

การศึกษาความสัมพันธ์ของการติดเชื้อมาลาเรียในมนุษย์ กับการแจ้งเตือน iRBC บนเครื่องตรวจวิเคราะห์ นับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Sysmex XN-10

Study on the Correlation between Malaria Infection in Humans and iRBC Alerts on the Sysmex XN-10 Automated Hematology Analyzer

สุกัญญา บินลี^{1*}, สรินนา ระหัด¹
Sukanya Binlee^{1*}, Sarinna Rahad¹
โรงพยาบาลหาดใหญ่
Hatyai Hospital

* Corresponding author email: ya.sacharoen@gmail.com

Received: April 3, 2025

Revised: June 6, 2025

Accepted: June 5, 2025

บทคัดย่อ

โรคมาลาเรียเป็นโรคติดต่อที่เกิดจากโปรโตซัวในกลุ่ม *Plasmodium spp.* ซึ่งเป็นปัญหาทางสาธารณสุขในหลายพื้นที่ของประเทศไทย ในภาคใต้พบอัตราการติดเชื้อเพิ่มขึ้นจาก 170 รายในปี 2565 เป็น 325 รายในปี 2566 คิดเป็นร้อยละ 47.69 โดยสายพันธุ์ *Plasmodium knowlesi* ที่พบในพื้นที่นี้มีระยะฟักตัวและการดำเนินโรคที่รวดเร็ว ทำให้จำเป็นต้องได้รับการวินิจฉัยและรักษาอย่างทันท่วงทีแล้ว เพื่อลดอัตราการแพร่ระบาดของโรค ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีในการแจ้งเตือนการติดเชื้อมาลาเรียจากเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความแม่นยำของเทคโนโลยีดังกล่าว นำมาซึ่งวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อศึกษาการแจ้งเตือน infected red blood cell (iRBC) จากเครื่องนับเม็ดเลือดอัตโนมัติกับการตรวจพบเชื้อมาลาเรียโดยวิธีมาตรฐาน การศึกษานี้เป็นการทดลองเชิงเปรียบเทียบ ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2565 ถึง 30 กันยายน 2567 โดยใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์นับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Sysmex XN-10 และตัวอย่างที่แพทย์ได้ส่งตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด พบว่า ผู้ป่วยที่แพทย์ส่งตรวจมาลาเรีย จำนวน 467 ราย มีผู้ติดเชื้อมาลาเรีย 36 ราย ซึ่ง 34 ราย มีการแจ้งเตือน iRBC 2 ราย ไม่มีการแจ้งเตือน iRBC ผลการเปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐานพบว่าการแจ้งเตือน iRBC มีความไว ความจำเพาะ คิดเป็น ร้อยละ 99.44, 100 ตามลำดับ ดังนั้นการแจ้งเตือน iRBC จากเครื่องนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Sysmex XN-10 ในการคัดกรองการติดเชื้อมาลาเรีย เป็นเครื่องมือคัดกรองที่มีประสิทธิภาพ และเมื่อใช้ร่วมกับวิธีมาตรฐานจะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัยและสนับสนุนการรักษาที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: มาลาเรีย, iRBC, เครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ XN-10

Abstract

Malaria remains a major public health concern in various regions of Thailand, particularly in the southern provinces, where the incidence has shown a marked increase—from 170 reported cases in 2022 to 325 cases in 2023, reflecting a 47.69% rise. The predominant species in this area, *Plasmodium knowlesi*, is characterized by a shorter incubation period and rapid disease progression, necessitating prompt diagnosis and treatment to reduce both morbidity and transmission rates. Recent advancements in automated hematology analyzers, such as those that have introduced the capability to flag infected red blood cells (iRBCs), offering potential utility as a preliminary screening tool for malaria. However, evidence regarding its diagnostic performance remains limited. This comparative study aimed to evaluate the diagnostic accuracy of iRBC flagging relative to standard

microscopic examination (thick and thin blood films). Between October 1, 2022, and September 30, 2024, a total of 467 complete blood count (CBC) samples from patients clinically suspected of malaria were analyzed. Of these, 36 cases were confirmed to be malaria-positive via standard methods. The iRBC flag was observed in 34 of these confirmed cases, while 2 cases did not trigger the alert. No false positives were recorded. The iRBC flagging demonstrated a sensitivity of 94.44% and specificity of 100%. These findings indicate that iRBC flagging by the Sysmex XN-10 analyzer is a reliable and efficient tool for preliminary malaria screening. When used in conjunction with conventional diagnostic methods, it can enhance diagnostic accuracy and facilitate timely clinical intervention, contributing to improved disease management and control.

Keywords: Malaria, *Plasmodium*, iRBC, XN-10

1. บทนำ

โรคไข้มาลาเรีย (Malaria) ถือเป็นโรคติดต่อที่มีความสำคัญทางสาธารณสุขระดับโลก โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนาในเขตร้อนและกึ่งร้อน⁽¹⁾ องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) รายงานว่าในปี พ.ศ. 2566 มีผู้ติดเชื้อทั่วโลกประมาณ 263 ล้านคน และมีผู้เสียชีวิตจากโรคนี้นับถึง 597,000 ราย⁽²⁾ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงภาระโรคที่ยังคงรุนแรง แม้ในยุคที่เทคโนโลยีทางการแพทย์พัฒนาอย่างต่อเนื่อง

มาลาเรียเป็นโรคติดต่อที่เกิดจากโปรโตซัวในสกุล *Plasmodium spp.* ซึ่งติดต่อสู่มนุษย์ผ่านการกัดของยุงก้นปล่อง (*Anopheles spp.*) โดยสายพันธุ์ที่พบในประเทศไทยและสามารถก่อโรคในคน ได้แก่ *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae*, *P. ovale* และ *P. knowlesi* โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างของประเทศ ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศที่เอื้อต่อการแพร่กระจายของโรค จากรายงานของสำนักงานควบคุมโรค เขต 12 ในปีงบประมาณ 2566 พบจำนวนผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้นจาก 170 รายในปี 2565 เป็น 325 รายในปี 2566 คิดเป็นอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 47.69 โดยมีการตรวจพบเชื้อ *P. vivax* และ *P. knowlesi* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในพื้นที่ชายแดน⁽³⁾

การวินิจฉัยโรคมาลาเรียในปัจจุบันอาศัยวิธีทางห้องปฏิบัติการที่หลากหลาย ได้แก่ 1) การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Microscopic examination) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานที่สามารถระบุชนิดและระยะของเชื้อได้อย่างแม่นยำโดยต้องอาศัยฟิล์มเลือดหนาและบางควบคู่กัน 2) การตรวจด้วยชุดตรวจอย่างรวดเร็ว (Rapid Diagnostic Test: RDT) ที่สะดวกและเหมาะสมสำหรับพื้นที่ห่างไกลแต่ยังมีข้อจำกัดในการตรวจสายพันธุ์ *P. knowlesi* 3) การตรวจทางชีวโมเลกุล เช่น การตรวจสารพันธุกรรมด้วยวิธี Polymerase Chain Reaction (PCR) ซึ่งมีความแม่นยำสูง แต่มีต้นทุนและข้อจำกัดด้านทรัพยากร⁽⁴⁾

โรงพยาบาลหาดใหญ่ ใช้การตรวจฟิล์มเลือดหนา-ฟิล์มเลือดบางควบคู่กับชุดตรวจ RDT เป็นหลัก และส่งยืนยันผลทุกกรณีด้วยวิธี PCR อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน การตรวจนับเม็ดเลือดสมบูรณ์ (CBC) ไม่ได้เตรียมฟิล์มเลือดและตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ทุกรายเหมือนในอดีต ส่งผลให้โอกาสในการพบเชื้อมาลาเรียโดยบังเอิญในรายที่แพทย์ไม่ได้ส่งตรวจโดยเฉพาะลดลง แต่ด้วยเทคโนโลยีที่พัฒนาของ เครื่องตรวจวิเคราะห์เม็ดเลือดอัตโนมัติ Sysmex XN-10 ได้เพิ่มฟังก์ชันในการแจ้งเตือนการติดเชื้อภายในเม็ดเลือดแดง (iRBC flag) ซึ่งอาจช่วยให้สามารถคัดกรองผู้ติดเชื้อมาลาเรียได้ในกลุ่มที่ยังไม่แสดงอาการเฉพาะหรือยังไม่ได้รับการส่งตรวจโดยตรง

การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องนับเม็ดเลือดแดงอัตโนมัติ Sysmex XN-10 ในการวิเคราะห์ค่าการแจ้งเตือน iRBC ใช้หลักการ Fluorescent flow cytometry เพื่อบ่งชี้การมี inclusion ภายในเม็ดเลือดแดง โดยเฉพาะการติดเชื้อมาลาเรีย จากการย้อมเซลล์ด้วยน้ำยา Lyscecell และ Fluorocell WDF โดยย้อมติดส่วนของ DNA กับ RNA ของเซลล์เม็ดเลือด แล้วคัดแยกสัญญาณด้วยการใช้แสงเลเซอร์ความยาวคลื่น 633 นาโนเมตร มีการวิเคราะห์ 3 ส่วนดังนี้ Forward scattered Light (FSC) วิเคราะห์ขนาดของเซลล์, Side scattered Light (SSC) วิเคราะห์องค์ประกอบภายในเซลล์และ Side fluorescence Light (SFL) วิเคราะห์องค์ประกอบและปริมาณของ DNA, RNA ภายในเซลล์ การวิเคราะห์การแจ้งเตือน iRBC จากกราฟ WDF พบกลุ่ม cluster สีม่วงเกิดขึ้นบริเวณแกน x ของ SSC ใต้กลุ่ม cluster ของ Neutrophils (สีฟ้า) แสดงว่าพบ inclusion บางอย่างภายในเซลล์ ซึ่งถ้ามีจำนวนมากถึงระดับที่ Algorithm ของเครื่อง Sysmex XN-10 จะมีการแจ้งเตือน iRBC⁽⁵⁾

จากรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้ เช่น Dumas et al.⁽¹⁾ และ Khodaiji et al.⁽⁶⁾ พบว่า iRBC flag มีความจำเพาะสูงในการตรวจพบเชื้อมาลาเรีย โดยเฉพาะในสายพันธุ์ *non-falciparum* ที่อยู่ในระยะ Schizont และ Gametocyte แม้ว่าความไวจะยังมีข้อจำกัดในบางระยะของเชื้อ อย่างไรก็ตาม การพบ iRBC flag อาจเป็นเครื่องมือเสริมที่มีศักยภาพ ช่วยให้เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการพิจารณาการตรวจสเมียร์เลือดเพิ่มเติม โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยที่มีไข้หนาวสั่นแต่ยังไม่ได้รับการส่งตรวจมาลาเรียอย่างเฉพาะเจาะจง

ด้วยเหตุนี้ การศึกษานี้จึงมีเป้าหมายเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการแจ้งเตือน iRBC จากเครื่อง Sysmex XN-10 ในการช่วยคัดกรองการติดเชื้อมาลาเรีย เปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐาน เพื่อสนับสนุนระบบวินิจัยที่แม่นยำ รวดเร็ว และตอบสนองต่อการระบาดของโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วิธีการดำเนินการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา

การศึกษาเชิงเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างเลือดที่ส่ง CBC จำนวนทั้งหมด 470,962 ราย ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2565 ถึง 30 กันยายน 2567 ได้รับการขอจริยธรรมการวิจัย โรงพยาบาลหาดใหญ่ รหัสโครงการ HYH EC 050-68-01 มีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้ป่วยที่แพทย์ได้ส่งตรวจ CBC ทุกรายทำการตรวจด้วยเครื่องนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ รายใดที่มีค่าปกติไม่มีการเตรียมฟิล์มเลือด ในกรณีที่มีค่าผิดปกติมีการเตรียมฟิล์มเลือดและดูฟิล์มเลือดภายใต้กล้องจุลทรรศน์โดยมีผลการเตรียมฟิล์มเลือดจากเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ ดังนี้

- (1) ผู้ป่วย First diagnosis ทำ Peripheral blood smear (slide) ทุกราย
- (2) ผู้ป่วยผิดปกติตามหลักเกณฑ์การทำ Peripheral blood smear ที่กำหนด ทำ slide ทุกราย

ตารางที่ 1 เกณฑ์การทำฟิล์มเลือดด้วยเครื่องนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ XN-10

Parameter	Range	
	Lower limit	Upper limit
Age	Neonate (0-28 Days) ทำ Peripheral blood smear ทุกราย	
WBC	<4	>30
Plt	<100	>700
Hb	<8	>18
MCV	<75	>105
RDW		>22
#Neutrophil		>20.0
#Lymphocyte		>5.0
#Monocyte		>1.0
#Eosinophil		>2.0
#Basophil		>0.2

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Parameter	Range	
	Lower limit	Upper limit
Flag	Blast? Blast/Abn Lympho? PLT Clumps? Atypical lympho? NRBC Present IG Present Left shift Fragments (schistocytes) Dimorphic population iRBC PLT unreliability WBC unreliability RBC unreliability RBC Agglutination	

2. กำหนดค่าการแจ้งเตือน iRBC มากกว่า 0 จากเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดแดงอัตโนมัติ Sysmex XN-10 ในการตรวจวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด เมื่อเครื่องนับเม็ดเลือดแดงอัตโนมัติ วิเคราะห์ได้ค่า iRBC มากกว่า 0 หรือตรวจพบความผิดปกติอย่างอื่น เครื่องตรวจวิเคราะห์นับเม็ดเลือดอัตโนมัติจะทำการเตรียมฟิล์มเลือดทุกราย และตรวจดูความผิดปกติด้วยกล้องจุลทรรศน์

Positive

DiffMorphCount

Validated

Rule Result

None

PC

WB

24/04/2025 06:44:15

2-05

7286485515

ID

Main

Graph

Cumulative

Q-Flag

Service

User

Lab. Only

CBC

DIFF

WBC Flag(s)

Item	Data	Unit	LL	UL
WBC	5.03	10^3/uL		
RBC	4.15	10^6/uL		
HGB	12.8	g/dL		
HCT	36.1	%		
MCV	87.0	fL		
MCH	30.8	pg		
MCHC	35.5	g/dL		
PLT	41	10^3/uL		
RDW-SD	41.3	fL		
RDW-CV	13.0	%		
PDW	12.3	fL		
MPV	10.8	fL		
P-LCR	30.5	%		
PCT	0.04	%		
NRBC#	0.00	10^3/uL		
NRBC%	0.0	%		

Item	Data	Unit	LL	UL
NEUT#	3.87	10^3/uL		
LYMPH#	0.54	10^3/uL		
MONO#	0.45	10^3/uL		
EO#	0.14	10^3/uL		
BASO#	0.03	10^3/uL		
NEUT%	77.0	%		
LYMPH%	10.7	%		
MONO%	8.9	%		
EO%	2.8	%		
BASO%	0.6	%		
IG#	0.10	10^3/uL		
IG%	2.0	%		

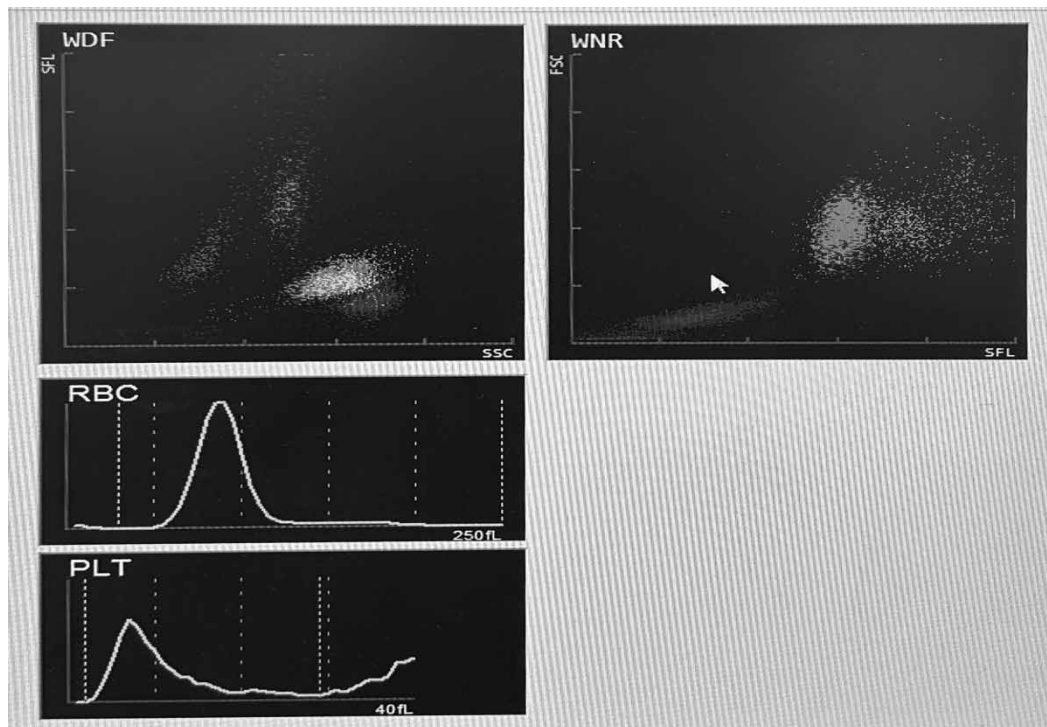
Neutrophilia
Lymphopenia
IG Present
Blasts/Abn Lympho?

RBC Flag(s)

iRBC?

PLT Flag(s)

Thrombocytopenia
PLT Clumps?



รูปที่ 1 การแจ้งเตือน iRBC จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-10

Sample No.	Month No.	Daily No.	Queue No.	Container	Specimen type	CI	RC	IR	RJ	Checkin by	Checkin time	Receive by	Receive time
7286485515	23243	2090		EDTA Hemato		☒	☒	☐	☐	นางสาวศศิมา หนูช่วย	24/4/2568 6:13:03	นางสาวศศิมา หนูช่วย	24/4/2568 6:13:03
7286485517	23244	2091		Coag HE		☒	☒	☐	☐	นางสาวศศิมา หนูช่วย	24/4/2568 6:13:03	นางสาวศศิมา หนูช่วย	24/4/2568 6:13:03

ST	Parameter	Result	IF	F	AL	ED	PT	EX	DC	AV	Unit	Normal range	Analyse	Repeat	Last result 1	Last result 1 time
	WBC	5.03		☒							10 ³ /uL	4.5-10.0	XN1500-1		3.71	24/04/2568 02:27:04
	Corrected WBC	---									10 ³ /uL		Manual		---	24/04/2568 02:27:04
	RBC	4.15	L	☒							10 ⁶ /uL	4.5-6.3	XN1500-1		4.07	24/04/2568 02:27:04
	NRBC	0.0									Cells/100 WB		XN1500-1		---	24/04/2568 02:27:04
	Hb	12.8		☒							g/dL	13.0-18.0	XN1500-1		12.4	24/04/2568 02:27:04
	Hct	36.1	L	☒							%	40-54	XN1500-1		36.7	24/04/2568 02:27:04
	MCV	87.0		☒							fL	83-97	XN1500-1		90.2	24/04/2568 02:27:04
	MCH	30.8		☒							pg	27-33	XN1500-1		30.5	24/04/2568 02:27:04
	MCHC	35.5	H	☒							g/dL	31-35	XN1500-1		33.8	24/04/2568 02:27:04
	RDW-CV	13.0		☒							%	11-16	XN1500-1		13.0	24/04/2568 02:27:04
	RBC Morpho	Polychromasia 2											Manual		Normochromic, normoc	24/04/2568 02:27:04
	Other(RBC)	---											Manual		---	24/04/2568 02:27:04
	iRBC	300	A										XN1500-1		300	24/04/2568 02:27:04
	Plt. Count	41	W	☒							10 ³ /uL	150-450	XN1500-1		44	24/04/2568 02:27:04
	MPV	10.8	W	☒							fL	6.5-11.3	XN1500-1		10.2	24/04/2568 02:27:04
	Plt. Smear	Decrease											Manual		Decrease	24/04/2568 02:27:04
	Diff Total	100									%		Formula		100	24/04/2568 02:27:04
	Neutrophils	76	W	☒							%	40-70	XN1500-1		82	24/04/2568 02:27:04
	Lymphocyte	11	W	☒							%	20-50	XN1500-1		12	24/04/2568 02:27:04
	Eosinophil	3		☒							%	1-6	XN1500-1		1	24/04/2568 02:27:04
	Monocyte	9	W	☒							%	2-10	XN1500-1		5	24/04/2568 02:27:04
	Basophil	1		☒							%	0-1	XN1500-1		0	24/04/2568 02:27:04

รูปที่ 2 การแจ้งเตือน iRBC ในระบบ LIS

3. การตรวจมาลาเรียด้วยวิธีมาตรฐาน (ตรวจฟิล์มเลือดหนาและฟิล์มเลือดบาง) ห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลหาดใหญ่ โดยรายงานผลบวกเมื่ออย่างน้อย 100 วงกล้อง ขณะที่การรายงานผลลบไม่น้อยกว่า 200 วงกล้องและ รายงานผลการนับปริมาณเชื้อมาลาเรีย (% Parasitemia) ประเมินค่าความไว (Sensitivity), ความจำเพาะ (Specificity), ค่าการทำนายผลบวก และความถูกต้อง (Accuracy) ของการแจ้งเตือน iRBC กับทำการเปรียบเทียบการตรวจมาลาเรีย ด้วยวิธีมาตรฐาน

การบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

บันทึกผลการตรวจวิเคราะห์ ค่าการแข็งตัวของ iRBC, การตรวจหามาลาเรีย หรือ การตรวจพบความผิดปกติในเม็ดเลือดแดง หรืออื่น ๆ เช่น เกล็ดเลือดมีการเกาะกลุ่มหรือเกล็ดเลือดมีขนาดใหญ่ เป็นต้น และใช้สถิติเชิงพรรณนาแสดงข้อมูลการส่งตรวจ CBC เป็นร้อยละกับการแข็งตัวของ iRBC, ประเมินค่าความไว (Sensitivity), ความจำเพาะ (Specificity)

3. ผลการศึกษา

จากผลการทดสอบพบว่า ในช่วงวันที่ 1 ตุลาคม 2565 ถึง 30 กันยายน 2567 มีจำนวนผู้ป่วยที่ส่งตรวจ CBC จำนวน 470,962 ราย มีการแข็งตัวของ iRBC รวม 1,086 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0.23 และไม่พบการแข็งตัวของ 469,876 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 99.77

จากผลการแข็งตัวของ iRBC 1,086 ครั้ง ตรวจพบสิ่งผิดปกติบนฟิล์มเลือด 190 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 17.50 แบ่งเป็นตรวจพบ เชื้อมาลาเรีย 34 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 17.89 ตรวจพบ giant platelet /platelet clumping 102 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 53.68 และ ตรวจพบ Inclusion ใน RBC 54 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 28.42 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนการแข็งตัวของ iRBC และการตรวจพบสิ่งผิดปกติบนฟิล์มเลือด

การแข็งตัวของ iRBC (ครั้ง/จำนวน)	การตรวจพบสิ่งผิดปกติบนฟิล์มเลือด		รวม
	พบ*	ไม่พบ	
แข็งตัวของ (Positive)	190	861	1,086
ไม่แข็งตัวของ (Negative)	0	469,876	469,876
รวม	190	470,737	470,962

*เชื้อมาลาเรีย, giant platelet /platelet clumping, Inclusion ใน RBC

จากผลการส่งตรวจของแพทย์ในกรณีที่สงสัยมีการติดเชื้อมาลาเรีย โดยพบว่ามีการส่งตรวจทั้งหมด 460 ราย โดยมีการแข็งตัวของ iRBC จำนวน 34 ราย ไม่แข็งตัวของ iRBC จำนวน 433 ราย ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนการแข็งตัวของ iRBC และการตรวจการตรวจหาเชื้อมาลาเรียโดยวิธีมาตรฐาน

การแข็งตัวของ iRBC (ครั้ง)	การตรวจหาเชื้อมาลาเรียโดยวิธีมาตรฐาน		รวม
	พบเชื้อมาลาเรีย	ไม่พบเชื้อมาลาเรีย	
แข็งตัวของ (Positive)	34	0	34
ไม่แข็งตัวของ (Negative)	2	431	433
รวม	36	431	467

Sensitivity = 99.44% (95% CI = 81.34% – 99.32%)

Specificity = 100% (95%CI = 99.15% – 100%)

Accuracy = 99.82% (95 % CI = 98.46% – 99.95 %)

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบการตรวจพบมาลาเรียโดยแพทย์ส่งตรวจและไม่ได้ส่งตรวจด้วยการแข็งตัวของ iRBC

การตรวจพบมาลาเรีย	การแข็งตัวของ iRBC (n)		วิธีมาตรฐานฟิล์มหนา/ฟิล์มบาง (n)	
	แข็งตัวของ (n, %)	ไม่แข็งตัวของ	ตรวจพบ	ตรวจไม่พบ
แพทย์ส่งตรวจ	27 (78.1)	433	29	431
แพทย์ไม่ส่งตรวจ	7 (21.9)	0	7	0
รวม	32 (100)	435	34	433

4. อภิปราย/วิจารณ์ผล

การแจ้งเตือนมาลาเรีย โดยใช้ iRBC จากเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Sysmex XN-10 โดยใช้เกณฑ์การแจ้งเตือน iRBC มากกว่า 0 ในช่วง 1 ตุลาคม 2565 ถึง 30 กันยายน 2567 พบการแจ้งเตือน iRBC จำนวน 1,086 ครั้ง ตรวจพบสิ่งผิดปกติบนฟิล์มเลือดจำนวน 190 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 17.50 ตรวจพบเชื้อมาลาเรียจำนวน 34 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 17.89 ตรวจพบ giant platelet /platelet clumping จำนวน 102 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 53.68 และตรวจพบ Inclusion body ใน RBC จำนวน 54 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 28.42

จากการคำนวณทางสถิติ พบค่าความไว, ความจำเพาะ, และความถูกต้อง เป็นร้อยละ 99.44, 100 และ 99.82 ตามลำดับ พบว่าค่าความไวและค่าความจำเพาะอยู่ในระดับสูง อย่างไรก็ตาม การมีแจ้งเตือน iRBC ช่วยให้เจ้าหน้าที่ได้ตระหนักถึงความสำคัญในการดูฟิล์มเลือด เพราะไม่ได้มีความผิดปกติของโรคมมาลาเรียเท่านั้น ยังมีโรคอื่นๆ ที่มีความเฉพาะเจาะจงในการวินิจฉัยได้จากการดูฟิล์มเลือด แต่มีจำนวนผู้ป่วย 2 รายที่ iRBC ไม่แจ้งเตือน เมื่อตรวจดูด้วยฟิล์มเลือดพบเชื้อน้อยมาก infection rate น้อยกว่าร้อยละ 0.01 และรายที่แจ้งเตือน iRBC แต่ไม่พบเชื้อมาลาเรีย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นคนที่ใช้โรคลดไข้ชียเมีย จะตรวจพบ Inclusion ชนิดต่าง ๆ เช่น basophilic stripping, Howell-jolly body และตรวจพบ platelet clumping, giant platelet และพบว่าการแจ้งเตือน

ในกลุ่มผู้ป่วยที่แพทย์สั่งตรวจพบว่ามีแจ้งเตือน iRBC 27 ราย ตรวจพบตรวจพบมาลาเรียโดยวิธีมาตรฐาน คิดเป็นร้อยละ 78.1. และในกรณีแพทย์ไม่สั่งตรวจ 7 รายพบการแจ้งเตือน ทั้ง 7 ราย คิดเป็น ร้อยละ 21.9 จากจำนวนผู้ป่วย 36 ราย

จากการศึกษาของ Dumas C. et al. ⁽¹⁾ พบว่าความไว (Sensitivity) ของ pRBC (iRBC) ใช้ค่าอ้างอิงจาก Q-flag ที่มีค่าตั้งแต่ 0 - 300 โดย Algorithm ของเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Sysmex XN-10 ตั้งให้แสดง iRBC ที่มากกว่า 100 ให้ Sensitivity ร้อยละ 7.8 และ iRBC ที่มากกว่า 10 ให้ Sensitivity ร้อยละ 20.8 จากกลุ่มตัวอย่าง 77 ราย ผลจากตัวอย่างที่พบมาลาเรียในระยะ Schizonts และ Gametocytes กลุ่มตัวอย่าง 13 ราย ให้ผล iRBC ที่มากกว่า 100 ให้ Sensitivity ร้อยละ 46.1 และ iRBC ที่มากกว่า 10 ให้ Sensitivity ร้อยละ 100 ส่วนความจำเพาะ (Specificity) ของ iRBC ให้ผลร้อยละ 100 จากกลุ่มตัวอย่าง 507 ราย นำผลที่ศึกษามาพยากรณ์ผลบวกร้อยละ 100 และพยากรณ์ผลลบร้อยละ 87.7 เมื่อใช้ Q-flag iRBC มากกว่า 100. จากผลการศึกษา Khodajji S. et al. ⁽⁶⁾ ทำการทดสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์ Sysmex XN และ XN-L จากกลุ่มตัวอย่าง 575 พบมาลาเรียชนิด *Plasmodium vivax* จำนวน 187 ราย แสดงผล iRBC flag มี Sensitivity สูงถึงร้อยละ 88.7 และ 86.1 ตามลำดับ ความจำเพาะร้อยละ 100 อย่างไรก็ตามการใช้ iRBC flag จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex XN-10 มีความไวต่ำมาก ในการตรวจพบเชื้อมาลาเรีย โดยเฉพาะในตัวอย่างที่มีเฉพาะ *Plasmodium falciparum* อย่างไรก็ตาม เมื่อพบระยะโตเต็มที่ของเชื้อเช่นระยะ Schizonts และ Gametocytes ในสายพันธุ์ non-*Plasmodium falciparum* ความไวของการตรวจพบเชื้อจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 50 จากการศึกษาดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า ดัชนีการแจ้งเตือนของ iRBC มีผลต่อความไวและความจำเพาะในระดับที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และระยะของเชื้อมาลาเรีย ถึงแม้ว่า iRBC flag จะมีความจำเพาะที่ดี แต่ไม่สามารถใช้เป็นเครื่องมือชนิดเดียวที่ใช้ในการวินิจฉัยมาลาเรียได้ อย่างไรก็ตาม การพบ iRBC flag อาจเป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนให้แพทย์ ทำการตรวจสอบสไลด์เลือดอย่างรวดเร็วในผู้ป่วยที่มีการใช้หนาวสั่น และยังไม่ได้รับการทดสอบมาลาเรียด้วยวิธี Immunochromatography รวมถึงการศึกษาของ ศศิ และคณะ⁽⁷⁾ ใช้การแจ้งเตือน iRBC Q-Flag ร่วมกับจำนวนเกล็ดเลือดร่วมด้วย ด้วยเครื่องอัตโนมัติ Sysmex XN-1000 ค่าความไว, ความจำเพาะ, ค่าการทำนายผลบวก, ค่าการทำนายผลลบและความถูกต้อง 97, 100, 100 และ 99.8 ตามลำดับ ดังนั้นการใช้ข้อมูลอื่นร่วมด้วยอาจจะช่วยเพิ่ม ความไวหรือความจำเพาะมากขึ้น

ในกลุ่มผู้ป่วยที่แพทย์สั่งตรวจมาลาเรีย พบว่าระบบ iRBC สามารถแจ้งเตือนผู้ป่วยที่มีผลตรวจยืนยันเชื้อจากวิธีมาตรฐานได้จำนวน 27 ราย จากทั้งหมด 36 ราย คิดเป็นอัตราการตรวจพบ ร้อยละ 79.4 อย่างไรก็ตาม ยังมีกรณีที่ระบบไม่สามารถแจ้งเตือนได้อีก 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 5.5 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดของระบบ โดยเฉพาะในกรณีที่ปริมาณเชื้อน้อยหรือลักษณะเซลล์เม็ดเลือดผิดปกติไม่ชัดเจน

ที่น่าสนใจคือ ในกลุ่มผู้ป่วยที่แพทย์ ไม่ได้สั่งตรวจมาลาเรีย ระบบ iRBC สามารถแจ้งเตือนผู้ป่วยได้จำนวน 7 ราย ซึ่งเมื่อตรวจด้วยวิธีมาตรฐานแล้วพบว่าทุกกรณีมีเชื้อจริง คิดเป็น ร้อยละ 15 ของผู้ป่วยกลุ่มนี้ ผลลัพธ์นี้ชี้ให้เห็นว่าระบบ iRBC อาจมีบทบาทสำคัญในการช่วยระบุผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อมาลาเรีย แม้ในกรณีที่ไม่มีข้อบ่งชี้ทางคลินิกที่ชัดเจนหรือแพทย์ไม่สงสัยโรค

ดังนั้น การนำการแจ้งเตือน iRBC มาใช้เป็นตัวบ่งชี้และช่วยคัดกรองการตรวจวินิจฉัยมาลาเรีย จะทำให้เพิ่มโอกาสพบเจอมาลาเรียมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การแจ้งเตือน iRBC นั้นยังคงมีความจำเพาะต่อมาลาเรียต่ำเนื่องจากสามารถตรวจพบ inclusion อื่น ๆ ในเม็ดเลือดแดงได้อีกด้วย แต่ถ้าในรายที่ตรวจพบการติดเชื้อมาลาเรียจะช่วยให้แพทย์ทำการรักษาผู้ป่วยได้รวดเร็วและถูกต้องมากยิ่งขึ้น ลดอัตราการเสียชีวิตและยังสามารถลดการแพร่ระบาดของโรคได้อีกด้วย

5. สรุป

จากการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่า ผลการวิเคราะห์จากเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Sysmex XN-10 ซึ่งมีฟังก์ชันการแจ้งเตือน iRBC มีศักยภาพในการช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถตรวจพบความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงที่ติดเชื้อมาลาเรียได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่แพทย์ไม่ได้รับรู้ให้ตรวจมาลาเรียโดยตรง ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลการตรวจวิเคราะห์ที่ถูกต้องสอดคล้องกับอาการของผู้ป่วยและสนับสนุนการวางแผนการรักษาได้อย่างเหมาะสมและทันเวลาที่ จากผลการศึกษาที่โรงพยาบาลหาดใหญ่ได้นำผลการแจ้งเตือนดังกล่าวมาใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในห้องปฏิบัติการโลหิตวิทยาและจุลทรรศน์ศาสตร์คลินิกเพื่อเพิ่มอัตราการตรวจพบผู้ป่วยมาลาเรียโดยไม่พลาดการวินิจฉัย ซึ่งจะนำไปสู่การดูแลรักษาที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นสำหรับการศึกษาต่อไป ควรมีการวิเคราะห์ค่าดัชนีของการแจ้งเตือน iRBC จำแนกตามชนิดของสายพันธุ์มาลาเรีย เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สอดคล้องกับสายพันธุ์ที่พบได้บ่อยในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย และเพิ่มความแม่นยำในการประเมินประสิทธิภาพของการแจ้งเตือนในเชิงปฏิบัติการต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหัวหน้ากลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิก เพื่อนร่วมงานโลหิตวิทยาและจุลทรรศน์ศาสตร์คลินิก ที่ให้การสนับสนุน ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธนตร ประจันตะเสน อาจารย์ประจำ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่กรุณาช่วยตรวจสอบและแก้ไขในงานวิจัยนี้สมบูรณยิ่งขึ้น และนายชุตติพงศ์ ศรีภักษ์ Application specialist บริษัท เมดิทอป จำกัด

7. เอกสารอ้างอิง

1. Dumas C, Tirard- Collet P, Mestrallet F, Girara S, Jallades L, Picot S, et al . Flagging performance of Sysmex XN-10 haematology analyser for malaria detection., J Clin Pathol 2020; 73:676–677. doi:10.1136/jclinpath-2019-206382.
2. World Health Organization. Malaria [Internet]. Geneva: World Health Organization 2567 [เข้าถึงเมื่อ 9 มิถุนายน 2568]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/malaria>
3. กระทรวงสาธารณสุข. กรมควบคุมโรค. สำนักโรคติดต่ออันตราย. ยุทธศาสตร์การกำจัดโรคไข้มาลาเรีย ประเทศไทย พ.ศ. 2560 - 2569 แผนปฏิบัติการการกำจัดโรคไข้มาลาเรียประเทศไทย พ.ศ. 2560-2569 [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์อักษรกราฟิกแอนดี้ไซน์; 2559 [เข้าถึงเมื่อ 2 พฤษภาคม 2568]. เข้าถึงได้จาก [https://malaria.ddc.moph.go.th/downloadfiles/Malaria_Manual/\[Strategy\]_National_Malaria_Elimination_Strategy_Thailand_2017-2026.pdf](https://malaria.ddc.moph.go.th/downloadfiles/Malaria_Manual/[Strategy]_National_Malaria_Elimination_Strategy_Thailand_2017-2026.pdf)
4. กระทรวงสาธารณสุข. กรมควบคุมโรค. สำนักโรคติดต่ออันตราย. การตรวจวินิจฉัยโรคมาลาเรียทางห้องปฏิบัติการ [อินเทอร์เน็ต]. [ม.ป.ป.:ม.ป.ป.] [เข้าถึงเมื่อ 2 พฤษภาคม 2568]. เข้าถึงได้จาก <https://elib.ddc.moph.go.th/>
5. sysmex. Instructions for use Automated Hematology Analyzer XN series (XN-1000). sysmex corporation kobe. 2020;22 :436-7
6. Khodaiji S, Sehgal K, Sethi M, Mansukhani D. Rapid detection of Plasmodium vivax by the hematology analyzer for population screening. Diagnostics (Basel). 2023;13(22):3397.
7. ศศิศ บุญมี. การพัฒนาการตรวจเชื้อมาลาเรียชนิด *Plasmodium vivax* โดยการใช้ค่า iRBC QFlag ร่วมกับจำนวนเกล็ดเลือดจากเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Sysmex XN-1000. วารสารเทคนิคการแพทย์ 2567;52:113-24.