

ผลงานประกันการพิจารณาประเมินบุคคล เพื่อขอรับเงินประจำตำแหน่ง

ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการ (ด้านบริการทางวิชาการ)

เรื่องที่เสนอให้ประเมิน

1. ผลงานที่เป็นผลการดำเนินงานที่ผ่านมา

เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพการวัดจำนวน Nucleated Red blood cell (NRBC) จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000 ในโรงพยาบาลกลาง

2. ข้อเสนอ แนวคิด วิธีการเพื่อพัฒนางานหรือปรับปรุงงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เรื่อง เครื่องตรวจคัดกรองภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD (G6PD Biosensor Analyser)

เสนอโดย

นางสาวสุภาวดี นาสูงเนิน

ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการ (ด้านบริการวิชาการ)
(ตำแหน่งเลขที่ รพก. 347)

กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ กลุ่มภารกิจด้านบริการติดภูมิ
โรงพยาบาลกลาง สำนักการแพทย์

ผลงานที่เป็นผลการดำเนินงานที่ผ่านมา

1. ชื่อผลงาน การศึกษาประสิทธิภาพการวัดจำนวน Nucleated Red blood cell (NRBC) จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000 ในโรงพยาบาลภูแลฯ

2. ระยะเวลาที่ดำเนินการ 17 พฤษภาคม 2564 – 15 ธันวาคม 2564

3. ความรู้ทางวิชาการหรือแนวคิดที่ใช้ในการดำเนินการ

กระบวนการสร้างเม็ดเลือดแดง (Erythropoiesis) เป็นกระบวนการสร้างเม็ดเลือดในกระดูก髓เพื่อสร้างเม็ดเลือดแดงที่สามารถส่งออกซิเจนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อในอวัยวะต่างๆ ในระยะตัวอ่อนในครรภ์มารดาจะเกิดกระบวนการที่ตับและถุงไจล์เดง (yolk sac) เมื่อคลอดแล้วกระบวนการสร้างเม็ดเลือดแดงจะเปลี่ยนไปเกิดที่ไขกระดูกเป็นส่วนใหญ่ เซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดแดงชนิดแรกที่เรามารู้จักแรกได้โดยก่อตั้งชื่อตระกูลนี้คือ เซลล์ pronormoblast ซึ่งมีลักษณะเซลล์กลมใหญ่ นิวเคลียสกลมใหญ่กลางเซลล์ โครงสร้างในเซลล์ใหญ่ที่สำคัญคือ reticulocyte เซลล์เม็ดเลือดแดงเต็มวัย (mature red blood cell) ที่ทำหน้าที่ส่งออกซิเจนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อต่างๆ ในสภาวะปกติเม็ดเลือดแดงตัวอ่อนที่ยังมีนิวเคลียส (nucleated red blood cell, NRBC) จะอยู่แต่ในไขกระดูก และไม่ออกมาน้ำเสียงแต่เมื่อเกิดภาวะ normoblastemia ที่พบบ่อยๆ ได้แก่ โรคธาลัสซีเมีย โรคมะเร็งเม็ดเลือดชนิดต่างๆ และโรคไต เป็นต้น^(1,2)

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาการตรวจนับ NRBC ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติมีหล่ายield ห้องแล็บที่มีการตรวจนับและการรายงานผลที่แตกต่างกัน เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติรุ่น Sysmex XN-3000 เป็นเครื่องที่สามารถวัดจำนวน NRBC และรายงานผลได้อย่างรวดเร็วพร้อมกับผล complete blood count (CBC) และมีการคำนวณจำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC) ที่ถูกต้อง⁽³⁾

4. สรุปสาระสำคัญของเรื่องและขั้นตอนการดำเนินการ

ห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลภูแลฯ จำนวน NRBC ด้วยวิธีการตรวจสมีร์เลือดด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Microscopic Examination , MC) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน หากพบ NRBC ในสมีร์เลือดจำนวนมากมากกว่า 10 เซลล์ ต่อ WBC 100 เซลล์ ก็จะมีการคำนวณค่า WBC ที่ถูกต้อง จากสมการ⁽²⁾

$$\text{จำนวน WBC ที่ถูกต้อง} = \frac{\text{จำนวนเซลล์ที่มีนิวเคลียสทั้งหมดที่เครื่อง Sysmex XN-3000 นับได้}}{\text{จำนวน NRBC ต่อ WBC/100 เซลล์ โดยวิธีสมีร์เลือด}} \times 100$$

$$\text{จำนวน NRBC ต่อ WBC/100 เซลล์ โดยวิธีสมีร์เลือด} + 100$$

การนับ NRBC ในสมีย์ร์เลือดมีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ ความผิดพลาดในการนับ วิธีการตรวจใช้เวลา長 อาจส่งผลกระทบต่อระยะเวลาการรอคิวยัง ผู้จัดทำได้เห็นความสำคัญจึงได้ศึกษาประสิทธิภาพของการนับจำนวน NRBC จากเครื่อง Sysmex XN-3000 ในครั้งนี้

การตรวจ NRBC โดยตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติรุ่น Sysmex XN-3000 ไม่ต้องใช้น้ำยาพิเศษ ห้องปฏิบัติการจึงไม่ต้องจัดซื้อน้ำยาเพิ่มเติมในการตรวจ หลักการตรวจเริ่มจากการใช้น้ำยา Lysercell WNR ที่มีความเป็นกรดเพื่อถลายน้ำเหลืองแล้วส่งต่อไปยังช่อง fluorescence ที่มีความไวต่อสารเคมี เช่นน้ำยา Fluorocell WNR ซึ่งมีตัวกรองนิวเคลียส หลังจากนั้นเซลล์เม็ดเลือดแดงใน WNR channel และใช้น้ำยา Fluorocell WNR ซึ่งมีตัวกรองนิวเคลียส หลังจากนั้นเซลล์เม็ดเลือดขาวและเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ไม่มีนิวเคลียส ได้⁽⁴⁾

ผู้จัดทำได้นำเลือดผู้ป่วย (EDTA whole blood) ที่ทำการตรวจวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (CBC) ทั้งหมด 183 ตัวอย่าง โดยเลือกช่วงค่า NRBC จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000 > 0.5% ขึ้นไป จากนั้นทำการตรวจนับจำนวน NRBC จากสมีย์ร์เลือด โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ตัวอย่างละ 2 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย ก่อนนำมาประเมินประสิทธิภาพของเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000 เทียบกับวิธีการตรวจสมีย์ร์เลือด (MC) โดยการ plot กราฟ The Bland and Altman หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient , r^2) และการหาอัตราความสอดคล้องของทั้งสองวิธีโดยใช้ตารางแจ้งความถี่ตามลำดับ

5. ผู้ร่วมดำเนินการ

“ไม่มี”

6. ส่วนของงานที่ผู้สนใจเป็นผู้ปฏิบัติ

คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 100 โดยมีรายละเอียดของงานที่ปฏิบัติตามนี้

6.1 หาก NRBC จากสมีย์ร์เลือด โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ (Microscopic Examination ,MC) ในรายที่มี NRBC จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000 > 0.5 % ทำการนับจำนวน NRBC จากสมีย์ร์เลือด 2 ครั้ง/สไลด์ และหากค่าเฉลี่ยของแต่ละสไลด์ก่อนนำมาวิเคราะห์ ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 183 ตัวอย่าง

6.2 ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลทั้งหมด 183 ตัวอย่าง พบว่ามีการกระจายตัวที่ไม่ใช่ Normal distribution ผู้จัดทำจึงได้แปลงค่า % NRBC ของทั้ง 2 วิธีให้เป็นค่า Z score เพื่อใช้เป็นตัวแทนข้อมูลในการ plot กราฟ The Bland and Altman ซึ่งเป็นการทดสอบแบบ Parametric Test จากนั้นวิเคราะห์ช่วงค่าที่ยอมรับได้ในการรายงานค่า % NRBC จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000

6.3 จากการ plot กราฟ The Bland and Altman จะได้ช่วงค่าที่ยอมรับ ได้แก่ใน การรายงานผล ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของ Z score ทั้ง 2 วิธี จากนั้นเทียบค่า Z score ที่เป็นตัวแทนของชุดข้อมูลเดิม (ค่าเฉลี่ย % NRBC ของทั้ง 2 วิธี) และตัดข้อมูลส่วนเกิน 95% limits of agreement ($\pm 1.96SD$) ทั้ง แล้วนำข้อมูลอยู่ในช่วง 95% limits of agreement มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) และแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง % NRBC จากวิธีสมัยรุ่นเดิม โดยกล้องจุลทรรศน์และ % NRBC จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000

6.4 หากตราชวามสอดคล้องโดยสร้างตารางแยกแง่ความถี่ โดยนำชุดข้อมูลทั้งหมด 183 ตัวอย่าง แยกแง่ค่า % NRBC เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ $\leq 1\%$, 1.1- 188 % และ $> 188\%$ ตามลำดับ จากนั้นคำนวณค่าอัตราความสอดคล้องของทั้งสองวิธี จากสมการ

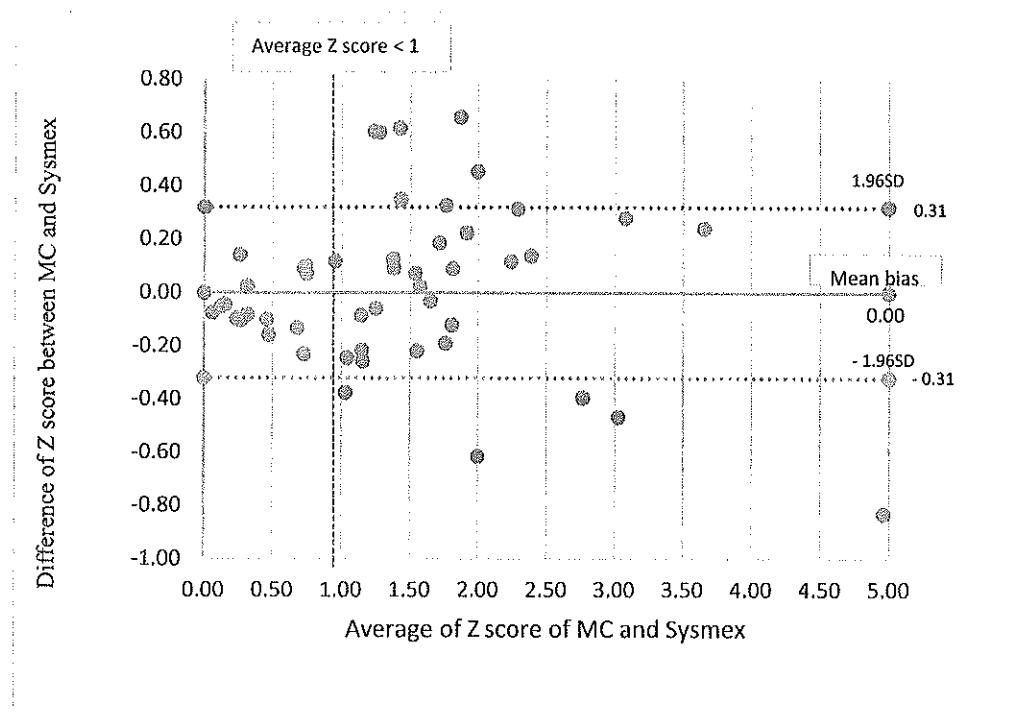
$$\text{Concordance Rate} = \frac{\text{จำนวน sample ที่ \% NRBC จากเครื่อง XN และวิธี MC อยู่ในช่วงเดียวกัน}}{\text{จำนวน sample ทั้งหมดในแต่ละช่วงการวิเคราะห์}} \times 100$$

6.5 สรุปผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการวัดจำนวน NRBC จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000

7. ผลสำเร็จของงาน

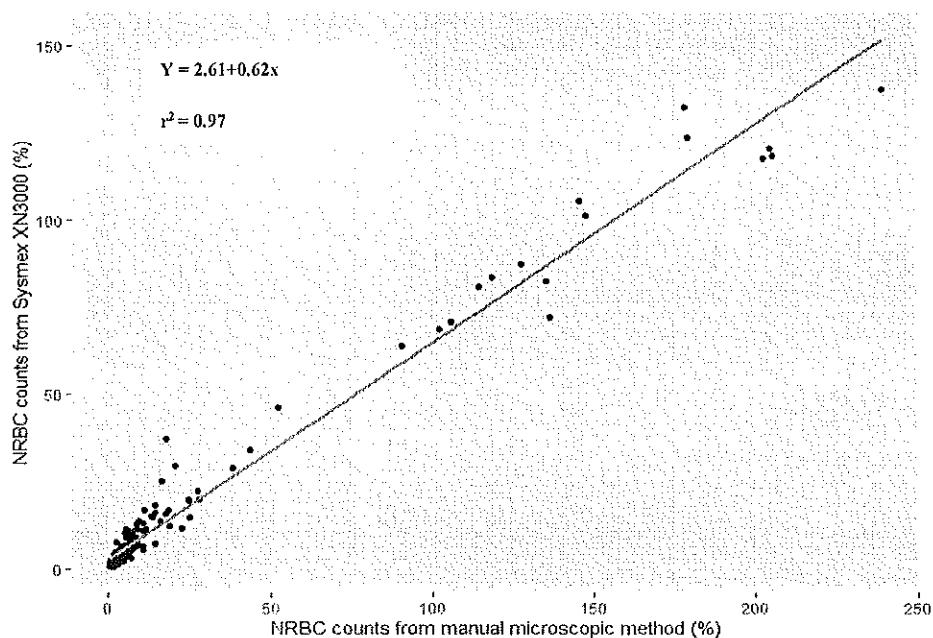
การศึกษาประสิทธิภาพการวัดจำนวน Nucleated Red blood cell (NRBC) จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000 ในโรงพยาบาลกลาง ซึ่งมีระยะเวลาการดำเนินการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 17 พฤษภาคม 2564 ถึง 15 ธันวาคม 2564 รวมทั้งหมด 183 ตัวอย่าง มีผลการทดสอบดังต่อไปนี้

7.1 จากการ plot กราฟ The Bland and Altman ของค่า Z score ที่ใช้เป็นตัวแทนข้อมูล % NRBC จากวิธีสมัยรุ่นเดิม โดยใช้กล้องจุลทรรศน์และเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000 พบร้าค่า mean bias = 0.00 (ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่า Z score ทั้ง 2 วิธี) และ 95% limits of agreement ($\pm 1.96SD$) อยู่ระหว่าง -0.31 และ 0.31 เมื่อพิจารณาจากกราฟค่า Average Z score ยอมรับได้ที่ค่า < 1 จากนั้นเทียบค่ากับตารางชุดข้อมูล (*ภาคผนวกหน้า 6) พบร้า มีค่า Average Z score = 0.96 ซึ่งเป็นตัวแทนของข้อมูลชุดเดิมที่มีค่าเฉลี่ย % NRBC ของทั้ง 2 วิธีอยู่ในช่วง $\leq 188\%$ ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า NRBC จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000 จำนวนที่ $\leq 188\%$ สามารถใช้รายงานจำนวน NRBC ของผู้ป่วยได้ ดังแสดงในกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 The Bland and Altman แสดงช่วงค่า 95% limits of agreement ของความแตกต่างระหว่างค่า Z score จากวิธีสเมียร์เลือด โดยใช้กล้องจุลทรรศน์และค่า Z score จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000

7.2 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r^2) ของ % NRBC จากเครื่อง Sysmex XN-3000 และค่า % NRBC จากวิธีสเมียร์เลือด โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ (Microscopic Examination, MC) ช่วงค่าที่ยอมรับได้จากการ plot กราฟ The Bland and Altman คือค่าเฉลี่ย % NRBC ของทั้ง 2 วิธี อยู่ในช่วง $\leq 188\%$ ซึ่งมีข้อมูลทั้งหมด 150 ตัวอย่าง ได้แก่ ค่า NRBC จากเครื่อง Sysmex XN-3000 อยู่ในช่วง 0.5- 137.5 % และค่า NRBC จากวิธีสเมียร์เลือด อยู่ในช่วง 0.5-238.5% เมื่อเปรียบเทียบ ความสัมพันธ์พบว่า ค่า $r^2 = 0.97$ สมการความสัมพันธ์ $y = 2.61 + 0.62x$ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในระดับที่ดีมาก ดังแสดงในกราฟที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการตรวจ NRBC ด้วยเครื่องวิเคราะห์ Sysmex XN-3000 ในช่วง ค่า NRBC $\leq 188\%$ มีความแม่นยำอยู่ในระดับที่สูงเมื่อเทียบกับวิธีสเมียร์เลือดซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน



กราฟที่ 2 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง % NRBC จากวิธีสมัยรุ่นเดิมโดยใช้กล้องชุลทรรศน์และ % NRBC จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000

7.3 สร้างตารางแจกแจงความถี่เพื่อหาอัตราความสอดคล้องของค่า % NRBC โดยวิธีสมัยรุ่นเดิม (MC) และจากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000

ชุดข้อมูลทั้งหมดจำนวน 183 ตัวอย่าง แจกแจงค่า % NRBC ทั้งหมด 3 กลุ่ม ได้แก่ $\leq 1\%$, 1.1- 188 % และ $>188\%$ พบร่วมกัน 64.3%, 97.7% และ 56.7% ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 ช่วงค่า NRBC 1.1- 188 % มีอัตราความสอดคล้องที่สูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบ The Bland and Altman และ Correlation ส่วนช่วงค่า NRBC $\leq 1\%$ มีอัตราความสอดคล้องที่ต่ำกว่า ถึงแม้จะอยู่ในช่วงค่าที่ยอมรับได้ในการรายงานผล ดังนั้นเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการควรดูแลอย่างดี ไม่พบร่วมกัน 64.3% ของค่า NRBC มากจะเป็นภาระที่มีความสำคัญทางคลินิก อย่างไรก็ตามค่า NRBC จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000 $\geq 1.1\%$ ให้ผล positive ในทุกตัวอย่างการทดสอบในวิธีสมัยรุ่นเดิม ไม่พบผล false negative (*ภาคผนวกหน้า 1 ค่าเฉลี่ย MC1 และ MC2 > 0.5%) และช่วงค่า NRBC > 188 % พบร่วมกัน 56.7% ของค่า NRBC มากจะเป็นภาระที่มีความสำคัญทางคลินิก อย่างไรก็ตามค่า NRBC > 188 % จึงเป็นวิธีมาตรฐานในการรายงานผล NRBC เข้าเดิม

ช่วงค่า % NRBC โดยวิธี MC (จำนวนตัวอย่าง) N=183	ช่วงค่า % NRBC จากเครื่อง Sysmex XN-3000		
	$\leq 1\%$	1.1- 188 %	>188 %
$\leq 1\%$ (14)	9	5	
1.1- 188 % (132)	3	129	
>188 % (37)		16	21
% Concordance Rate	64.3 (9/14)	97.7 (129/132)	56.7 (21/37)

ตารางที่ 1 แสดงการแจกแจงความถี่และอัตราความสอดคล้องของวิธีสมมิตร์เลือดโดยใช้
กล้องจุลทรรศน์ (MC) และเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000

8. การนำไปใช้ประโยชน์

เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการงานโลหิตวิทยาสามารถใช้ค่า NRBC จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-3000 ในการรายงานผลโดยไม่ต้องนับจำนวน %NRBC ในสมมิตร์เลือดผู้ป่วยทุกราย ทำให้รายงานผลได้ อย่างรวดเร็ว และลดระยะเวลาการตรวจสมมิตร์เลือดในผู้ป่วยได้ แต่อย่างไรก็ตามการดูสมมิตร์เลือดโดยใช้ กล้องจุลทรรศน์ก็ยังมีความสำคัญเพื่อช่วยในการรายงานผลให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

9. ความยุ่งยาก ปัญหา อุปสรรคในการดำเนินการ

9.1 ในช่วงการเก็บตัวอย่างทดสอบใช้ระยะเวลานานหลายเดือน เนื่องด้วยสถานการณ์ covid ทำให้ ผู้ป่วยมาพบแพทย์ที่โรงพยาบาลจำนวนลดลง

9.2 ผู้จัดทำได้ดำเนินงานแต่เพียงผู้เดียวจึงได้ทำการนับจำนวน NRBC ในสมมิตร์เลือดตัวอย่างละ 2 ครั้งแล้วจึงหาค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างก่อนนำมาวิเคราะห์ เมื่อมีปริมาณ NRBC ในสมมิตร์เลือดจำนวน มาก ๆ การนับแต่ละครั้งมักมีค่า NRBC ที่ค่อนข้างแตกต่างกัน

10. ข้อเสนอแนะ

เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการควรมีความรู้และความแม่นยำในการนับจำนวน NRBC จากสมมิตร์เลือดซึ่ง เป็นวิธีมาตรฐาน หากนับจำนวนได้ต่ำหรือสูงกว่าความเป็นจริง ก็จะส่งผลต่อการคำนวณค่าเม็ดเลือดขาวที่ ถูกต้องได้

ขอรับรองผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....นงนุช สามัคคี

(นางสาวสุภารัตน์ นาสูงเนิน)

ผู้ขอรับการประเมิน

..... 23 / ส.ค. / 65

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องกับความเป็นจริงทุกประการ

(ลงชื่อพนิจ ขาวสำอางค์)

(นายพนิจ ขาวสำอางค์)

(ตำแหน่ง) นักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
(ด้านบริการทางวิชาการ)

(ลงชื่ออรุณรัตน์ ลี้ยมศรีพงษ์)

(ตำแหน่ง) ผู้อำนวยการโรงพยาบาลลาดคลາ

..... 23 / ส.ค. / 65

หัวหน้ากลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลลาดคลາ

..... 23 / ส.ค. / 65

เอกสารอ้างอิง

1. พรรดา บุตรเทพ, “กระบวนการสร้างเม็ดเลือดแดงและพยาธิวิทยาของการทำลายเม็ดเลือดแดง,” ใน พยาธิวิทยาคลินิก (Clinical Pathology) ภาควิชาพยาธิวิทยาคลินิก คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี, นานา โรงพยาบาลรามาธิบดี, บรรณาธิการ, พิมครั้งที่ 2, (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ดีทีไอ, 2556), หน้า 35-41
2. Constantino BT, Cogionis B, Nucleated RBCs-Significance in the Peripheral Blood Film.
<https://academic.oup.com/labmed/article/31/4/223/2657091.pdf>
3. Tantanate C, Klinboua C, Performance evaluation of the automated nucleated red blood cell enumeration on Sysmex XN analyser. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ijlh.12291.pdf>
4. Scientific Affairs, Sysmex Corporation. Measurement principles of XN-series analyzers made easy.
1st ed. Japan: Sysmex Corporation, 2016.

ข้อเสนอ แนวคิด วิธีการเพื่อพัฒนางานหรือปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ของนางสาวสุภารัตน์ นาสูงเนิน

เพื่อประกอบการขอรับเงินประจำตำแหน่ง นักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการ (ด้านบริการทางวิชาการ)
(ตำแหน่งเลขที่ รพก.347) ผู้จัดการกลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ กลุ่มการกิจด้านบริการติดภูมิ
โรงพยาบาลภูเก็ต สำนักการแพทย์
เรื่อง เครื่องตรวจคัดกรองภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD (G6PD Biosensor Analyser)

หลักการและเหตุผล

G6PD (glucose-6-phosphate dehydrogenase) เป็นโรคทางพันธุกรรมจากความผิดปกติของการสร้างเอนไซม์ G6PD โดยมีสาเหตุจากการกลายพันธุ์ของ gene G6PD ส่งผลต่อเม็ดเลือดแดงให้ถูกทำลายได้ง่ายเมื่อถูกกระตุ้น เช่น การติดเชื้อต่าง ๆ การได้รับยาปฏิชีวนะ และการรับประทานล้วงปากอ้า เป็นต้น ผู้ที่ขาดหรือพร่องเอนไซม์ G6PD อาจมีภาวะซีด เหลือง ตีช่า� ปัสสาวะสีโคลาโคล่า หากถ่ายปัสสาวะน้อยอาจนำไปสู่ภาวะไตวายเฉียบพลันได้ และในการรักษาหากพบว่ามีภาวะตัวเหลืองนานกว่าปกติ

ห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลภูเก็ตได้ตรวจคัดกรองภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD โดยวิธี fluorescent spot test ซึ่งเป็นวิธีการอ่านผลภายในรังสี UV หลักการนี้มีข้อจำกัดในเรื่องการอ่านผลด้วยตาเปล่า ในคนปกติจะมีการสร้างเอนไซม์ G6PD เกิดปฏิกิริยาการย่อยน้ำตาล glucose ได้ NADPH ซึ่งสามารถเรืองแสงได้ (fluorescent) แต่สำหรับผู้ที่มีภาวะขาดหรือพร่องเอนไซม์ G6PD ปฏิกิริยานี้จะไม่เกิดขึ้น (deficiency) หรือเกิดได้น้อย (partial deficiency)



การตรวจหาความผิดปกติของเอนไซม์ G6PD วิธี fluorescent spot test เป็นการทดสอบเชิงคุณภาพ (Qualitative) มีความไวและความจำเพาะต่ำ ส่วนการตรวจหา activity ของเอนไซม์เป็นการทดสอบเชิงปริมาณ (Quantitative) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน (gold standard) สามารถจำแนกความรุนแรงของโรคได้ ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาและนำเทคโนโลยี Biosensor มาตรวจหา activity ของ เอนไซม์ G6PD Deficiency มากขึ้น

วัตถุประสงค์และหรือเป้าหมาย

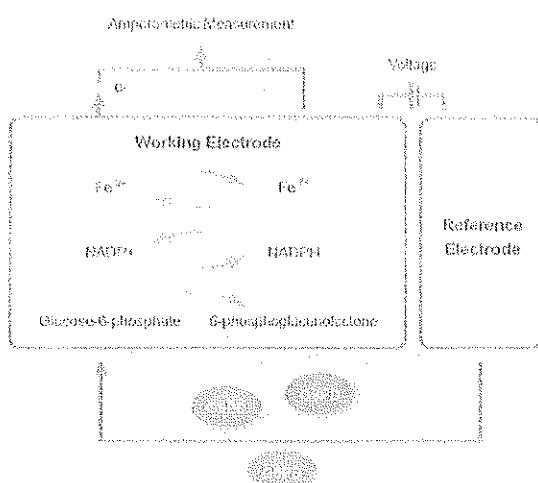
- ลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน และระยะเวลาการรอคอย

2. การใช้งานเครื่องวิเคราะห์มีความสะดวก รวดเร็ว และราคาถูก
3. การรายงานผลการตรวจคัดกรองภาวะ G6PD Deficiency จากเครื่องวิเคราะห์มีความไวและ
ความจำเพาะสูง เมื่อเทียบกับวิธี fluorescent spot test ซึ่งเป็นการอ่านผลด้วยตาเปล่า

กรอบการวิเคราะห์ แนวคิด ข้อเสนอ

การตรวจหา activity ของเอนไซม์ G6PD เป็นวิธี gold standard ที่ WHO ใช้เป็นเกณฑ์ในการ
จำแนกความรุนแรงของโรค ได้ การตรวจด้วยวิธี spectrophotometry เป็นวิธีการหา activity ของเอนไซม์
อย่างหนึ่ง โดยใช้หลักการดูดกลืนแสง แต่มีความยุ่งยากในการใช้เครื่องมือและวิธีทดสอบ จึงได้มีการนำ
เทคโนโลยี Biosensor มาทดสอบวิธี Spectrophotometry ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน และได้พัฒนาการตรวจแบบ
Point of Care Testing ; POCT ซึ่งมีความรวดเร็ว ใช้งานง่าย มีความไว และความจำเพาะสูง

เครื่องตรวจคัดกรองภาวะ G6PD Deficiency ชื่อ Care START G6PD Biosensor เป็นเครื่อง
ตรวจวัด activity ของเอนไซม์ เพียงใช้เลือดจากปลายนิ้วหรือ whole blood capillary ระยะเวลาเพียง 4 นาที
โดยอาศัยใช้หลักการ Electrochemical sensing (รูปที่ 1) กล่าวคือ ใช้ Glucose-6-phosphate NADP⁺ และ Fe³⁺
เป็น substrate เมื่อมีเอนไซม์ G6PD จากตัวอย่างเกิดการเปลี่ยนเป็น Glucose-6-phosphate เป็น 6-
phosphogluconolactone จะเกิดการปล่อยอิเล็กตรอนออกมายังปั๊กิริยาและกระแสไฟฟ้าขึ้น งานนี้จะทำการ
วัดกระแสไฟฟ้า (Amperometric Mesurement) ซึ่งแปลผันตรงกับการทำงานของเอนไซม์



รูปที่ 1 แสดงหลักการวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์ G6PD ด้วยเครื่อง G6PD Biosensor

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีการรายงานผลที่ถูกต้อง แม่นยำ
2. ใช้งานง่าย มีความสะดวก และลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน
3. ใช้คัดกรองผู้ป่วยที่มีภาวะพร่องเลอน ไชม์ G6PD และประเมินความรุนแรงของโรคได้
4. สามารถช่วยแพทย์ในการประเมินภาวะตัวเหลืองในเด็กทราบแรกเกิด และการให้ยาต้านมาลาเรียในผู้ป่วย

ตัวชี้วัดความสำเร็จ

ประสิทธิภาพในการคัดกรองภาวะพร่องเลอน ไชม์ G6PD มีความไว้ถือละ 100 ความจำเพาะ

ร้อยละ 97.3

ลงชื่อ นางสาวอรุณรัตน์ นาสูงเนิน

(นางสาวอรุณรัตน์ นาสูงเนิน)

ผู้ขอรับการประเมิน

..... 23 ส.ค. ๖๕

ภาคผนวก

ตารางแสดงค่า NRBC จากเครื่อง SYSMEX XN-3000 และวิชี MC

NO.	Lab no.	% NRBC (Sysmex)	MC1	MC2	ค่าเฉลี่ย MC	ค่าเฉลี่ย ของทั้ง 2 วิธี
1	6419330287	0.5	0	1	0.5	0.5
2	6433230020	0.5	0	1	0.5	0.5
3	6422530093	0.6	1	1	1	0.8
4	6422530180	0.6	2	1	1.5	1.05
5	6422930127	0.6	1	0	0.5	0.55
6	6429030003	0.6	1	1	1	0.8
7	6429830281	0.6	1	1	1	0.8
8	6430730229	0.7	1	1	1	0.85
9	6418230167	0.8	1	0	0.5	0.65
10	6425130004	0.8	2	1	1.5	1.15
11	6430130258	0.9	2	1	1.5	1.2
12	6427830268	*1	1	1	1	1
13	6415930149	1.1	2	1	1.5	1.3
14	6420930033	1.1	1	2	1.5	1.3
15	6420930130	1.1	2	1	1.5	1.3
16	6426030067	1.1	1	2	1.5	1.3
17	6430630010	1.1	2	1	1.5	1.3
18	6424330036	*1.2	1	0	0.5	0.85
19	6427030073	1.3	1	2	1.5	1.4
20	6429130088	1.3	4	2	3	2.15
21	6432230042	1.3	1	2	1.5	1.4
22	6432030007	1.6	1	2	1.5	1.55
23	6423930161	1.7	4	2	3	2.35
24	6425030193	*1.7	1	0	0.5	1.1
25	6430230253	1.8	2	1	1.5	1.65
26	6431330129	1.8	4	3	3.5	2.65
27	6431930018	1.8	2	3	2.5	2.15
28	6418630240	1.9	4	2	3	2.45

ค่า Z score (%NRBC)			
Sysmex	MC	difference ของทั้ง 2 วิธี	Average ของทั้ง 2 วิธี
-0.59	-0.57	0.02	-0.58
-0.59	-0.57	0.02	-0.58
-0.59	-0.56	0.02	-0.58
-0.59	-0.56	0.03	-0.57
-0.59	-0.57	0.02	-0.58
-0.59	-0.56	0.02	-0.58
-0.59	-0.56	0.02	-0.58
-0.59	-0.56	0.02	-0.58
-0.59	-0.56	0.02	-0.57
-0.58	-0.57	0.02	-0.58
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.57	-0.55	0.03	-0.56
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.57	-0.55	0.02	-0.56
-0.57	-0.57	0.01	-0.57
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.58	-0.55	0.03	-0.56
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.58	-0.56	0.02	-0.57
-0.57	-0.55	0.02	-0.56
-0.57	-0.57	0.01	-0.57
-0.57	-0.56	0.01	-0.57
-0.57	-0.55	0.03	-0.56
-0.57	-0.55	0.02	-0.56
-0.57	-0.55	0.02	-0.56

NO.	Lab no.	% NRBC (Sysmex)	MC1	MC2	ค่าเฉลี่ย MC	ค่าเฉลี่ย ของทั้ง 2 วิธี
29	6427030186	1.9	1	1	1	1.45
30	6428230053	1.9	4	5	4.5	3.2
31	6413430034	2.1	2	2	2	2.05
32	6419230014	2.2	5	3	4	3.1
33	6419330080	2.2	6	3	4.5	3.35
34	6423230195	2.2	2	1	1.5	1.85
35	6430130068	2.2	3	5	4	3.1
36	6424630145	2.3	2	5	3.5	2.9
37	6427830006	2.3	1	1	1	1.65
38	6419230031	2.5	4	2	3	2.75
39	6426430227	2.5	5	2	3.5	3
40	6430230348	2.5	1	1	1	1.75
41	6419330065	2.7	1	3	2	2.35
42	6428030160	2.7	3	3	3	2.85
43	6417830065	2.8	4	4	4	3.4
44	6427830023	2.8	5	5	5	3.9
45	6416330040	2.9	1	2	1.5	2.2
46	6421330040	2.9	4	3	3.5	3.2
47	6421730153	2.9	3	1	2	2.45
48	6418130266	3	3	4	3.5	3.25
49	6419330121	3	6	8	7	5
50	6431230039	3	6	2	4	3.5
51	6419530052	3.1	4	6	5	4.05
52	6429130037	3.1	3	1	2	2.55
53	6429230055	3.1	6	3	4.5	3.8
54	6429330213	3.1	8	3	5.5	4.3
55	6431230205	3.1	4	6	5	4.05
56	6425030271	3.2	4	3	3.5	3.35
57	6418930150	3.4	3	5	4	3.7

ค่า Z score (%NRBC)			
Sysmex	MC	difference ของทั้ง 2 วิธี	Average ของทั้ง 2 วิธี
-0.57	-0.56	0.01	-0.57
-0.57	-0.54	0.03	-0.56
-0.57	-0.56	0.01	-0.56
-0.57	-0.54	0.02	-0.56
-0.57	-0.54	0.03	-0.56
-0.57	-0.56	0.01	-0.57
-0.57	-0.54	0.02	-0.56
-0.57	-0.55	0.02	-0.56
-0.57	-0.56	0	-0.57
-0.57	-0.55	0.01	-0.56
-0.57	-0.55	0.02	-0.56
-0.57	-0.56	0	-0.57
-0.56	-0.56	0.01	-0.56
-0.56	-0.55	0.01	-0.56
-0.56	-0.54	0.02	-0.55
-0.56	-0.54	0.02	-0.55
-0.56	-0.56	0	-0.56
-0.56	-0.55	0.01	-0.55
-0.56	-0.55	0.01	-0.55
-0.56	-0.56	0	-0.56
-0.56	-0.55	0.01	-0.55
-0.56	-0.54	0.02	-0.55
-0.56	-0.56	0	-0.56
-0.56	-0.52	0.04	-0.54
-0.56	-0.54	0.02	-0.55
-0.56	-0.54	0.02	-0.55
-0.56	-0.56	0	-0.56
-0.56	-0.54	0.02	-0.55
-0.56	-0.53	0.02	-0.55
-0.56	-0.54	0.02	-0.55
-0.56	-0.55	0.01	-0.55
-0.56	-0.54	0.01	-0.55

NO.	Lab no.	% NRBC (Sysmex)	MC1	MC2	ค่าเฉลี่ย MC	ค่าเฉลี่ย ของทั้ง 2 วิธี	ค่า Z score (%NRBC)			
							Sysmex	MC	difference ของทั้ง 2 วิธี	Average ของทั้ง 2 วิธี
58	6426630175	3.4	4	6	5	4.2	-0.56	-0.54	0.02	-0.55
59	6416630278	3.6	2	3	2.5	3.05	-0.55	-0.55	0	-0.55
60	6419830132	3.7	1	3	2	2.85	-0.55	-0.56	-0.01	-0.56
61	6424330098	3.9	5	3	4	3.95	-0.55	-0.54	0.01	-0.55
62	6416330023	4.1	2	1	1.5	2.8	-0.55	-0.56	-0.01	-0.55
63	6426330199	4.3	2	3	2.5	3.4	-0.55	-0.55	-0.01	-0.55
64	6427330157	4.4	6	6	6	5.2	-0.55	-0.53	0.01	-0.54
65	6429130290	4.4	3	7	5	4.7	-0.55	-0.54	0.01	-0.54
66	6429730029	4.6	8	4	6	5.3	-0.54	-0.53	0.01	-0.54
67	6432430013	4.7	6	7	6.5	5.6	-0.54	-0.53	0.01	-0.53
68	6426030017	4.8	1	3	2	3.4	-0.54	-0.56	-0.02	-0.55
69	6418830080	5	4	2	3	4	-0.54	-0.55	-0.01	-0.54
70	6425130021	5	9	5	7	6	-0.54	-0.52	0.01	-0.53
71	6426030190	5	4	6	5	5	-0.54	-0.54	0	-0.54
72	6418130072	5.3	3	4	3.5	4.4	-0.54	-0.55	-0.01	-0.54
73	6433030081	5.3	4	4	4	4.65	-0.54	-0.54	-0.01	-0.54
74	6416230139	5.5	10	11	10.5	8	-0.53	-0.5	0.03	-0.52
75	6419330088	5.5	7	7	7	6.25	-0.53	-0.52	0.01	-0.53
76	6429930310	5.6	5	9	7	6.3	-0.53	-0.52	0.01	-0.53
77	6415330101	5.8	6	5	5.5	5.65	-0.53	-0.53	0	-0.53
78	6418930048	5.8	10	6	8	6.9	-0.53	-0.52	0.01	-0.52
79	6432130158	5.9	5	3	4	4.95	-0.53	-0.54	-0.02	-0.54
80	6416230218	6.3	9	12	10.5	8.4	-0.52	-0.5	0.02	-0.51
81	6422130242	6.3	7	10	8.5	7.4	-0.52	-0.51	0.01	-0.52
82	6414630022	6.4	5	3	4	5.2	-0.52	-0.54	-0.02	-0.53
83	6423830168	6.4	5	4	4.5	5.45	-0.52	-0.54	-0.02	-0.53
84	6424430001	6.5	12	4	8	7.25	-0.52	-0.52	0	-0.52
85	6429030093	6.5	4	7	5.5	6	-0.52	-0.53	-0.01	-0.53
86	6415230111	6.8	3	7	5	5.9	-0.52	-0.54	-0.02	-0.53

NO.	Lab no.	% NRBC (Sysmex)	MC1	MC2	ค่าเฉลี่ย MC	ค่าเฉลี่ย ของทั้ง 2 วิธี
87	6422930161	6.8	8	9	8.5	7.65
88	6427230085	6.9	10	5	7.5	7.2
89	6416130106	7	13	16	14.5	10.75
90	6423930109	7	9	9	9	8
91	6417230020	7.1	9	9	9	8.05
92	6418430002	7.4	11	7	9	8.2
93	6419530156	7.4	6	7	6.5	6.95
94	6420230045	7.4	10	7	8.5	7.95
95	6419030221	7.5	8	9	8.5	8
96	6427430142	7.5	2	3	2.5	5
97	6428730137	8.1	9	4	6.5	7.3
98	6427230150	8.3	8	7	7.5	7.9
99	6429830095	8.5	10	5	7.5	8
100	6425030255	8.7	5	6	5.5	7.1
101	6415130293	9	12	5	8.5	8.75
102	6430130299	9.8	6	8	7	8.4
103	6430130265	10.1	6	9	7.5	8.8
104	6429930108	10.2	6	4	5	7.6
105	6418830113	11	8	13	10.5	10.75
106	6433730159	11	7	5	6	8.5
107	6413730358	11.1	7	9	8	9.55
108	6418930199	11.3	15	8	11.5	11.4
109	6426430090	11.3	7	4	5.5	8.4
110	6423230123	11.4	6	12	9	10.2
111	6419030127	11.5	28	17	22.5	17
112	6433130006	12.2	20	18	19	15.6
113	6433430126	12.7	9	8	8.5	10.6
114	6414830165	13.2	13	8	10.5	11.85
115	6432230012	13.7	14	18	16	14.85

ค่า Z score (%NRBC)			
Sysmex	MC	difference ของทั้ง 2 วิธี	Average ของทั้ง 2 วิธี
-0.52	-0.51	0	-0.52
-0.52	-0.52	0	-0.52
-0.52	-0.47	0.04	-0.5
-0.52	-0.51	0.01	-0.51
-0.52	-0.51	0	-0.51
-0.51	-0.51	0	-0.51
-0.51	-0.53	-0.02	-0.52
-0.51	-0.51	0	-0.51
-0.51	-0.51	0	-0.51
-0.51	-0.55	-0.04	-0.53
-0.51	-0.53	-0.02	-0.52
-0.5	-0.52	-0.02	-0.51
-0.5	-0.52	-0.02	-0.52
-0.5	-0.51	-0.02	-0.5
-0.49	-0.52	-0.04	-0.51
-0.48	-0.52	-0.04	-0.5
-0.48	-0.54	-0.06	-0.51
-0.47	-0.5	-0.03	-0.49
-0.47	-0.53	-0.06	-0.5
-0.47	-0.52	-0.05	-0.5
-0.47	-0.49	-0.02	-0.48
-0.47	-0.53	-0.06	-0.5
-0.47	-0.51	-0.04	-0.49
-0.47	-0.42	0.05	-0.44
-0.46	-0.44	0.02	-0.45
-0.46	-0.51	-0.06	-0.48
-0.45	-0.5	-0.05	-0.48
-0.44	-0.46	-0.02	-0.45

NO.	Lab no.	% NRBC (Sysmex)	MC1	MC2	ค่าเฉลี่ย MC	ค่าเฉลี่ย ของทั้ง 2 วิธี
116	6431630164	13.8	10	9	9.5	11.65
117	6413930184	14.6	27	23	25	19.8
118	6432630305	14.6	10	17	13.5	14.05
119	6426030182	15	18	8	13	14
120	6426630169	15.7	20	15	17.5	16.6
121	6421830144	16.3	13	16	14.5	15.4
122	6415130298	16.9	10	12	11	13.95
123	6417530194	17	13	24	18.5	17.75
124	6421630243	18.3	15	14	14.5	16.4
125	6432930144	19.6	33	16	24.5	22.05
126	6420830191	20	29	20	24.5	22.25
127	6425230021	20	26	30	28	24
128	6425230193	22.5	33	22	27.5	25
129	6430130313	25.1	18	15	16.5	20.8
130	6432430022	29	34	42	38	33.5
131	6414730122	29.5	22	19	20.5	25
132	6423930052	34.2	36	51	43.5	38.85
133	6432230253	37.2	22	13	17.5	27.35
134	6421130143	46.2	53	51	52	49.1
135	6425330139	64.1	102	78	90	77.05
136	6416630115	68.9	100	103	101.5	85.2
137	6428530179	70.8	81	130	105.5	88.15
138	6426430220	72.4	124	148	136	104.2
139	6433730168	80.9	97	131	114	97.45
140	6427430143	82.7	169	101	135	108.85
141	6418330123	83.8	118	118	118	100.9
142	6428830157	87.5	138	116	127	107.25
143	6421830133	101.4	169	125	147	124.2
144	6431330196	105.5	133	157	145	125.25

ค่า Z score (%NRBC)			
Sysmex	MC	difference ของทั้ง 2 วิธี	Average ของทั้ง 2 วิธี
-0.44	-0.51	-0.06	-0.48
-0.43	-0.4	0.03	-0.42
-0.43	-0.48	-0.05	-0.46
-0.43	-0.48	-0.05	-0.46
-0.42	-0.45	-0.03	-0.44
-0.42	-0.47	-0.06	-0.45
-0.41	-0.5	-0.09	-0.45
-0.41	-0.45	-0.04	-0.43
-0.39	-0.47	-0.08	-0.43
-0.38	-0.41	-0.03	-0.39
-0.38	-0.41	-0.03	-0.39
-0.38	-0.38	-0.01	-0.38
-0.35	-0.39	-0.04	-0.37
-0.32	-0.46	-0.14	-0.39
-0.28	-0.32	-0.04	-0.3
-0.27	-0.43	-0.16	-0.35
-0.22	-0.28	-0.06	-0.25
-0.19	-0.45	-0.26	-0.32
-0.09	-0.23	-0.13	-0.16
0.1	0.03	-0.07	0.06
0.15	0.1	-0.05	0.13
0.17	0.13	-0.04	0.15
0.19	0.33	0.14	0.26
0.28	0.19	-0.1	0.24
0.3	0.33	0.02	0.31
0.32	0.21	-0.1	0.26
0.36	0.27	-0.08	0.31
0.51	0.41	-0.1	0.46
0.55	0.39	-0.16	0.47

NO.	Lab no.	% NRBC (Sysmex)	MC1	MC2	ค่าเฉลี่ย MC	ค่าเฉลี่ย ของทั้ง 2 วิธี
145	6430930203	117.6	214	190	202	159.8
146	6417630180	118.5	204	206	205	161.75
147	6415330193	120.5	229	179	204	162.25
148	6424330145	123.6	184	173	178.5	151.05
149	6426030076	132.4	192	164	178	155.2
150	6424530169	137.5	199	278	238.5	**188
151	6414130067	141	366	269	317.5	229.25
152	6429330240	145.1	332	315	323.5	234.3
153	6428130130	157.7	363	330	346.5	252.1
154	6423930131	162.3	209	240	224.5	193.4
155	6433730214	164.1	241	262	251.5	207.8
156	6414130120	167	218	207	212.5	189.75
157	6418930109	170.6	301	354	327.5	249.05
158	6421630175	170.6	246	239	242.5	206.55
159	6413330187	173.2	290	250	270	221.6
160	6433030218	173.2	298	183	240.5	206.85
161	6430130226	176	305	300	302.5	239.25
162	6427430173	178.2	319	283	301	239.6
163	6425330135	193.2	382	263	322.5	257.85
164	6428130173	196.9	397	436	416.5	306.7
165	6430930324	198.9	349	300	324.5	261.7
166	6417630191	202.2	398	353	375.5	288.85
167	6416930097	204.2	373	342	357.5	280.85
168	6428530226	208	307	299	303	255.5
169	6430930297	208.5	320	344	332	270.25
170	6420130021	217.8	507	333	420	318.9
171	6414130129	218	409	322	365.5	291.75
172	6416130227	221	451	330	390.5	305.75
173	6426230039	225.9	383	290	336.5	281.2
174	6419730126	226.9	354	343	348.5	287.7

ค่า Z score (%NRBC)			
Sysmex	MC	difference ของทั้ง 2 วิธี	Average ของทั้ง 2 วิธี
0.68	0.77	0.09	0.73
0.69	0.79	0.1	0.74
0.71	0.79	0.07	0.75
0.75	0.62	-0.13	0.68
0.84	0.61	-0.23	0.73
0.9	1.01	0.12	**0.96
0.93	1.54	0.61	1.24
0.98	1.58	0.6	1.28
1.12	1.73	0.62	1.42
1.17	0.92	-0.24	1.04
1.19	1.1	-0.08	1.14
1.22	0.84	-0.37	1.03
1.26	1.61	0.35	1.43
1.26	1.04	-0.21	1.15
1.28	1.22	-0.06	1.25
1.28	1.03	-0.26	1.16
1.31	1.44	0.13	1.38
1.34	1.43	0.09	1.38
1.5	1.57	0.07	1.54
1.54	2.2	0.66	1.87
1.56	1.59	0.02	1.57
1.6	1.93	0.33	1.76
1.62	1.81	0.19	1.71
1.66	1.44	-0.22	1.55
1.67	1.64	-0.03	1.65
1.77	2.22	0.45	1.99
1.77	1.86	0.09	1.81
1.8	2.03	0.22	1.91
1.85	1.67	-0.19	1.76
1.87	1.75	-0.12	1.81

NO.	Lab no.	% NRBC (Sysmex)	MC1	MC2	ค่าเฉลี่ย MC	ค่าเฉลี่ย ของทั้ง 2 วิธี
175	6422530105	251.6	484	424	454	352.8
176	6431630203	256.1	463	400	431.5	343.8
177	6430030206	267.4	317	363	340	303.7
178	6422930181	268.7	493	418	455.5	362.1
179	6430930264	325.9	555	585	570	447.95
180	6433030234	328.3	512	433	472.5	400.4
181	6413830189	355.5	492	520	506	430.75
182	6416930124	381	638	670	654	517.5
183	6416930242	551	688	851	769.5	660.25

ค่า Z score (%NRBC)			
Sysmex	MC	difference ของทั้ง 2 วิธี	Average ของทั้ง 2 วิธี
2.13	2.45	0.31	2.29
2.18	2.3	0.12	2.24
2.3	1.69	-0.61	2
2.32	2.46	0.14	2.39
2.94	3.22	0.28	3.08
2.96	2.57	-0.39	2.77
3.26	2.79	-0.47	3.03
3.54	3.78	0.24	3.66
5.38	4.55	-0.83	4.96