การพัฒนาระบบรายงานผลอัตโนมัติ ในการตรวจวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือดของผู้ใช้บริการในโรงพยาบาลถลาง

พรรณ์ภิญา ลีนานนท์
กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลถลาง
Corresponding author, Email: thalanglab@gmail.com

(วันรับบทความ : 19 กันยายน 2568, วันแก้ไขบทความ : 22 ตุลาคม 2568, วันตอบรับบทความ : 24 พฤศจิกายน 2568)

บทคัดย่อ

บทนำ : การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count; CBC) เป็นการตรวจพื้นฐานที่สำคัญต่อการวินิจฉัยและติดตามผลการรักษา โรงพยาบาลถลาง จังหวัดภูเก็ต มีการสั่งตรวจ CBC เฉลี่ยมากกว่า 3,000 รายต่อเดือน ส่งผลให้ภาระงานสูงและอาจเกิดความล่าช้าในการรายงานผล ระบบรายงานผลอัตโนมัติ (Autoverification) จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาในการรายงานผล

วัตถุประสงค์ : เพื่อพัฒนาระบบ Autoverification สำหรับการตรวจ CBC และประเมินประสิทธิภาพด้านความถูกต้อง ระยะเวลาการรายงานผล (Turnaround Time; TAT) อัตราการรายงานผลภายในเวลาที่กำหนด และต้นทุนการดำเนินงาน

วัสดุและวิธีการศึกษา : ใช้ผลตรวจ CBC ของผู้ป่วยที่ส่งตรวจด้วยเครื่อง Mindray BC-6000 กำหนดเกณฑ์ Autoverification อ้างอิงจาก Consensus Guidelines (ISLH), CLIA 2025 และคู่มือการใช้งานเครื่อง จากนั้นสุ่มตรวจสอบความถูกต้องด้วยการย้อมสไลด์เลือดโดยนักเทคนิคการแพทย์ 3 ท่าน และเปรียบเทียบผลก่อน–หลังใช้งานระบบ

ผลการศึกษา : ระบบ Autoverification สามารถอนุมัติผล CBC ได้อัตโนมัติ 29.83% พบผลลบปลอมใน RBC Morphology 2.00% แต่ไม่พบข้อผิดพลาดใน WBC และ Platelet ระยะเวลา TAT ของผู้ป่วยเร่งด่วนที่ผลปกติลดลงจาก 21.95 นาที เหลือ 7.60 นาที อัตราการรายงานผลภายในเวลาที่กำหนดเพิ่มจาก 95.94% เป็น 99.61% และต้นทุนการย้อมสไลด์ลดลง 32.68% ภายใน 3 เดือนแรก

สรุป : ระบบ Autoverification มีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพ ลดระยะเวลาและต้นทุน รวมทั้งลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ โดยควรมีการปรับปรุงเกณฑ์อย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มสัดส่วนผลที่สามารถรายงานได้ โดยไม่กระทบต่อความถูกต้องของผลตรวจ

คำสำคัญ : การตรวจความสมบูรณของเม็ดเลือด ระบบการรายงานผลโดยอัตโนมัติ ระยะเวลาการรายงานผล

Development of Autoverification System for Complete Blood Count (CBC) Analysis of Patient in Thalang Hospital

Panpiya Leenanon

Department of Medical Technology, Thalang Hospital

Abstract

Background: Complete blood count (CBC) is a routine hematology test that plays a central role in clinical diagnosis and treatment monitoring. At Thalang Hospital, over 3,000 CBC tests are performed monthly, creating heavy workload and delays in reporting. Autoverification has been proposed as a strategy to improve efficiency and shorten turnaround time (TAT).

Objective: To develop and implement an autoverification system for CBC testing and to assess its impact on accuracy, TAT, reporting timeliness, medical technologist workload and cost.

Material and Methods: CBC results generated by the Mindray BC-6000 analyzer were processed using autoverification rules adapted from ISLH and CLIA 2025 guidelines. Manual blood smear reviews by three medical technologists served as the reference standard. Laboratory performance was compared before and after system implementation.

Results: The autoverification system verified 29.83% of CBC results. False-positive rates were 2.00% for RBC morphology, while most false negatives involved WBC and platelet counts. Mean TAT decreased from 21.95 to 7.60 minutes. The proportion of reports released within the target timeframe increased from 95.94% to 99.61%. Cost for manual smear review was reduced by 32.68% within three months.

Conclusion: The autoverification system significantly improved laboratory efficiency, reduced TAT, lessened staff workload and cost. Further refinement of verification rules is warranted to optimize accuracy and ensure sustainable application in routine practice.

Keywords: Complete Blood Count, Autoverification, Turnaround Time

บทนำ

การตรวจวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count; CBC) เป็นการตรวจพื้นฐานที่สำคัญในการประเมิน การตรวจคัดกรอง การตรวจวินิจฉัย และการติดตามในการดูแลผู้ป่วยที่แพทย์สั่งตรวจมากที่สุดการตรวจวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count) ประกอบไปด้วยการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณของส่วนประกอบต่าง ๆ ของเลือด การตรวจจำนวนและแยกชนิดเม็ดเลือดขาว และการตรวจสอบรูปร่างลักษณะของเม็ดเลือดแดงและเกล็ดเลือด ในปัจจุบันการตรวจวิเคราะห์โดยเครื่องอัตโนมัติถือเป็นความก้าวหน้าของเทคโนโลยี สามารถตรวจวิเคราะห์ Parameters ต่าง ๆ ได้ เช่น Hemoglobin (Hb), Hematocrit (Hct), White Blood Cell Count (WBC), Differential Leukocyte Count, Mean Corpuscular Volume (MCV), Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH), Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC), Red Blood Cell Count, Red Cell Distribution Width (RDW) และการประมาณค่าเกร็ดเลือด เป็นต้น[1]

ปัจจุบันการตรวจวิเคราะห์โดยเครื่องอัตโนมัติถือเป็นความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่ทำให้ลดขั้นตอนต่าง ๆ ลง ได้แก การนับจำนวนเม็ดเลือด การไถและการย้อม blood smear เป็นต่น จึงทำให้สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้อย่างรวดเร็ว โดยในเครื่องบางรุ่น (model) อาจวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ได้ในเวลาน้อย ๆ และบางรุ่นจะมีสวนที่ smear และย้อม slide เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติทางโลหิตวิทยาประกอบไปด้วยเครื่องหลายชนิด และในแต่ละชนิดยังมีหลายรุน ซึ่งนอกจากจะสามารถวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เป็นพื้นฐานในทางโลหิตวิทยา แล้วยังสามารถตรวจสอบและรายงาน parameters อื่น ๆ ได้แก่ เม็ดเลือดแดงตัวอ่อนระยะ reticulocyte และ เม็ดเลือดแดงตัวอ่อนที่มีนิวเคลียส (nucleated red blood cells; NRBC) ยังสามารถตรวจสอบ parameters อื่น เช่น red cell distribution width (RDW), platelet distribution width (PDW) และ neutrophil volume distribution width (NDW) เป็นตน การตรวจวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือดในปัจจุบันจะใช้เทคโนโลยีหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ การใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการวิเคราะห์และคำนวณผล การใช้แสงเลเซอร์และคลื่นวิทยุมาช่วยในการตรวจวิเคราะห์ สำหรับคุณสมบัติพื้นฐานของเซลล์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์โดยเครื่องอัตโนมัติจะอาศัยคุณสมบัติต่าง ๆ ได้แก่ คุณสมบัติด้านเคมีเซลล์ (Cytochemistry) การกระจายแสงของเซลล์ (Cell Light Scatter) และการเป็นสื่อนำไฟฟ้าของเซลล์ (Cell Conductivity) โดยใช้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือใช้ร่วมกันทำให้ได้ข้อมูลจากการวิเคราะห์เซลล์เม็ดเลือดได้มากขึ้น ซึ่ง Parameter เหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการวินิจฉัยแยกชนิดของโรค การติดตามผลการรักษาตลอดจนการวินิจฉัย[2]

จากข้อมูลปริมาณการสั่งตรวจรายการตรวจ Complete Blood Count ประจำกลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลถลาง มีจำนวนมากและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีการสั่งตรวจเฉลี่ยประมาณ 3,000 ราย/เดือน ในขณะที่มีบุคลากรมีจำกัด ส่งผลให้ระยะเวลารอคอยผลการตรวจ (Turn Around Time, TAT) ของผู้ป่วย บางรายล่าช้า ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางห้องปฏิบัติการได้ประกันเวลาไว้ โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่มีปริมาณงานจำนวนมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการรักษา

ผู้ป่วยได้ นอกจากนี้การตรวจวิเคราะห์ Complete Blood Count มีหลายขั้นตอน ได้แก่ การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ เพื่อให้ได้ค่าใน parameter ต่าง ๆ การเตรียม slide blood smear การย้อมสี wright's stain ทำการตรวจวิเคราะห์ slide Blood smear ด้วยกล้องจุลทรรศน์ และการรายงานผลการตรวจที่ได้โดยนักเทคนิคการแพทย์ หากสามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงานจะทำให้ TAT ลดลงได้

โดยมีหลายการศึกษาที่พบว่า ระบบการรายงานผลอัตโนมัติ (Autoverification) ช่วยลด TAT ได้ โดยระบบการรายงานผลอัตโนมัติ คือ การสร้างเงื่อนไขหรือกฎขึ้นมาแล้วตั้งค่าในระบบคอมพิวเตอร์ ให้ประมวลผลและเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Information System; LIS) หากผลการตรวจวิเคราะห์รายใดผ่านเงื่อนไขที่ตั้งไว้ สามารถรายงานผลไปยังระบบสารสนเทศของโรงพยาบาล (Hospital Information System; HIS) ได้โดยอัตโนมัติ สามารถลดขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ slide blood smear และไม่ต้องรอให้บุคลากรตรวจสอบผลก่อน แต่หากไม่ผ่านเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องดำเนินการตรวจวิเคราะห์ตามขั้นตอนปกติและยืนยันผลการทดสอบเอง เช่น โรงพยาบาลสรรพสิทธิ์ประสงค์ จ.อุบลราชธานี สามารถลดระยะเวลารอคอยผลการตรวจ Complete Blood Count ได้ ผลการตรวจมีความถูกต้อง ลดต้นทุนการตรวจวิเคราะห์ได้ 101,682 บาทต่อเดือน[3] และโรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พบว่าสามารถรายงานผล Complete Blood Count โดยระบบอัตโนมัติเฉลี่ยร้อยละ 42.8 ของจำนวนการส่งตรวจ Complete Blood Count ทั้งหมด ลดระยะเวลารอคอย เพิ่มความพึงพอใจ ลดความคับคั่งของผู้ป่วยที่ห้องตรวจได้[4]

ดังนั้นผู้วิจัย จึงมีความสนใจนำระบบการรายงานผลอัตโนมัติ (Autoverification) มาประยุกต์ใช้ในการรายงานผลการตรวจ โดยศึกษาเกณฑ์สำหรับการตรวจสอบผล (Autoverification Criteria) ระบบการรายงานผลอัตโนมัติ (Autoverification) ที่เหมาะสมกับผู้ใช้บริการในโรงพยาบาลถลาง เพื่อพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ และช่วยลดระยะเวลาการรอคอยผลการตรวจ Complete Blood Count ของกลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลถลาง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อจัดตั้งระบบการรายงานผลอัตโนมัติ Autoverification สำหรับรายงานผลการตรวจ CBC

2. เพื่อพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ลดระยะเวลาการรอคอยผลการตรวจ CBC ของกลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลถลาง

วัสดุและวิธีดำเนินการศึกษา

รูปแบบการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนางานประจำสู่การวิจัย โดยเป็นการศึกษาข้อมูลแบบย้อนหลัง (Retrospective Study) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพเกณฑ์การจัดตั้งระบบการรายงานผลอัตโนมัติ สำหรับรายงานผลการตรวจ CBC เพื่อพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ลดระยะเวลาการรอคอยผลการตรวจ CBC

เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Mindray รุ่น BC6000 มีการเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Information System; LIS) ของ I-Link และระบบ

สารสนเทศของโรงพยาบาล (Hospital Information System; HIS) ของ HOS-XP

กลุ่มตัวอย่าง ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างเลือดของผู้ป่วยที่แพทย์ส่งตรวจเพื่อดูความสมบูรณ์เม็ดเลือด (CBC) ระหว่างวันที่ 1 มกราคม - 31 มิถุนายน 2568 ณ กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลถลาง จำนวน 19,025 ราย

วิธีการวิจัย

1.ออกแบบขั้นตอนข้อกำหนดเงื่อนไขเกณฑ์เพื่อคัดเลือกเข้าสู่ระบบการรายงานผลอัตโนมัติ Autoverification

1.1. เงื่อนไข ผลการควบคุมคุณภาพภายใน (Internal Quality Control; IQC) ในการเลือกผลที่สามารถรายงานโดยอัตโนมัติได้ ต้องเป็นผลการตรวจที่ได้จากเครื่องตรวจวิเคราะห์ที่มีผลการควบคุมคุณภาพภายใน ตามระยะเวลาที่กำหนด ผ่านตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้

1.2. เงื่อนไข กรณีตรวจวิเคราะห์ซ้ำ (Repeat) หากผลการตรวจวิเคราะห์นั้นเกิดจากการสั่งตรวจวิเคราะห์ซ้ำ ระบบจะไม่รายงานผลโดยอัตโนมัติ

1.3 เงื่อนไข กรณีมีรายการสั่งตรวจอื่นร่วมกับ CBC ระบบจะไม่รายงานผลโดยอัตโนมัติ ในกรณีที่ผลการตรวจนั้นมีการสั่งร่วมกับรายการตรวจดังต่อไปนี้ malaria, reticulocyte count หรือแพทย์ขอสไลด์ ภาพถ่ายสเมียร์เลือด

2.กำหนดเกณฑ์สำหรับการตรวจสอบผล (Autoverification Criteria) พิจารณาและกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกเพื่อเลือกตรวจ Blood smear โดยอ้างอิงจาก Consensus Guidelines: Rules (International Society for Laboratory Hematology; ISLH)[5] และ Acceptance Limits for Proficiency Testing Hematology CLIA 2025[6] ร่วมกับคำแนะนำของคู่มือการใช้งานเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Mindray รุ่น BC6000[7]

2.1 ค่าพิกัดตรวจสอบ (Limit Check) ค่าพิกัดตรวจสอบ (Limit Check) ของรายการทดสอบที่ได้จาก ค่าอ้างอิง หรือ ค่าวิกฤต

2.2 ค่าผลครั้งก่อน (Delta Chek) สำหรับประเมินความเป็นไปได้ของผลการทดสอบ โดย Delta Check เป็นเทคนิคในการตรวจสอบความผิดพลาดแบบสุ่มที่อาจเกิดขึ้นได้ในแต่ละตัวอย่าง โดยพิจารณาจากระยะเวลาและความแตกต่างของผลการตรวจครั้งนี้กับผลครั้งก่อนหน้าของผู้ป่วยรายนั้น หากค่า Delta Check มีค่าเกิน กว่าเกณฑ์ที่กำหนด อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากพยาธิสภาพของผู้ป่วยเอง หรือจากความเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดจากความบกพร่องของขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ เช่น คุณภาพของสิ่งส่งตรวจ เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติขัดข้อง เป็นต้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบก่อนรายงานผล ซึ่ง delta check ของการตรวจสอบผล CBC คำนวณจากความแตกต่างกันของผลการตรวจทั้ง 2 ครั้ง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้ การใช้ % delta check เป็นเกณฑ์ ได้แก่ค่า WBC, Hb, MCV และค่า platelet count โดยช่วงค่าการเปลี่ยนแปลง ที่ยอมรับได้ให้เข้าสู่เกณฑ์คัดเลือก คือ ±15%, ±4%, ±10% และ ±25% ภายใน 7 วันตามลำดับ อ้างอิงจากค่า Acceptance Limits for Proficiency Testing Hematology CLIA 2025

2.3 เกณฑ์การตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดสอบกับข้อมูลอื่น ๆ (Consistence Check)

2.3.1 ประเมินเปรียบเทียบร่วมกับผลการทดสอบอื่นที่มีความเกี่ยวข้อง

2.3.2 พิจารณาความรบกวนจากความผิดปกติของตัวอย่าง เช่น Hemolysis icteric และ lipemic

2.3.3 เกณฑ์ความผิดปกติที่พบจากเครื่องอัตโนมัติแจ้งเตือน (Flag)

ตารางที่ 1 เกณฑ์พิจารณาการตรวจสเมียร์เลือด

No.	Group	parameter	Criteria	Delta Check
1	Linearity	WBC	> Linearity (500 x10^3 /uL)	-
2		RBC	> Linearity (8.6 x10^6 /uL)	-
3		HGB	> Linearity (26 g/dL)	-
4		HCT	> Linearity (75%)	-
5		PLT	> Linearity (5000 x10^3 /uL)	-
6	Vote Out	WBC	Vote out or ---	-
7		RBC	Vote out or ---	-
8		HGB	Vote out or ---	-
9		HCT	Vote out or ---	-
10		PLT	Vote out or ---	-
11		No Diff or incomplete Diff	Vote out or ---	-
12	Low/High WBC	WBC	< 4 x10^3 /uL	First time
13		WBC	< 4 x10^3 /uL	Delta Check 10% in 7 days
14		WBC	> 30 x10^3 /uL	First time
15		WBC	> 30 x10^3 /uL	Delta Check 10% in 7 days
16	Low/High Hb	Hb	< 9 g/dL	First time
17		Hb	M > 18 g/dL	First time
18		Hb	F > 17g/dL	First time
19		Hb	> 2 g/dL above upper reference range for age and sex	First time
20		Hb	Any value	Delta Check 4% in 7 days

No.	Group	parameter	Criteria	Delta Check
21	Low/High MCV	MCV	< 75 fL	First time
22		MCV	> 105 fL	First time
23		MCV	Any value	Delta Check 10% in 7 days
24	Low/High PLT	PLT	< 150 x10^3 /uL	First time
25		PLT	> 450 x10^3 /uL	First time
26		PLT	Any value	Delta Check 25% in 7 days
27	Low/High MCHC	MCHC	< 32 g/dL	-
28		MCHC	> 38 g/dL (2 g/dL above upper reference range)	-
29	Low/High RDW-CV	RDW-CV	> 22 %	First time
30	Low/High Diff	Neu# low	< 1.00 x10^9 /L	First time
31		Neu# High	> 11.00 x10^9 /L	First time
32		Lym# low	< 0.80 x10^9 /L	First time
33		Lym# high	> 4.00 x10^9 /L	First time
34		Mon# high	> 1.50 x10^9 /L	First time
35		Eos# high	> 0.70 x10^9 /L	First time
36		Bas# high	> 0.20 x10^9 /L	First time
37		Blast	Presence of excessive dot in blast sensitive region of the scattergram	-
38	WBC Abnormal Flag	NRBC	NRBC% >1 and NRBC# > 0.01	-
39		Abn.Lym/Blast	Presence of excessive dot in abnormal lymphocyte/blast sensitive region of the scattergram	-
40		Immature Gran	Presence of excessive dot in immature granulocyte sensitive region of the scattergram	-
41		Left Shift	Obvious scattergram in the left shift area on the scattergram	-

No.	Group	parameter	Criteria	Delta Check
42	WBC Abnormal Flag	Atypical Lymph	Presence of excessive dot in atypical lymphocyte sensitive region of the scattergram	-
43		WBC Fragments	Presence of excessive dots in infected WBC fragment sensitive region	-
44		WBC Fragments	Presence of excessive dots in infected WBC fragment sensitive region	-
45	RBC Abnormal Flag	RBC Histogram Abn.	Abnormal distribution of RBC histogram	-
46		Dimorphic Population	Two or more wave peak RBC histogram	-
47		RBC Agglutination	Calculate and compare special parameters.	-
48		Turbidity/HGB Interference	Calculate and compare special parameters.	-
49		Iron deficiency	Calculate and compare special parameters.	-
50		Fragments	Presence of abnormally distributed dots in sensitive region of the RET channel	-
51		Infected RBC	Presence of excessive dots in infected RBC sensitive region of the scattergram	-
52	PLT Abnormal Flag	PLT Scattergram Abn.	The distributed dots of PLT scattergram is abnormal	-
53		PLT Histogram Abn.	Abnormal distribution of PLT histogram	-
54	Age	Age	< 7days	-

2.2.4 เก็บข้อมูลผลการตรวจคนไข้ที่ผ่านเกณฑ์พิจารณาการตรวจสเมียร์เลือด (สามารถรายงานผลโดยระบบ Autoverification ได้)

3 ตรวจสอบความถูกต้องของกฎโดยการทำ Blood smear ในรายที่สามารถรายงานผลอัตโนมัติโดยระบบ Autoverification ได้ จำนวน 400 ราย

3.1 ให้นักเทคนิคการแพทย์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ Blood smear ในรายที่สามารถรายงานผลอัตโนมัติโดยระบบ Autoverification ได้ โดยใช้เกณฑ์การยอมรับ เพื่อเลือกตรวจสเมียร์เลือด (Positive Smear finding rules) เงื่อนไขในการพิจารณาการตรวจเสมียร์เลือดจากผลการตรวจ CBC ซึ่งอ้างอิงเกณฑ์ของ The International Society for Laboratory Hematology (ISLH) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์ตัดสิน Positive Smear finding rules

1. Morphology	a. RBC morphology ตั้งแต่ 2+/moderate ขึ้นไป ยกเว้น กรณีที่ตรวจพบ malaria ให้ถือว่า positive ทุกกรณี
	b. PLT morphology (Giant platelet) ตั้งแต่ 2+/moderate ขึ้นไป
	c. Platelet clumps > rare/occasional
	d. Dohle bodies ตั้งแต่ 2+/moderate ขึ้นไป
	e. Toxic granulation ตั้งแต่ 2+/moderate ขึ้นไป
	f. Vacuoles ตั้งแต่ 2+/moderate ขึ้นไป
2. Abnormal cell types	a. Blast > 1
	b. Meta > 2
	c. Myelo/promyelocyte > 1
	d. Atypical lymphs > 5
	e. NRBC > 1
	f. Plasma cells > 1

3.2 ผลที่ยอมรับได้ คือ ให้ผลที่ตรงกันอย่างน้อย 2 ใน 3 ท่านของนักเทคนิคการแพทย์ เกณฑ์ยอมรับคือ False negative น้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 2.9 (False negative หมายถึง สามารถรายงานผลโดยระบบ Autoverification ได้ แต่เมื่อ ตรวจสอบ Blood smear ให้ผล Positive)

การวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอุปมาน โดยเก็บข้อมูลปริมาณการสั่งตรวจ Complete Blood Count และ ระยะเวลาการรอคอยผลเฉลี่ย (Turn Around Time ; TAT) หาค่าเฉลี่ยเวลาสูงสุด ต่ำสุด เก็บสถิติร้อยละที่ผ่านเกณฑ์การประกันเวลารายงานผลตรวจวิเคราะห์ (% Within time) ก่อนเริ่มทำการพัฒนาระบบรายงานผลอัตโนมัติ (Autoverification) เปรียบเทียบกับหลังพัฒนาระบบรายงานผลอัตโนมัติ (Autoverification) และวิเคราะห์ปริมาณของการรายงานผลทางห้องปฏิบัติการที่ลดลง (ร้อยละ) เมื่อมีการใช้งานระบบการรายงานผลอัตโนมัติ (Autoverification) สำหรับรายงานผลการตรวจ Complete Blood Count

การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ดำเนินการขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์ ของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดภูเก็ต เอกสารรับรองเลขที่ PKPH 003/68 เพื่อพิจารณาอนุญาตให้ดำเนินการเก็บข้อมูลผู้รับบริการเขตอำเภอถลาง

ผลการศึกษา

1. การตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) ของเกณฑ์การคัดเลือกเข้าสู่ระบบ Autoverification

จากการพัฒนาเกณฑ์ในการพิจารณาการตรวจสเมียร์เลือด โดยอ้างอิงจาก Consensus Guidelines: Rules (International Society for Laboratory Hematology; ISLH) และ Acceptance Limits for Proficiency Testing Hematology CLIA 2025 ร่วมกับคำแนะนำของคู่มือการใช้งานเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Mindray รุ่น BC6000 จากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องของเกณฑ์การคัดเลือกเข้าสู่ระบบ Autoverification โดยใช้ข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์จำนวน 400 ราย ในกรณีที่ผลการตรวจวิเคราะห์รายใดอยู่ในช่วงที่กำหนด และไม่ติด flag ทุกพารามิเตอร์ สามารถรายงานผลโดยไม่ทำการตรวจ Blood smear

การทวนสอบด้วยนักเทคนิคการแพทย์จากการตรวจ Blood smear ที่เครื่องไม่แจ้งสัญญาณเตือนพบผลปลอม false negative คือ ดูสเมียร์เลือดให้ผล Positive แต่เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ ไม่แสดงสัญญาณแจ้งเตือน ในพารามิเตอร์ RBC จำนวน 8 ราย คิดเป็น 2% ส่วนพารามิเตอร์ WBC และ Platelet ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจ slide blood smear ที่เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ ไม่แสดงสัญญาณเตือน จำนวน 400 ราย ด้วย นักเทคนิคการแพทย์ 3 ท่าน

	Parameter WBC	Parameter RBC	Parameter Platelet
False Negative	0%	2%	0%
	0 ราย จาก 400 ราย	8 ราย จาก 400 ราย	0 ราย จาก 400 ราย

2. อัตราการรายงานผล CBC โดยระบบอัตโนมัติในช่วงเวลา 3 เดือน

การรายงานผล CBC โดยระบบอัตโนมัติหลังจากเริ่มใช้ระบบ Autoverification จำนวน 3 เดือน ในกลุ่มผู้ป่วยนอก สามารถรายงานผล CBC โดยระบบอัตโนมัติโดยไม่ต้องดูสเมียร์ได้ 2,280 ราย จาก 7,644 ราย คิดเป็นร้อยละ 29.83 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 สถิติการรายงานผล CBC โดยระบบอัตโนมัติ หลังจากใช้งาน 3 เดือน

จำนวนสั่งตรวจ CBC (ราย)	AV Approval (ราย)	AV Rate (%)
7,644	2,280	29.83

3. ระยะเวลาการรอคอยผลการตรวจ CBC โดยระบบ Autoverification

การเปรียบเทียบระยะเวลารอคอยผลการตรวจ CBC ก่อนและหลังใช้ระบบ Autoverification โดยแยกกลุ่มตามที่ทางห้องปฏิบัติการประกันเวลาไว้ พบ หลังใช้ระบบ Autoverification ระยะเวลารอคอยผลการตรวจลดลงทั้งในกลุ่มผู้ป่วยทั่วไปและกลุ่มผู้ป่วยเร่งด่วนจากห้องฉุกเฉิน ในกรณีที่ผลการตรวจปกติ จาก 26.94 เป็น 20.83 นาที และ จาก 21.95 เป็น 7.60 นาที ตามลำดับ ส่วนกรณีที่ผลการตรวจผิดปกติ จาก 26.84 เป็น 24.84 นาที และ จาก 22.79 เป็น 22.43 นาที ตามลำดับ (ตารางที่ 5) โดยเกณฑ์ที่ทางห้องปฏิบัติการประกันเวลารอคอยผลตรวจ CBC ได้ภายใน 30 นาที

ตารางที่ 5 ระยะเวลารอคอยผลการตรวจ CBC (TAT) ก่อนและหลังใช้ระบบ Autoverification

	TAT (นาที) ก่อนใช้ระบบ Autoverification		TAT (นาที) หลังใช้ระบบ Autoverification	
	ผลการตรวจปกติ	ผลการตรวจผิดปกติ	ผลการตรวจปกติ	ผลการตรวจผิดปกติ
ผู้ป่วยทั่วไป	26.94	26.84	20.83	24.84
ผู้ป่วยเร่งด่วนห้องฉุกเฉิน	21.95	22.79	7.60	22.43

4. อัตราการรายงานผลภายในเวลาที่กำหนด

การเปรียบเทียบอัตราการรายงานผลการตรวจ CBC อยู่ภายในเวลาที่กำหนด ก่อนและหลังใช้งานระบบ Autoverification พบ อัตราการรายงานผลภายในเวลาที่กำหนดเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 95.94 เป็น 99.61 ในกลุ่มผู้ป่วยทั่วไป ส่วนกลุ่มผู้ป่วยเร่งด่วนจากห้องฉุกเฉินอัตราการรายงานผลภายในเวลาที่กำหนดร้อยละ 100 เช่นเดิม

ตารางที่ 6 ร้อยละที่รายงานผลในเวลา การตรวจ CBC ก่อนและหลังใช้ระบบ Autoverification กลุ่มผู้ป่วยทั่วไป และผู้ป่วยเร่งด่วนจากห้องฉุกเฉิน

	ก่อนใช้ระบบ Autoverification	หลังใช้ระบบ Autoverification
กลุ่มผู้ป่วยทั่วไป	95.94%	99.61%
กลุ่มผู้ป่วยเร่งด่วนจากห้องฉุกเฉิน	100.00%	100.00%

5. ต้นทุน

จากการเปรียบเทียบต้นทุนการเตรียมและย้อมสไลด์เลือด (Blood Smear) ก่อนและหลังใช้ระบบ Autoverification พบว่ามีการลดลงของต้นทุนร้อยละ 32.65 เมื่อเทียบกับต้นทุนเดิมจำนวน 94,293.76 บาท(ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ต้นทุนการตรวจ CBC เปรียบเทียบก่อนและหลังใช้ระบบ Autoverification

	ก่อนใช้ระบบ Autoverification	หลังใช้ระบบ Autoverification
ต้นทุน (บาท)	94,293.76บาท	63,509.76

วิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดตั้งระบบ Autoverification สำหรับการรายงานผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการชนิด Complete Blood Count (CBC) รวมทั้งเพื่อประเมินความถูกต้องของผลการรายงาน ระยะเวลาในการรายงานผล (Turnaround Time: TAT) อัตราการรายงานผลภายในเวลาที่กำหนด และต้นทุนการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่าระบบ Autoverification สามารถรายงานผล CBC ได้อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ โดยจากการสุ่มตัวอย่างผู้ป่วยจำนวน 400 ราย พบว่ามีค่า False Negative เฉพาะในพารามิเตอร์ RBC Morphology คิดเป็นร้อยละ 2.00 (Ovalocyte และ Target Cell ระดับ 2+) ส่วนพารามิเตอร์ WBC และ Platelet ไม่พบผลลบปลอม (ร้อยละ 0.00) ผลการศึกษาดังกล่าวมีความสอดคล้องกับรายงานของ Rhoades et al.[8] ซึ่งระบุว่าระบบ Autoverification ช่วยลดความผิดพลาดในการรายงานผลและเพิ่มความน่าเชื่อถือของการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ในด้านประสิทธิภาพของระบบ พบว่าสามารถอนุมัติผล CBC โดยอัตโนมัติได้ร้อยละ 29.83 ของรายการทั้งหมด แม้อัตราดังกล่าวจะยังไม่สูงมากนัก แต่ถือเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีของการพัฒนาระบบ ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ ปิยวรรณ คำแสน และคณะ[4] ซึ่งรายงานอัตราการอนุมัติผลร้อยละ 42.8 และของ รัตนา ภิรมณ์[9] ร้อยละ 40 พบว่าผลการศึกษาครั้งนี้มีอัตราการอนุมัติผลต่ำกว่า ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างของเครื่องมือและเทคโนโลยีที่ใช้ ระเบียบวิธีวิจัย ตลอดจนความแตกต่างทางพันธุกรรมและความซับซ้อนของประชากรในแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้จากการศึกษาของ รัตนา ภิรมณ์[9] พบว่า การปรับ

เกณฑ์การตรวจสเมียร์เลือดให้สอดคล้องกับบริบทของพื้นที่ เช่น การปรับช่วงค่าอ้างอิงของ WBC, RBC, Hgb, MCV และ % Differential WBC สามารถลดอัตรา False Negative ได้อย่างมีนัยสำคัญ และช่วยลดการเกิด False Positive ของเกณฑ์ ทั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Ferretti et al.[10] ซึ่งระบุว่าการปรับเกณฑ์ให้เหมาะสมกับบริบทของห้องปฏิบัติการสามารถเพิ่มอัตราการอนุมัติผลได้โดยไม่ลดความถูกต้องของผลตรวจ

ในส่วนของระยะเวลาในการรายงานผล พบว่า หลังจากนำระบบ Autoverification มาใช้ระบบสามารถลดค่า TAT ได้อย่างชัดเจน โดยในกลุ่มผู้ป่วยเร่งด่วนที่มีผลปกติ ระยะเวลาเฉลี่ยลดลงจาก 21.95 นาที เหลือ 7.60 นาที ส่วนในกลุ่มผู้ป่วยทั่วไปที่มีผลปกติ ระยะเวลาเฉลี่ยลดลงจาก 26.94 นาที เหลือ 20.83 นาที ส่งผลให้อัตราการรายงานผลภายในเวลาที่กำหนดเพิ่มขึ้นจาก 95.94% เป็น 99.61% ซึ่งผลการปรับปรุงดังกล่าวมีความสอดคล้องกับรายงานของ Kim et al.[11] และ ปิยวรรณ คำแสน และคณะ[4] ที่พบว่าการนำระบบ Autoverification มาใช้ช่วยลดระยะเวลาในการรายงานผลและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการได้อย่างมีนัยสำคัญ

ในด้านต้นทุนการดำเนินงาน พบว่า การนำระบบ Autoverification มาใช้ช่วยลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ ทำให้สามารถจัดสรรเวลาไปวิเคราะห์ผลการตรวจที่มีความซับซ้อนมากขึ้น และลดต้นทุนการย้อมสไลด์ได้ร้อยละ 32.68 ภายในระยะเวลา 3 เดือนแรก จากต้นทุนเดิมจำนวน 94,293.76 บาท ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Yoon et al.[12] ซึ่งระบุว่าการใช้ระบบ Autoverification สามารถลดต้นทุนการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการได้ร้อยละ 10–15 ภายในระยะเวลา 6 เดือนแรก

สรุป

จากผลการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า การนำระบบ Autoverification มาใช้ในการรายงานผลการตรวจ Complete Blood Count (CBC) สามารถเพิ่มความถูกต้องและความรวดเร็วของการรายงานผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ ลดระยะเวลาในการรายงานผล (Turnaround Time: TAT) และลดต้นทุนการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการได้อย่างชัดเจน แม้อัตราการอนุมัติผลโดยอัตโนมัติในช่วงทดลองใช้งานยังอยู่ในระดับปานกลาง แต่ผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของระบบในการพัฒนาและขยายผลใช้ในวงกว้างต่อไป โดยเฉพาะหากมีการปรับเกณฑ์การอนุมัติผลให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละหน่วยงาน รวมถึงการกำหนดเกณฑ์ให้สอดคล้องกับลักษณะของผู้ป่วยและสภาวะทางคลินิกของแต่ละพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ College of American Pathologists (CAP)[13] ว่าการปรับเกณฑ์การอนุมัติผลให้เหมาะสมกับบริบทจะช่วยเพิ่มอัตราการอนุมัติผลได้โดยไม่ลดความถูกต้องของผลตรวจ ดังนั้น การดำเนินการดังกล่าวถือเป็นแนวทางสำคัญในการยกระดับประสิทธิภาพและคุณภาพของระบบบริการทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ให้มีมาตรฐานสูงขึ้น ทั้งในด้านความถูกต้อง ความรวดเร็ว ความน่าเชื่อถือ และการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิผล ซึ่งจะส่งผลดีต่อการให้บริการทางการแพทย์และการดูแลผู้ป่วยอย่างต่อเนื่องในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

ห้องปฏิบัติการควรทบทวนและปรับปรุงเกณฑ์ของระบบ Autoverification อย่างสม่ำเสมอ ให้สอดคล้องกับลักษณะผู้ป่วยและรูปแบบการให้บริการของโรงพยาบาล พร้อมรักษาความถูกต้องของผลตรวจ นอกจากนี้ควรติดตามและประเมินผลการดำเนินงานของระบบอย่างเป็นระบบ ทั้งด้านความถูกต้อง ความรวดเร็ว และความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ เพื่อพัฒนาการใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

1. นวพรรณ จารุรักษ์. เครื่องวิเคราะห์เม็ดเลือดอัตโนมัติ: เทคโนโลยีแห่งปัจจุบันและอนาคต. วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต. 2545;12(4):309-29.

2. พรรณี บุตรเทพ. วิทยาการก้าวหน้าของเครื่องวิเคราะห์เม็ดเลือดอัตโนมัติ. วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต. 2552;19(1):13-9.

3. โภคากร พิลาคงเดชากร. การศึกษาประสิทธิภาพการทวนสอบและการรายงานผลการวิเคราะห์โดยอัตโนมัติทางห้องปฏิบัติการโลหิตวิทยา. วารสารสาธารณสุขอุบลราชธานี. ปีที่ 21;ฉบับที่ 1.

4. ปิยวรรณ คำแสน, และคณะ. การพัฒนาระบบการรายงานผลโดยอัตโนมัติในการตรวจวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด. ศรีนครินทร์เวชสาร. 2566;38(2).

5. International Society for Laboratory Hematology (ISLH). Consensus guidelines: positive smear findings [Internet]. ISLH; c2024 [cited 2024 Dec 12]. Available from: https://www.islh.org/web/consensus_rules.php

6. Westgard QC. CLIA’s revised proficiency testing acceptance limits (2025) [Internet]. Updated 2022 Jul 11; effective 2025 Jan 1 [cited 2024 Dec 12]. Available from: https://www.westgard.com/clia-a-quality/quality-requirements/2024-clia-requirements

7. Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd. Mindray BC-6000 Automated Hematology Analyzer: Product information [Internet]. Shenzhen (China): Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd.; [cited 2025 Dec 30]. Available from: https://www.mindray.com/en/products/laboratory-diagnostics/hematology/5-part-differential-analyzers/bc-6000

8. Rhoades AR, Kaleta EJ, Clark KR. A comprehensive evaluation of an autoverification system in a large academic medical center. Am J Clin Pathol. 2016;145(2):265-273. doi:10.1093/ajcp/aqv093

9. รัตนา ภิรมณ์. การหาเกณฑ์อ้างอิงสำหรับการรายงานผลโดยอัตโนมัติในการตรวจวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด. วารสารโรงพยาบาลอุดรธานี. 2568;33(1):36-48.

10. Ferretti F, Marchesi M, Boracchi P, Gazzaniga P. Implementation and performance evaluation of an autoverification system in a clinical laboratory. J Lab Autom. 2020;25(3):189-196. doi:10.1177/2211068220903223

11. Kim JY, Park Y, Kim SI, Song J. The impact of autoverification on turnaround time and laboratory efficiency in a core clinical chemistry laboratory. Ann Lab Med. 2018;38(1):17-23. doi:10.3343/alm.2018.38.1.17

12. Yoon J, Lee Y, Kim MY, Kang S. Cost-effectiveness analysis of autoverification system in clinical laboratory services. Clin Biochem. 2017;50(15):829-834. doi:10.1016/j.clinbiochem. 2017.04.005

13. College of American Pathologists. Laboratory accreditation checklist: autoverification [Internet]. Northfield (IL): College of American Pathologists; 2020 [cited 2025 Jan 17]. Available from: https://www.cap.org