

การใช้ห้องปฏิบัติการในการวิจัย

สมพงษ์ จินายน*

Chinayon S, An application of laboratory in research. Chula Med J 1982
Nov ; 26 (6) ; 475-482

Test in laboratories is one of the important steps in experimental research which is designed for proving the hypothesis. Laboratory data are used for recruitment of the subjects, controlling and confirming the studies, as well as measuring the change of events. Both advantage and limitation of laboratory management should be taken into account for planning research project. Availability, technical limitation and cost effectiveness are main problems. Despite the variation of the laboratory results may affect interpretation, the quality assurance programme will minimized the errors and validate the data.

* ภาควิชาเวชศาสตร์ชั้นสูง คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การใช้ห้องปฏิบัติการเป็นขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เพื่อการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลสำหรับการพิสูจน์สมมุติฐานที่ตั้งไว้ การทดสอบปัญหาแบบการทดลอง (experimental studies) นั้น นิยมทำกันในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เพราะว่าผู้วิจัยสามารถที่จะกำหนดตัวแปร (variables) ได้ตามวัตถุประสงค์ การวัดผลการทดลองนั้นทำได้หลายอย่าง วิธีหนึ่งคือการทดสอบหรือวิเคราะห์หาส่วนประกอบของวัตถุตัวอย่าง (biological samples) ด้วยวิธีการในห้องปฏิบัติการตัวอย่างเช่นต้องการศึกษาอิทธิพลของชนิดอาหารที่มีต่อระดับของสารไขมันในเลือดของคนปกติ ผู้วิจัยอาจกำหนดทั้งปริมาณและชนิดอาหารที่จะใช้กับกลุ่มผู้ถูกทดลอง (subjects) ที่ได้เลือกไว้ตามหลักเกณฑ์ การวัดผลการทดลองทำได้โดยตรวจหาปริมาณสารไขมันชนิดต่างๆ ในซีรัม โดยวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (laboratory analysis) ซึ่งมีปัจจัยที่เป็นตัวแปรอยู่แล้วในขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนั้นการที่นักวิจัยนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ (lab results) มาใช้สำหรับแสดงผลการศึกษา ควรต้องทราบถึงความคลาดเคลื่อนหรือสิ่งที่เป็นตัวแปร ซึ่งอาจเกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการทำงานในห้องปฏิบัติการ และเป็นสาเหตุทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดไปจากที่ควรเป็น

ทำให้การแปลผลการศึกษาวิจัยไม่ถูกต้อง นอกจากนั้นนักวิจัยควรทราบถึงประโยชน์ และข้อจำกัดของการใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อการทำงานวิจัยรวมทั้งวิธีการดำเนินการของห้องปฏิบัติการ หลักการสำหรับควบคุมคุณภาพของวิธีวิเคราะห์เพื่อลดความผิดพลาด ทั้งนี้เพื่อจะได้พิจารณาใช้ห้องปฏิบัติการให้ถูกต้อง ข้อมูลที่ได้จึงเป็นประโยชน์ในการตอบสมมุติฐาน หรือพิสูจน์การคาดคะเนอันนำมาซึ่งความรู้ใหม่ ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. บทบาทในการวิจัย

ผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการมีบทบาทต่อการวิจัย ทั้งในแง่เป็นกระบวนการหลักหรือกระบวนการสนับสนุนการวิจัย ดังนี้

1.1 เป็นเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มเข้าศึกษา เช่น ใช้ระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน เพื่อแบ่งกลุ่มสำหรับการศึกษาฤทธิ์ยารักษาโรคเบาหวาน

1.2 เป็นการควบคุมและยืนยันการศึกษา เช่น ศึกษาประสิทธิภาพยาปฏิชีวนะในการรักษาโรคคอเจ็บที่มีสาเหตุจากเชื้อ beta-streptococci โดยใช้การเพาะเลี้ยงจุลชีพที่ได้จากการทำ throat swab ที่ก่อนและหลังการให้ยา

1.3 เป็นเครื่องมือสำหรับการวัดผล เช่น ศึกษาผลของยาคุมกำเนิดที่มีต่อเมตาบอลิ-

สีของ lipids โดยวัดระดับซีรัม triglycerides ที่ก่อนการให้ยา (control) และภายหลังการรับประทานยา และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน ซึ่งเป็นกรนำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการมาเป็นเครื่องมือวัดผลการให้ยา

2. ข้อดีและข้อจำกัด (advantage and limitation) ของการใช้ห้องปฏิบัติการในงานวิจัย

ในการวางแผนงานวิจัย นักวิจัยควรพิจารณาถึงเหตุผลที่จะเลือกใช้ห้องปฏิบัติการดังนี้

2.1 คุณสมบัติที่เหมาะสม ได้แก่

2.1.1 กำหนดการวิจัยได้ตามวัตถุประสงค์ (objectivity) คือผู้วิจัยสามารถเลือกใช้จำนวน ชนิดและวิธีทดสอบได้ตามต้องการ จึงจัดเป็นการวัดแบบปรนัย (objective measurement) ข้อมูลที่ได้เป็นความจริง (absolute fact) ซึ่งนำมาใช้ในการแปลผลการวิจัย และสรุปเพื่อการพิสูจน์สมมุติฐาน (deduction) นอกจากนั้นยังนำข้อสรุปที่ได้มาเป็นหลักฐานอ้างอิง (probable fact) สำหรับสนับสนุนฐานถึงเหตุการณ์ที่น่าจะเป็นไปได้ (induction)

2.1.2 เชื่อถือได้ (reliability) ผลของการทดสอบต้องเป็นที่เชื่อถือได้จึงจะให้ประโยชน์แก่งานวิจัยอย่างแท้จริง การประเมินความเชื่อถือได้ของข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติ

การ นั้นทำได้โดยการควบคุมคุณภาพ (quality control) วิธีการทดสอบที่เหมาะสมต้องมีทั้งความแม่นยำหรือแน่นอน (precision) และความถูกต้อง (accuracy) เมื่อมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในขั้นตอนของการปฏิบัติงานก็ทราบได้ทันที และดำเนินการแก้ไขได้ ข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการจึงเป็นประโยชน์สำหรับการวิจัย

2.1.3 ศึกษาทางชีวภาพได้ลึกซึ้ง (depth) การทำงานวิจัยโดยใช้การทดสอบในห้องปฏิบัติการเป็นเครื่องยืนยันหรือวัดผลนั้นสามารถศึกษาได้อย่างละเอียดถึงกลวิธีของเหตุการณ์ทางชีวภาพที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ได้ เช่น การศึกษาปฏิกิริยา enzymes ชนิดที่เกี่ยวข้องกับเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในเซลล์ไขมันของคนที่รับประทานยา clofibrate

2.2 ข้อจำกัด ได้แก่

2.2.1 ความแปรปรวน (variations) สิ่งที่ทำให้ข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการคลาดเคลื่อนไป คือความแปรปรวนที่เนื่องมาจากการปฏิบัติงานของบุคลากรในห้องปฏิบัติการ หรือเนื่องจากเทคนิคของวิธีทดสอบเอง ความแปรปรวนอาจเกิดขึ้นได้เป็นครั้งคราว (random errors หรือ unpredictable variations) เช่นการวัดปริมาตรซีรัมหรือน้ำยาเคมี

ผิด การใช้สารเคมีผิดชนิด การสับเปลี่ยน ซีรัมตัวอย่าง การอ่านค่าตัวเลขผิด การคำนวณไม่ถูกต้อง การเขียนรายงานผิด เป็นต้น ส่วนความแปรปรวนของผลการทดสอบที่เนื่องมาจากระบบของวิธีการซึ่งเรียกว่า systematic errors (constant หรือ regular variations) เกิดจากการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพ การใช้สารมาตรฐาน (standard reagents) ที่ไม่บริสุทธิ์ การไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนของกระบวนการวิเคราะห์

2.2.2 ปัญหาทางเทคนิค (technical problems) การทดสอบในห้องปฏิบัติการแต่ละชนิดมีวิธีการทางเทคนิคโดยเฉพาะ การทำงานจึงต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิธีการวิเคราะห์ เช่น การเก็บรักษาวัตถุตัวอย่าง ความยากง่ายของวิธีการ ความพร้อมเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์การวิจัย ผู้วิจัยควรเลือกใช้การทดลองให้ถูกต้องกับจุดมุ่งหมาย อย่างไรก็ตาม การทดสอบที่ต้องการใช้บางทีก็มีเทคนิคที่ยุ่งยากหรือใช้เครื่องมือที่ซับซ้อน ทำให้เกิดอุปสรรคในการวิจัย

2.2.3 ค่าใช้จ่าย (expense) ในห้องปฏิบัติการต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และบุคลากร การดำเนินงานทดสอบส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายสูง ถ้างบประมาณจำกัดก็ไม่สามารถดำเนินการทดสอบตามที่ต้องการได้

2.2.4 ความสัมพันธ์ของผลแลบกับสิ่งที่ต้องการพิสูจน์ (relevant) ข้อมูลที่ได้มาจากการทดสอบควรจะใช้เพื่อตอบปัญหาที่ต้องการทราบได้ สิ่งที่ผู้วิจัยต้องพิจารณา ก็คือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้น กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงภายในร่างกาย การสรุปผลของงานวิจัยเพื่อตอบปัญหา จึงทำได้ในขอบเขตจำกัด นักวิจัยควรสรุปผลงานวิจัยตามข้อมูลจริงที่ได้ไม่ควรจะขยายความเกินกว่าความจริง

3. วิธีการวิเคราะห์ (methodology) การพิจารณาความเหมาะสมของวิธีการ ใช้หลักดังนี้ :

เลือกวิธีที่จะหาได้ที่มีคุณสมบัติของวิธีการในการตอบสนองมาตรฐานการวิจัย คือความคลาดเคลื่อนของวิธีการจะต้องต่ำกว่าการเปลี่ยนแปลงที่ต้องการวัด สำหรับความเชื่อถือได้ของวิธีการนั้นพิจารณาจาก

3.1 Specificity คือความจำเพาะของวิธีการที่สามารถตรวจได้เฉพาะสิ่งที่ต้องการ

3.2 Sensitivity คือความไว หมายถึง ปริมาณสารต่ำสุดที่วิธีทดลองจะใช้วัดได้

3.3 Precision คือความแม่นยำ หรือความแน่นอนของวิธีเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบ

3.4 Accuracy คือความถูกต้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารเปรียบเทียบกับการศึกษา

วิจัยที่ดำเนินการโดยสถาบันอื่น หรือเป็นข้อมูล
ที่ผู้วิจัยอื่นสมควรนำไปอ้างอิงได้

การทำงานวิจัยการแบบทดลอง (experimental studies) และใช้ผลการวิเคราะห์วัตถุ
ตัวอย่างเป็นคำตอบนั้นต้องพิจารณาถึงความ
เป็นไปได้ในเชิงดำเนินการทดสอบในห้อง
ปฏิบัติการ คือ เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ตลอดจน
บุคลากร และไม่ควรเริ่มทำการศึกษาวิจัย
ก่อน ที่จะพิจารณาถึงปัจจัยดังกล่าว และควร
ปรึกษากับผู้ที่ทำหน้าที่เป็นผู้วิเคราะห์ในห้อง
ปฏิบัติการ ในกรณีที่ผู้วิจัยไม่ใช่ผู้วิเคราะห์เอง

**4. ความแปรปรวนของการทดสอบในห้อง
ปฏิบัติการ** ผู้วิจัยมีส่วนช่วยในการลดความ
คลาดเคลื่อนของผลการวิเคราะห์ได้ จึงควร
ทราบองค์ประกอบที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน
แก่ผลการทดสอบ เพื่อประโยชน์ต่อการแปล
ผลข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ

4.1 ความผิดพลาดในการเก็บ นำส่ง
หรือรักษาวัตถุตัวอย่าง

4.2 ความผิดพลาดทางเทคนิค (technical errors) คือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น
ระหว่างขั้นตอนของการทดสอบ แบ่งออกเป็น

4.2.1 วิธีการทดสอบ เช่นการ
เลือกใช้วิธีที่ซับซ้อนหรือยากเกินไป การไม่
ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ถูกต้อง ผู้ทำการวิเคราะห์

ขาดความรู้พื้นฐานของการทำงานในห้องปฏิบัติ
การ การใช้เครื่องมือไม่ถูกต้อง การเตรียม
กราฟมาตรฐานผิด

4.2.2 วัสดุ (material) เช่นการ
ใช้สารเคมีที่ไม่บริสุทธิ์ การเตรียมน้ำยาที่มี
ความเข้มข้นไม่ถูกต้อง

4.2.3 การใช้เครื่องมืออุปกรณ์การ
วิจัยที่เสื่อมสภาพ

4.3 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากบุคลากร
ถึงแม้ว่าวิธีการวิเคราะห์นั้นดีแล้ว แต่ถ้าผู้ทำ
การวิเคราะห์ขาดความเอาใจใส่ในการทำงาน
หรือไม่เข้าใจขั้นตอนและเหตุผล ก็ทำให้ผลการ
ทดสอบผิดพลาดได้

เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น
ในห้องปฏิบัติการที่มีผลกระทบต่อการแปลผล
ของงานวิจัยแบบทดลอง นักวิจัยต้องกำหนด
เกณฑ์สำหรับการเก็บวัตถุตัวอย่างจากผู้ถูก
ทดลอง เช่น การเจาะเลือดต้องกำหนดเวลา
ระยะที่งดอาหาร ทำหรืออริยบทขณะเจาะเลือด
ภาชนะที่ใช้เก็บรักษาวัตถุตัวอย่าง และขั้นตอน
ในการนำส่งมายังห้องปฏิบัติการเป็นต้น นัก
วิจัยควรปรึกษากับนักวิเคราะห์เพื่อช่วยกันบ่อง
กันสิ่งผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ ส่วนนักวิเคราะห์
ก็ต้องมีระบบการควบคุมคุณภาพสำหรับห้อง
ปฏิบัติการ

5. การควบคุมคุณภาพของวิธีการทดสอบ⁽¹⁾

(quality assurance หรือ quality control in laboratory) การควบคุมคุณภาพการทดลองในห้องปฏิบัติการ ก็เพื่อที่จะปรับปรุงผลการทดสอบให้มีคุณค่า การหาความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ ทำโดยศึกษาหาความแม่นยำ และความถูกต้องของผลที่ได้ โดยมีหลักการโดยย่อดังนี้ ทำการตรวจวิเคราะห์ซีรัมควบคุม (control serum) ชนิดใดชนิดหนึ่งที่ทราบค่าอ้างอิงแล้ว โดยทำการทดสอบซ้ำ 20 ครั้ง ในชุดการทดลองที่กระทำเวลาเดียวกัน (ค่าที่ได้ใช้หา intra-assay variation) หรือทำการทดสอบชุดละ 2 หลอดทดลอง ต่อวัน เป็นเวลา 20 วัน (เท่ากับตรวจสอบชนิดเดียวกัน 20 ครั้ง ในเวลาต่างกันเพื่อหา inter-assay variation) ข้อมูลที่ได้นำมาหาค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation-S.D.) และค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนคือ coefficient of variation (CV) โดยวิธีทางสถิติ ผลที่ได้แสดงถึง accuracy และ precision ของวิธีการวิเคราะห์

เมื่อได้ค่า CV ต่ำแสดงว่ามี precision ดี คือมีความแปรปรวนน้อย ถ้าวิธีการทดสอบใดขาดความแม่นยำ ควรแก้ไขโดยสำรวจประสิทธิภาพของเครื่องมือ ศึกษาขั้นตอนของ

วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดเพื่อหาความผิดพลาดในการทำการทดสอบ ความคลาดเคลื่อนอาจเกิดจากการใช้ pipette ผิดชนิด หรือวัดปริมาณของน้ำยาผิดไป หรืออาจเกิดจากบางขั้นตอนของวิธียากเกินไป ซึ่งควรปรับปรุงได้ ประการสุดท้ายเมื่อไม่อาจหาสาเหตุ และแก้ไขให้การทดสอบมีความแม่นยำได้ ควรเลือกหาวิธีวิเคราะห์อื่นมาใช้แทน

ถ้าค่าเฉลี่ยที่ได้มี accuracy ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบค่าที่วิเคราะห์ได้กับค่าอ้างอิง สิ่งที่ต้องทำ คือ ตรวจสอบชนิดสารที่ใช้เป็นมาตรฐาน (standard) ลองเปลี่ยนใช้ชนิดใหม่และทำการวิเคราะห์โดยวิธีเดิมอีก หรือตรวจสอบผลกับห้องปฏิบัติการอื่นที่ใช้วิธีวิเคราะห์เดียวกัน หรือทำการวิเคราะห์ค่าของ ซีรัมควบคุมชนิดใหม่ที่แสดงค่าที่ควรจะเป็นไว้ ถ้าไม่สามารถหาสาเหตุเพื่อแก้ไขก็ควรเปลี่ยนวิธีวิเคราะห์ใหม่

เพื่อเป็นการควบคุมดูว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้นั้นถูกต้อง คือ อยู่ในขอบเขตผิดพลาดที่ยอมรับได้ จึงต้องวิเคราะห์ซีรัมควบคุม (control serum) ทุกครั้งพร้อมกับวัตถุตัวอย่างที่ต้องการวัดค่า ถ้าค่าของซีรัมควบคุมผิดไปจากค่าเดิมเกิน ± 2 S.D. ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์วัตถุตัวอย่างอื่นนั้นมีความคลาดเคลื่อน (unacceptable results) นักวิเคราะห์ต้องพิจารณาหาความผิดพลาดของเทคนิคการ

วิเคราะห์ให้ได้ จัดการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง แล้ววิเคราะห์วัตถุตัวอย่างเหล่านั้นซ้ำอีก ระบบการทำ quality control (QC) ควรทำเป็นประจำ (day to day QC) และระยะยาวด้วย (long term QC)

6. การแปลผลการทดสอบ (interpretation)

การแปลผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ต้องทราบว่าองค์ประกอบของความคลาดเคลื่อนดังกล่าวแล้วในข้อ 4 มีผลเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ได้หรือไม่ อย่างไรก็ตามการใช้ระบบการควบคุมคุณภาพในห้องปฏิบัติการ และหลักทางสถิติทำให้ผลกระทบจากตัวแปรเหล่านั้นถูกกำจัดออกไปได้ก่อนการรายงานผลการทดสอบ

นอกจากนั้นสิ่งที่มีผลกระทบต่อผลการทดสอบที่ได้จากห้องปฏิบัติการ คือ การเก็บตัวอย่าง หรือรักษาตัวอย่างไม่ถูกต้อง ซึ่งเกิดได้ทั้งนอกห้องปฏิบัติการ (pre-analytical component) และในห้องปฏิบัติการเอง

องค์ประกอบนอกห้องปฏิบัติการที่อาจเป็นตัวแปรของวัตถุตัวอย่าง ได้แก่ วิธีการเก็บวัตถุตัวอย่างจากผู้ทำทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเตรียมผู้ถูกทดลอง เช่น การงดอาหารเข้าการงดยาบางประเภทก่อนการเจาะเลือด จำนวนเลือดที่เจาะ การเลือกชนิดสารป้องกันการแข็งตัวของโลหิต และเวลา หรือวิธีการที่ใช้ในการส่งวัตถุตัวอย่างมายังห้องปฏิบัติการ

ส่วนองค์ประกอบในห้องปฏิบัติการที่อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่วัตถุตัวอย่าง ได้แก่ เทคนิคการเก็บรักษา (storage) ก่อนการวิเคราะห์ เช่น ต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20° เซลเซียสเป็นเวลานาน ผู้วิเคราะห์ต้องหมั่นตรวจดูอุณหภูมิให้ได้ตามต้องการ อีกอย่างหนึ่งถ้าระหว่างการเก็บเกิดมีสารอื่นปะปนลงไปก็ทำให้ผลที่ได้เปลี่ยนแปลงไปได้

ความคลาดเคลื่อนอีกประการหนึ่งเกิดจากผู้ถูกทำการทดลอง (subject variables) ในการค้นคว้าวิจัยแบบการทดลองนั้น ผู้วิจัยต้องคัดเลือกผู้ถูกทำการทดลองตามข้อกำหนดที่วางไว้ (criteria) เพื่อให้มีตัวแปรที่เกิดจากผู้ถูกทำการทดลองน้อยที่สุด ปัจจัยพื้นฐานของร่างกายคนที่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าที่วิเคราะห์ได้ เช่น ความแตกต่างกันในอายุ เพศ และอาหาร สิ่งเหล่านี้จัดเป็นความแปรปรวนทางชีวภาพ ซึ่งนักวิจัยควบคุมได้ โดยการจัดกลุ่มผู้ถูกทำการทดลองให้มีปัจจัยพื้นฐานคล้ายกัน

7. สรุปการพิจารณาเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (Choice of laboratory methodology)

ถ้าต้องการใช้การทดสอบในห้องปฏิบัติการเป็นเครื่องวัดผลการค้นคว้าวิจัยแบบทดลอง ผู้วิจัยควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

7.1 ความพร้อม (availability) ควรเลือกวิธีที่มีอยู่แล้ว มาปรับปรุงเพื่อให้มีความผิดพลาดน้อยที่สุด ถ้าวิธีนั้นสามารถนำมาใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ ไม่จำเป็นต้องเลือกเทคนิคที่ดีที่สุด หรือใช้เครื่องมือที่ซับซ้อนยกเว้นในกรณีที่จะให้ประโยชน์อย่างแท้จริง

7.2 ข้อจำกัด (technical limits) การทดสอบในห้องปฏิบัติการบางอย่าง มีเทคนิคการทำยุ่งยาก อาจทำไม่ได้ในสภาพแวดล้อมธรรมดา ถ้านำมาใช้จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในข้อมูลที่ได้มาก การใช้การทดสอบก็เพื่อวัดความเปลี่ยนแปลงหรือเปรียบเทียบผลการเลือกใช้การทดสอบควรถือหลักว่าวิธีที่ใช้เพื่อการวัดผล มีความคลาดเคลื่อนในวิธีการ

น้อยกว่าการเปลี่ยนแปลงของการทดลองที่ต้องการทราบ การทดสอบนั้นจึงให้ประโยชน์ต่องานวิจัยอย่างสมบูรณ์

7.3 ประโยชน์เมื่อเปรียบเทียบกับการลงทุน (cost effectiveness) การทดสอบทุกชนิดต้องใช้ค่าใช้จ่าย ซึ่งมากหรือน้อยแล้วแต่วิธีการ การที่จะเลือกใช้การทดสอบชนิดใดวิธีใด จึงควรพิจารณาว่าผลที่ได้จะให้ประโยชน์เพียงใด ในการให้คำตอบต่อการค้นคว้าวิจัย และคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายและเวลาที่เสียไปหรือไม่

อ้างอิง

1. Whitehead TP. Quality control in clinical chemistry. New York : Wiley Medical Publication , John Wiley and Sons ,1977.