

นิพนธ์ค้นฉบับ

## ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์สารชีวเคมี ระหว่างห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก

สมพงษ์ จินายน\*

Chinayon S. Inter-laboratory variability in clinical chemistry tests.  
Chula Med J 1985 Feb; 29 (2): 201-211

*The mean values of 10 clinical chemistry tests, performed by laboratories participating in the Thai External Quality Assessment Scheme (TEQAS), have been compared with target or designated values obtained from laboratories in the United Kingdom. During  $2\frac{1}{2}$  years, 24 quality control sera were distributed. Discrepancies between the results from the two groups of laboratories were observed for urea nitrogen, glucose, creatinine and cholesterol. The means for bilirubin as well as for total protein in approximately one half of the total trials tested by both groups of laboratories were significantly different. Furthermore, in one quarter of the total trials, the mean results obtained for the analysis of sodium, potassium, calcium and albumin were dissimilar. The inter laboratory variances for each substance analysed by those joining TEQAS were greater than by the laboratories in the United Kingdom both within trials and in the longitudinal studies.*

\* ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุดมุ่งหมายของโครงการ Thailand External Quality Assessment Scheme (TEQAS) <sup>(1,2)</sup> เพื่อที่จะปรับปรุงมาตรฐานห้องปฏิบัติการเคมีคลินิกของโรงพยาบาล หรือหน่วยงานที่ให้บริการทางการแพทย์ในประเทศไทย โดยกำหนดแผนงานให้ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งสามารถประเมินผลงานการวิเคราะห์ได้เอง <sup>(3,4)</sup> และคาดคะเนว่าผู้บริหารห้องปฏิบัติการจะนำข้อมูลที่ได้จากการเป็นสมาชิกโครงการ TEQAS มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์ให้มีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามวิธีหนึ่งที่ใช้วัดความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง ได้แก่การเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าเป้าหมาย หรือค่าอ้างอิง (target or designated values) ซึ่งได้มาจากค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ตัวอย่างควบคุมชนิดเดียวกันโดยกลุ่มห้องปฏิบัติการในประเทศไทย <sup>(3,4,5)</sup> เช่นเดียวกับการประเมินผลของโครงการควบคุมคุณภาพห้องปฏิบัติการโดยหน่วยงานภายนอกระดับนานาชาติ (โครงการ International external quality assessment scheme) ของ Wolfson Research Laboratories, Queen Elizabeth Medical Centre, Birmingham, U.K. <sup>(5)</sup> โครงการ TEQAS นี้ ดำเนินงานตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2523 มาจนถึงปัจจุบัน โดยความร่วมมือระหว่าง Wolfson Research Laboratories และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย ห้องปฏิบัติการภาควิชาเวชศาสตร์ชันสูตร ได้สมัครเป็นสมาชิกของโครงการ

การนี้ตั้งแต่เริ่มต้น ผู้รายงานสิ่งได้ศึกษาข้อมูลจากแผ่นพิมพ์คอมพิวเตอร์ที่ได้รับจากโครงการ TEQAS <sup>(4)</sup> ในระยะเวลา  $2\frac{1}{2}$  ปี เพื่อจะแสดงว่า ข้อมูลบางส่วนใช่เป็นเครื่องมือเปรียบเทียบมาตรฐานของงานวิเคราะห์ด้านเคมีคลินิกในประเทศไทย (เฉพาะสมาชิกโครงการ TEQAS) กับห้องปฏิบัติการในประเทศไทย อังกฤษ และใช่เพื่อการประเมินผลความแปรปรวนของค่าการวิเคราะห์สำหรับเคมีระหว่างห้องปฏิบัติการที่เป็นสมาชิกของโครงการด้วย

## วัตถุประสงค์และวิธีการ

เก็บข้อมูลการวิเคราะห์สำหรับเคมีทุกครั้งที่ทดลอง (trial) จำนวน 24 ครั้ง ระยะเวลาตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2523 ถึงมิถุนายน 2526 จากแผ่นพิมพ์รายงานผล ส่งจาก Wolfson Research Laboratories ผ่านสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มายังห้องปฏิบัติการภาควิชาเวชศาสตร์ชันสูตร ศึกษาเฉพาะค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มห้องปฏิบัติการที่ได้ทำการวิเคราะห์สำหรับเคมี 10 ชนิด ในวัตถุประสงค์อย่างควบคุม ได้แก่ ไซโตเดียม โปแตสเซียม ยูเรียไนโตรเจน กลูโคส ครีอะตินิน แคลเซียม บิลิรูบิน โพรทีน แอลบูมิน และโชมเลลเตอร์อล แต่ละครั้งทดลองจะมีข้อมูลค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการวิเคราะห์สำหรับดังกล่าวของห้องปฏิบัติการที่ส่งผลการทดลอง พร้อมกันจะมีข้อมูลค่าเป้าหมายหรือค่าอ้างอิงแสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการวิเคราะห์สำหรับตัวอย่างชนิดเดียวกันโดยกลุ่ม

ห้องปฏิบัติการในประเทศอังกฤษ

การเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากห้อง  
ปฏิบัติการทั้งสองกลุ่มใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ  
คือ student t test และ F-test

## ผล

ได้นำข้อมูลดังกล่าวข้างต้นมาแสดงไว้  
ใน Table 1 ถึง 5 ทุก Table มี  
ตัวเลขแสดงจำนวนห้องปฏิบัติการที่วิเคราะห์  
ค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์สาร (mean)  
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่า  
สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (coeffi-  
cient of variation หรือ CV %) ของ  
กลุ่มห้องปฏิบัติการสมาชิกในโครงการ TEQAS  
และกลุ่มห้องปฏิบัติการในประเทศอังกฤษ

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบสารชีว-  
เคมีทั้ง 10 ชนิด ในตัวอย่างควบคุมชนิด  
เดียวกัน ระหว่างห้องปฏิบัติการทั้งสองกลุ่ม  
โดยพิจารณาค่า mean และ S.D. ของ  
แต่ละครั้ง ทดลอง จำนวน 24 ครั้ง แต่ละ  
ครั้งใช้วัตถุตัวอย่างควบคุมต่างชนิดกัน โดย  
มีความเข้มข้นของสารแตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ให้ข้อมูลที่  
อาจจะแบ่งผลการทดสอบสารออกได้เป็น 3  
พวกตามจำนวนครั้งที่ให้ผลแตกต่าง คือ พวก  
แรกได้แก่ สารชีวเคมีซึ่งห้องปฏิบัติการทั้ง  
สองกลุ่มทดสอบแล้วได้ค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน  
ได้แก่ โซเดียมและโปแตสเซียม (Table 1)  
แคลเซียม (Table 3) และแอลิวมิน  
(Table 5) โดยมีจำนวนครั้งทดลองและ  
เปอร์เซ็นต์ที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ  
ทางสถิติ ( $p < 0.05$  หรือ  $< 0.01$ )

ดังนี้คือ โซเดียม 5 ครั้งทดลอง (20.8%)  
โปแตสเซียม 7 ครั้งทดลอง (30.4%)  
(ทดลองทั้งหมด 23 ครั้ง) แคลเซียม 7 ครั้ง  
ทดลอง (29.2 %) แอลิวมิน 1 ครั้งทดลอง  
(8.3 % ทดลองทั้งหมด 12 ครั้ง) ส่วนพวก  
ที่สอง ได้แก่ สารชีวเคมีซึ่งห้องปฏิบัติการทั้ง  
สองกลุ่มวิเคราะห์แล้ว ได้ค่าที่มีความต่างกัน  
ประมาณครึ่งหนึ่งของครั้งทดลองทั้งหมด ได้  
แก่ ฟีริรูบิน และโปรตีน (ดู Table 4) ซึ่ง  
มีจำนวนครั้งทดลอง และเปอร์เซ็นต์ที่พบความ  
แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$   
หรือ  $< 0.01$ ) คือฟีริรูบิน 11 ครั้งทดลอง  
(45.8 %) โปรตีน 12 ครั้งทดลอง (50.0%)  
พวกที่สาม ได้แก่ สารชีวเคมีซึ่งห้องปฏิบัติการ  
ทั้งสองกลุ่มวิเคราะห์แล้วมีจำนวนครั้งของ  
ความแตกต่างเกินกว่าครึ่งหนึ่งของครั้ง  
ทดลอง ได้แก่ ยูเรียไนโตรเจน กลูโคส  
(ดู Table 2) ครีอะตินิน (ดู Table 3)  
และโฆเลสเทอรอล (ดู Table 5) ดังมี  
จำนวนครั้งทดลอง และเปอร์เซ็นต์ที่พบความ  
แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ )  
ดังนี้ ยูเรียไนโตรเจน 15 ครั้งทดลอง  
(65.2 % ทดลองทั้งหมด 23 ครั้ง) กลูโคส  
20 ครั้งทดลอง (83.3 %) ครีอะตินิน 15  
ครั้งทดลอง (62.5 %) และโฆเลสเทอรอล  
23 ครั้งทดลอง (95.8 %)

เมื่อพิจารณาค่า SD ของสารชีวเคมี  
ทุกชนิด ทุกครั้งทดลอง (Table 1 ถึง 5)  
ค่าของกลุ่มห้องปฏิบัติการที่เป็นสมาชิกโครง-  
การ TEQAS นั้นมากกว่าค่าจากกลุ่มห้อง  
ปฏิบัติการในประเทศอังกฤษ และเมื่อ  
วิเคราะห์โดยใช้วิธีทดสอบความแปรปรวน  
(F-test) พบว่าความแตกต่างเหล่านั้นมี

นัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) ซึ่งสัมพันธ์กับความแตกต่างค่า CV % ของผลการทดสอบสารระหว่างห้องปฏิบัติการทั้งสองกลุ่มแต่ละครั้งทดลอง และเมื่อพิจารณาค่าพิสัย (range) ของ CV % ของสารแต่ละชนิดในระยะเวลา  $2\frac{1}{2}$  ปี พบว่าความแตกต่างของผลการทดสอบสารในห้องปฏิบัติการสมาชิกโครงการ TEQAS มีมากกว่าความแตกต่างในกลุ่มห้องปฏิบัติการในประเทศอังกฤษ คือ โซเดียม 2.08-7.11 % vs 1.00-1.40 % โปแตสเซียม 4.62-10.90% vs 1.70-2.10 % ยูเรียไนโตรเจน 8.52-22.79 % vs 3.46-10.55 % กลูโคส 7.35-12.78 % vs 4.32-7.58 % แคลเซียม 7.20-16.16 % vs 2.68-4.54 ครัวเรตินิน 11.23-21.82 % vs 4.88-11.70 % ซิลิโคน 14.00-53.84 % vs 7.00-43.45 % โพรตีน 4.68-9.56% vs 2.78-4.52 % แอลบูมิน 7.67-13.24 % vs 5.33-7.17 % และโซลเลเตอร์อล 10.48-27.58 % vs 5.91-24.15 %

## วิจารณ์

TEQAS เป็นโครงการที่จัดขึ้นเพื่อสำรวจสถานภาพและช่วยพัฒนาการปฏิบัติงานด้านเคมีคลินิกของห้องปฏิบัติการในประเทศไทย (1, 2)

การวัดความแปรปรวน (analytical variation) ของผลการวิเคราะห์สารชีวเคมีระหว่างห้องปฏิบัติการในระยะยาวเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่ง สำหรับการประกันคุณภาพผลการวิเคราะห์ หรืออีกนัยหนึ่ง

เรียกว่าการควบคุมคุณภาพโดยหน่วยงานภายนอก (3) ตัวแปรที่อาจเกิดจากวัตถุตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์นั้นกำสัดได้โดยให้ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ วิเคราะห์สารในวัตถุตัวอย่างควบคุมชนิดเดียวกัน โดยเทคนิคที่ใช้อยู่แล้วเป็นประจำ และเพื่อหลีกเลี่ยงความลำเอียงควรเปลี่ยนทั้งระดับความเข้มข้นและชนิดของวัตถุตัวอย่างควบคุมทุกครั้งทดลอง (เดือนละครั้ง) ในรายงานนี้ได้แสดงผลของการสำรวจการวิเคราะห์สารชีวเคมี 10 ชนิดโดยห้องปฏิบัติการที่เป็นสมาชิกของโครงการ TEQAS จำนวน 94 แห่ง ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานคร (32 แห่ง) และจังหวัดใกล้เคียง (27 แห่ง) นอกจากนั้นอยู่บริเวณภาคเหนือ (11 แห่ง) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (11 แห่ง) ภาคใต้ (9 แห่ง) และภาคกลาง (4 แห่ง) ได้เคยมีหน่วยงานราชการ และบริษัทเอกชนในประเทศไทยเคยดำเนินการสำรวจผลการวิเคราะห์สารชีวเคมีที่ใช้สำหรับการวินิจฉัยโรคขั้นพื้นฐานมาแล้ว แต่ไม่ได้มีการเผยแพร่ในวารสาร จึงไม่สามารถเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากโครงการ TEQAS กับโครงการอื่นเมื่อพิจารณาจากข้อมูลในรายงานครั้งนี้ พบว่ามีความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบสารชีวเคมี 10 ชนิด ระหว่างห้องปฏิบัติการทั้งสองกลุ่ม ซึ่งเป็นสิ่งที่คาดคะเนอยู่แล้ว เพราะว่า องค์ประกอบพื้นฐานของกลุ่มห้องปฏิบัติการแตกต่างกัน นอกจากนั้นกลุ่มห้องปฏิบัติการในประเทศอังกฤษ ซึ่งมีการพัฒนาด้านเทคโนโลยี และบุคลากรจนได้มาตรฐานแล้ว ย่อมมีความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการน้อยกว่ากลุ่ม

ห้องปฏิบัติการในประเทศไทย (TEQAS) ซึ่งกำลังมีพัฒนาการทั้งด้านบุคลากรและเทคโนโลยี อีกประการหนึ่งขนาดตัวอย่างคือจำนวนห้องปฏิบัติการในกลุ่มแรกมากกว่า (เกิน 200 แห่ง) ค่าเฉลี่ยสารชีวเคมีแต่ละชนิดที่วิเคราะห์ได้ (overall mean) จึงสมควรที่จะเป็นค่าเป้าหมายหรือค่าอ้างอิง เพื่อใช้เป็นค่าที่แท้จริงของวัตถุตัวอย่างควบคุม โดยที่วิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้ค่านี้เปลี่ยนแปลงมาก<sup>(6)</sup>

จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบสารชีวเคมีระหว่างห้องปฏิบัติการในกลุ่มที่ร่วมโครงการ TEQAS พบว่ามีความแปรปรวนเมื่อพิจารณาจาก SD และ CV % ของผลการวิเคราะห์ในแต่ละครั้งทดลองนั้น แสดงถึงความแปรปรวนสูง (เปรียบเทียบกับกลุ่มห้องปฏิบัติการในประเทศไทย) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบของห้องปฏิบัติการเคมีคลินิกแต่ละแห่งน่าจะพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น และความแปรปรวนนี้ไม่อาจแสดงถึงปัญหาเฉพาะได้ เพราะไม่ได้ศึกษาถึงรายละเอียดในการดำเนินงานของแต่ละแห่ง องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการนั้นมีหลายส่วน ความแปรปรวนของแต่ละส่วนคือผลลัพธ์ความแปรปรวนของผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการนั้น ซึ่งมีผลกระทบต่อความแปรปรวนระหว่างห้องปฏิบัติการ ในรายงานนี้จะเห็นว่าค่า CV % ของผลการวิเคราะห์ของกลุ่มห้องปฏิบัติการ TEQAS นั้นสูงตลอดระยะเวลา 2½ ปี ห้องปฏิบัติการกลุ่มนี้น่าจะมีส่วนประกอบพื้นฐานคล้ายกันเช่นความชำนาญของบุคลากรและเทคโนโลยี และความแปรปรวนนี้บ่งชี้ถึงความไม่แม่นยำของวิธีการวิเคราะห์

ในแต่ละห้องปฏิบัติการ เพราะค่า CV % ของสารชนิดเดียวกัน แต่ละครั้งทดลองไม่คงที่ การปรับมาตรฐานวิธีการทดสอบเพื่อให้ห้องปฏิบัติการทุกแห่งวิเคราะห์ผลได้ค่าเท่ากันเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก โดยเฉพาะในประเทศไทยที่กำลังพัฒนาเพราะมีข้อจำกัดในบุคลากรและเทคโนโลยี แต่อาจลดค่าความแปรปรวนระหว่างห้องปฏิบัติการลงได้ ถ้าห้องปฏิบัติการทุกแห่งทราบสาเหตุของความผิดพลาดซึ่งข้อมูลจากการเข้าร่วมโครงการ TEQAS จะพอใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงมาตรฐานผลการทดสอบได้<sup>(4,7)</sup>

## สรุป

ได้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลการตรวจวิเคราะห์สารชีวเคมี 10 ชนิดจำนวน 24 ครั้งทดลองของกลุ่มห้องปฏิบัติการที่เป็นสมาชิกโครงการประเมินคุณภาพการตรวจโดยหน่วยงานภายนอก สำหรับประเทศไทย (TEQAS) ในระยะเวลา 2½ ปี กับค่าเป้าหมาย หรือค่าที่กำหนดซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยผลการทดสอบสารชีวเคมีในตัวอย่างควบคุมชนิดเดียวกันที่ได้จากกลุ่มห้องปฏิบัติการในประเทศไทย พบว่าค่าผลการทดสอบที่มีความแตกต่างกันมากคือ ยูเรียไนโตรเจน กลูโคส ครีอะตินิน และโพลีเอสเตอร์อล ผลการวิเคราะห์สารชีวเคมีที่มีความแตกต่างกันครั้งหนึ่งของจำนวนครั้งทดลองทั้งหมด ได้แก่ บิลิรูบิน และโปรตีน ส่วนผลการทดสอบที่มีความแตกต่างกันหนึ่งในสี่ของการทดลองทั้งหมด คือ โซเดียม โปแตสเซียม แคลเซียม และแอลบูมิน ในด้านความแปรปรวนผลการทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการของทั้งสองกลุ่ม

**Table 1** Data showing sodium and potassium concentration in control sera analysed by TEQAS and UK laboratories.

Trial	Sodium m mol/l					Potassium m mol/l							
	Thailand			U.K.		Thailand			U.K.				
	no. of lab.	mean $\pm$ SD	CV %	no. of lab.	mean $\pm$ SD	CV %	no. of lab.	mean $\pm$ SD	CV %	no. of lab.	mean $\pm$ SD	CV %	
1	37	138.81 5.0	3.60	392	138.85	1.50	1.1	4.48	0.24	5.35	383	4.50 0.09	2.0
2	32	150.69 5.05	3.75	361	152.16	1.88	1.2	**5.31	0.26	4.87	365	**5.44 0.08	1.7
3	47	138.85 5.35	3.85	383	139.50	1.09	1.2	*5.64	0.36	6.42	385	*5.75 0.10	1.7
4	41	136.78 4.15	3.04	372	137.16	1.42	1.0	4.24	0.23	5.40	368	4.22 0.08	2.0
5	48	139.43 3.05	2.83	392	139.64	1.86	1.3	4.20	0.27	6.41	385	4.22 0.09	2.1
6	47	153.80 7.17	4.66	408	153.02	1.77	1.2	*7.09	0.33	4.82	408	*7.27 0.15	2.1
7	46	140.40 2.90	2.08	387	141.16	1.58	1.1	4.39	0.24	5.42	388	4.37 0.09	2.0
8	49	128.80 4.80	3.76	376	127.74	1.68	1.3	2.81	0.32	10.80	380	2.88 0.12	4.1
9	51	146.70 6.80	4.61	384	148.01	1.62	1.1	5.47	0.40	7.23	383	5.51 0.11	2.0
10	52	140.30 2.70	1.95	383	141.0	1.53	1.1	4.91	0.27	5.40	385	4.97 0.10	2.0
11	47	151.30 5.90	3.89	384	151.48	1.86	1.2	*7.34	0.55	7.48	383	*7.50 0.19	2.5
12	49	145.80 5.80	3.99	384	144.95	1.57	1.1	4.73	0.32	6.84	385	4.68 0.09	1.9
13	56	**145.80 5.80	4.86	368	**147.47	1.81	1.1	5.41	0.28	5.23	366	5.48 0.10	1.8
14	61	*143.00 4.20	2.92	379	*144.21	1.76	1.2	*4.68	0.25	5.25	381	*4.75 0.10	2.1
15	61	121.20 8.60	7.11	387	119.71	1.64	1.4	3.53	0.28	7.97	384	3.52 0.09	2.6
16	57	139.30 4.10	2.91	377	139.31	1.43	1.0	4.75	0.35	7.35	379	4.78 0.09	1.8
17	58	140.60 3.50	2.50	383	141.0	1.53	1.1	**4.82	0.29	6.01	385	**4.07 0.10	2.0
18	59	136.70 3.90	2.88	386	136.91	1.42	1.0	*4.44	0.22	4.95	382	*4.50 0.08	1.8
19	62	147.80 4.60	3.09	393	148.08	1.73	1.2	5.36	0.38	7.15	—	—	—
20	54	*152.70 4.50	2.92	369	*154.12	2.08	1.4	6.81	0.38	5.58	386	6.91 0.14	2.0
21	59	**144.60 5.60	3.81	398	**146.84	1.88	1.3	5.03	0.28	5.56	387	5.02 0.10	2.0
22	76	143.80 4.20	2.95	379	144.21	1.75	1.2	4.73	0.28	5.91	381	4.75 0.09	1.9
23	72	*148.70 4.70	3.19	402	*148.19	1.70	1.1	4.09	0.27	6.60	400	4.14 0.08	1.9
24	75	138.00 4.50	3.24	386	136.91	1.42	1.0	4.82	0.27	5.87	382	4.51 0.08	1.8

note \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

sodium : no. of total trials 24

potassium : no. of total trials 23

no. of significant difference 5

no. of significant difference 7

per cent

20.8

per cent

30.4

**Table 2** Data showing urea nitrogen and glucose concentration in control sera analysed by TEQAS and UK laboratories.

Trial	Urea nitrogen mg/dl						Glucose mg/dl					
	Thailand			U.K.			Thailand			U.K.		
	no. of lab.	mean ± SD	CV %	no. of lab.	mean ± SD	CV %	no. of lab.	mean ± SD	CV %	no. of lab.	mean ± SD	CV %
1	44	** 16.15	3.68	22.79	387	** 14.19	1.29	8.59	44	** 155.91	16.39	9.88
2	41	* 45.13	6.08	13.47	353	* 47.51	2.35	4.95	39	** 182.80	14.17	7.35
3	58	* 56.59	10.09	17.83	374	* 59.46	2.64	4.44	57	** 99.59	10.02	10.09
4	47	* 13.57	2.21	16.29	368	* 12.84	0.97	7.55	47	** 75.76	6.93	9.15
5	55	** 16.31	2.45	15.02	391	* 15.12	0.91	6.02	56	* 80.17	7.86	9.80
6	54	* 52.96	6.63	12.52	400	** 53.75	2.35	4.37	53	306.43	24.04	7.85
7	58	22.70	3.90	17.18	-	-	-	-	60	87.40	8.10	9.27
8	61	16.00	2.40	15.00	379	15.87	0.85	5.99	63	** 88.00	8.70	9.89
9	61	38.10	6.40	16.80	366	38.99	1.75	4.49	61	** 235.80	26.60	11.28
10	63	** 14.10	2.30	16.31	378	** 12.85	0.93	7.24	65	** 92.70	9.20	9.92
11	53	73.60	13.0	17.68	379	74.04	7.81	10.55	55	** 370.20	37.5	10.13
12	66	24.50	3.30	13.47	380	24.28	1.16	4.78	69	82.20	8.20	9.88
13	72	** 73.40	12.20	16.62	361	** 81.16	4.84	5.96	73	** 183.10	19.30	10.54
14	72	21.50	3.80	17.67	382	20.69	1.17	5.85	74	** 113.50	14.50	12.78
15	74	** 45.30	5.90	13.02	376	** 47.05	1.63	3.46	74	** 233.70	28.40	12.58
16	73	28.30	4.00	14.13	373	28.37	1.32	4.65	75	** 85.60	8.70	10.16
17	76	** 13.60	1.90	13.97	378	** 12.85	0.93	7.24	78	** 89.30	9.40	10.53
18	72	20.00	2.50	12.50	384	19.62	1.08	5.50	79	** 110.00	10.00	9.09
19	72	** 37.00	4.80	12.97	387	** 38.88	1.52	3.91	74	** 233.50	27.00	11.56
20	69	64.90	7.80	12.17	357	65.98	4.43	6.71	69	** 389.50	35.60	6.71
21	68	** 38.70	3.3	8.52	392	** 40.02	1.43	3.57	70	** 233.60	20.80	8.90
22	74	** 21.60	2.0	9.26	382	** 20.69	1.17	5.65	74	** 124.70	11.70	9.38
23	70	* 32.40	3.5	10.80	399	* 31.44	1.16	3.69	71	137.00	11.10	6.10
24	74	** 20.50	2.2	10.73	384	** 19.62	1.08	5.50	74	** 104.30	8.50	8.15

note \* p < 0.05 , \*\* p < 0.01

urea nitrogen : no of total trials 23      glucose : no. of total trials 24  
 no. of significant difference 15      no. of significant difference 20  
 per cent 65.2      per cent 83.3

**Table 3** Data showing calcium and creatinine concentration in control sera analysed by TEQAS and UK Laboratories.

Trial	calcium mg/dl						creatinine mg/dl					
	Thailand			U.K.			Thailand			U.K.		
	no.of lab.	mean $\pm$ SD	CV %	no.of lab.	mean $\pm$ SD	CV %	no.of lab.	mean $\pm$ SD	CV %	no.of lab.	mean $\pm$ SD	CV %
1	33	10.46	1.69	16.16	10.85	0.38	342	1.63	0.23	14.11	1.56	0.12
2	33	** 11.98	1.59	12.76	** 13.10	0.46	315	* 3.57	0.69	19.33	* 3.82	0.21
3	38	9.77	0.97	9.83	9.72	0.28	342	** 4.00	0.50	12.50	** 4.38	0.24
4	36	9.98	1.01	10.11	10.05	0.29	330	** 1.10	0.24	21.82	** 0.94	0.11
5	43	9.37	0.89	9.50	9.26	0.34	366	** 1.06	0.21	19.81	** 0.87	0.11
6	38	** 12.31	1.66	13.48	** 13.10	0.51	376	** 7.69	1.35	17.55	** 9.18	0.55
7	41	9.79	1.09	11.13	9.72	0.30	359	1.94	0.25	18.66	1.35	0.13
8	42	8.83	0.79	8.95	8.70	0.31	350	1.07	0.21	19.63	1.08	0.12
9	42	** 10.98	1.11	10.11	** 11.43	0.38	357	2.80	0.30	10.71	2.76	0.15
10	43	9.03	0.91	10.08	8.93	0.28	350	** 1.11	0.20	18.02	** 0.99	0.10
11	39	* 11.99	1.27	10.58	* 12.46	0.49	356	6.26	0.97	15.49	6.52	0.49
12	40	10.46	1.16	11.09	10.34	0.29	350	** 1.61	0.34	21.12	** 1.44	0.11
13	46	** 10.98	1.20	10.92	** 11.44	0.38	337	3.77	0.58	15.38	3.88	0.19
14	46	10.09	0.94	9.31	10.27	0.32	350	1.57	0.29	18.47	1.51	0.12
15	50	** 10.30	0.86	9.32	** 10.72	0.32	358	** 5.10	0.59	11.57	** 5.61	0.28
16	42	9.67	0.80	8.27	9.73	0.29	345	** 1.77	0.28	15.82	** 1.71	0.13
17	50	9.03	0.65	7.20	8.93	0.28	350	** 1.15	0.23	20.00	** 0.99	0.10
18	47	9.70	0.96	9.90	9.68	0.26	351	** 1.53	0.25	16.34	** 1.44	0.10
19	43	11.19	0.91	8.13	11.41	0.31	347	2.76	0.31	11.23	2.74	0.14
20	44	** 12.61	1.40	11.10	** 13.44	0.61	335	** 6.74	0.99	14.69	** 7.05	0.53
21	42	11.57	1.05	9.07	11.70	0.36	362	3.27	0.39	11.93	3.32	0.17
22	43	10.09	0.76	7.53	10.27	0.32	350	** 1.58	0.27	17.09	** 1.51	0.12
23	41	8.54	1.00	11.71	8.28	0.25	372	** 3.95	0.43	12.83	** 3.14	0.17
24	41	9.50	0.84	8.84	9.68	0.26	351	** 1.59	0.23	14.47	** 1.44	0.10

note \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

calcium : no. of total trials 24

creatinine : no. of total trials 24

no. of significant difference 7  
per cent 29.2

no. of significant difference 15  
per cent 62.5



**Table 4** Data showing bilirubin and protein concentration in control sera analysed by TEQAS and UK laboratories.

Trial	total bilirubin mg/dl						total protein mg/dl					
	Thailand			U.K.			Thailand			U.K.		
	no.of Lab.	mean ± SD	CV %	no.of Lab.	mean ± SD	CV %	no.of Lab.	mean ± SD	CV %	no.of Lab.	mean ± SD	CV %
1	43	** 2.43 0.62	25.51	324	** 2.73 0.29	10.62	42	5.99 0.41	6.86	335	6.07 0.18	2.97
2	40	0.67 0.24	35.82	298	0.60 0.18	30.00	39	** 7.28 0.47	6.46	315	** 7.50 0.22	2.93
3	58	** 1.72 0.61	35.46	315	** 1.92 0.20	10.42	56	** 6.48 0.52	8.02	335	** 6.80 0.22	3.23
4	44	** 0.53 0.24	45.28	298	** 0.45 0.18	40.00	47	6.62 0.49	7.40	332	6.66 0.21	3.15
5	55	** 0.52 0.28	53.84	300	0.46 0.20	43.48	54	5.96 0.57	9.56	344	6.06 0.23	3.79
6	51	** 5.49 0.91	16.58	342	** 5.80 0.48	8.28	51	5.37 0.39	7.26	356	5.45 0.22	4.04
7	57	1.90 0.37	28.46	321	1.35 0.26	19.26	59	** 6.83 0.45	6.59	337	** 7.04 0.22	3.12
8	59	** 0.87 0.27	31.03	322	** 0.79 0.22	27.85	59	** 4.07 0.27	6.63	329	** 4.20 0.19	4.52
9	61	2.57 0.60	23.35	323	2.50 0.38	15.20	60	6.07 0.34	5.60	341	6.13 0.22	3.59
10	61	0.55 0.22	40.00	295	0.51 0.18	35.29	63	6.51 0.37	5.68	328	6.54 0.22	3.36
11	50	* 7.73 1.61	20.83	321	* 8.25 0.69	8.36	51	8.45 0.56	6.63	339	8.50 0.37	4.35
12	65	1.44 0.50	34.72	319	1.51 0.22	14.57	65	6.84 0.32	4.68	335	6.82 0.22	3.23
13	68	4.34 0.83	18.12	312	4.62 0.38	8.22	70	** 5.83 0.47	8.06	325	** 5.99 0.21	3.51
14	71	** 1.91 0.41	31.30	318	** 1.44 0.22	15.28	73	** 7.10 0.39	5.49	319	** 7.27 0.23	3.16
15	71	** 4.19 0.93	22.19	321	** 4.48 0.48	10.71	71	5.31 0.39	7.34	344	5.30 0.20	3.77
16	70	** 2.41 0.63	26.14	317	** 2.76 0.27	9.78	72	** 7.69 0.46	5.98	321	** 7.89 0.26	3.29
17	75	** 0.82 0.25	40.32	295	** 0.51 0.18	35.29	76	6.54 0.38	5.81	328	6.54 0.22	3.36
18	72	1.45 0.41	28.27	322	1.45 0.27	18.62	73	* 6.78 0.39	5.75	326	* 6.88 0.20	2.81
19	71	2.52 0.45	17.86	330	2.46 0.37	15.04	72	** 5.97 0.40	6.70	331	** 6.11 0.17	2.78
20	63	8.70 1.50	17.24	303	8.89 0.71	7.99	68	** 8.32 0.60	7.21	310	** 8.60 0.32	3.72
21	64	2.50 0.35	14.00	329	2.43 0.25	10.29	68	5.88 0.39	6.63	336	5.87 0.22	3.68
22	70	1.43 0.36	25.17	318	1.44 0.22	15.28	72	** 7.11 0.38	5.34	319	** 7.27 0.23	3.16
23	68	3.40 0.70	20.69	344	3.43 0.24	7.00	69	6.23 0.37	5.94	350	6.23 0.20	3.21
24	69	** 1.85 0.36	26.67	322	** 1.45 0.27	18.62	71	** 6.73 0.39	5.79	362	** 6.88 0.20	2.81

note

\* p < 0.05, \*\* p < 0.01

total bilirubin : no. of total trials 24  
no. of significant difference 11  
per cent 45.8

total protein : no. of total trials 24  
no. of significant difference 12  
per cent 50.0

**Table 5** Data showing albumin and cholesterol concentration control sera analysed by TEQAS and UK laboratories.

Trial	albumin mg/dl				cholesterol mg/dl				
	Thailand		U.K.		Thailand		U.K.		
	no. of lab.	mean ± SD	CV %	no. of lab.	mean ± SD	CV %	no. of lab.	mean ± SD	CV %
1	43	3.02 0.40	13.24	300	3.09 0.20	6.47	43	*266.04 33.10	12.44
2	39	4.69 0.36	7.67	298	4.63 0.25	5.40	40	*197.53 22.55	11.41
3	-	-	-	-	-	-	56	* 90.14 20.36	22.59
4	47	4.11 0.48	10.46	308	4.11 0.23	5.60	45	*157.44 19.60	12.45
5	54	3.74 0.43	11.50	331	3.75 0.20	5.33	55	*170.00 17.81	10.48
6	51	3.36 0.39	11.61	345	3.36 0.20	5.95	53	*173.66 26.86	15.47
7	-	-	-	-	-	-	57	*191.30 23.70	12.39
8	60	2.91 0.35	12.03	314	2.84 0.20	7.04	63	* 77.80 13.20	16.97
9	60	4.12 0.50	12.13	320	4.08 0.22	5.39	59	*112.70 22.70	20.14
10	62	4.11 0.34	8.27	318	4.07 0.21	5.16	64	*178.70 21.80	11.80
11	-	-	-	-	-	-	52	*377.70 51.00	13.50
12	-	-	-	-	-	-	66	*202.00 28.40	14.06
13	-	-	-	-	-	-	71	* 84.10 23.20	27.58
14	-	-	-	-	-	-	75	*211.10 26.70	12.65
15	71	3.09 0.39	12.62	321	3.07 0.22	7.17	75	*117.80 27.00	22.92
16	-	-	-	-	-	-	73	*191.20 26.20	13.70
17	74	* 4.25 0.56	13.18	318	* 4.07 0.21	5.16	76	175.20 23.00	13.13
18	-	-	-	-	-	-	74	*196.70 28.70	14.59
19	72	4.04 0.51	12.62	320	4.10 0.23	5.61	71	*117.60 25.10	21.34
20	-	-	-	-	-	-	68	*332.10 47.80	14.39
21	67	3.76 0.46	12.23	324	3.76 0.19	5.05	69	*142.70 22.70	15.81
22	-	-	-	-	-	-	73	*212.70 24.30	11.42
23	-	-	-	-	-	-	69	*207.30 23.50	11.34
24	-	-	-	-	-	-	71	*189.70 24.10	12.08

note \* p < 0.01

albumin : no. of total trials	12	cholesterol : no. of total trials	24
no. of significant difference	1	no. of significant difference	23
per cent	8.3	per cent	95.8

แต่ละครั้งทดลอง และระหว่างห้องปฏิบัติการ  
ในกลุ่มตลอดระยะยาว ห้องปฏิบัติการที่เป็น  
สมาชิกโครงการ TEQAS มีมากกว่า ทุก  
สารชีวเคมีที่ได้วิเคราะห์

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้รายงานขอขอบคุณ Professor TP  
Whitehead และคณะ แห่ง Wolfson

## อ้างอิง

1. อุดมศักดิ์ เหวซึ่งเจริญ, Wagstaff EF.  
จดหมายข่าวห้องปฏิบัติการทางการแพทย์  
ในโครงการเคมีคลินิกสำหรับ  
ประเทศไทย 2524 เมษายน ; 2  
(1) : 1-13
2. อุดมศักดิ์ เหวซึ่งเจริญ, Wagstaff DF.  
จดหมายข่าวห้องปฏิบัติการทางการแพทย์  
ในโครงการเคมีคลินิกสำหรับ  
ประเทศไทย 2525 เมษายน ; 3  
(1) : 1-6
3. Whitehead TP. Quality Control  
in Clinical Chemistry. New  
York : John Wiley & sons,  
1977
4. สุภัทญา วีระวัฒนะกมลพะ. การแปลผล  
external quality control  
ที่ได้จาก computer. จดหมาย  
ข่าวห้องปฏิบัติการ ในโครงการ  
เคมีคลินิกสำหรับประเทศไทย.  
2525 สิงหาคม; 3(2) : 21-31
5. Whitehead TP, Browning DM. Wolf-

son Research Laboratories, Queen Eliza-  
beth Medical Centre, Birmingham,  
United Kingdom และศาสตราจารย์นาย  
แพทย์นิกร ดุสิตสิน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัย  
วิทยาศาสตร์การแพทย์ สจุฬาลงกรณ์มหาวิท-  
ทยาลัยที่ได้จัดตั้งโครงการ TEQAS ขึ้นใน  
ประเทศไทยเมื่อปลายปี 2523

- son Research Laboratories,  
Queen Elizabeth Medical  
Centre, Birmingham UK (Per-  
sonal communication).
6. Whitehead TP, Browning DM,  
Gregory A. A comparative  
survey of the results of  
analyses of blood serum  
in clinical chemistry la-  
boratories in the United  
Kingdom. J Clin Pathol  
1973 Jun; 26(3) : 435-445
7. สัมพงษ์ ฉินายน, ประสาท อักษรวงศ์,  
สันทนี ไชยเศรษฐ์, เอมอร สันทร-  
เวศิน, มนูญ สันทวงศ์. การควบคุม  
คุณภาพโดยหน่วยงานภายนอก :  
แนวทางสำหรับปรับปรุงคุณภาพห้อง  
ปฏิบัติการเคมีคลินิก. วารสาร  
เทคนิคการแพทย์ สหสมาคมเทคนิค  
การแพทย์แห่งประเทศไทย. 2525  
กันยายน ; 10(3) : 83-90