



การกำหนดขนาดตัวอย่าง (sample size)

ภญ.รศ.ระพีพรรณ ฉลองสุข

ภาควิชาเภสัชกรรมชุมชน คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

รหัส 1-000-SPU-000-0701-01

จำนวน 2.5 หน่วยกิตการศึกษาต่อเนื่อง

วันที่รับรอง: 1 มกราคม พ.ศ. 2550

วันที่หมดอายุ: 1 มกราคม พ.ศ. 2552

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ผู้อ่านสามารถอธิบายถึงความสำคัญของการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย
2. ผู้อ่านสามารถอธิบายถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัย
3. ผู้อ่านสามารถอธิบายถึงปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัย
4. ผู้อ่านสามารถอธิบายถึงสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยแต่ละรูปแบบและเลือกใช้สูตรได้อย่างเหมาะสมกับงานวิจัย

บทคัดย่อ

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในการทำงานวิจัย เพราะมีผลต่อความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์ของงานวิจัยตลอดจนการนำผลลัพธ์ของงานวิจัยไปใช้ในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยสามารถใช้ทฤษฎีข้อจำกัดในการเข้าสู่ส่วนกลาง (The Central Limit Theorem) ทางสถิติมาพัฒนาเป็นสูตรคำนวณหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมได้ อย่างไรก็ตามนอกจากทฤษฎีดังกล่าวแล้วยังมีปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างอีก เช่น รูปแบบงานวิจัย สมมุติฐานการวิจัย อำนาจการทดสอบทางสถิติ เป็นต้น ดังนั้นการทำความเข้าใจในประเด็นเหล่านี้จะช่วยให้นักวิจัยสามารถเลือกใช้สูตรต่างๆ สำหรับการคำนวณหาขนาดตัวอย่างได้เหมาะสมส่งผลให้ผลลัพธ์ของการวิจัยมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การกำหนดขนาดตัวอย่าง, sample size, The Central Limit Theorem, power of the test

บทนำ

ในการทำงานวิจัยเมื่อนักวิจัยได้หัวข้อสำหรับที่จะทำงานวิจัยแล้ว ขั้นตอนสำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งของการวิจัย คือการออกแบบการคัดเลือกตัวอย่าง (sampling design) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกำหนดประชากร กลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา และการกำหนดจำนวนตัวอย่าง

ประชากรของงานวิจัย (population; target population) หมายถึงสมาชิก(element) ทั้งหมดที่อยู่ภายใต้ขอบเขตของการศึกษา ผู้วิจัยต้องมีความชัดเจนในประชากรเพราะเป็นกลุ่มที่ผู้วิจัยต้องเข้าไปทำการศึกษาเพื่อหาคำตอบของงานวิจัย หากการกำหนดประชากรไม่ชัดเจนย่อมส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ของงานวิจัยที่ได้ ตัวอย่างเช่น การศึกษาการใช้ยาสตรีแผนโบราณในบุคลากรหญิงที่ทำงานในมหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจว่ามีการใช้ยาสตรีแผนโบราณชนิดใดมาก และมีเหตุผลในการใช้ยาสตรีแผนโบราณอย่างไร ดังนั้นประชากรสำหรับการศึกษาค้างนี้ คือผู้หญิงทุกคนที่ทำงานในมหาวิทยาลัยศิลปากรและต้องเป็นผู้ที่กำลังใช้/หรือเคยใช้ยาสตรีแผนโบราณ แต่หากผู้วิจัยไปกำหนดว่าประชากรสำหรับการศึกษาค้างนี้ คือผู้หญิงทุกคนที่ทำงานในมหาวิทยาลัยศิลปากร ผลการสำรวจที่ได้จะเป็นอัตราความชุกหรือร้อยละในการใช้ยาสตรีแผนโบราณของผู้หญิงที่ทำงานในมหาวิทยาลัยศิลปากรซึ่งไม่ใช่วัตถุประสงค์ของการศึกษาโดยตรง

สมาชิกของประชากร (element) หมายถึง หน่วยหรือสิ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล (unit of analysis) ซึ่งอาจจะเป็นคน ครว้เรือน โรงเรียน หรือ ใบสั่งยาก็ได้

ขนาดตัวอย่าง (sample size) หมายถึง จำนวนหน่วยตัวอย่างที่ต้องใช้ในการศึกษาวิจัย

ความสำคัญของการกำหนดขนาดของตัวอย่างในงานวิจัย

วัตถุประสงค์ของการทำวิจัยของทุกงานวิจัยคือต้องการศึกษาคุณลักษณะของประชากรทั้งหมดที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนั้นจึงต้องทำการศึกษามหาชิกทุกหน่วย แต่ในทางปฏิบัติการกระทำเช่นนั้นบางครั้งไม่สามารถทำได้ เนื่องจากเหตุผลหลายประการอาทิไม่สามารถเข้าถึงจำนวนสมาชิกทั้งหมดได้ เนื่องจากข้อจำกัดต่างๆเช่นเวลา สถานที่ และค่าใช้จ่าย ส่งผลให้ต้องทำการศึกษาได้เฉพาะตัวแทนประชากรบางส่วนเท่านั้น ซึ่งกลุ่มที่นำมาศึกษาเรียกว่า “กลุ่มตัวอย่าง” เพราะฉะนั้นกลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาศึกษาต้องมีคุณสมบัติในการเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรทั้งหมดได้

คำถามที่สำคัญในการกำหนดขนาดตัวอย่างคือ ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมของแต่ละงานวิจัยควรมีจำนวนเท่าไร เพราะการใช้ตัวอย่างที่มีจำนวนน้อยเกินไปจะมีผลทำให้มีโอกาสน้อยที่จะตรวจพบความแตกต่างของตัวชี้วัด หรือการตรวจพบลักษณะของประชากรตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด (แม้ว่าในสภาพความเป็นจริงจะมีความแตกต่างของตัวชี้วัด หรือมีลักษณะของประชากรนั้นๆ) หรืออาจกล่าวได้ว่าการวิจัยมีโอกาสที่จะได้ผลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หรือมีโอกาสสรุปผลการวิจัยผิดพลาดประเภท 2 (type II error) มากขึ้น แต่หากกำหนดจำนวนตัวอย่างมากเกินไปย่อมทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายในการวิจัย เพิ่มเวลาที่ต้องใช้ในงานวิจัย และมีผลกระทบกับจริยธรรมในการวิจัย (กรณีที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต) ทั้งนี้ เพราะเป็นการใช้ตัวอย่างอย่างมากเกินไปโดยไม่มีเหตุผลอันควร² อย่างไรก็ตามการวิจัยเชิงสำรวจหรือ งานวิจัยเพื่อสร้างรูปแบบสำหรับการอธิบายสิ่งต่างๆ (exploratory model) เช่น การวิเคราะห์ตัวประกอบ (factor analysis) ล้วนมีวัตถุประสงค์ที่จะนำผลการศึกษาไปใช้กับกลุ่มประชากรทั่วไปนั้น จึงเป็นงานวิจัยที่ต้องใช้จำนวนตัวอย่างมากในการศึกษาเพราะจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปอ้างอิงใช้กลุ่มประชากรได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดขนาดตัวอย่าง

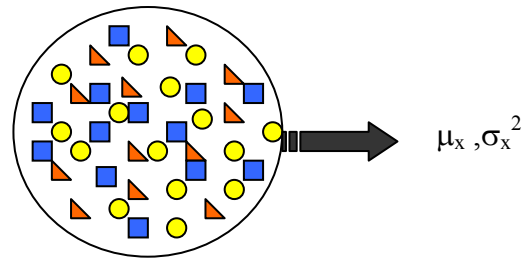
ทฤษฎีหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับงานวิจัยแต่ละครั้งได้แก่ **ทฤษฎีข้อจำกัดในการเข้าสู่ส่วนกลาง (The Central Limit Theorem)³** ที่กล่าวว่า

“ถ้าทำการดึงตัวอย่างจำนวน n ตัวอย่างออกมาจากตัวแปรสุ่มทั้งหมดที่มีความเป็นไปได้อย่างอิสระที่มีค่าเฉลี่ย (μ_x) และความแปรปรวน (σ_x^2) หากค่า n มีจำนวนมากพอ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นไปได้ทั้งหมดจะมีการกระจายตัวแบบโค้งปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย ($\mu_{\bar{x}}$) เท่ากับค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรและค่าความแปรปรวน ($\sigma_{\bar{x}}^2$) เท่ากับค่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากรหารด้วย n

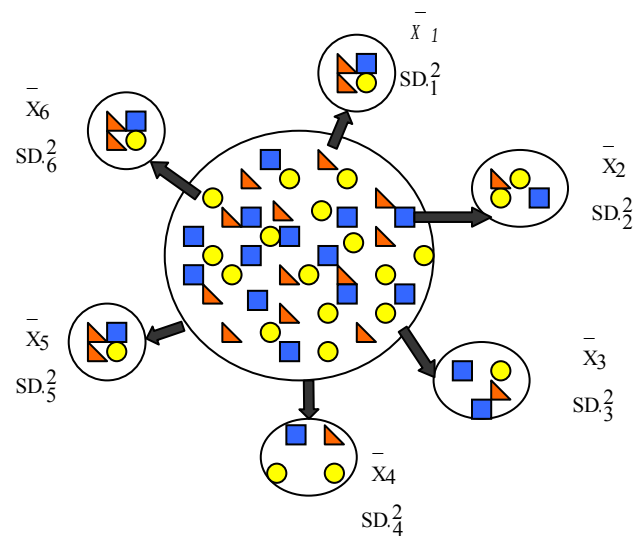
$$\mu_{\bar{x}} = \mu_x$$

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma_x^2}{n}$$

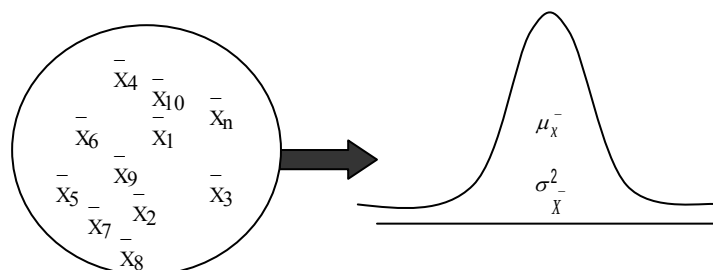
ความหมายของทฤษฎีนี้ คือ ในประชากรหนึ่งๆ (N) จะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ_x และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ_x^2 (รูปที่ 1) หากทำการสุ่มตัวอย่างมาครั้งละจำนวน n ตัวอย่างจะสามารถทำการสุ่มได้กลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก (รูปที่ 2) และหาก n มีขนาดใหญ่เพียงพอแล้ว นำค่าสถิติที่คำนวณได้ของกลุ่มตัวอย่างเหล่านั้นมาดูการกระจายตัวจะพบว่าการกระจายแบบโค้งปกติ (รูปที่ 3) ที่มีค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างคือ $\mu_{\bar{x}}$ และความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างคือ $\sigma_{\bar{x}}^2$



รูปที่ 1 แสดงสมาชิกและ ค่า parameter ของประชากร



รูปที่ 2 แสดงการสุ่มตัวอย่างจากประชากรและค่าสถิติของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 3 แสดงการกระจายตัวของค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่าง

$$\mu_{\bar{X}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4 + \dots + \bar{x}_N}{N} = \mu_x$$

μ_x = ค่าเฉลี่ยของประชากร

และ

$$\sigma_{\bar{X}}^2 = \frac{\sigma_x^2}{n}$$

ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงชนิดปกติสามารถแปลงให้เป็นตัวแปรสุ่มปกติมาตรฐาน (Standard Normal Random Variable; Z) ได้ดังสมการ

$$Z = \frac{X - E[X]}{\sqrt{V(x)}} = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

โดย $E[x]$ = ค่าคาดหวังของ X

$V(x)$ = ค่าความแปรปรวนของ X

ดังนั้นการกระจายตัวของค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างที่ได้นั้นจึงสามารถแปลงเป็นตัวแปรสุ่มปกติมาตรฐานด้วยสมการข้างต้น แต่เนื่องจากค่าความแปรปรวนของค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับค่าความแปรปรวนของประชากรหารด้วยจำนวนตัวอย่างที่สุ่มมา (σ_x^2/n) ดังนั้นสมการที่ได้จึงเป็นดังนี้

$$Z_{\bar{x}} = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}} \quad \text{-----}(1)$$

$$Z_{\bar{X}} = \frac{d}{\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}} \quad \text{-----}(2)$$

โดย d = ค่าความแตกต่างระหว่างค่าสถิติของตัวอย่างและค่าพารามิเตอร์ของประชากร

เพราะฉะนั้นจากสูตรพื้นฐานในสมการ (2) นี้จึงสามารถนำไปใช้ในการหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยได้

$$n = \frac{z^2 \sigma_x^2}{d^2} \quad \text{-----(3)}$$

โดย

d คือ ค่าความแตกต่างระหว่างค่าสถิติของตัวอย่างและค่าพารามิเตอร์ของประชากร (effect size)

σ_x^2 คือ ค่าความแปรปรวนของประชากร

Z คือ ตัวแปรสุ่มปกติมาตรฐานที่จะทราบได้จากการระบุนัยสำคัญทางสถิติ (α) หรือการกำหนดระดับความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I error) ที่ผู้วิจัยยอมรับได้

ขั้นตอนในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดผลลัพธ์ที่สำคัญซึ่งต้องการทราบจากการวิจัย(primary endpoint; primary outcome) ให้ชัดเจน เพราะผลลัพธ์ที่สำคัญนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงลักษณะพารามิเตอร์ของประชากรที่ต้องการวัดและนำมาใช้ในการกำหนดขนาดตัวอย่าง โดยผลลัพธ์ที่สำคัญนี้จะได้จากคำถามของงานวิจัย อาทิเช่น

คำถามงานวิจัยที่ว่า “อัตราความชุกของการเกิดโรคไข้หวัดนกในคนไทยเป็นเท่าไร” ผลลัพธ์ที่สำคัญ ของคำถามนี้คือ อัตราความชุก (prevalence rate) ซึ่งข้อมูลที่ได้จะมีเพียง 2 ลักษณะ (binary data) ค่าพารามิเตอร์ของประชากรอยู่ในรูปสัดส่วน

คำถามงานวิจัยที่ว่า “การเติมสาร A ลงในสูตรยาจะทำให้เพิ่มอัตราการละลายของยาเม็ดที่เตรียมได้มากกว่าสูตรที่ใช้ในปัจจุบัน” ผลลัพธ์ที่สำคัญของคำถามนี้คือ อัตราการละลายซึ่งมีการเก็บข้อมูลในรูปแบบข้อมูลต่อเนื่อง (continuous data) ค่าพารามิเตอร์ของประชากรอยู่ในรูป ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดรูปแบบของงานวิจัย อาทิการสำรวจเพื่อศึกษาลักษณะข้อมูลของประชากร 1 กลุ่ม หรือเป็นการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลของประชากร 2 กลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดค่าคาดหวังของความแตกต่างระหว่างค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ของประชากร (d) ในกรณีที่เป็นการวิจัยของกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม หรือค่าคาดหวังของความแตกต่างของค่าสถิติระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มในกรณีที่เป็นการวิจัยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม อาทิ

คำถามงานวิจัยที่ว่า “อัตราความชุกของการเกิดโรคไข้หวัดนกในคนไทยเป็นเท่าไร” ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยคาดว่า prevalence rate ของการศึกษาจะแตกต่างจาก prevalence rate ของประชากรที่แท้จริงเท่าไร

คำถามงานวิจัยที่ว่า “การเติมสาร A ลงในสูตรยาจะทำให้เพิ่มอัตราการละลายของยาเม็ดที่เตรียมได้มากกว่าสูตรที่ใช้ในปัจจุบัน” ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยคาดว่า อัตราการละลายของการศึกษาจะเพิ่มจากอัตราการละลายของประชากรที่แท้จริง (สูตรเดิม) เท่าไร

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดระดับความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I error; α) ที่ผู้วิจัยยอมรับได้ แต่อย่างไรก็ดีในกรณีที่มีการทดสอบทางสถิติ ระดับความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของการทดสอบสถิติมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับระดับความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II error; β) กล่าวคือ หากกำหนด α ให้มีค่ามาก (เพิ่มโอกาสปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) ทั้งๆที่สมมติฐานว่างเป็นจริง) จะทำให้การทดสอบครั้งนี้มี β น้อยซึ่งส่งผลให้เพิ่มอำนาจการทดสอบ (power of test; $1-\beta$) (เพิ่มโอกาสยอมรับสมมติฐานแย้ง (สมมติฐานทางเลือก; H_1) ในกรณีที่สมมติฐานแย้งเป็นจริง หรือกล่าวได้ว่าเพิ่มโอกาสในการตรวจพบความแตกต่างที่มีอยู่จริงได้มากขึ้น หรือถึงแม้ว่าการทดสอบจะพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะช่วยย้ำให้แน่ใจว่าการยอมรับ H_0 เป็นสิ่งที่ถูกต้อง) ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องกำหนดค่า α และ β ให้มีความสมดุลกัน ซึ่งสัดส่วนระหว่าง 2 ค่าที่เหมาะสมควรมีค่าเท่าไรนั้นยังไม่ชัดเจน แต่โดยทั่วไปจะใช้สัดส่วน $\beta : \alpha = 4$ อาทิเช่น งานวิจัยทางด้านคลินิกนิยมกำหนด ระดับนัยสำคัญที่ร้อยละ 5 และ power of test ที่ร้อยละ 80 หรือระดับนัยสำคัญที่ร้อยละ 1 และ power of test ที่ร้อยละ 95²

ขั้นตอนที่ 5 ในกรณีที่มีการทดสอบทางสถิติให้กำหนดสมมติฐานแย้ง (สมมติฐานทางเลือก, Alternative hypothesis: H_1) ซึ่ง H_1 นี้จะกำหนดได้จากคำถามของงานวิจัยเช่นกัน ลักษณะของ H_1 มี 2 แบบ คือ เป็นการทดสอบแบบมีทิศทาง (one tailed test) หรือเป็นการทดสอบแบบไม่มีทิศทาง (two tailed test)⁴

นอกจากการกำหนดรายละเอียดในขั้นตอนต่างๆที่กล่าวข้างต้น การคำนวณหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมอาจนำปัจจัยอื่นๆมาประกอบเพิ่มเติม อาทิเช่น เทคนิคที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ได้ขนาดตัวอย่างที่ถูกต้องและกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะที่ดีสำหรับการเป็นตัวแทนของประชากรในนำมาการศึกษา อันจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปอ้างอิงเป็นผลลัพธ์ของประชากรทั้งหมดได้

จากสูตรพื้นฐานเบื้องต้น (สมการที่ 3) สำหรับกำหนดขนาดตัวอย่าง สามารถนำไปปรับใช้กับงานวิจัยรูปแบบต่างๆได้ดังนี้

1. การกำหนดขนาดของตัวอย่างของการวิจัยเชิงสำรวจ

1.1. การกำหนดขนาดตัวอย่างของงานวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) หรือการวิจัยเชิงพรรณนาในประชากรที่มีขนาดใหญ่ และมีการคัดเลือกตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling)

ลักษณะของงานวิจัยประเภทนี้จะเป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากร (ค่าสัดส่วน ค่าเฉลี่ย) หรือเป็นการทดสอบสมมติฐาน โดยผลลัพธ์ที่สำคัญ (primary outcome) ที่วัด

มีเพียง 2 ลักษณะ (binary data) ดังนั้นสูตรในการคำนวณขนาดตัวอย่างจึงเป็นสูตรพื้นฐานในสมการ (3) ข้างต้น

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{d^2} \quad \text{-----}(3)$$

โดย d = ค่าคาดหวังของผลต่างระหว่างสัดส่วนของผลลัพธ์ที่สำคัญในกลุ่มตัวอย่าง (p) กับสัดส่วนของผลลัพธ์ที่สำคัญในกลุ่มประชากร (P)

σ^2 = ค่าความแปรปรวนของประชากรซึ่งข้อมูลในรูปสัดส่วนที่มีการกระจายตัวแบบโค้งปกติ จะมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ $P(1-P)$
ดังนั้นจึงอาจเขียนสูตรใหม่ได้ดังนี้

$$n = \frac{z^2 P(1 - P)}{d^2} \quad \text{-----}(4)$$

สูตรนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการหาขนาดตัวอย่างของการทดสอบชุดทดสอบ (diagnostic test) ในทางระบาดวิทยาได้โดยค่า p คือ ค่า expected sensitivity หรือค่า expected specificity แล้วแต่กรณีว่าทราบค่าใด ทั้งนี้เพราะจากนิยามของค่าความไวของชุดทดสอบ (sensitivity) ก็คือสัดส่วนระหว่างจำนวนคนที่เป็นโรคและให้ผลตรวจด้วยเครื่องมือนั้น เป็นบวกกับจำนวนคนที่เป็นโรคทั้งหมด

ตัวอย่าง จงหาจำนวนตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบเครื่องมือชนิดหนึ่งที่มีค่าความไวเท่ากับ 90% ซึ่งจะใช้ในการคัดกรองประชากรที่มีอัตราความชุก (prevalence rate) ของโรค เท่ากับ 40% โดยกำหนดให้ $d = .05$, $\alpha = .05$

จากสูตรและค่าความไวของเครื่องมือสามารถคำนวณกลุ่มตัวอย่างที่เป็นโรคได้

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.9(1 - 0.9)}{0.05^2} = 138.29 \approx 139$$

จำนวนตัวอย่างที่คำนวณได้คือตัวอย่างของกลุ่มที่เป็นโรค ซึ่งเมื่อนำค่าอัตราความชุกของการเกิดโรคมานิยามประกอบจะทำให้สามารถหาจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ต้องใช้ในการศึกษาได้ดังนี้

จำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ต้องใช้ในการศึกษา = จำนวนตัวอย่างของกลุ่มที่เป็นโรค ÷ อัตรา
ความชุกของโรค

$$= 139 \div 0.4$$

$$= 347.5 \sim 348 \text{ คน}$$

1.2. การหาขนาดของตัวอย่างของงานวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) หรือการวิจัยเชิงพรรณนาในประชากรที่มีขนาดจำกัด และใช้การคัดเลือกตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ซึ่งวิธีนี้การดึงหน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยออกมาจะมีผลกระทบกับโอกาสการเลือกตัวอย่างถัดไป ดังนั้นค่าความแปรปรวนของค่าสถิติตัวอย่างจึงต้องนำขนาดของประชากรและขนาดตัวอย่างมาปรับด้วย⁵ ดังนี้

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N_p - n}{N_p - 1}} \quad \text{-----}(5)$$

N_p = ขนาดของประชากร

σ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร = $[p(1-p)]^{0.5}$

เพราะฉะนั้นขนาดตัวอย่างคือ

$$n = \frac{Z^2 p(1-p) N_p}{d^2 (N_p - 1) + Z^2 p(1-p)} \quad \text{-----}(6)$$

Taro Yamane⁶ ได้นำสูตรกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างนี้มาประยุกต์เพื่อให้มีความสะดวกในการใช้ในทางปฏิบัติงาน โดยมีข้อตกลงดังนี้ กลุ่มประชากรมีค่าขนาดใหญ่มากจะทำให้ค่า $(N_p - 1)$ มีค่าใกล้เคียง N_p ดังนั้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างจึงขึ้นกับผลคูณระหว่าง p กับ $(1-p)$ และผลคูณนี้จะมีค่าสูงสุดเมื่อ p (โอกาสของการเกิดผลลัพธ์ที่สำคัญ) มีค่าเท่ากับ 0.5 และถ้ากำหนดระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05 ค่า Z เท่ากับ 1.96 (ประมาณ 2) และเมื่อแทนค่าในสมการ (6) ดังนั้นสูตรที่ได้คือ

$$n = \frac{N p}{d^2 (N p) + 1} \quad \text{-----(7)}$$

1.3. การหาขนาดของตัวอย่างของงานวิจัยเชิงสำรวจที่ประชากรมีลักษณะแยกย่อยได้เป็นหลายกลุ่มและแต่ละกลุ่มมีค่าของผลลัพธ์ที่สำคัญ (primary outcome) ไม่เท่ากัน โดยทั่วไปจะใช้การคัดเลือกตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (stratified random sampling)

$$n = \frac{Z^2 \sum_{h=1}^L [N_h^2 p_h (1-p_h) / W_h]}{N^2 d^2} \quad \text{-----(8)}$$

L = จำนวนของชั้นภูมิ (number of strata)

W_h = สัดส่วนระหว่างจำนวนหน่วยตัวอย่างในชั้นภูมิที่ h กับจำนวนประชากรทั้งหมด (N_h/N)

N = จำนวนประชากรทั้งหมด (population)

N_h = จำนวนหน่วยตัวอย่างในชั้นภูมิที่ h (population in h strata)

1.4. การหาขนาดของตัวอย่างของงานวิจัยเชิงสำรวจที่ประชากรมีลักษณะกลุ่มย่อยๆ ที่คล้ายกัน (cluster sampling) ใช้สูตรเดียวกับ จำนวนตัวอย่างการคัดเลือกตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) [สมการ(4) ถึง สมการ(8)] แต่ให้นำ ค่า design effect มาปรับด้วยการคูณ

$$\text{design effect} = \frac{\text{ความแปรปรวนของการคัดเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster sampling)}}{\text{ความแปรปรวนของการคัดเลือกตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่าย}}$$

2. การกำหนดขนาดของตัวอย่างของการวิจัยที่มีการทดสอบสมมุติฐาน

ตัวอย่างของงานวิจัยที่มีการทดสอบสมมุติฐาน ได้แก่ งานวิจัยเชิงทดลอง (experimental design) cohort study, case-control study ซึ่งในการทดสอบสมมุติฐานนี้จะมี ความเกี่ยวข้องกับระดับนัยสำคัญ (α) และอำนาจการทดสอบ (power of the test; $1-\beta$) ดังนั้น ในการคำนวณหาขนาดตัวอย่างผู้วิจัยจึงต้องมีการกำหนดค่าทั้ง 2 ด้วย นอกจากนี้ประเภทของ สมมุติฐานยังก็มีผลต่อขนาดของตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยด้วย

2.1. การหาขนาดของตัวอย่างสำหรับงานวิจัยที่มีทดสอบสมมุติฐานของค่าเฉลี่ย (μ) 1 กลุ่ม⁷

กรณีเป็นการทดสอบสองทาง (Two tailed test)

$$n \cong \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta/2})^2 \sigma^2}{d^2} \quad \text{-----}(9)$$

$$d = \mu - \mu_0$$

กรณีเป็นการทดสอบทางเดียว (one tailed test)

$$n \cong \frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \sigma^2}{d^2} \quad \text{-----}(10)$$

$$d = \mu - \mu_0$$

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร

μ_0 = ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ต้องการเปรียบเทียบ

2.2. การหาขนาดของตัวอย่างเพื่อทดสอบสมมุติฐานด้วยค่าสัดส่วนหรืออัตราความสำเร็จ (p) 1 กลุ่ม⁷

กรณีเป็นการทดสอบสองทาง (Two tailed test)

$$n \cong \frac{[Z_{\alpha/2} \sqrt{p_0(1-p_0)} + Z_{\beta/2} \sqrt{p(1-p)}]^2}{(p-p_0)^2} \quad \text{-----}(11)$$

กรณีเป็นการทดสอบทางเดียว (one tailed test)

$$n \cong \frac{[Z_{\alpha} \sqrt{p_0(1-p_0)} + Z_{\beta} \sqrt{p(1-p)}]^2}{(p-p_0)^2} \quad \text{-----}(12)$$

2.3. การหาขนาดของตัวอย่างเพื่อทดสอบสมมุติฐานด้วยค่าเฉลี่ย (μ) 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (Independent two groups) และทราบความแปรปรวน⁷ กรณีเป็นการทดสอบสองทาง (Two tailed test)

$$n_1 = n_2 \cong \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_\beta)^2 (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)^2}{(d - d_0)^2} \quad \text{-----}(13)$$

โดย d คือค่าแตกต่างของค่าเฉลี่ย และ $d \neq d_0$

กรณีเป็นการทดสอบทางเดียว (one tailed test)

$$n_1 = n_2 \cong \frac{(Z_\alpha + Z_\beta)^2 (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)^2}{(d - d_0)^2} \quad \text{-----}(14)$$

2.4. การหาขนาดของตัวอย่างเพื่อทดสอบสมมติฐานด้วยค่าเฉลี่ย (μ) 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (dependent groups) และทราบความแปรปรวน⁸ กรณีเป็นการทดสอบสองทาง (Two tailed test)

$$n_d = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_\beta)^2 \sigma_d^2}{(d_d)^2} \quad \text{-----}(15)$$

โดย n_d = จำนวนคู่ของตัวอย่าง 2 กลุ่ม

σ_d^2 = ความแปรปรวนของค่าแตกต่างของ 2 กลุ่ม

d = ค่าแตกต่างของผลลัพธ์ที่สำคัญของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกับของกลุ่มประชากรทั้งสอง

2.5. การหาขนาดของตัวอย่างเพื่อทดสอบสมมติฐานด้วยค่าสัดส่วนหรืออัตราอุบัติการณ์ (p) 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน⁸

กรณีเป็นการทดสอบสองทาง (Two tailed test)

$$n_1 = n_2 = \frac{\left[Z_{\alpha/2} \sqrt{2P(1-P)} + Z_\beta \sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)} \right]^2}{(p_1 - p_2)^2} \quad \text{-----}(16)$$

หรือ

$$n_1 = n_2 = \frac{2(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 P(1-P)}{(p_1 - p_2)^2} \quad \text{-----(17)}$$

$$P = (p_1 + p_2) \div 2$$

2.6. การหาขนาดของตัวอย่างเพื่อทดสอบสมมุติฐานด้วยค่าสัดส่วนหรืออัตราอุบัติการ (p) 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (dependent group)⁸

$$N_p = \frac{[Z_{\alpha} \sqrt{f} + Z_{\beta} \sqrt{f-d^2}]^2}{d^2} \quad \text{-----(18)}$$

N_p = จำนวนคู่ของตัวอย่าง

d = ความแตกต่างของสัดส่วนที่สำเร็จ

f = คู่ของผลลัพธ์ที่ให้ผลต่างกัน

จากสมการ(18) สามารถประมาณค่าด้วยสมการต่อไปนี้

$$N_p = \frac{[Z_{\alpha} + Z_{\beta}]^2 f}{d^2} \quad \text{-----(19)}$$

2.7 การหาขนาดของตัวอย่างของ cohort study⁹

$$n = \frac{[Z_{1-\alpha} \sqrt{\left(1 + \frac{1}{k}\right)u(1-u)} + Z_{1-\beta} \sqrt{pR(1-Rp) + \frac{p(1-p)}{K}}]^2}{[p(1-R)]^2} \quad \text{-----(20)}$$

$$U = \frac{Kp + pR}{K + 1}$$

p = ความชุกของการเกิดโรคในกลุ่มควบคุม

R = ค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (relative risk)ต่ำสุดที่พบ

K = อัตราของคนที่ไม่เป็นโรคของกลุ่มควบคุมต่อคนที่เป็นโรค

2.8 การหาขนาดของตัวอย่างของ Case-control study

กรณีเป็นการทดสอบทางเดียว (one tailed test)

$$n = \frac{\left[\sqrt{Z_{1-\alpha} \left(1 + \frac{1}{K} \right) U(1-U)} + Z_{1-\beta} \sqrt{\frac{p(1-p)}{K+V(1-V)}} \right]^2}{(p-V)^2} \quad \text{-----}(21)$$

$$U = \frac{p}{K+1} \left[K + \frac{R}{1+p(R-1)} \right]$$

$$V = \frac{pR}{1+p(R-1)}$$

p = อุบัติการณ์ของการเกิดโรคในกลุ่มที่ไม่ได้สัมผัสกับปัจจัยเสี่ยง

R = ค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (relative risk) ที่ต่ำสุดที่พบ

K = อัตราระหว่างจำนวนคนในกลุ่มควบคุมกับจำนวนคนที่สัมผัสกับปัจจัยเสี่ยง

จากสูตรต่างๆในการหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้นพอจะสรุปในภาพรวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดขนาดตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้ดังนี้

1. **ความแปรปรวน** ถ้าประชากรมีความแปรปรวนมากจะทำให้ต้องใช้ตัวอย่างสำหรับงานวิจัยเพิ่มขึ้น

2. **ความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I error)** ถ้านักวิจัยกำหนดระดับโอกาสการเกิดความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I error) ของการสุ่มต่ำ งานวิจัยนั้นต้องใช้จำนวนตัวอย่างมาก

3. **อำนาจในการทดสอบ (power of test)** ถ้านักวิจัยต้องการให้ทดสอบทางสถิติมีอำนาจการทดสอบ (power of test) มากจำนวนตัวอย่างที่ใช้สำหรับงานวิจัยจะน้อย

4. **ระดับนัยสำคัญ(α)** ณ ระดับนัยสำคัญ(α)ที่เท่ากัน สมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypotesis) ที่มีการทดสอบเป็นแบบมีทิศทาง (one-tailed test) จะใช้ตัวอย่างจำนวนน้อยกว่า การทดสอบแบบไม่มีทิศทาง (two-tailed test)

สรุป

ในการทำงานวิจัยจำนวนตัวอย่างที่ต้องใช้ในการศึกษานอกจากจะมีความสำคัญต่อผลการทดสอบทางสถิติและการใช้ประโยชน์ต่างๆจากผลลัพธ์ของงานวิจัย รวมถึงการนำไปใช้อ้างอิงถึงลักษณะของประชากรทั้งหมด ยังมีผลต่อปริมาณทรัพยากรต่างๆที่ใช้ในการวิจัย อาทิ

เช่น ค่าใช้จ่าย เวลา บุคลากร ดังนั้นนักวิจัยจึงต้องให้ความสนใจในการกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมให้สอดคล้องกับรูปแบบของงานวิจัยแต่ละครั้ง

เอกสารอ้างอิง

1. Kalton G. Introduction to survey sampling. California : SAGE Publications, 1983: 6.
2. Jackson C., Smith FG. Sample size and power. In Smith FG. and Smith JE (ed) Clinical research : A user guide to researching, analyzing and publishing clinical data. Trowbridge UK : BIOS Scientific Publishers Ltd, 2003: 50-54.
3. Eason G., Coles CW, Gettinby G. Mathematics and statistics for the bio-sciences. Chichester : Ellis Horwood Ltd, 1980: 450-451.
4. ระพีพรรณ ฉลองสุข. สถิติสำหรับเภสัชกร: การวิเคราะห์ข้อมูล(Statistics for Pharmacist: Data analysis). กรุงเทพมหานคร : บริษัทการพิมพ์, 2543.
5. Ferguson GA., Takane Y. Statistical analysis in psychology and education. 6ed.. Singapore : McGraw-Hill Book Co., 1989: 152.
6. Yamane, Tora. Statistics: An Introductory Analysis. 2nd ed. New York : Harper & Row, 1967 : 129-167.
7. ดักลาส ซี มอนโกเมอรี่ จอร์จ ซี รังเคอร์. สถิติวิศวกรรม(Engineering Statistics). กรุงเทพมหานคร : บริษัทสำนักพิมพ์ท็อป จำกัด, 2549.
8. Friedman LM., Furberg CD., DeMets DL. Fundamentals of Clinical Trials. 3rd ed. New York : Springer-Verlag, 1999: 110-112.
9. Strom BL.. Pharmacoeidemiology. New York : Churchill Livingstone Inc., 1989: 27-35.