



## การพัฒนากระบวนการรายงานผลโดยอัตโนมัติ ในการตรวจวิเคราะห์ ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด

ปิยวรรณ คำแสน\*, อนุชิน นาเจิมพลอย, รุจันนท์ คะเชนทร์ชาติ  
หน่วยจุลทรรศน์วินิจฉัย งานห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง  
โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

### Development of Autoverification System for Complete Blood Count (CBC) Analysis

Piyawan Kumsaen\*, Anuchin Najermploy, Rujanan Kachenchat  
Diagnostic microscopic laboratory, Srinagarind Hospital,  
Faculty of Medicine, Khon Kaen University

Received: 1 November 2022 / Revised: 28 March 2023 / Accepted: 31 March 2023

#### บทคัดย่อ

**หลักการและวัตถุประสงค์ :** การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด Complete Blood Count; CBC เป็นรายการตรวจวิเคราะห์พื้นฐานที่มีการส่งตรวจเป็นปริมาณมากในห้องปฏิบัติการ การที่มีปริมาณส่งตรวจของผู้ป่วยปริมาณมาก และมีกระบวนการปฏิบัติงานหลายขั้นตอน ส่งผลให้บุคลากรเกิดภาวะเครียดและยังส่งผลให้ระยะเวลารอคอยผลการตรวจยาวนาน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดตั้งระบบการรายงานผลโดยอัตโนมัติ (autoverification; AV) เพื่อลดระยะเวลารอคอยผล และเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

**วิธีการศึกษา:** ทำการศึกษาที่หน่วยจุลทรรศน์วินิจฉัย โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยกำหนดกฎในการคัดเลือกเพื่อเข้าสู่ระบบ AV จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องด้วยการเปรียบเทียบผลการตรวจ slide blood smear 200 ราย วิเคราะห์ระยะเวลารอคอยผลการตรวจ CBC ทั้งก่อนและหลังการใช้งานระบบ AV

**ผลการศึกษา:** พบ false negative ร้อยละ 0.5, 2.5 และ 1.0 ในกลุ่ม parameter WBC, RBC และ platelet ตามลำดับ อัตราการรายงานผล CBC โดยระบบ AV หลังจากใช้งาน 3 เดือนโดยเฉลี่ยร้อยละ 42.8 ของจำนวนการส่งตรวจ CBC ทั้งหมด ระยะเวลารอคอยผลการตรวจ CBC ลดลงจาก 43.7 นาที เหลือ 34.2 นาที ในกลุ่ม routine case และ ลดลงจาก 37.0 เหลือ 33.3 นาที ในกลุ่ม emergency case

**สรุป:** การจัดตั้งระบบ AV สามารถลดระยะเวลารอคอยผลการตรวจ เพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน โดยในแต่ละห้องปฏิบัติการควรมีการกำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสม ในอนาคตจะมีการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง หากมีเทคโนโลยีต่างๆ ที่ทันสมัย หรือองค์ความรู้ต่างๆ ที่เพิ่มมากขึ้น

**คำสำคัญ:** ระบบการรายงานผลโดยอัตโนมัติ, การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด, ห้องปฏิบัติการ, ระยะเวลารอคอยผลการตรวจ

## Abstract

**Background and objective:** The complete blood count (CBC) is the most common test in the laboratory. A lot of patients and many steps in the process lead to more staff stress and turnaround time (TAT). This study aimed to set and investigate the parameters of an autoverification (AV) system to improve the efficiency and reduce TAT.

**Method:** This study was conducted at diagnostic microscopic laboratory, Srinagarind Hospital, Faculty of Medicine, Khon Kaen University. Set up the AV rules. Evaluate the resulting of AV rules by comparing the AV results to the 200 manually slide blood smear tests. Compare TAT at before and after AV implementation.

**Results:** False negative was 0.5 %, 2.5 %, 1.0 % for parameter WBC, RBC and platelet, respectively. After the implementation AV passing rate was 42.8 %, the means TAT was decreased from 43.7 to 34.2 min in routine case and from 37.0 to 33.3 min in emergency case.

**Conclusion:** The AV system can not only reduce the TAT but also increase the lab working efficiency by applying the appropriate rules. In the future, the system efficiency could be continuously improved by a new knowledge and high technology.

**Keywords:** autoverification (AV) system, complete blood count (CBC), laboratory, turnaround time

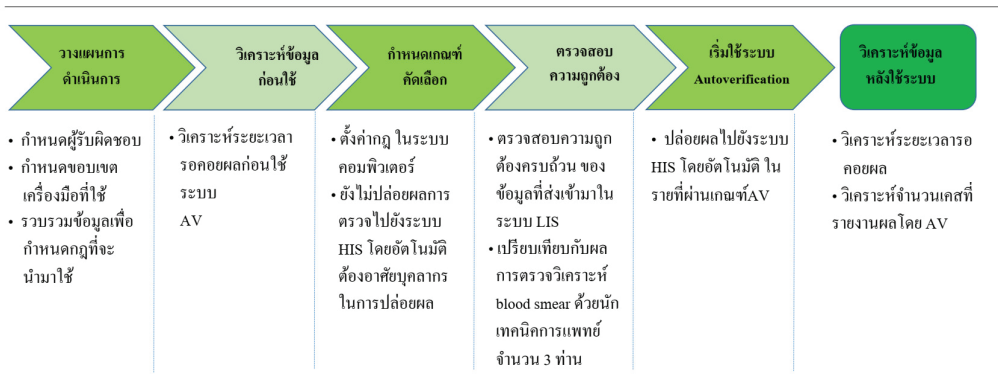
### บทนำ

การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (complete blood count; CBC) เป็นรายการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการที่มีความสำคัญอย่างมากในการใช้ประกอบการวินิจฉัยโรค ติดตามการรักษา รวมทั้งใช้ประเมินสุขภาพเบื้องต้น จึงเป็นรายการตรวจวิเคราะห์ที่มีการสั่งตรวจมากที่สุด งานห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูงตร โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มีปริมาณการสั่งตรวจ CBC ประมาณ 23,000 ราย/เดือน และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่มีบุคลากรจำนวนจำกัด ส่งผลให้ระยะเวลารอคอยผลการตรวจ (ระยะเวลาตั้งแต่รับส่งตรวจจนถึงการรายงานผล; turnaround time, TAT) ของผู้ป่วย บางรายล่าช้า ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางห้องปฏิบัติการได้ประกันเวลาไว้ โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่มีปริมาณงานจำนวนมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการรักษาผู้ป่วยได้ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีหลายวิธีที่สามารถลดระยะเวลาการรายงานผลการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการได้ เช่น การลดระยะเวลาขนส่งส่งตรวจมายังห้องปฏิบัติการ การใช้เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ (automation) การฝึกอบรมให้บุคลากรเกิดความชำนาญ การปรับปรุงระบบการปฏิบัติงาน การใช้ middleware การใช้ระบบ AV (autoverification) เป็นต้น<sup>1-3</sup> เนื่องจากการตรวจวิเคราะห์ CBC มีหลายขั้นตอน ได้แก่ การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ เพื่อให้ได้ค่าใน parameter ต่างๆ การเตรียม slide blood smear ย้อมสี wright's stain และทำการตรวจวิเคราะห์ slide blood smear ด้วยกล้องจุลทรรศน์ รายงานผลการตรวจที่ได้โดยนักเทคนิคการแพทย์ หากสามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงานจะทำให้ TAT ลดลงได้ ดังนั้นการนำระบบ AV มาใช้ในการรายงานผลจึงเป็นแนวทางที่จะสามารถนำมาพัฒนาระบบงานได้ โดยมีหลายการศึกษาที่พบว่า ระบบ AV ช่วยลด TAT ได้<sup>4-6</sup> โดยระบบ AV คือ การสร้างเงื่อนไข

หรือกฎขึ้นมาแล้วตั้งค่าในระบบคอมพิวเตอร์ ให้ประมวลผลและเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศในห้องปฏิบัติการ (laboratory information system; LIS)<sup>7</sup> หากผลการตรวจวิเคราะห์รายใดผ่านเงื่อนไขที่ตั้งไว้ สามารถรายงานผลไปยังระบบสารสนเทศของโรงพยาบาล (hospital information system; HIS) ได้โดยอัตโนมัติ สามารถลดขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ slide blood smear และไม่ต้องรอให้บุคลากรตรวจสอบผลก่อน แต่หากไม่ผ่านเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องดำเนินการตรวจวิเคราะห์ตามขั้นตอนปกติและยืนยันผลการทดสอบเอง การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดตั้งระบบ AV สำหรับรายงานผลการตรวจ CBC เพื่อพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ลดระยะเวลาการรอคอยผลการตรวจ CBC ในห้องปฏิบัติการหน่วยจุลทรรศน์วินิจฉัย งานห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูงตร คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

### วิธีการศึกษา

ทำการศึกษาที่ หน่วยจุลทรรศน์วินิจฉัย โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ ประกอบด้วย เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ XN-3000 1 เครื่อง และระบบ Hematology Transport System (HTS) Line ซึ่งประกอบด้วย SYSMEX XN 9000 2 เครื่อง เชื่อมต่อกับ SP1000i slidemaker stainers 2 เครื่อง และ Cella vision 1 เครื่อง ระบบ LIS ที่ใช้ คือ HCLAB system (Sysmex Corporation) โดยการจัดการระบบ AV ผ่านระบบ work area management (WAM) middleware (Sysmex Corporation) โครงการนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE641436 โดยขั้นตอนการศึกษาแสดง (รูปที่ 1) วิธีการรายงานผลการตรวจ CBC โดยอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 2 โดยประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการศึกษา

ก. ขั้นตอนการกำหนดเงื่อนไข/เกณฑ์เพื่อคัดเลือกเข้าสู่ ระบบ AV  
 1. เงื่อนไข ผลการควบคุมคุณภาพภายใน (Internal quality control; IQC) ก่อนการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง

ในแต่ละวัน ต้องทำการควบคุมคุณภาพภายในของเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ เพื่อให้มั่นใจว่าผลการตรวจวิเคราะห์มีความถูกต้องน่าเชื่อถือ ซึ่งเงื่อนไขในการเลือกผลที่สามารถรายงาน

โดยอัตโนมัติได้ ต้องเป็นผลการตรวจที่ได้จากเครื่องตรวจวิเคราะห์ที่มีผลการควบคุมคุณภาพภายใน ตามระยะเวลาที่กำหนด ผ่านตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (Westgard six sigma rules) และต้องมีนักเทคนิคการแพทย์ทำการ validate ผล IQC ในระบบ LIS

**2. เกณฑ์เพื่อเลือกตรวจเสมียร์เลือด (Positive Smear finding rules)** เจือไขในการพิจารณาการตรวจเสมียร์เลือดจากผลการตรวจ CBC ประกอบด้วย 53 parameters ซึ่งอ้างอิงเกณฑ์ของ The International Society for Laboratory Hematology (ISLH)<sup>8</sup> โดยค่า HGB และ MCHC กำหนดจากค่าอ้างอิงของหน่วยจุลทรรศน์วินิจฉัย ร่วมกับคำแนะนำของคู่มือการใช้เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-Series<sup>9</sup> โดยเกณฑ์นี้ครอบคลุมค่าวิกฤติของการตรวจวิเคราะห์ CBC ของหน่วยจุลทรรศน์วินิจฉัย (ตารางที่ 1)

โดย delta check เป็นเทคนิคในการตรวจสอบความผิดพลาดแบบสุ่มที่อาจเกิดขึ้นได้ในแต่ละตัวอย่าง โดยพิจารณาจากระยะเวลาและความแตกต่างของผลการตรวจครั้งนี้กับผล

ครั้งก่อนหน้าของผู้ป่วยรายนั้น หากค่า delta check มีค่าเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากพยาธิสภาพของผู้ป่วยเอง หรือจากความเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดจากความบกพร่องของขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ เช่น คุณภาพของสิ่งส่งตรวจ เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติขัดข้อง เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบก่อนรายงานผล ซึ่ง delta check ของการตรวจสอบผล CBC คำนวณจากความแตกต่างกันของผลการตรวจทั้ง 2 ครั้งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

$$\%Delta = \frac{\text{ผลในครั้งนี้} - \text{ผลก่อนหน้า}}{\text{ผลก่อนหน้า}} \times 100$$

การใช้ % delta check เป็นเกณฑ์ได้แก่ค่า WBC, Hb, MCV และค่า platelet count โดยช่วงค่าการเปลี่ยนแปลงที่ยอมรับได้ให้เข้าสู่เกณฑ์คัดเลือก คือ ±15%, ±7%, ±6% และ ±25% ภายใน 7 วันตามลำดับ หากผลการตรวจตรงกับเจือไข Positive Smear Findings ซึ่งหมายถึง ผลการตรวจนี้จำเป็นจะต้องมีการประเมินผลหรือมีข้อปฏิบัติเพิ่มเติมโดยผู้ปฏิบัติงาน ระบบจะไม่รายงานผลโดยอัตโนมัติ

ตารางที่ 1 เกณฑ์พิจารณาการตรวจเสมียร์เลือด

No.	Group	Parameter	Criteria	Delta check
1	Linearity	WBC	> Linearity (> 440 x 10 <sup>3</sup> /μL)	-
2		RBC	> Linearity (> 8.6 x 10 <sup>6</sup> /μL)	-
3		Hb	> Linearity (> 26.0 g/dL)	-
4		PLT	> Linearity (> 5000 x 10 <sup>3</sup> /μL)	-
5		Retics#	> Linearity (0.7200 x 10 <sup>6</sup> /μL)	-
6	Data exceeds display capability	WBC	+++	-
7		RBC	+++	-
8		Hb	+++	-
9		PLT	+++	-
10		Retics#	+++	-
11	Vote out	WBC	Vote out or ----	-
12		RBC	Vote out or ----	-
13		Hb	Vote out or ----	-
14		PLT	Vote out or ----	-
15		Retics#	Vote out or ----	-
16		No diff or incomp diff (Neut, Lymph, Mono, Eos, Baso)	Vote out or ----	-

ตารางที่ 1 เกณฑ์พิจารณาการตรวจสเมียร์เลือด (ต่อ)

No.	Group	Parameter	Criteria	Delta check
17	Low/High WBC	WBC	< 4.0	First time
18		WBC	< 4.0	Delta check +15% in 7 days
19		WBC	> 30.0	First time
20		WBC	> 30.0	Delta check 15% in 7 days
21	Low/High Hb	Hb	< 7	First time
22		Hb	<18yrs >18.0	First time
22			M >18.7	
22			F >16.3	
23	Hb	( > 2g/dl above upper reference range for age and sex)	Any value	
24	Low/High MCV	MCV	< 75	First time
25		MCV	> 105	First time
26		MCV	Any value	Delta check ± 6% in 7 days
27	Low/High PLT	PLT	< 100	First time
28		PLT	> 1000	First time
29		PLT	Any value	Delta check ± 25% in 7 days
30	Low/High MCHC	MCHC	< 30	-
31		MCHC	> 36.3 (≥2 units above upper limit of reference range)	-
32	High RDW- CV	RDW-CV	> 22	First time
33	High Retics#	Retics#	> 0.1000	First time
34	Low/High Diff	Neut#	< 1.0	First time
35		Neut#	> 20.0	First time
36		Lymph#	> 5.0	First time
37		Mono#	> 1.0	First time
38		Eos#	> 2.0	First time
39		Baso#	> 0.5	First time

ตารางที่ 1 เกณฑ์พิจารณาการตรวจสเมียร์เลือด (ต่อ)

No.	Group	Parameter	Criteria	Delta check
40	WBC Abnormal Flag	Flag Blast	Flag Blast or Blasts/Abn Lymph	-
41		Flag NRBC	Flag NRBC or NRBC present	-
42		Flag Atyp/var lymph	Flag Atypical lymph or Var Lymph	-
43		Flag IG	Flag IG or IG present	-
44		Flag Left shift	Flag Left shift	-
45	RBC Abnormal Flag	Flag Lyse resist RBC (No flag in XN)	Flag Lyse resist RBC	-
46		Flag Dimorphic RBC	Flag Dimorphic Population (RDW-CV/SD = ----)	-
47		Flag RBC frag/schisto	Flag RBC frag/schisto or Fragments	-
48	PLT Abnormal Flag	Flag PLT clump	Flag PLT clumps	-
49	WBC/RBC /PLT Unreliability	Flag WBC unreliability	Flag WBC unreliability or WBC Abnormal Scattergram	-
50		Flag RBC unreliability	Flag RBC unreliability or RBC Abnormal Distribution	-
51		Flag PLT unreliability	Flag PLT unreliability or PLT Abnormal Distribution or PLT Abnormal Scattergram	-
52		Flag Retic unreliability	Flag Retics abn pattern or RET Abnormal Scattergram	-
53	Age	Age	< 7 days	-

หมายเหตุ : Flag คือ ข้อความเตือนจากเครื่องตรวจวิเคราะห์ ที่เกิดจากการตรวจพบสิ่งที่ไม่คาดว่าจะเป็นสิ่งส่งตรวจรายนั้น ๆ เช่น ความผิดปกติของ WBC, RBC หรือ Platelets ทั้งลักษณะ รูปร่าง ขนาดของเซลล์ ระยะของเซลล์ รวมถึงความผิดปกติในพารามิเตอร์อื่น ๆ

3. เงื่อนไข กรณีตรวจวิเคราะห์ซ้ำ (Repeat) หากผลการตรวจวิเคราะห์นั้นเกิดจากการส่งตรวจวิเคราะห์ซ้ำ ระบบจะไม่รายงานผลโดยอัตโนมัติ

4. เงื่อนไข กรณีมีรายการส่งตรวจอื่นร่วมกับ CBC ระบบจะไม่รายงานผลโดยอัตโนมัติ ในกรณีที่ผลการตรวจนั้น มีการส่งร่วมกับรายการตรวจดังต่อไปนี้ malaria reticulocyte count ขอสไลด์ ภาพถ่ายสเมียร์เลือด

ข. ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) ของเกณฑ์การคัดเลือกเข้าสู่ระบบ AV

ก่อนเริ่มใช้ระบบการรายงานผลโดยอัตโนมัติ ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของกฎการคัดเลือก การตั้งค่าต่างๆ ในระบบคอมพิวเตอร์ โดยทำการสุ่มเลือดตัวอย่าง 200 ราย ในช่วงเวลาที่ต่างกันภายใน 7 วัน ซึ่งมีผลการตรวจผ่านเกณฑ์ AV ตามที่กำหนด นำมาตรวจ blood smear ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ในส่วน Differential WBC, RBC morphology, Platelet estimate และให้การตัดสินผล positive หรือ negative โดยนักเทคนิคการแพทย์ 3 ท่าน โดยผล positive หรือ negative ใช้เกณฑ์ตาม ISLH (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** เกณฑ์ตัดสิน positive ในการตรวจ blood smear ด้วยกล้องจุลทรรศน์

เกณฑ์ตัดสิน positive
<b>1. Morphology</b>
a. RBC morphology ตั้งแต่ 2+/moderate ขึ้นไป ยกเว้น กรณีที่ตรวจพบ malaria ให้ถือว่า positive ทุกกรณี
b. PLT morphology (Giant platelets) ตั้งแต่ 2+/moderate ขึ้นไป
c. Platelets clumps > rare/occasional
d. Dohle bodies ตั้งแต่ 2+/moderate ขึ้นไป
e. Toxic granulation ตั้งแต่ 2+/moderate ขึ้นไป
f. Vacuoles ตั้งแต่ 2+/moderate ขึ้นไป

<b>2. Abnormal cell types</b>
a. Blast > 1
b. Meta > 2
c. Myelo/promyelocyte >1
d. Atypical lymphs >5
e. NRBC > 1
f. Plasma cells > 1

ผลที่ยอมรับคือ ผลที่ตรงกันอย่างน้อย 2 ใน 3 ท่านของ นักเทคนิคการแพทย์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์ false negative (ผลลบปลอม) หมายถึง สามารถรายงานผลโดยระบบ AV

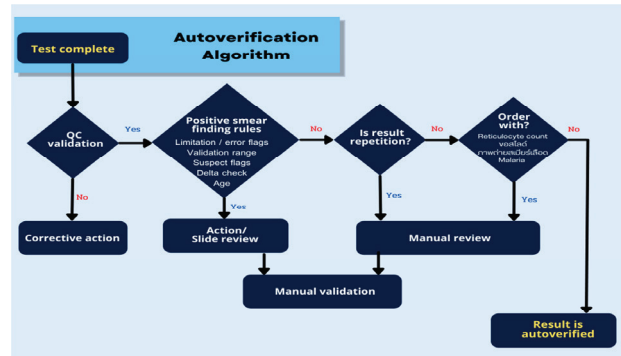
**ตารางที่ 3** ผลการตรวจ slide blood smear จำนวน 200 รายจาก นักเทคนิคการแพทย์ 3 ท่าน

	parameter WBC	parameter RBC	parameter Platelet
False negative	0.5%	2.5%	1.0%
	(1 รายจาก 200 ราย)	(5 รายจาก 200 ราย)	(2 ราย 200 ราย)

**อัตราการรายงานผล CBC โดยระบบอัตโนมัติ**

ในช่วงเวลา 3 เดือน หลังจากเริ่มใช้ระบบ AV พบอัตราการรายงานผล CBC โดยระบบอัตโนมัติทั้งหมด ร้อยละ 42.8

แต่เมื่อตรวจด้วยวิธี manual ให้ผล positive เกณฑ์ยอมรับคือ false negative น้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 2.9 ซึ่งอ้างอิงจากผลของ ISLH



**รูปที่ 2** ผังแสดงขั้นตอนวิธีการเลือกผลและรายงานผลการตรวจ CBC โดยอัตโนมัติ (Autoverification algorithm)

**ผลการศึกษา**

การตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) ของเกณฑ์การคัดเลือกเข้าสู่ระบบ AV

ผลการตรวจ slide blood smear จำนวน 200 ราย ที่ผ่านเกณฑ์ AV จากนักเทคนิคการแพทย์ที่มีประสบการณ์ โดยใช้ผลที่ตรงกันอย่างน้อย 2 ใน 3 ท่าน พบ false negative (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 4** สถิติการรายงานผล CBC โดยระบบอัตโนมัติ หลังจากใช้งาน 3 เดือน

	จำนวนสั่งตรวจ CBC (ราย)	AV approval (ราย)	AV rate (%)
จำนวนผู้ป่วยทั้งหมด	66,259	28,332	42.8
ผู้ป่วยนอก	42,170	22,609	53.6
ผู้ป่วยใน	24,089	5,723	23.8

**ระยะเวลารอคอยผลการตรวจ CBC**

เปรียบเทียบระยะเวลารอคอยผลการตรวจ CBC ก่อนและหลังใช้ระบบ AV โดยแยกกลุ่มตามที่ตั้งห้องปฏิบัติการประกันเวลาไว้ พบว่า หลังใช้ระบบ AV ระยะเวลารอคอยผล

การตรวจลดลงทั้งในกลุ่มผู้ป่วยทั่วไปและกลุ่มผู้ป่วยเร่งด่วน (ตารางที่ 5) โดยเกณฑ์ที่ทางห้องปฏิบัติการประกันเวลารอคอยผลตรวจ คือกลุ่มผู้ป่วยทั่วไป (routine case) สามารถรายงานผล CBC ได้ภายใน 1 ชั่วโมง และกลุ่มผู้ป่วยเร่งด่วน (emergency case) สามารถรายงานผล CBC ได้ภายใน 45 นาที

ตารางที่ 5 ระยะเวลารอคอยผลการตรวจ (TAT) โดยเฉลี่ยก่อนและหลังใช้ระบบ AV ในระยะเวลา 3 เดือน

	ก่อนใช้ระบบ AV	หลังใช้ระบบ AV
<b>ผู้ป่วยทั่วไป (routine case)</b>		
TAT (นาทื)	43.7 ± 31.2	34.2 ± 30.7
จำนวนที่รายงานผลได้ภายใน 1 ชั่วโมง (%)	76.2	85.4
<b>ผู้ป่วยเร่งด่วน (emergency case)</b>		
TAT (นาทื)	37.0 ± 30.5	33.3 ± 28.2
จำนวนที่รายงานผลได้ภายใน 45 นาที (%)	72.7	77.9

### วิจารณ์

การตรวจวิเคราะห์ CBC เป็นรายการตรวจพื้นฐานที่มีความสำคัญ จึงมีปริมาณการส่งตรวจมากในแต่ละวัน และต้องการผลเร่งด่วนเพื่อให้ทันต่อการรักษาผู้ป่วย ผู้ปฏิบัติงานต้องทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณมากในเวลาจำกัด ทำให้มีโอกาสเกิดความผิดพลาดได้สูง อาจส่งผลกระทบต่อการรักษาที่ผิดพลาดและเกิดความล่าช้าได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาระบบการรายงานผล AV โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยประมวลผล และตรวจสอบผลการตรวจวิเคราะห์ตามที่ได้กำหนดขึ้น ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์เงื่อนไขเพื่อให้เข้าสู่ระบบ AV จึงมีความสำคัญมาก พร้อมทั้งต้องทำการตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อให้เกิดความมั่นใจก่อนนำระบบมาใช้จริงจากการศึกษาในครั้งนี้ ได้กำหนดเกณฑ์โดยอ้างอิงจากเกณฑ์การไม่ตรวจ blood smear ของ ISLH<sup>9</sup> ร่วมกับค่าอ้างอิงของหน่วยจุลทรรศน์วินิจฉัย และเพิ่มเงื่อนไขเพิ่มเติมในส่วนของการควบคุมคุณภาพ และการส่งตรวจรายการอื่นร่วมด้วย จากการประเมินเกณฑ์ที่กำหนดโดยการนำ slide blood smear ในรายที่เข้าเกณฑ์การรายงานผลโดยอัตโนมัติจำนวน 200 ราย มาทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อประเมินว่าพบความผิดปกติหรือไม่ พบผลลบปลอม (false negative) หมายถึง รายงานผลโดยอัตโนมัติแต่ให้ผล positive จากการตรวจวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบ false negative ร้อยละ 0.5, 2.5 และ 1.0 ในกลุ่ม parameter WBC, RBC และ platelet ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 parameter อยู่ในช่วงค่า false negative น้อยกว่าร้อยละ 2.9 ซึ่งเป็นช่วงค่าที่ยอมรับได้ของการศึกษาของ ISLH ดังนั้นจึงสามารถนำเกณฑ์ที่กำหนดนี้ มาใช้ในงานประจำวันได้

หลังจากการนำระบบ AV มาใช้เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าสามารถรายงานผล CBC โดยระบบอัตโนมัติเฉลี่ยร้อยละ 42.8 ของจำนวนการส่งตรวจ CBC ทั้งหมด โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วย OPD สามารถรายงานผล CBC โดยระบบอัตโนมัติ ได้ถึงร้อยละ 53.6 ของจำนวนการส่งตรวจ CBC ทั้งหมดของผู้ป่วย OPD ซึ่งส่งผลให้ลดระยะเวลารอคอย เพิ่มความพึงพอใจ ลดความคับคั่งของผู้ป่วยที่ห้องตรวจได้ เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาในครั้งนี้ จำนวนที่รายงานผลโดยอัตโนมัติ (ร้อยละ 42.8) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Nuanin และคณะ (ร้อยละ 39)<sup>10</sup> Kazezoglu (ร้อยละ 48.73)<sup>11</sup> แต่ยังมีอีกหลาย

การศึกษาที่พบว่าเมื่ออัตราการรายงานผลโดยอัตโนมัติสูงกว่าการศึกษาในครั้งนี้ เช่น การศึกษาของ Matinez-Niteo และคณะ<sup>12</sup> (ร้อยละ 60.0) การศึกษาของ Zhao และคณะ<sup>13</sup> (ร้อยละ 76.4, 85.1 และ 84.2) การศึกษาของ Fu และคณะ<sup>14</sup> (ร้อยละ 81) โดยความแตกต่างที่ได้ อาจเนื่องมาจาก ประชากรในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรม รวมทั้งความชุกของโรค ซึ่งในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบภาวะพาหะ thalassemia สูงถึงร้อยละ 30-50 ของประชากรทั้งหมด<sup>15,16</sup> ทำให้มีโอกาสพบความผิดปกติของ RBC morphology ได้สูง<sup>17</sup> จึงไม่ผ่านกฎใน parameter ของ RBC abnormal flag ส่งผลให้อัตราการรายงานผลโดยอัตโนมัติของการศึกษานี้มีค่าต่ำกว่าหลายๆ การศึกษา นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดในกรณีที่ระบบไม่รายงานผลโดยอัตโนมัติ หากมีการส่ง CBC ร่วมกับรายการตรวจอื่น เนื่องจาก malaria reticulocyte count รวมทั้งการขอสไลด์ ภาวถ่ายสเมียร์เลือด จำเป็นต้องผ่านการตรวจสอบผลโดยบุคลากรก่อนรายงานผลทุกครั้ง ซึ่งในอนาคตหากมีการปรับเปลี่ยนระบบการปฏิบัติงาน หรือสามารถแยกรายการส่งตรวจ CBC จากรายการอื่น อาจส่งผลให้อัตราการรายงานผลโดยอัตโนมัติเพิ่มขึ้น และการรายงานผลการตรวจวิเคราะห์ CBC มีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาหลังการใช้ระบบ AV ส่งผลให้ระยะเวลารอคอยผล CBC ในการส่งตรวจแบบไม่เร่งด่วน จาก 43.7 นาที เหลือ 34.3 นาที (ลดลง 9.4 นาที) และจำนวนผู้ป่วยที่สามารถรายงานผล CBC ได้ภายใน 1 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 76.2 เป็น 85.4 ในกลุ่มที่ส่งตรวจแบบเร่งด่วน พบระยะเวลารอคอยผลโดยเฉลี่ย ลดลง จาก 37 นาที เหลือ 33.3 นาที (ลดลง 3.7 นาที) และจำนวนผู้ป่วยที่สามารถรายงานผล CBC ได้ภายใน 45 นาที เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 72.7 เป็น 77.9 จะเห็นได้ว่า การนำระบบรายงานผลอัตโนมัติมาใช้ สามารถลดระยะเวลารอคอยผลการตรวจวิเคราะห์ ส่งผลให้ผู้ป่วยมีโอกาสที่จะได้รับการรักษา หรือทำหัตถการอย่างอื่นได้รวดเร็วขึ้น สามารถช่วยเหลือผู้ป่วยได้อย่างทันที่ ทั้งนี้ โดยเฉพาะในกรณีที่ผู้ป่วยมีอาการวิกฤติฉุกเฉิน หากผู้ป่วยได้รับการรักษาที่รวดเร็วมากเท่าไร ยิ่งจะมีโอกาสรักษาชีวิตได้มากขึ้นเท่านั้น และยังสามารถรายงานผลได้เร็วตามเวลาที่ห้องปฏิบัติการได้ประกันเวลาไว้ในปริมาณมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยบรรเทาภาระงาน ลดความกดดันในการปฏิบัติงานของบุคลากร โดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วน



นำมาสู่การเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ลดโอกาสผิดพลาด มีเวลาตรวจสอบผลการตรวจวิเคราะห์ในรายที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อน ให้มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ มากยิ่งขึ้น

### สรุป

การนำระบบ AV มาใช้ในการรายงานผล CBC สามารถช่วยลดระยะเวลาการคอยผลการตรวจวิเคราะห์ เพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน โดยในแต่ละห้องปฏิบัติการควรมีการกำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสม ในอนาคตจะมีการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง หากมีเทคโนโลยีต่างๆ ที่ทันสมัย หรือองค์ความรู้ต่างๆ ที่เพิ่มมากขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

- Riben M. Laboratory automation and middleware. *Surg Pathol Clin* 2015;8(2):175-86. doi.org/10.1016/j.path.2015.02.012
- Angeletti S, De Cesaris M, Hart JG, Urbano M, Vitali MA, Fragliasso F, et al. Laboratory automation and intralaboratory turnaround time: experience at the University Hospital Campus Bio-Medico of Rome. *J Lab Autom* 2015;20(6):652-8. doi.org/10.1177/2211068214566458
- Jensen K, Haniff R, Kamarinos A, Rosenberg A, Santiago M, Laser J. Improving turnaround times through a process improvement initiative involving barcoding, floorplans, dual measuring cells, chemistry analyzers, and staff shifts. *J Appl Lab Med* 2019 Nov;4(3):311-22. doi.org/10.1373/jalm.2018.028555
- Krasowski MD, Davis SR, Drees D, Morris C, Kulhavy J, Crone C, et al. Autoverification in a core clinical chemistry laboratory at an academic medical center. *J Pathol Inf* 2014;5(13):1-17. doi.org/10.4103/2153-3539.129450
- Wu J, Pan M, Ouyang H, Yang Z, Zhang Q, Cai Y. Establishing and evaluating autoverification rules with intelligent guidelines for arterial blood gas analysis in a clinical laboratory. *SLAS Technol* 2018;23(6):631-40. doi.org/10.1177/2472630318775311
- Mlinaric A, Milos M, Coen Herak D, Fucek M, Rimac V, Zadro R, et al. Autovalidation and automation of the postanalytical phase of routine hematology and coagulation analyses in a university hospital laboratory. *Clin Chem Lab Med* 2018;56(3):454-62. doi.org/10.1515/cclm-2017-0402
- Jin D, Wang Q, Peng D, Wang J, Li B, Cheng Y, et al. Development and implementation of an LIS-based validation system for autoverification toward zero defects in the automated reporting of laboratory test results. *BMC Med Inf Decis Mak* 2021;21:174. doi.org/10.1186/s12911-021-01545-3
- Barnes PW, McFadden SL, Machin SJ, Simson E. The international consensus group for hematology review: suggested criteria for action following automated CBC and WBC differential analysis. *Lab Hematol* 2005;11:83-90. doi.org/10.1532/LH96.05019
- Sysmex corporation. XN series (XN-9000/XN-9100) Instructions for Use. Japan: KOBE: Sysmex Cooperation KOBE; 2017.
- Nuanin S, Tientadakul P, Reesukumal K. Autoverification improved process efficiency, reduced staff workload, and enhanced staff satisfaction using a critical path for result validation. *Siriraj Med J* 2020;72(4):296-306. doi.org/10.33192/Smj.2020.40
- Kazezoglu C. Investigation of the effect of autoverification on hematology laboratory workflow. *Int J Med Biochem* 2021;4(1):19-24.
- Martinez-Nieto O, Lozano-Gaitán A, Beltrán-Díaz P, Ivan Leonardo Mojica-Figueroa, Morales-Reyes OL, Isaza-Ruget MA. Autoverification of the automated blood cell counter (CBC) in a reference laboratory in Bogota, Colombia. *J Bras Patol Med Lab* 2015;51(6):369-75. doi.org/10.5935/1676-2444.20150058
- Zhao X, Wang XF, Wang JB, Lu XJ, Zhao YW, Li CB, et al. Multicenter study of autoverification methods of hematology analysis. *J Biol Regul Homeost Agents* 2016;30:571-7.
- Fu Q, Ye C, Han B, Zhan X, Chen K, Huang F, et al. Designing and validating autoverification rules for hematology analysis in Sysmex XN-9000 hematology system. *Clin Lab* 2020;66(4):e190726. doi.org/10.7754/Clin.Lab.2019.190726
- Chaibunruang A, Sornkayasit K, Chewasateanchai M, Sanugul P, Fucharoen G, Fucharoen S. Prevalence of thalassemia among newborns: a re-visited after 20 Years of a prevention and control program in northeast Thailand. *Mediterr J Hematol Infect Dis* 2018;10:e2018054. doi.org/10.4084/mjhid.2018.054

16. Fucharoen G, Fucharoen S, Sanchaisuriya K, Sae-Ung N, Suyasunanond U, Sriwilai P, et al. Frequency distribution and haplotypic heterogeneity of  $\beta$ E-globin gene among eight minority groups of northeast Thailand. *Hum Hered* 2002;53:18-22. doi.org/10.1159/000048600
17. Pratumvinit B, Wongkrajang P, Reesukumal K, Klinbua C, Niamjoy P. Validation and optimization of criteria for manual smear review following automated blood cell analysis in a large university hospital. *Arch Pathol Lab Med* 2013;137(3):408-14. doi.org/10.5858/arpa.2011-0535-OA

