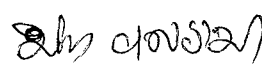
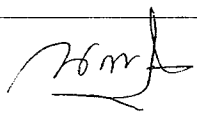
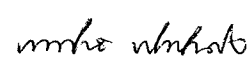


 สมาคมไทย The Thai Red Cross Society ฝ่ายจุลชีววิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 1873 ถนนราชดำริ ปทุมวัน กทม. 10330	วิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction) ฝ่ายจุลชีววิทยา ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	WI-18-003 แก้ไขครั้งที่ : 1 วันที่ 19 กันยายน 2556 หน้า : 1/9
เรื่อง : การประมาณความไม่แน่นอนในการวัด		

การอนุมัติเอกสาร

ผู้จัดทำ	นายปิยะ วงศ์จำปา นักเทคนิคการแพทย์	
ผู้ทบทวน	รศ.พญ.ดร.ณัฐริยา หิรัญกาญจน์ ผู้จัดการวิชาการ	
ผู้อนุมัติ	รศ.ดร.ภาวพันธ์ ภัทรโกศล ผู้จัดการคุณภาพ	

ประวัติการแก้ไข

ครั้งที่	วันที่	รายละเอียดที่แก้ไข
00	16 มีนาคม 2554	เริ่มต้นนำออกไปใช้
00	7 พฤศจิกายน 2554	ทบทวนและไม่มีการแก้ไข
00	15 พฤศจิกายน 2555	ทบทวนและไม่มีการแก้ไข
01	19 กันยายน 2556	หน้า 2 ข้อ 1 แก่จาก "ผลการทดสอบ" เป็น "วิธีการทดสอบและ/หรือผลการทดสอบ"
		หน้า 2 ข้อ 2.2 แก่จาก "วิเคราะห์สารควบคุมคุณภาพ (control material) ซ้ำๆ" เป็น "วิเคราะห์สารควบคุมคุณภาพ (control material) เดิมซ้ำ"
		หน้า 5 ข้อ 3.3.1.2 เพิ่มข้อความ "หรืออาจใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการ
		วิเคราะห์ของกลุ่มสมาชิกที่เข้าร่วมโครงการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่าง
		ห้องปฏิบัติการที่ใช้วิธีการทดสอบเดียวกัน
		หน้า 7 ข้อ 3.4 และข้อ 4 แก่จาก "อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง" เป็น "อย่างน้อย 1 ครั้งใน
		12 เดือน"
		หน้า 7 ข้อ 5.1 แก่จาก "แสดงต่อผู้รับบริการ" เป็น "พร้อมประทับตราว่า "สำเนา"
		แล้วมอบให้ผู้รับบริการ"
		หน้า 7 ข้อ 5.2.2 เพิ่มข้อความ "หรือทางระบบสารสนเทศทางห้องปฏิบัติการ"
		หน้า 8 เพิ่มเอกสารอ้างอิงลำดับที่ 4
	31 ต.ค. 2557	ทบทวนและไม่มีการแก้ไข
	30 ต.ค. 2558	ทบทวนและไม่มีการแก้ไข
	28 ต.ค. 2559	ทบทวนและไม่มีการแก้ไข
	31 ต.ค. 2560	ทบทวนและไม่มีการแก้ไข

 สมาคมไทย The Thai Red Cross Society ฝ่ายจุลชีววิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 1873 ถนนราชดำริ ปทุมวัน กทม. 10330	วิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction) ฝ่ายจุลชีววิทยา ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	WI-18-003 แก้ไขครั้งที่ : 1 วันที่ 19 กันยายน 2556 หน้า : 2/9
เรื่อง : การประมาณความไม่แน่นอนในการวัด		

1. วัตถุประสงค์

เพื่อเป็นแนวทางในการหาความไม่แน่นอนของการวัดของวิธีการทดสอบและ/หรือผลการทดสอบเชิงปริมาณทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ โดยสามารถแสดงค่าความไม่แน่นอนของการวัดและอธิบายแหล่งที่มาของความไม่แน่นอนของการวัดต่อผู้รับบริการเมื่อถูกร้องขอได้

2. นิยาม

2.1 การทดสอบเชิงปริมาณ (quantitative test) หมายถึง การทดสอบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดปริมาณสารที่ต้องการในสิ่งส่งตรวจ โดยมีการรายงานผลเป็นตัวเลขที่แสดงถึงปริมาณสารที่ตรวจวัดได้ในหน่วยสากล (system international unit : SI unit) หรือหน่วยมาตรฐานอื่นที่ได้รับการยอมรับ

2.2 การควบคุมคุณภาพภายใน (internal quality control : IQC) หมายถึง กระบวนการวิเคราะห์สารควบคุมคุณภาพ (control material) เดิมซ้ำๆ เป็นประจำตามความถี่ที่กำหนด เพื่อค้นหาและติดตามความแปรปรวนที่เกิดขึ้นเป็นปกติของวิธีการทดสอบ ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินความแม่นยำ (precision) ของวิธีการทดสอบที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ประเมินผลโดยใช้ quality control chart (QC chart หรือ Shewhart chart หรือ Levey-Jennings chart) ร่วมกับหลักสถิติเพื่อกำหนดระดับควบคุม (control limit) หลักสถิติที่สำคัญ ได้แก่

2.2.1 ค่าเฉลี่ย (average, arithmetic mean, $\bar{x}$) คือ ผลรวมของค่าการวิเคราะห์สารควบคุมคุณภาพทุกค่าหารด้วยจำนวนค่าหรือจำนวนครั้งที่ทำการวิเคราะห์

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ย

x_i = ค่าการวิเคราะห์สารควบคุมคุณภาพลำดับที่ i เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, N$

N = จำนวนค่าหรือจำนวนครั้งที่วิเคราะห์ โดยที่ $N \geq 20$

2.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation : SD) คือ ค่าที่บ่งบอกถึงการกระจายตัวหรือความแปรปรวนของค่าการวิเคราะห์ ใช้เพื่อแสดงว่าค่าการวิเคราะห์มีการเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะแสดงถึงความไม่แม่นยำ (imprecision) ของวิธีการทดสอบที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมักนำมาใช้ร่วมกับค่าเฉลี่ยในการกำหนดระดับควบคุม โดยทั่วไปกำหนดที่ $\bar{x} \pm 2SD$ เป็นระดับการเตือน (warning limit) และ $\bar{x} \pm 3SD$ เป็นระดับการแก้ไข (action limit)

 สมาคมไทย The Thai Red Cross Society ฝ่ายจุลชีววิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 1873 ถนนราชดำริ ปทุมวัน กทม. 10330	วิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction) ฝ่ายจุลชีววิทยา ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	WI-18-003 แก้ไขครั้งที่ : 1 วันที่ 19 กันยายน 2556 หน้า : 3/9
เรื่อง : การประมาณความไม่แน่นอนในการวัด		

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

- เมื่อ SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ย
- x_i = ค่าการวิเคราะห์สารควบคุมคุณภาพลำดับที่ i เมื่อ i = 1, 2, 3, ..., N
- N = จำนวนค่าหรือจำนวนครั้งที่วิเคราะห์ โดยที่ $N \geq 20$

2.2.3 สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation : CV) คือ ค่าที่แสดงสัดส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับค่าเฉลี่ย นิยมแสดงเป็นร้อยละเพื่อเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลต่างชุดกัน

$$\%CV = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$$

- เมื่อ %CV = ร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน
- SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ย

- 2.3 การประเมินคุณภาพโดยองค์กรภายนอก (external quality assessment : EQA) หมายถึง กระบวนการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ไม่ทราบค่าจากโครงการ แล้วเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับกลุ่มสมาชิกที่ใช้วิธีการทดสอบเดียวกัน เพื่อประเมินความถูกต้อง (accuracy) ของวิธีการทดสอบที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ นิยมประเมินผลจากค่าอคติ (bias) ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างระหว่างผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการกับกลุ่มสมาชิก ค่าอคติจะแสดงถึงความไม่ถูกต้อง (inaccuracy)
- 2.4 สารมาตรฐาน (manufacturer's product calibrator) หมายถึง สารที่ใช้ในการสอบเทียบ (calibration) ระบบการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ โดยสารดังกล่าวต้องสามารถสอบกลับ (traceability) ไปยังสารมาตรฐานตั้งต้น (primary calibrator) ในระดับสากลได้อย่างไม่ขาดช่วง และต้องทราบค่าความไม่แน่นอนของการวัดที่เทียบกับการวิเคราะห์อ้างอิงตั้งต้น (primary reference measurement procedure)
- 2.5 ความไม่แน่นอนของการวัด (uncertainty of measurement : UM) หมายถึง ตัวแปรที่เกี่ยวข้องเนื่องกับผลของการวัด ที่มีคุณลักษณะของการกระจายของค่าซึ่งครอบคลุมปริมาณที่วัด

 สภากาชาดไทย The Thai Red Cross Society ฝ่ายจุลชีววิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 1873 ถนนราชดำริ ปทุมวัน กทม. 10330	วิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction) ฝ่ายจุลชีววิทยา ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	WI-18-003 แก้ไขครั้งที่ : 1 วันที่ 19 กันยายน 2556 หน้า : 4/9
เรื่อง : การประมาณความไม่แน่นอนในการวัด		

"The uncertainty of measurement is a parameter associated with the result of a measurement, that characterizes the dispersion of the values that could be reasonably attributed to the measurand."

- 2.5.1 Type A uncertainty หมายถึง ความไม่แน่นอนของการวัดที่สามารถหาได้จากวิธีการทางสถิติ เกิดจากการคำนวณค่าการวิเคราะห์ซ้ำๆ (repeated observation or series of measurement) เช่น ค่าความไม่แน่นอนของการวัดที่แสดงได้จากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการควบคุมคุณภาพภายใน
- 2.5.2 Type B uncertainty หมายถึง ความไม่แน่นอนของการวัดที่ไม่สามารถหาได้จากวิธีการทางสถิติ เช่น ค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการวิเคราะห์ของกลุ่มสมาชิกที่รายงานในผลการประเมินคุณภาพโดยองค์กรภายนอก หรือค่าความไม่แน่นอนของการวัดที่แสดงไว้ในประวัติการสอบกลับได้และความไม่แน่นอนของการวัดของสารมาตรฐาน

3. วิธีปฏิบัติ

- 3.1 กำหนดการทดสอบที่ต้องการหาค่าความไม่แน่นอนของการวัด (define the measurand) ซึ่งได้แก่การทดสอบเชิงปริมาณต่างๆ โดยให้ระบุว่าการทดสอบหาปริมาณอะไร หน่วยอะไร และวิธีการทดสอบอะไร เช่น การทดสอบหาปริมาณ alpha-fetoprotein ในหน่วย IU/mL ด้วยหลักการ sandwich electrochemiluminescence immunoassay (sandwich ECLIA)
- 3.2 หาแหล่งที่มาของความไม่แน่นอนของการวัด (identify uncertainty sources) และแยกประเภทเป็น
- 3.2.1 Type A uncertainty ได้แก่ ปัจจัยที่ทำให้เกิดความไม่แม่นยำ หรือปัจจัยที่ทำให้เกิดความผิดพลาดแบบสุ่ม (random error) เช่น เครื่องมือ (instrument), น้ำยา (reagent), ผู้ทำการทดสอบ (operator), สารควบคุมคุณภาพ ปัจจัยเหล่านี้จะแสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอนของการวัดได้จากผลการควบคุมคุณภาพภายใน
- 3.2.2 Type B uncertainty ได้แก่ ปัจจัยที่ทำให้เกิดความไม่ถูกต้อง ปัจจัยที่ทำให้เกิดความผิดพลาดจากระบบ (systematic error) ปัจจัยเหล่านี้จะแสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอนของการวัดได้จากผลการประเมินคุณภาพโดยองค์กรภายนอก และความไม่แน่นอนของการวัดของสารมาตรฐาน
- 3.3 คำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัด (estimating uncertainty of measurement) โดยต้องพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลที่น่ามาใช้ในการคำนวณด้วยว่าเป็นแบบ rectangular distribution, triangular distribution หรือ normal distribution มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้
- 3.3.1 หาค่า standard uncertainty (SU) (มีหน่วย) ซึ่งมาจาก 3 แหล่ง ได้แก่
- 3.3.1.1 ค่า standard uncertainty ของ IQC (SU_{IQC}) คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการควบคุมคุณภาพภายใน

 สมาคมไทย The Thai Red Cross Society ฝ่ายจุลชีววิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 1873 ถนนราชดำริ ปทุมวัน กทม. 10330	วิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction) ฝ่ายจุลชีววิทยา ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	WI-18-003 แก้ไขครั้งที่ : 1 วันที่ 19 กันยายน 2556 หน้า : 5/9
เรื่อง : การประมาณความไม่แน่นอนในการวัด		

3.3.1.2 ค่า standard uncertainty ของ EQA (SU_{EQA}) คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการวิเคราะห์ของกลุ่มสมาชิกที่ใช้วิธีการทดสอบเดียวกันที่รายงานในผลการประเมินคุณภาพโดยองค์กรภายนอก หรืออาจใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการวิเคราะห์ของกลุ่มสมาชิกที่เข้าร่วมโครงการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการที่ใช้วิธีการทดสอบเดียวกัน

3.3.1.3 ค่า standard uncertainty ของ manufacturer's product calibrator (SU_{CAL}) คือ ค่าความไม่แน่นอนของการวัดที่แสดงไว้ในประวัติการสอบกลับได้และความไม่แน่นอนของการวัดของสารมาตรฐาน

3.3.2 หาค่า relative standard uncertainty (RSU) (ไม่มีหน่วย) โดยนำ standard uncertainty (SU) ที่หาได้จากข้อ 3.3.1 มาคำนวณตามสูตร

3.3.2.1 ค่า relative standard uncertainty ของ IQC (RSU_{IQC})

$$RSU_{IQC} = \frac{SU_{IQC}}{\text{Divisor} \times \text{Mean Concentration Value}}$$

เมื่อ RSU_{IQC} = relative standard uncertainty ของ IQC
 SU_{IQC} = standard uncertainty ของ IQC
Divisor = relevant factor (ตารางที่ 1)

3.3.2.2 ค่า relative standard uncertainty ของ EQA (RSU_{EQA})

$$RSU_{EQA} = \frac{SU_{EQA}}{\text{Divisor} \times \text{Mean Concentration Value}}$$

เมื่อ RSU_{EQA} = relative standard uncertainty ของ EQA
 SU_{EQA} = standard uncertainty ของ EQA
Divisor = relevant factor (ตารางที่ 1)

3.3.2.3 ค่า relative standard uncertainty ของ manufacturer's product calibrator (RSU_{CAL})

 สภากาชาดไทย The Thai Red Cross Society ฝ่ายจุลชีววิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 1873 ถนนราชดำริ ปทุมวัน กทม. 10330	วิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction) ฝ่ายจุลชีววิทยา ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	WI-18-003 แก้ไขครั้งที่ : 1 วันที่ 19 กันยายน 2556 หน้า : 6/9
เรื่อง : การประมาณความไม่แน่นอนในการวัด		

$$RSU_{CAL} = \frac{SU_{CAL}}{\text{Divisor} \times \text{Mean Concentration Value}}$$

เมื่อ RSU_{CAL} = relative standard uncertainty ของ calibrator
 SU_{EQA} = standard uncertainty ของ calibrator
Divisor = relevant factor (ตารางที่ 1)

3.3.3 หาค่า combined relative standard uncertainty (U_C) (ไม่มีหน่วย) เป็นการรวมค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากแหล่งต่างๆ เป็นค่าเดียว โดยนำ relative standard uncertainty (RSU) ที่หาได้จากข้อ 3.3.2 มาคำนวณตามสูตร

$$U_C = \sqrt{(RSU_{IQC})^2 + (RSU_{LOA})^2 + (RSU_{CAL})^2}$$

เมื่อ U_C = combined relative standard uncertainty
 RSU_{IQC} = relative standard uncertainty ของ IQC
 RSU_{EQA} = relative standard uncertainty ของ EQA
 RSU_{CAL} = relative standard uncertainty ของ calibrator

3.3.4 หาค่า expanded relative standard uncertainty (U_R) (ไม่มีหน่วย) เป็นการขยายช่วงของ combined relative standard uncertainty (U_C) ให้กว้างขึ้นจนสามารถครอบคลุมการกระจายตัวของข้อมูลที่ระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการ โดยการคูณ combined relative standard uncertainty (U_C) ด้วย coverage factor ตามสูตร

$$U_R = k \times U_C$$

เมื่อ U_R = expanded relative standard uncertainty
 U_C = combined relative standard uncertainty
k = coverage factor (ตารางที่ 2)

 สมาคมอานไทย The Thai Red Cross Society ฝ่ายจุลชีววิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 1873 ถนนราชดำริ ปทุมวัน กทม. 10330	วิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction) ฝ่ายจุลชีววิทยา ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	WI-18-003 แก้ไขครั้งที่ : 1 วันที่ 19 กันยายน 2556 หน้า : 7/9
เรื่อง : การประมาณความไม่แน่นอนในการวัด		

- 3.3.5 หากผู้รับบริการร้องขอให้รายงานค่าความไม่แน่นอนของการวัด ให้หาค่า expanded uncertainty (U_E) (มีหน่วย) โดยนำค่า expanded relative standard uncertainty (U_R) ที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพใกล้เคียงกับผลการทดสอบของผู้ป่วย (patient's result) มากที่สุด ซึ่งคำนวณได้จากข้อ 3.3.1 – 3.3.4 มาคูณกับผลการทดสอบของผู้ป่วย

$$U_E = U_R \times \text{patient's result}$$

เมื่อ U_E = expanded uncertainty
 U_R = expanded relative standard uncertainty

- 3.4 กำหนดให้ห้องปฏิบัติการหาค่าความไม่แน่นอนของการวัดถึงขั้น expanded relative standard uncertainty (U_R) (ข้อ 3.1 – 3.3.4) อย่างน้อย 1 ครั้งใน 12 เดือน โดยให้หาค่าความไม่แน่นอนของการวัดของการทดสอบเชิงปริมาณที่ทุกระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพ

4. การบันทึก

บันทึกผลการหาค่าความไม่แน่นอนของการวัดชนิด expanded relative standard uncertainty (U_R) ที่ห้องปฏิบัติการ คำนวณหาหรือทบทวนใหม่อย่างน้อย 1 ครั้งใน 12 เดือน ลงใน “แบบบันทึกค่าความไม่แน่นอนของการวัด (F-1817)”

5. การรายงานผล

- 5.1 หากผู้รับบริการร้องขอให้รายงานค่าความไม่แน่นอนของการวัดของ “วิธีการทดสอบ” ให้ทำสำเนาแบบบันทึกค่าความไม่แน่นอนของการวัด (จากข้อ 4) พร้อมประทับตราว่า “สำเนา” แล้วมอบให้ผู้รับบริการ
- 5.2 หากผู้รับบริการร้องขอให้รายงานค่าความไม่แน่นอนของการวัดของ “ผลการทดสอบ” ให้ปฏิบัติดังนี้
- 5.2.1 หาค่าความไม่แน่นอนของการวัดจนถึงขั้น expanded uncertainty (U_E) (ข้อ 3.3.1 – 3.3.5) ที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพใกล้เคียงกับผลการทดสอบของผู้ป่วยมากที่สุด
- 5.2.2 รายงานผลด้วย “แบบรายงานผลการทดสอบระบุความไม่แน่นอนของการวัด (F-2311)” หรือทางระบบสารสนเทศทางห้องปฏิบัติการ โดยรายงานค่าความไม่แน่นอนของการวัดพร้อมผลการทดสอบในรูปแบบ patient's result $\pm$ expanded uncertainty (U_E) โดยระบุหน่วย ตัวอย่างเช่น ผลการทดสอบ alpha-fetoprotein ของ นางสาว ก เท่ากับ 126.00 ± 12.55 IU/mL (ระบุจำนวนทศนิยมเท่ากัน) หมายความว่าค่า alpha-fetoprotein ที่แท้จริงอยู่ในช่วง 113.45–138.55 IU/mL ซึ่งอาจไม่ใช่ 126.00 IU/mL

 สมาคมอาสาสมัคร The Thai Red Cross Society ฝ่ายจุลชีววิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 1873 ถนนราชดำริ ปทุมวัน กทม. 10330	วิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction) ฝ่ายจุลชีววิทยา ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	WI-18-003 แก้ไขครั้งที่ : 1 วันที่ 19 กันยายน 2556 หน้า : 8/9
เรื่อง : การประมาณความไม่แน่นอนในการวัด		

6. เอกสารประกอบ

วิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction) ของการทดสอบเชิงปริมาณวิเคราะห์

7. เอกสารอ้างอิง

1. กุลนารี สิริสาส์. The uncertainty of Measurement: ปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพการวิเคราะห์ ใน กุลนารี สิริสาส์, สุดา รัตน์ มโนเชียวพินิจ, จำรัส พร้อมมาศ, ปานทิพย์ วัฒนวิบูลย์ บรรณาธิการ. การประกันคุณภาพ: กระบวนการวิเคราะห์คุณภาพห้องปฏิบัติการชั้นสูงโรคตามระบบ ISO. ชมรมคุณภาพและมาตรฐานห้องปฏิบัติการชั้นสูงโรค. กรุงเทพมหานคร. 2542; 33-46.
2. นวพรรณ จารุรักษ์. ความไม่แน่นอนของการวัด ใน นวพรรณ จารุรักษ์ บรรณาธิการ. การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์: ระดับก้าวหน้า. สมาคมพยาธิวิทยาคลินิกไทย. กรุงเทพมหานคร. 2553; 19-42.
3. EURACHEM. Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. 1995.
4. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data-Guide to the expression of uncertainty in measurement. September 2008
5. Kouri T, Siloaho M, Pohjavaara S, etc. Pre-analytical factors and measurement uncertainty. Scand J Clin Lab Invest 2005; 65: 463-476.

 สภา อาสาสมัคร The Thai Red Cross Society ฝ่ายจุลชีววิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 1873 ถนนราชดำริ ปทุมวัน กทม. 10330	วิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction) ฝ่ายจุลชีววิทยา ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	WI-18-003 แก้ไขครั้งที่ : 1 วันที่ 19 กันยายน 2556 หน้า : 9/9
เรื่อง : การประมาณความไม่แน่นอนในการวัด		

ตารางที่ 1 ค่า Relevant Factor สำหรับข้อมูลที่มีการกระจายตัวแบบต่างๆ

Distribution	Relevant Factor	หมายเหตุ
Normal Distribution	1	Type A Uncertainty (Repeatability)
	2	Uncertainty จาก Calibrate Certificate
Rectangular Distribution	3	Type B Uncertainty ถ้าไม่ระบุว่าเป็นการกระจายตัวแบบใดให้ถือว่าเป็น Rectangular Distribution
Triangular Distribution	6	

ตารางที่ 2 ค่า Coverage Factor (k) สำหรับข้อมูลที่มีการกระจายตัวแบบ Normal Distribution

Coverage Factor (k)	%Confident Interval
1.00	68.27
1.64	90.00
1.96	95.00
2.00	95.45
2.58	99.00
3.00	99.73