{\pi_2^*/(1-\pi_2^*)\}}$ หรือ $\pi_1^* = \frac{(OR)\,\pi_2^*}{(OR)\pi_2^* + (1-\pi_2^*)}$ หรือ $\pi_2^* = \frac{\pi_1^*}{\{OR(1-\pi_1^*)+\pi_1^*\}}$

สูตรการหาขนาดตัวอย่างในรูปแบบการวิจัย Prospective Study

1. โดยวิธีประมาณค่า Relative Risk (RR) (Lemeshow *et al.*, 1990)

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot \{(1-\pi_1)/\pi_1 + (1-\pi_2)/\pi_2\}}{\{\ell n\,(1-\varepsilon)\}^2}$$

2. โดยวิธีทดสอบสมมติฐานสำหรับ Relative Risk (RR)

H_0: $RR = 1$ (หรือ H_0: $\pi_1 - \pi_2 = 0$)

H_1: $RR \neq 1$ (หรือ H_1: $\pi_1 - \pi_2 = d$)

กรณีทั่วไป (Selvin, 1991)

$$n = \frac{\{Z_{\alpha/2} \cdot \sqrt{2\bar{\pi}(1-\bar{\pi})} + Z_{\beta} \cdot \sqrt{\pi_1(1-\pi_1)+\pi_2(1-\pi_2)}\}^2}{(\pi_1-\pi_2)^2}$$ (สูตรเหมือนตัวอย่าง 2 กลุ่ม)

$$\text{หรือ} \quad n = \frac{[Z_{\alpha/2}\cdot\sqrt{2\bar{\pi}(1-\bar{\pi})} + Z_{\beta}\cdot\sqrt{\pi_2\{1+RR-\pi_2(1+RR^2)\}}]^2}{\pi_2^2(RR-1)^2}$$

กรณี Case: Control = 1 : k (Machin and Campbell, 1987)

$$n_1 = \frac{\{Z_{\alpha/2}\cdot\sqrt{(k+1)\bar{\pi}(1-\bar{\pi})} + Z_{\beta}\cdot\sqrt{k\pi_1(1-\pi_1)+\pi_2(1-\pi_2)}\}^2}{k(\pi_1-\pi_2)^2}$$

สูตรนี้มีพารามิเตอร์ 3 ตัวคือ π_1, π_2, RR เราต้องการทราบค่าเพียง 2 ตัวสำหรับการคำนวณ

โดยที่ $RR = \pi_1/\pi_2$

เมื่อ n = ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม โดย $n_1 = n_2 = n$

n_1 = ขนาดตัวอย่างของกลุ่มทดลอง โดยขนาดตัวอย่างของกลุ่มควบคุมคือ $n_2 = kn_1$

π_1 = อัตราการเกิดโรคในกลุ่มทดลองที่สัมผัสกับปัจจัยเสี่ยง

π_2 = อัตราการเกิดโรคในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้สัมผัสกับปัจจัยเสี่ยง

$\bar{\pi} = (\pi_1+\pi_2)/2 = \pi_2(RR+1)/2$

RR = Relative Risk Ratio $= \pi_1/\pi_2$ และมีค่าระหว่าง $0 < RR < 1/\pi_2$

d = Precision of hypothesis $= |\pi_1-\pi_2|$ เป็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์

ε = Relative precision of estimations $= |R\hat{R}-RR|/RR$ เป็นความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์ของ RR

Z = ค่าสถิติมาตรฐานภายใต้โค้งปกติ เช่นเดิม โดยที่ $Z_{\alpha/2}$ ใช้กับการทดสอบสองทาง, Z_{α} ใช้กับการทดสอบทางเดียว และ Z_{β} ใช้ได้ทั้งการทดสอบทางเดียวและสองทาง

ตัวอย่างที่ 13 ในรูปแบบการวิจัย Prospective Study เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคหัวใจ จากรายงานเดิมพบว่าอัตราการเป็นโรคหัวใจในกลุ่มควบคุมที่ไม่สูบบุหรี่เท่ากับร้อยละ 20 และกลุ่มทดลองที่สูบบุหรี่มีโอกาสป่วยเป็นโรคหัวใจคิดเป็น 1.75 เท่าของกลุ่มควบคุมที่ไม่สูบบุหรี่ จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างเท่าใด จึงจะทำให้ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์มีไม่เกิน 10% ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%

จากโจทย์พบว่า $\pi_2 = 0.2$, $RR = 1.75$ ดังนั้น $\pi_1 = (RR)\pi_2 = (1.75)(0.2) = 0.35$

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2\cdot\{(1-\pi_1)/\pi_1 + (1-\pi_2)/\pi_2\}}{\{\ell n(1-\varepsilon)\}^2}$$

$$= \frac{(1.645)^2\cdot\{(1-0.35)/0.35 + (1-0.2)/0.2\}}{\{\ell n(1-0.1)\}^2}$$

$$= 1427.8$$

ดังนั้น ต้องการขนาดตัวอย่างกลุ่มละ 1428 คน

ตัวอย่างที่ 14 (โจทย์คล้ายคลึงตัวอย่างที่ 13) ในรูปแบบการวิจัย Prospective Study เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคหัวใจ จากรายงานเดิมพบว่า อัตราการเป็นโรคหัวใจในกลุ่มควบคุมที่ไม่สูบบุหรี่เท่ากับร้อยละ 20 และกลุ่มทดลองที่สูบบุหรี่มีโอกาสป่วยเป็นโรคหัวใจคิดเป็น 1.75 เท่าของกลุ่มควบคุมที่ไม่สูบบุหรี่ จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างเท่าใด ที่ระดับความเชื่อมั่น 90% อำนาจในการทดสอบ 80%

จากโจทย์พบว่า $\pi_2 = 0.2$, $RR = 1.75$ ดังนั้น $\pi_1 = (RR)\pi_2 = (1.75)(0.2) = 0.35$

และ $\bar{\pi} = (\pi_1+\pi_2)/2 = (0.2+0.35)/2 = 0.275$

ตัวอย่างนี้จะแสดงวิธีคำนวณขนาดตัวอย่าง สำหรับการทดสอบสองทาง

$$n = \frac{\{Z_{\alpha/2}\cdot\sqrt{2\bar{\pi}(1-\bar{\pi})} + Z_{\beta}\cdot\sqrt{(\pi_1(1-\pi_1)+\pi_2(1-\pi_2)}\}^2}{(\pi_1-\pi_2)^2}$$

$$= \frac{\{1.645\sqrt{2(0.275)(0.725)} + 0.842\sqrt{(0.35)(0.65)+(0.2)(0.8)}\}^2}{(0.35-0.2)^2}$$

$$= 108.56$$

ดังนั้น ต้องการขนาดตัวอย่างกลุ่มละ 109 คน

สูตรการหาขนาดตัวอย่างในรูปแบบการวิจัย Case-Control Study

1. โดยวิธีประมาณค่า Odds Ratio (OR) (Lwanga and Lemeshow, 1991)

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2}\cdot[1/\{\pi_1^*(1-\pi_1^*)\} + 1/\{\pi_2^*(1-\pi_2^*)\}]}{\{\ell n(1-\mathcal{E})\}^2}$$

โดยที่ $\pi_1^* = \dfrac{(OR)\,\pi_2^*}{(OR)\,\pi_2^* + (1-\pi_2^*)}$

2. โดยวิธีทดสอบสมมติฐาน สำหรับ Odds Ratio (OR)

H_0: OR = 1 (หรือ H_0: $\pi_1^* - \pi_2^* = 0$)

H_1: OR ≠ 1 (หรือ H_1: $\pi_1^* - \pi_2^* = d$)

กรณีทั่วไป (Schlessman, 1982)

$$n = \frac{\{Z_{\alpha/2}\cdot\sqrt{2\bar{\pi}^*(1-\pi^*)} + Z_{\beta}\cdot\sqrt{\pi_1^*(1-\pi_1^*)+\pi_2^*(1-\pi_2^*)}\}^2}{(\pi_1^*-\pi_2^*)^2}$$

โดยที่ $\pi_1^* = \dfrac{(OR)\,\pi_2^*}{(OR)\,\pi_2^* + (1-\pi_2^*)}$ และ $\bar{\pi}^* = (\pi_1^* + \pi_2^*)/2$

กรณี Case : Control = 1 : k (Schlessman, 1982)

$$n_1 = \frac{[Z_{\alpha/2}\cdot\sqrt{(1+1/k)\bar{\pi}^*(1-\bar{\pi}^*)} + Z_{\beta}\cdot\sqrt{\pi_1^*(1-\pi_1^*)+\{\pi_2^*(1-\pi_2^*)/k\}}]^2}{(\pi_1^*-\pi_2^*)^2}$$

โดยที่ $\pi_1^* = \dfrac{(OR)\,\pi_2^*}{(OR)\,\pi_2^* + (1-\pi_2^*)}$ และ $\bar{\pi}^* = (\pi_1^* + k\pi_2^*)/(1+k)$

เมื่อ n = ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม โดย $n_1 = n_2 = n$

n_1 = ขนาดตัวอย่างของกลุ่มทดลอง โดยขนาดตัวอย่างของกลุ่มควบคุมคือ $n_2 = kn_1$

π_1^* = อัตราการได้รับปัจจัยเสี่ยง ในกลุ่มทดลองที่ป่วย

π_2^* = อัตราการได้รับปัจจัยเสี่ยง ในกลุ่มควบคุมที่ไม่ป่วย

$\bar{\pi}^*$ = อัตราการได้รับปัจจัยเสี่ยงเฉลี่ยใน 2 กลุ่มตัวอย่าง

OR = Odds Ratio

d = Precision of hypothesis = $|\pi_1^* - \pi_2^*|$ เป็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์

$\mathcal{E}$ = Relative precision of estimation = $|\widehat{OR} - OR|/OR$ เป็นความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ของ OR

Z = ค่าสถิติมาตรฐานภายใต้โค้งปกติ เช่นเดิม โดยที่ $Z_{\alpha/2}$ ใช้กับการทดสอบสองทาง, Z_{α} ใช้กับการทดสอบทางเดียว และ Z_{β} ใช้ได้ทั้งการทดสอบทางเดียวและสองทาง

ตัวอย่างที่ 15 ในรูปแบบการวิจัย Case-Control Study เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคมะเร็งปอด จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างเท่าใด เมื่อกำหนดให้อัตราการได้รับปัจจัยเสี่ยงคือ การสูบบุหรี่ของกลุ่มควบคุมเท่ากับร้อยละ 30 และกลุ่มทดลองที่สูบบุหรี่มีโอกาสป่วยเป็นโรคมะเร็งปอดคิดเป็น 2 เท่าของกลุ่มควบคุมที่ไม่สูบบุหรี่ (ค่า Odds Ratio เท่ากับ 2) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์มีไม่เกินร้อยละ 25 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากโจทย์พบว่า $\pi_2^* = 0.3$, $OR = 2$

ดังนั้น $$\pi_1^* = \frac{(OR)\pi_2^*}{(OR)\pi_2^* + (1-\pi_2^*)} = \frac{2(0.3)}{2(0.3)+0.7} = 0.4615$$

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot [1/\{\pi_1^*(1-\pi_1^*)\} + 1/\{\pi_2^*(1-\pi_2^*)\}]}{\{\ell n(1-\mathcal{E})\}^2}$$

$$= \frac{1.96^2 \cdot [1/\{(0.4615)(0.5385)\} + 1/\{(0.3)(0.7)\}]}{\{\ell n(1-0.25)\}^2}$$

$$= 407.9$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่างกลุ่มละ 408 คน

ตัวอย่างที่ 16 ในรูปแบบการวิจัย Case-Control Study เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรค Preeclampsia โดยทราบว่าปัจจัยการคลอดครรภ์แรกเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญ จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างเท่าใด เมื่อทราบว่าอัตราการคลอดครรภ์แรกในกลุ่มทดลองเท่ากับร้อยละ 70 อัตราการคลอดครรภ์แรกในกลุ่มควบคุมเท่ากับร้อยละ 50 ต้องการขนาดตัวอย่างในกลุ่มควบคุมมีมากเป็น 2 เท่าของกลุ่มทดลอง ที่ระดับนัยสำคัญ .05 อำนาจในการทดสอบ 90%

จากโจทย์พบว่า $\pi_1^* = 0.7$, $\pi_2^* = 0.5$ ดังนั้น $\bar{\pi}^* = (\pi_1^* + k\pi_2^*)/(1+k) = 0.5667$

$$n_1 = \frac{[Z_{\alpha/2} \cdot \sqrt{(1+1/k)\bar{\pi}^*(1-\bar{\pi}^*)} + Z_\beta \cdot \sqrt{\pi_1^*(1-\pi_1^*) + \{\pi_2^*(1-\pi_2^*)/k\}}]^2}{(\pi_1^* - \pi_2^*)^2}$$

$$= \frac{[1.96\sqrt{(1+1/2)(0.5667)(0.4333)} + 1.282\sqrt{(0.7)(0.3) + \{(0.5)(0.5)/2\}}]^2}{(0.7-0.5)^2}$$

$$= 93.3$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่างกลุ่มทดลอง 94 คน กลุ่มควบคุม 188 คน

6. ลักษณะตัวอย่างที่ถูกเก็บข้อมูลมาศึกษา

ลักษณะตัวอย่างที่ถูกเก็บข้อมูลมาศึกษานั้น หากมีเพียงกลุ่มเดียววัดหนึ่งครั้งก็ไม่จำเป็นต้องพิจารณาประเด็นนี้ แต่ถ้ามีหลายกลุ่มหรือมีกลุ่มเดียววัดซ้ำหลายครั้ง ผู้วิจัยจะต้องพิจารณาลักษณะของตัวอย่างด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ ตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (independent samples) และตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กัน (related samples) ในกรณีที่ตัวอย่างมีความสัมพันธ์กัน อาจจะมีความสัมพันธ์กันในลักษณะของการจับคู่ (matched pairs) ตัวแปรที่ต้องการควบคุม เช่น การจับคู่ตัวแปร อายุ เพศ หรือระดับการศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นต้น หรือในอีกกรณีหนึ่งอาจมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบของการเก็บข้อมูลซ้ำหลาย ๆ ครั้งจากกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว (repeated measurement) เช่น เก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง เป็นต้น

สูตรการหาขนาดตัวอย่างใน Related Sample สำหรับค่าสัดส่วน

$$\pi_1^* = \frac{(R)\pi_2^*}{(R)\pi_2^* + (1-\pi_2^*)} \quad \text{เมื่อปกติ } R = OR \text{ (หรืออาจใช้ } R \approx RR \text{ ก็ได้)}$$

$$\bar{\pi}^* = R/(1+R)$$

$$m = \frac{\{(0.5)\cdot Z_{\alpha/2} + Z_\beta \cdot \sqrt{\bar{\pi}^*(1-\bar{\pi}^*)}\}^2}{(\bar{\pi}^* - 0.5)^2}$$

$$M = \frac{m}{\pi_2^*(1-\pi_1^*) + \pi_1^*(1-\pi_2^*)} \quad \text{(Schlessman, 1982)}$$

เมื่อ M = จำนวนคู่ของตัวอย่าง (Matched Pairs)

R = OR (Odds Ratio) แต่อาจใช้ค่าใกล้เคียงคือ RR (Relative Risk) แทนได้

π_1^* = อัตราการได้รับปัจจัยเสี่ยง ในกลุ่มทดลองที่ป่วย

π_2^* = อัตราการได้รับปัจจัยเสี่ยง ในกลุ่มควบคุมที่ไม่ป่วย

$\bar{\pi}^*$ = อัตราการได้รับปัจจัยเสี่ยงเฉลี่ยใน 2 กลุ่มตัวอย่าง

Z = ค่าสถิติมาตรฐานภายใต้โค้งปกติ เช่นเดิม โดยที่ $Z_{\alpha/2}$ ใช้กับการทดสอบสองทาง, Z_α ใช้กับการทดสอบทางเดียว และ Z_β ใช้ได้ทั้งการทดสอบทางเดียวและสองทาง

ตัวอย่างที่ 17 ในรายงานการศึกษา Case-Control Study ที่ผ่านมา เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดมะเร็งปอด พบว่ากลุ่มทดลองที่สูบบุหรี่มีโอกาสป่วยเป็นโรคมะเร็งปอดคิดเป็น 2 เท่าของกลุ่มควบคุมที่ไม่สูบบุหรี่ และอัตราการสูบบุหรี่ของกลุ่มควบคุมเท่ากับร้อยละ 30 จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างเท่าใด เมื่อต้องการศึกษาใหม่โดยวิธีการจับคู่ตัวแปรเพศและอายุระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% อำนาจในการทดสอบ 90%

จากโจทย์พบว่า $R = OR = 2$, $\pi_2^* = 0.3$

ดังนั้น $\pi_1^* = \frac{(R)\pi_2^*}{(R)\pi_2^* + (1-\pi_2^*)} = \frac{2(0.3)}{2(0.3)+(0.7)} = .4615$ และ $\bar{\pi}^* = R/(1+R) = 2/3$

$$m = \frac{\{(0.5)\cdot Z_{\alpha/2} + Z_\beta \cdot \sqrt{\bar{\pi}^*(1-\bar{\pi}^*)}\}^2}{(\bar{\pi}^* - 0.5)^2}$$

$$= \frac{\{(0.5)1.96 + 1.282\sqrt{(2/3)(1/3)}}{(2/3-0.5)^2}$$

$$= 90.36$$

$$M = \frac{m}{\pi_2^*(1-\pi_1^*) + \pi_1^*(1-\pi_2^*)}$$

$$= \frac{90.36}{(0.3)(0.5385) + (0.4615)(0.7)}$$

$$= 186.46$$

ดังนั้น ต้องจับคู่ 187 คู่ (กลุ่มทดลอง 187 คน, กลุ่มควบคุม 187 คน)

สูตรการหาขนาดตัวอย่างใน Related Sample สำหรับค่าเฉลี่ย

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \cdot 2\sigma_D^2}{\mu_D^2}$$

เมื่อ n = จำนวนคู่ตัวอย่าง (ใน Matched Pairs) หรือจำนวนตัวอย่าง (ใน Repeated Measurement)

μ_D = ผลต่างค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่มที่สัมพันธ์กัน หรือหนึ่งกลุ่มวัดซ้ำ 2 ครั้ง

σ_D^2 = ผลต่างความแปรปรวนของตัวอย่าง 2 กลุ่มที่สัมพันธ์กัน หรือหนึ่งกลุ่มวัดซ้ำ 2 ครั้ง

Z = ค่าสถิติมาตรฐานภายใต้โค้งปกติ เช่นเดิม โดยที่ $Z_{\alpha/2}$ ใช้กับการทดสอบสองทาง, Z_{α} ใช้กับการทดสอบทางเดียว และ Z_{β} ใช้ได้ทั้งการทดสอบทางเดียวและสองทาง

ตัวอย่างที่ 18 ในการศึกษาผลของยาที่ใช้ลดระดับคอเลสเตอรอลก่อนและหลังการให้ยา พบว่าผลต่างค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการให้ยามีค่า 10 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ผลต่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการให้ยามีค่า 25 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างเท่าใด เมื่อกำหนดให้ค่าระดับนัยสำคัญ 5% และค่าความผิดพลาดชนิดที่สอง 20%

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \cdot 2\sigma_D^2}{\mu_D^2}$$

$$= \frac{(1.96 + 0.842)^2 \cdot 2(25)^2}{10^2}$$

$$= 98.0$$

ดังนั้น ต้องใช้ตัวอย่าง 98 คน สำหรับการวัดสองครั้ง ก่อนและหลังการให้ยา

7. วิธีการสุ่มตัวอย่าง

วิธีการสุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน มีความสำคัญต่อการใช้สูตรคำนวณขนาดตัวอย่างที่แตกต่างกัน จากสูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างที่ได้กล่าวมาแล้ว ส่วนใหญ่จะจำกัดอยู่เพียงวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) หรืออาจกล่าวว่าจำกัดอยู่กับวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (systematic random sampling) ก็ได้ ทั้งนี้เพราะวิธีการสุ่มตัวอย่างทั้งสองแบบมีรากฐานเหมือนกัน คือ ต้องการให้ทุก ๆ หน่วยตัวอย่างมีโอกาสถูกเลือกเท่ากัน เพียงแต่วิธีการเลือกตัวอย่างอาจแตกต่างกันบ้างเท่านั้น แต่ในงานวิจัยเชิงสำรวจ มิใช่ว่าจะมีเพียงการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายหรือแบบมีระบบเท่านั้น บางครั้งเราจะพบวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอื่น ๆ ด้วย เช่น การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (stretified random sampling) การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (cluster sampling) และการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multi-stage sampling) เป็นต้น

การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ จะมีการแบ่งประชากรออกเป็นชั้น ๆ ตามลักษณะบางอย่าง เช่น แบ่งโรงพยาบาลตามขนาดของเตียง หรือสถานที่ตั้ง ได้แก่ โรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลจังหวัด โรงพยาบาลอำเภอ เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการแบ่งก็เพื่อจัดหน่วยประชากรภายในชั้นเดียวกัน ให้มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด หน่วยประชากรต่างชั้นกันให้มีความแตกต่างกันมากที่สุด แล้วสุ่มเลือกตัวอย่างจากประชากรแต่ละชั้นทุกชั้น ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่ายหรือแบบมีระบบ จำนวนตัวอย่างในแต่ละชั้นจะกำหนดให้เท่ากัน (equal allocation) หรือไม่เท่ากันก็ได้ ในกรณีที่กำหนดจำนวนตัวอย่างในแต่ละชั้นไม่เท่ากัน ก็อาจกำหนดจำนวนตัวอย่างให้แปรผันตามขนาดประชากร (proportional allocation) หรือกำหนดให้แปรผันตามขนาดประชากรและค่า

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วมกัน (Neyman's allocation) หรือผันตามขนาดประชากรและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วมกัน (Neyman's allocation) หรือกำหนดให้แปรผันตามขนาดประชากรและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปรผกผันกับค่าใช้จ่าย (optimum allocation for fixed cost) พร้อมกันก็ได้

การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม จะทำการแบ่งประชากรออกเป็นกลุ่ม หรือเป็นบริเวณ โดยมากมักแบ่งตามกรอบตัวอย่างที่มีอยู่แล้วในสังคม เช่น แบ่งตามเขตการปกครองของกระทรวงมหาดไทย แบ่งตามแขวงไปรษณีย์ของกรมไปรษณีย์โทรเลข หรือแบ่งตามคุณลักษณะบางอย่างที่สำคัญก็ได้ วัตถุประสงค์ของการแบ่งก็เพื่อจัดหน่วยประชากรภายในกลุ่มเดียวกันให้มีความแตกต่างกันมากที่สุด หน่วยประชากรต่างกลุ่มกันให้มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด การสุ่มตัวอย่างจะเป็นการสุ่ม *เลือกกลุ่มเพียงบางกลุ่ม* เท่านั้น ซึ่งไม่เหมือนกับการสุ่มแบบแบ่งชั้นที่ต้องสุ่มหน่วยตัวอย่างจากทุกชั้น ภายหลังจากการสุ่มเลือกกลุ่มแล้ว ผู้วิจัยจะศึกษาหน่วยตัวอย่างทุกหน่วยภายในกลุ่มนั้น การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่มนี้จะประหยัดงบประมาณและเวลาได้มาก ความน่าเชื่อถือจะขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มที่สุ่มเลือก ถ้าจำนวนกลุ่มมีมากความน่าเชื่อถือก็จะสูง

การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เป็นวิธีผสมผสานการสุ่มตัวอย่างหลายแบบเข้าไว้ด้วยกัน นิยมใช้กับโครงการวิจัยขนาดใหญ่ ซึ่งอาจมีการสุ่ม 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 ขั้นตอนขึ้นไป หลักการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอนมีดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งประชากรออกเป็นหน่วยตัวอย่างใหญ่ขั้นที่ 1 ซึ่งเรียกว่า Primary Sampling Unit (PSU) แล้วสุ่มหน่วยตัวอย่างใหญ่ขั้นที่ 1 (PSU) นี้ออกมาจำนวนหนึ่ง ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่ายหรือแบบมีระบบ

ขั้นที่ 2 แบ่งหน่วยตัวอย่างใหญ่ขั้นที่ 1 (PSU) ที่สุ่มมาได้ ออกเป็นหน่วยตัวอย่างใหญ่ขั้นที่ 2 ซึ่งเรียกว่า Secondary Sampling Unit (SSU) แล้วสุ่มหน่วยตัวอย่างใหญ่ขั้นที่ 2 (SSU) นี้ออกมาจำนวนหนึ่ง ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่ายหรือแบบมีระบบ

ขั้นที่ 3 ถ้าหน่วยตัวอย่างขั้นที่ 2 (SSU) นี้ ผู้วิจัยถือว่าเป็นหน่วยที่เล็กที่สุด ที่มีข้อมูลตามที่ต้องการแล้ว ก็ให้หยุดแค่นี้ และทำการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างได้เลย แต่ถ้าหน่วยตัวอย่างขั้นที่ 2 (SSU) นี้ยังเป็นหน่วยที่ใหญ่อยู่ ก็จำเป็นต้องแบ่งหน่วยตัวอย่างและทำการสุ่มต่อไปอีก ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ ไปจนกว่าจะได้หน่วยตัวอย่างที่เล็กที่สุดที่ให้ข้อมูลตามต้องการ

ตัวอย่างวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เช่น

Two stage cluster sampling มี 2 ขั้นตอน ได้แก่ Cluster sampling และ Simple random sampling ตัวอย่างที่นิยมใช้กันมากในงานสำรวจด้านการแพทย์และการสาธารณสุข ซึ่งแนะนำโดยองค์การอนามัยโลก คือ Two stage 30 cluster sampling เช่น การสำรวจหาอัตราการได้รับวัคซีนป้องกันโรคหัดของเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปีในจังหวัดหนึ่ง ซึ่งหน่วยตัวอย่างแรกคือหมู่บ้าน หน่วยตัวอย่างที่สองคือครัวเรือน โดยขั้นแรกแบ่งประชากรในจังหวัดนั้นออกเป็นหมู่บ้านต่าง ๆ ตามเขตการปกครอง สมมติว่ามีทั้งสิ้น 500 หมู่บ้าน สุ่มตัวอย่างขั้นแรกเลือกหมู่บ้านตัวอย่าง 30 หมู่บ้าน สุ่มขั้นที่สองเลือกครัวเรือนจากหมู่บ้านตัวอย่าง หมู่บ้านละ 20 ครัวเรือนที่มีเด็กเล็กอายุต่ำกว่า 5 ปี จึงได้ตัวอย่างทั้งสิ้น $30 \times 20 = 600$ ครัวเรือน เป็นต้น

Four stage stratified sampling มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ Stratified sampling และติดตามด้วย Simple random sampling อีก 3 ครั้ง เช่น การสำรวจภาวะโภชนาการของเด็กก่อนวัยเรียนทั่วประเทศ หน่วยตัวอย่างแรกคือจังหวัด หน่วยตัวอย่างที่สองคืออำเภอ หน่วยตัวอย่างที่สามคือหมู่บ้าน หน่วยตัวอย่างที่สี่คือครัวเรือน โดยขั้นแรกให้จัดชั้นภูมิเพื่อแบ่งจังหวัดออกเป็นภาคต่าง ๆ 4 ภาค (ชั้นภูมิ) การสุ่มตัวอย่างขั้นแรกเลือกจังหวัด

จากทุกภาค ๆ ละ 3 จังหวัด สุ่มขั้นที่สองเลือกอำเภอจากจังหวัดตัวอย่างจังหวัดละ 2 อำเภอ สุ่มขั้นที่สามเลือกหมู่บ้านจากอำเภอตัวอย่างอำเภอละ 5 หมู่บ้าน สุ่มขั้นที่สี่เลือกครัวเรือนจากหมู่บ้านตัวอย่างหมู่บ้านละ 20 ครัวเรือน จึงได้ตัวอย่างครัวเรือนทั้งสิ้น $4\times3\times2\times5\times20 = 2400$ ครัวเรือน

สูตรการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงสูตรที่ใช้บ่อย 2 วิธีคือ Proportional และ Neyman's allocation (มนตรี, 2524) ดังนี้

พารามิเตอร์	สูตรหาขนาดตัวอย่าง	สูตรหาขนาดตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิ
ค่าสัดส่วน	1. $n_{prop} \approx \dfrac{N\sum N_h\pi_h(1-\pi_h)}{N^2D^2+\sum N_h\pi_h(1-\pi_h)}$	$n_h = \left[\dfrac{N_h}{N}\right]\times n$
	2. $n_{ney} \approx \dfrac{\{\sum N_h\sqrt{\pi_h(1-\pi_h)}\}^2}{N^2D^2+\sum N_h\pi_h(1-\pi_h)}$	$n_h = \left[\dfrac{N_h\sqrt{\pi_h(1-\pi_h)}}{\sum N_h\sqrt{\pi_h(1-\pi_h)}}\right]\times n$
ค่าเฉลี่ย	1. $n_{prop} = \dfrac{N\sum N_hS_h^2}{N^2D^2+\sum N_hS_h^2}$	$n_h = \left[\dfrac{N_h}{N}\right]\times n$
	2. $n_{ney} = \dfrac{(\sum N_hS_h)^2}{N^2D^2+\sum N_hS_h^2}$	$n_h = \left[\dfrac{N_hS_h}{\sum N_hS_h}\right]\times n$

เมื่อ $D^2 = d^2/Z^2_{\alpha/2}$

h = ชั้นภูมิที่ 1, 2, 3, ..., L (L = จำนวนชั้นภูมิทั้งหมด)

N = ขนาดประชากร

n_{prop} = ขนาดตัวอย่างตามวิธี Proportional allocation

n_{ney} = ขนาดตัวอย่างตามวิธี Neyman's allocation

N_h = ขนาดประชากรในแต่ละชั้นภูมิ

n_h = ขนาดตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิ

π_h = ค่าสัดส่วนในแต่ละชั้นภูมิ

S_h = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละชั้นภูมิ

d = Precision of estimation เป็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ = $|P-\pi|$ หรือ $|\bar{X}-\mu|$

Z = ค่าสถิติมาตรฐานภายใต้โค้งปกติ เช่นเดิม

ตัวอย่างที่ 19 จากการสำรวจเบื้องต้นเรื่องอัตราการเป็นโรคคอพอก ของเด็กชั้นประถมศึกษาใน 3 จังหวัด พบว่า

จังหวัด	จำนวนเด็ก (N_h)	อัตราโรคคอพอก (π_h)
1	2,000	.10
2	3,000	.15
3	5,000	.20
รวม	**10,000**	**.45**

จงประมาณค่าขนาดตัวอย่าง เมื่อกำหนดให้ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์มีไม่เกิน 3% ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ในที่นี้จะแสดงวิธีทำสำหรับ Proportional allocation เท่านั้น

$$D^2 = d^2/Z^2_{\alpha/2} = (.03)^2/(1.96)^2 = .0002343$$

$$n_{prop} \approx \frac{N\sum N_h\pi_h(1-\pi_h)}{N^2D^2 + \sum N_h\pi_h(1-\pi_h)}$$

$$= \frac{10000\{(2000\times0.1\times0.9) + (3000\times0.15\times0.85) + (5000\times0.2\times0.8)\}}{10000^2(.0002343)^2 + \{(2000\times0.1\times0.9) + (3000\times0.15\times0.85) + (5000\times0.2\times0.8)\}}$$

$$= \frac{10000(1362.5)}{23430 + 1362.5}$$

$$= 549.56$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 550 คน

อนึ่ง เราสามารถจัดสรรตัวอย่างของแต่ละชั้นภูมิได้ ดังนี้

$$n_1 = \left[\frac{N_1}{N}\right] \times n = (2000/10000) \times 550 = 110$$

$$n_2 = \left[\frac{N_2}{N}\right] \times n = (3000/10000) \times 550 = 165$$

$$n_3 = \left[\frac{N_3}{N}\right] \times n = (5000/10000) \times 550 = 275$$

ตัวอย่าง 20 จากการสำรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายด้านการรักษาพยาบาลในครัวเรือนขนาดต่าง ๆ พบว่า

ขนาดครัวเรือน	จำนวนครัวเรือน (N_h)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S_h)
ขนาดเล็ก	600	200
ขนาดกลาง	300	300
ขนาดใหญ่	100	500
รวม	**1000**	

จงประมาณค่าขนาดตัวอย่าง เมื่อกำหนดให้ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ไม่เกิน 30 บาท ที่ระดับนัยสำคัญ .01

ในที่นี้จะแสดงวิธีทำสำหรับ Neyman's allocation เท่านั้น

$$D^2 = d^2/Z^2_{\alpha/2} = (30)^2/(2.576)^2 = 135.6284$$

$$n_{ney} = \frac{(\sum N_hS_h)^2}{N^2D^2 + \sum N_hS_h^2}$$

$$= \frac{\{(600\times200) + (300\times300) + (100\times500)\}^2}{1000^2(135.6284) + \{(600\times200^2) + (300\times300^2) + (100\times500^2)\}}$$

$$= 319.43$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 320 คน

อนึ่ง เราสามารถจัดสรรตัวอย่างของแต่ละชั้นภูมิได้ ดังนี้

$$n_1 = \left[\frac{N_1S_1}{\sum N_hS_h}\right] \times n = (120000/260000) \times 320 = 148$$

$$n_2 = \left[\frac{N_2S_2}{\sum N_hS_h}\right] \times n = (90000/260000) \times 320 = 111$$

$$n_3 = \left[\frac{N_3S_3}{\sum N_hS_h}\right] \times n = (50000/260000) \times 320 = 61$$

สูตรการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่มและแบบหลายขั้นตอน

การกำหนดสูตรการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่มและแบบหลายขั้นตอน เป็นสิ่งที่ยากยิ่งในทางปฏิบัติ เพราะนักสถิติไม่สามารถที่จะกำหนดสูตรตายตัวเฉพาะทางได้ เนื่องจากโครงการวิจัยแต่ละโครงการ มีจำนวนขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการสุ่มตัวอย่างในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกัน บางโครงการอาจสุ่มตัวอย่างแบบ Two stage cluster sampling บางโครงการอาจสุ่มตัวอย่างแบบ Three stage stratified sampling ในขณะที่บางโครงการอาจสุ่มตัวอย่างแบบ Four stage stratified cluster sampling นอกจากนั้นบางโครงการ ยังแทรกวิธีการเลือกตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น เข้ามาในระหว่างการสุ่มบางขั้นตอนด้วย

ในที่นี้จะขอเสนอแนะการสุ่มตัวอย่างแบบ Two stage cluster sampling ไว้เป็นตัวอย่าง เพื่อเป็นแนวทางให้สามารถพิจารณาการกำหนดขนาดตัวอย่างในแบบแผนการสุ่มอื่น ๆ ต่อไปด้วย อนึ่ง การสุ่มตัวอย่างแบบ Two stage cluster sampling มีความแปรปรวนของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ($V_{cluster}$) แยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม ($V_{between}$) กับความแปรปรวนระหว่างบุคคลภายในกลุ่มนั้น (V_{SR}) ซึ่งก็คือความแปรปรวนของการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายนั่นเอง

$$V_{cluster} = V_{between} + V_{SR}$$

การที่จะคำนวณหาค่าความแปรปรวนระหว่างกลุ่มไม่ใช่ของง่ายนัก ขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มและตัวแปรที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม ในทางปฏิบัติที่นิยมใช้กันมาก มักจะหลีกเลี่ยงวิธีการหาค่าความแปรปรวนระหว่างกลุ่มโดยตรงดังกล่าว และหันไปกำหนดตัวแปรใหม่ที่เรียกว่า Design Effect ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของการสุ่มตัวอย่างแบบซับซ้อน กับการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Cochran, 1977) โดยในที่นี้ความแปรปรวนของการสุ่มตัวอย่างแบบซับซ้อน คือความแปรปรวนของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม

$$\text{Design Effect (D.E.)} = V_{clus} / V_{SR}$$

$$\text{ดังนั้น} \qquad V_{cluster} = V_{SR} \times \text{D.E.}$$

ซึ่งทำให้ความแปรปรวนของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม มีค่าเท่ากับความแปรปรวนของการสุ่มแบบง่ายคูณด้วยค่า Design Effect แต่เนื่องจากความแปรปรวนและขนาดตัวอย่าง มีความผกผันในทิศทางเดียวกัน ซึ่งเมื่อความแปรปรวนมีค่าเพิ่มขึ้น ขนาดตัวอย่างที่ใช้จะมากขึ้นด้วย จึงทำให้การคำนวณขนาดตัวอย่างของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม สามารถหาได้จากการคำนวณขนาดตัวอย่างของการสุ่มแบบง่าย เสร็จแล้วก็ให้ปรับค่าจากการคูณด้วย Design Effect อนึ่ง สำหรับขนาดของค่า Design Effect จะผันแปรไปตามปัญหาวิจัยและความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ถ้าค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มไม่มี ค่า Design Effect จะเท่ากับ 1 แต่ถ้าความแตกต่างระหว่างกลุ่มมีมาก ค่า Design Effect อาจมีค่าเป็น 1.2, 1.5, 2.0, 3.0 เป็นต้น ซึ่งขนาดของค่า Design Effect ที่มีผู้ได้ศึกษาไว้แล้ว มีดังนี้

อัตราความครอบคลุมของการได้รับวัคซีน 1.39
อัตราการรู้จัก ผสส./อสม. ของประชาชน 1.57
อัตราตายที่เนื่องจากโรคอุจจาระร่วง 2.0

ในกรณีที่ไม่ทราบค่า Design Effect จำเป็นต้องประมาณค่าจากลักษณะปัญหาวิจัย เช่น การศึกษาโรคระบบทางเดินหายใจ ในช่วง 2 สัปดาห์ที่ผ่านมาของอำเภอหนึ่ง ค่า Design Effect ควรมีขนาดใหญ่มากเกิน 2 เพราะความแตกต่างระหว่างกลุ่มหรือระหว่างหมู่บ้านมีค่าสูง บางหมู่บ้านอาจเป็นโรคหวัดกันมากติดต่อกันทั้งหมู่บ้าน ในขณะที่บางหมู่บ้านอาจไม่เป็นโรคหวัดเลย อีกตัวอย่างหนึ่ง เช่น การสำรวจอัตราความชุกชุมของโรคหนอนพยาธิในจังหวัดหนึ่ง พบว่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มหรือระหว่างหมู่บ้านคงมีค่าไม่สูงนัก ค่า Design Effect จึงควรมีขนาดเล็กไม่เกิน 1.5 เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 21 ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการได้รับวัคซีนป้องกันโรคไอกรน คอตีบ และบาดทะยักในอำเภอหนึ่งของจังหวัดลำปาง โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม 2 ขั้นตอน (Two stage 30 cluster sampling) ถ้าขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายมีค่าเท่ากับ 320 คน จงหาขนาดตัวอย่างของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มดังกล่าว

กำหนดให้ ค่า Design Effect เท่ากับ 1.39

$$n_{cluster} = n_{SR} \times D.E.$$

$$n_{cluster} = 320 \times 1.39$$

$$= 444.8$$

ดังนั้น ขนาดตัวอย่างของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มมีจำนวน 445 คน

เอกสารอ้างอิง

นิยม ปุราคำ. 2517. **ทฤษฎีของการสำรวจจากตัวอย่างและการประยุกต์ (Sample Survey Theory and Applications).** กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศ.ศ.การพิมพ์.

มนตรี พิริยะกุล. 2524. **เทคนิคการสำรวจด้วยกลุ่มตัวอย่าง (Sample Survey Techniques).** ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ. หน้า 108–134, 162–164.

วิไล กุศลวิศิษฏ์กุล. 2535. "ข้อพิจารณาในการหาขนาดตัวอย่างสำหรับงานสำรวจจากตัวอย่าง" **วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์.** 6(2) : 131.

Cochran WG. 1977. **Sampling Techniques.** 3rd edition. New York : John Wiley & Sons. pp. 76, 78, 85.

Daniel Wayne W. 1987. **Biostatistics : A Foundation for Analysis in the Health Sciences.** Fourth Edition, New York : John Wiley & Sons. pp. 153, 155.

Lemeshow S., Hosmer DW., Klar J., and Lwanga SK. 1990. **Adequacy of Sample Size in Health Studies.** W.H.O. : John Wiley & Sons. pp. 10, 15, 21, 36, 37, 39, 40.

Levy PS., and Lemeshow S. 1980. **Sampling for Health Professionals.** California : Lifetime Learning Publications. p. 56

Lwanga SK., and Lemeshow S. 1991. **Sample size determination in health studies : A practical manual.** Geneva : W.H.O. pp. 25, 29, 33, 42.

Machin D., and Campbell MJ., 1987. **Statistical Tables for the Design of Clinical Trials.** London : Blackwell Scientific Publications. p. 11.

Schlessman JJ. 1982. **Case–Control Study.** New York : Oxford University Press. pp. 150, 161.

Selvin S. 1991. **Statistical Analysis of Epidemiologic Data.** New York : Oxford University Press. p. 80