ผลของพลาสมาและซีรัมขุ่นในโลหิตผู้บริจาคต่อการตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจอัตโนมัติที่ใช้เทคนิคการอ่านผลด้วยภาพ

วชิราภรณ์ ยนต์วิเศษ

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์
กุมภาพันธ์ 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของพลาสมาและซีรัมขุ่นในโลหิตผู้บริจาคต่อการตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจอัตโนมัติที่ใช้เทคนิคการอ่านผลด้วยภาพ"
ของนางสาววชิราภรณ์ ยนต์วิเศษ
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ แบบ ก (1)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ดร.กรรณิการ์ กัวหา)

.....ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชนันท์ วงศ์เสนา)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก / ภายใน
(ดร.นภาพร อภิรัฐเมธีกุล)

อนุมัติ

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล มุณีสว่าง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
29 ก.พ. 2563

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชนันท์ วงศ์เสนา ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อุตส่าห์สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

กราบขอบพระคุณผู้อำนวยการศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ หัวหน้าภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 8 จังหวัดนครสวรรค์ และนักเทคนิคการแพทย์ รวมถึงเจ้าหน้าที่งานห้องปฏิบัติการภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 8 จังหวัดนครสวรรค์ ที่กรุณาให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้ทำวิจัยเป็นอย่างดี ในการรวบรวมข้อมูลและศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงานในธนาคารเลือดและผู้สนใจเพื่อผู้ป่วยได้รับโลหิตที่มีคุณภาพและมีความปลอดภัยสูงสุด

วชิราภรณ์ ยนต์วิเศษ

ชื่อเรื่อง	ผลของพลาสมาและซีรัมขุ่นในโลหิตผู้บริจาคต่อการตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจอัตโนมัติที่ใช้เทคนิคการอ่านผลด้วยภาพ
ผู้วิจัย	วชิราภรณ์ ยนต์วิเศษ
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชนันท์ วงศ์เสนา
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.ม. สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
คำสำคัญ	พลาสมาขุ่น ซีรัมขุ่น สารรบกวนการทดสอบ

บทคัดย่อ

พลาสมาและซีรัมขุ่นส่งผลกระทบต่อผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการหลายชนิด งานวิจัยนี้ศึกษาหาผลกระทบของพลาสมาและซีรัมขุ่น ระดับของสารชีวเคมี และความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่างๆ ต่อผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Qwalys 3 และการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Ortho Autovue Innova ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้เทคนิคการอ่านผลด้วยภาพ พบว่าในการตรวจหมู่โลหิตโดยใช้ตัวอย่างเลือดที่ผสมกับสารกันเลือดแข็งชนิด citrate phosphate dextrose (CPD) ระดับความขุ่นของพลาสมาจากประเมินโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสง (OD) >1.000 มีความสัมพันธ์กับระดับโกลบูลิน >3.0 g/dl ระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl และระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl ($p<0.001$, 0.005 และ <0.001 ตามลำดับ) และความขุ่นที่ OD >1.000 มีความสัมพันธ์กับ error "X" และ "?" ($p= 0.043$ และ 0.003 ตามลำดับ) การรายงานผลไม่ได้เป็น "X" มีความสัมพันธ์กับระดับโกลบูลิน ≤3.0 g/dl และระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl ($p <0.001$ ทั้งสองรายการ) การรายงานผลไม่ได้เป็น "?" มีความสัมพันธ์กับระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl และระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl ($p <0.001$ และ 0.002 ตามลำดับ) และเมื่อวิเคราะห์หลายปัจจัยร่วมกันพบว่าระดับความขุ่น (OR (OD>1.000 vs ≤1.000) = 42.5; (95%CI 2.92-620) ระดับโปรตีนรวม (OR (≤8.0 g/dl vs >8.0 g/dl) = 37.9; (95%CI 9.92-145) เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้เป็น "X" และระดับโปรตีนรวม (OR (≤8.0 g/dl vs >8.0 g/dl) = 8.95; (95%CI 3.95-20.3) ระดับไตรกลีเซอไรด์ (OR (>500 mg/dl vs ≤ 500 mg/dl) = 10.4; (95%CI 1.38-77.7) เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้เป็น "?" เมื่อศึกษาระดับสารชีวเคมีโดยตรงพบว่าระดับกลูโคส 1,000 mg/dl และระดับไตรกลีเซอไรด์ 1,000 mg/dl ส่งผลกระทบต่อ

การตรวจหมู่โลหิต ส่วนการตรวจคัดกรองแอนติบอดีโดยใช้ตัวอย่างซีรัม พบว่าระดับความขุ่นที่ OD>1.000 มีความสัมพันธ์กับระดับอัลบูมิน ≤5.0 g/dl ระดับโกลบูลิน >3.5 g/dl ระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl และระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl (p=0.044, <0.001, 0.028 และ <0.001 ตามลำดับ) ความขุ่นที่ OD >1.000 มีความสัมพันธ์กับการรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีไม่ได้แบบ "WLL" (p<0.001) การรายงานผลไม่ได้เป็น ""WLL" มีความสัมพันธ์กับระดับอัลบูมิน ≤5.0 g/dl ระดับโกลบูลิน >3.5 g/dl และระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl (p = 0.003, <0.001 และ p<0.001 ตามลำดับ) การรายงานผลไม่ได้เป็น "?" มีความสัมพันธ์กับระดับโกลบูลิน ≤3.5 g/dl ระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl และระดับกลูโคส >300 mg/dl (p =0.044, <0.001 และ 0.043 ตามลำดับ) เมื่อวิเคราะห์หลายปัจจัยร่วมกัน พบว่าความขุ่น (OR (OD>1.000 vs ≤1.000) = 21.3; 95%CI 4.21-107) และระดับไตรกลีเซอไรด์ (OR (>500 mg/dl vs ≤500 mg/dl) = 97.3; 95%CI 10.5-903) เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้เป็น "WLL" เพศ (OR หญิง vs ชาย = 3.11; 95%CI 1.43-6.75) และระดับโปรตีนรวม (OR (≤8.0 g/dl vs >8.0 g/dl) = 3.99; 95%CI 1.47-7.82) เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้เป็น "?"เมื่อศึกษาระดับสารชีวเคมีโดยตรงต่อการตรวจกรองแอนติบอดี พบว่าอัลบูมิน 14.0 g/dl ให้ผลบวกปลอม อัลบูมิน 12.0 g/dl และโกลบูลิน 6.0 g/dl เกิดปฏิกิริยาบวกที่แรงขึ้น สรุปได้ว่าความขุ่นส่งผลกระทบต่อการรายงานผลไม่ได้ในการตรวจหมู่โลหิตเป็น "X" และการตรวจคัดกรองแอนติบอดีเป็น "WLL" ในการตรวจด้วยเครื่องตรวจอัตโนมัติที่ใช้เทคนิคการอ่านผลด้วยภาพ

Title	EFFECT OF TURBID PLASMA AND SERUM IN DONATING BLOOD ON THE DETECTION OF BLOOD GROUP AND ANTIBODY SCREENING BY IMAGE-BASED AUTOMATED ANALYSER
Author	Vashiraporn Yonwises
Advisor	Assistant Professor Wachanan Wongsena, Ph.D.
Acedemic Paper	Thesis M.S. in Medical Technology, Naresuan University, 2019
Keywords	turbid plasma, turbid serum, interference substance

ABSTRACT

Turbid plasma and serum affect the analysis of several laboratory tests. This study aims to investigate the effects of turbid plasma and serum, the levels of biochemical substances and the other risk factors on the detection of blood group by Qwalys3 and antibody screening by Ortho Authovue Innova, which detected by image-based automated analyzers. For blood group testing, citrate phosphate dextrose (CPD) blood was used as specimen, turbid plasma samples were associated with the levels of globulin >3.0 g/dl, total protein >8.0 g/dl and triglyceride >500 mg/dl ($p<0.001$, 0.005 and <0.001, respectively). Turbid samples with optical density (OD) >1.000 were associated with error "X" and "?" ($p=0.043$ and 0.003, respectively). Error "X" was associated with the levels of globulin ≤3.0 g/dl and total protein ≤8.0 g/dl ($p <0.001$ in both). Error "?" was associated with the levels of total protein ≤8.0 g/dl and triglyceride >500 mg/dl ($p \leq 0.001$ and 0.002, respectively). In bivariate model, turbid samples (OR (OD>1.000 vs ≤1.000) = 42.5; 95%CI 2.92-620) and the total protein level (OR (≤8.0 g/dl vs >8.0 g/dl) = 37.9; (95%CI 9.92-144) were associated with error "X". The levels of total protein (OR (≤8.0 g/dl vs >8.0 g/dl) = 8.95; 95%CI 3.95-20.3) and triglyceride (OR (>500 mg/dl vs ≤500 mg/dl) = 10.4; 95%CI 1.38-77.7) were associated with error "?". The levels of glucose 1,000 mg/dl and triglyceride 1,000 mg/dl affected directly to blood group testing. For antibody screening, serum was used as specimen, turbid serum samples were associated with the levels of

albumin ≤5.0 g/dl, globulin >3.5 g/dl, total protein >8.0 g/dl and triglyceride >500 mg/dl (p=0.044, <0.001, 0.028 and <0.001, respectively). Turbid samples were associated with error "WLL" (p <0.001). Error "WLL" was associated with the levels of albumin ≤5.0 g/dl, globulin >3.5 g/dl and triglyceride > 500 mg/dl (p =0.003, <0.001 and <0.001, respectively). Error "?" was associated with the levels of globulin ≤3.5 g/dl, total protein ≤8.0 g/dl and glucose >300 mg/dl (p = 0.004, <0.001 and 0.043, respectively). In bivariate model, turbid samples (OR (OD>1.000 vs ≤1.000) = 21. 3; 95%CI 4. 21- 107) and triglyceride level (OR (>500 mg/dl vs ≤500 mg/dl) = 97.3; 95%CI 10.5-903) were associated with error "WLL". Sex (OR (female vs male) = 3.11; 95%CI 1.43-6.75) and total protein level (OR (≤8.0 g/dl >8.0 g/dl) = 3.99; 95%CI 1.47-7.8 were associated with error "?". For direct effect testing, the levels of albumin 14.0 g/dl showed false positive result; albumin 12.0 g/dl and globulin 6.0 g/dl have stronger reactions. In conclusion, turbid samples affected the results of error "X" in blood group testing and error "WLL" in antibody screening.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษา	3
	ขอบเขตของงานวิจัย	3
	ข้อตกลงเบื้องต้น	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	4
	สมมติฐานของการวิจัย	4
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	5
	พลาสมาขุ่น	5
	ไขมันและกระบวนการเผาผลาญ	8
	โปรตีนและกระบวนการเผาผลาญ	11
	คาร์โบไฮเดรตและกระบวนการเผาผลาญ	14
	เครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3	17
	เครื่องตรวจคัดกรองแอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue nnova	21
3	**วิธีดำเนินงานวิจัย**	29
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	29
	การสุ่มตัวอย่าง	29
	ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	30
	วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ	30
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	32
	วิธีวิเคราะห์ข้อมูล	39

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	**ผลการวิจัย**	40
	ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	40
	ผลกระทบของตัวอย่างส่งตรวจขุ่นต่อการตรวจหมู่โลหิตและตรวจคัดกรองแอนติบอดีในโลหิตผู้บริจาค	41
	ผลการศึกษาระดับอัลบูมิน โกลบูลิน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคสในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิตและการตรวจคัดกรองแอนติบอดีในโลหิตผู้บริจาค	47
	ผลการศึกษาปัจจัยเสี่ยงของระดับความขุ่น อัลบูมิน โกลบูลิน โปรตีน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคส ในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3	50
	การศึกษาความสัมพันธ์ของสารชีวเคมีกับผลการตรวจหมู่โลหิต	54
	การศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้ในการตรวจคัดกรองแอนติบอดี	65
5	**บทสรุป**	82
	สรุปผลการวิจัย	82
	อภิปรายผลการวิจัย	84
	ข้อเสนอแนะ	94
บรรณานุกรม		95
ภาคผนวก		102
ประวัติผู้วิจัย		106

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1 ปฏิกิริยาที่ไม่สามารถสรุปหมู่โลหิตได้จากเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3: สัญลักษณ์ สาเหตุและวิธีแก้ไข..... 21

2 ปฏิกิริยาที่สรุปได้จากเครื่องตรวจคัดกรองแอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova: สัญลักษณ์ สาเหตุและวิธีแก้ไข..... 23

3 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างและความสัมพันธ์กับภาวะพลาสมาขุ่น..... 40

4 เปรียบเทียบการประเมินความขุ่นของพลาสมาด้วยตาเทียบกับแผนภาพ A แผนภาพ B และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร, n=398..... 42

5 เปรียบเทียบการประเมินความขุ่นของซีรัมด้วยตาเทียบกับแผนภาพ A แผนภาพ B และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร, n=398..... 43

6 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของพลาสมาของตัวอย่างตรวจกับผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 ที่รายงานผลไม่ได้..... 44

7 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของซีรัมของตัวอย่างตรวจกับผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova ที่รายงานผลไม่ได้..... 46

8 ผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 และการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova ในตัวอย่างตรวจที่มีระดับอัลบูมิน โกลบูลิน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคสความเข้มข้นต่างๆ..... 48

9 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความขุ่นของพลาสมากับระดับอัลบูมิน โกลบูลิน โปรตีน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคส..... 51

10 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของพลาสมาของตัวอย่างตรวจกับผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 ที่รายงานผลไม่ได้..... 53

11 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับอัลบูมิน โกลบูลิน โปรตีน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคสกับผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 ที่รายงานผลไม่ได้..... 55

12 การประเมินความเป็นปัจจัยเสี่ยงของ เพศและอายุของผู้บริจาคโลหิต ความขุ่นของพลาสมาของตัวอย่างตรวจ และระดับสารชีวเคมีต่อผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3..... 57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

13 ปัจจัยเสี่ยงต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจหมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ที่ไม่สามารถรายงานผลได้..... 59

14 การประเมินความเป็นปัจจัยเสี่ยงของ เพศและอายุของผู้บริจาคโลหิต ความขุ่นของพลาสมาของตัวอย่างตรวจ และระดับสารชีวเคมีต่อผลการตรวจหมู่โลหิตด้วย Qwalys 3 โดยรายงานผลเป็น “X”..... 60

15 ปัจจัยเสี่ยงต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจหมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ที่ไม่สามารถรายงานผลได้ โดยรายงานผลเป็น “X”..... 62

16 การประเมินความเป็นปัจจัยเสี่ยงของ เพศและอายุของผู้บริจาคโลหิต ความขุ่นของตัวอย่างตรวจ และระดับสารชีวเคมีต่อผลการตรวจหมู่โลหิตด้วย Qwalys 3 โดยรายงานผลเป็น “?”..... 63

17 ปัจจัยเสี่ยงต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจหมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ที่ไม่สามารถรายงานผลได้ โดยรายงานผลเป็น "?"..... 65

18 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความขุ่นของซีรัมกับระดับอัลบูมิน โกลบูลิน โปรตีนไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคส..... 66

19 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของซีรัมของตัวอย่างตรวจกับผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autivue Innovaที่รายงานผลไม่ได้..... 68

20 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova กับระดับอัลบูมิน โกลบูลิน โปรตีน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคส..... 70

21 การประเมินความเป็นปัจจัยเสี่ยงของ เพศและอายุของผู้บริจาคโลหิต ความขุ่นของซีรัม และระดับสารชีวเคมีต่อผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova..... 72

22 ปัจจัยเสี่ยงต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจ Ortho Autovue Innova ที่ไม่สามารถรายงานผลได้..... 74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

23 การประเมินความเป็นปัจจัยเสี่ยงของ เพศและอายุของผู้บริจาคโลหิต ความขุ่นของซีรัม และระดับของสารชีวเคมีต่อผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova ที่รายงานผลเป็น "WLL"..... 75

24 ปัจจัยเสี่ยงต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจ Ortho Autovue Innova ที่ไม่สามารถรายงานผลได้ โดยรายงานผลเป็น "WLL"..... 77

25 การประเมินความเป็นปัจจัยเสี่ยงของ เพศและอายุของผู้บริจาคโลหิต ความขุ่นของซีรัม และระดับสารชีวเคมีต่อผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova ที่รายงานผลเป็น "?"..... 78

26 ปัจจัยเสี่ยงต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจ Ortho Autovue Innova ที่ไม่สามารถรายงานผลได้ โดยรายงานผลเป็น "?"..... 81

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	แผนภาพตัวอย่างซีรัมขุ่นระดับต่างๆ โดย 0 หมายถึงไม่ขุ่น ส่วน 1+, 2+, 3+ และ 4+ มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตรเท่ากับ 0.4, 0.8, 1.0 และ 1.2 ตามลำดับ.....	6
2	การดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นต่างๆ โดยความยาวคลื่นที่ 660 และ 700 นาโนเมตรไม่มีสารใดมารบกวนค่าการดูดกลืนแสงจากความขุ่น.....	7
3	ปฏิกิริยาการตรวจหมู่โลหิตขั้นตอน direct grouping ด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3.....	18
4	ปฏิกิริยาการจับกันระหว่างแอนติเจนและแอนติบอดีใน ABDLys plate.....	18
5	ABDLys plate เมื่อนำมาวางที่แท่นแม่เหล็ก.....	19
6	ปฏิกิริยา positive และ negative ใน ABDLys plate.....	19
7	ABDLys plate ที่ถ่ายโดยเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3.....	20
8	cassette ที่ใช้ตรวจคัดกรองแอนติบอดีโดยเครื่องตรวจคัดกรองแอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova.....	22
9	การรายงานผลปฏิกิริยาที่อ่านโดยเครื่องตรวจคัดกรองแอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova.....	22
10	แผนภาพ B สำหรับประเมินระดับความขุ่นที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม powerpoint.....	31
11	ขั้นตอนดำเนินการวิจัยการศึกษาผลกระทบของตัวอย่างส่งตรวจขุ่นต่อการตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดีในโลหิตผู้บริจาค.....	33
12	ขั้นตอนดำเนินการวิจัยการศึกษาหาระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน และโกลบูลินในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิต.....	35
13	ขั้นตอนดำเนินการวิจัยการศึกษาหาระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน และโกลบูลินในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดี.....	37
14	ขั้นตอนดำเนินการวิจัยการศึกษาปัจจัยเสี่ยงของระดับความขุ่น ไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน โกลบูลิน และโปรตีนรวมในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 และการตรวจคัดกรองแอนติบอดี ด้วยอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova.....	39

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
15	การประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A และ B ในตัวอย่างที่มีระดับความขุ่นต่างกันในการประเมินด้วยแผนภาพ A (ตัวอย่างที่ 1 ความขุ่นเป็น 0, ตัวอย่างที่ 2 ความขุ่นเป็น 4+)แต่สามารถมองเห็นที่เส้นระดับเดียวกันในการประเมินด้วยแผนภาพ B (ความขุ่นของตัวอย่างที่ 1 และ 2 เป็น 0)...	85
16	การตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของ Glucose 1,000 mg/dl (ตำแหน่ง A หมายเลข 1-6).....	86
17	การตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ในตัวอย่างที่เติม intralipid® (ตำแหน่ง C ถึง H หมายเลข 11-12).....	88
18	ส่วนประกอบโลหิตชนิด fresh frozen plasma นำมาศึกษาหาระดับไตรกลีเซอไรด์ที่ส่งผลกระทบต่อการตรวจด้วยเครื่องอัตโนมัติที่ใช้เทคนิคการอ่านผลด้วยภาพ.....	88
19	การตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ในตัวอย่างที่มีลักษณะสีขาว ขุ่น ข้นคล้ายนม (ตำแหน่ง A ถึง E หมายเลข 7-12).....	89
20	การตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจคัดกรองแอนติบอดี Ortho Autovue Innova ในตัวอย่างขุ่น (หลุมที่ 3-4).....	93

อักษรย่อ

ACAT	=	acetyl-coenzyme A acetyltransferase
Apo A-I	=	apolipoprotein AI
Apo A-II	=	apolipoprotein AII
Apo B-48	=	apolipoprotein B-48
Apo B-100	=	apolipoprotein B-100
Apo C	=	apolipoprotein C
Apo C-II	=	apolipoprotein CII
Apo E	=	apolipoprotein E
BUB	=	bubble
CAT	=	column agglutination technique
CCK	=	cholecystokinin
CEPT	=	cholesteryl ester transfer protein
CPD	=	citrate phosphate dextrose
E.M.	=	electro magnetic
EW	=	empty well
FB	=	fibrin
FC	=	few cell
FFA	=	free fatty acid
g/dl	=	gram per deciliter
HDL	=	high density lipoprotein
HEM	=	hemolysis
IAT	=	indirect antiglobulin test
IDL	=	intermediate-density lipoprotein
IPS	=	image processing software
LCAT	=	cholesterol acyltransferase
LDL	=	low density lipoprotein
LTH	=	light too high

อักษรย่อ (ต่อ)

LTL	=	light too low
MF	=	mix field
mg/dl	=	milligram per deciliter
MTP	=	microsomal triglyceride transfer protein
2-MAG	=	2-monoacylglycerol
NAT	=	nucleic acid amplification technology
OD	=	optical density
OR	=	odds ratio
p	=	p value
r	=	correlation coefficient
TMC	=	too many cells
TBG	=	thyroxine – binding protein
VLDL	=	very low density lipoprotein
vs	=	versus
WLL	=	wrong liquid level
WNF	=	well not found
?	=	indeterminate reaction

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

เป็นที่ทราบกันดีว่าการวินิจฉัยโรคและติดตามการรักษาจำเป็นต้องอาศัยผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการที่ถูกต้องและแม่นยำซึ่งส่งผลให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาที่เหมาะสม ในทางตรงกันข้ามผลตรวจวิเคราะห์ที่ผิดพลาดจะทำให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาที่ไม่ตรงกับโรคและเป็นอันตรายถึงชีวิตได้เช่นกัน ดังนั้นห้องปฏิบัติการจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอน ทั้งกระบวนการก่อนการตรวจวิเคราะห์ กระบวนการวิเคราะห์ และกระบวนการหลังการวิเคราะห์ โดยกระบวนการวิเคราะห์นั้นแต่ละห้องปฏิบัติการได้มีการนำสารควบคุมคุณภาพทั้งภายในและภายนอกมาทดสอบเพื่อติดตามความถูกต้องของการตรวจ แต่กระบวนการก่อนและหลังการวิเคราะห์นั้นไม่สามารถทราบได้จากการทดสอบสารควบคุมคุณภาพ และพบว่าส่งผลต่อความผิดพลาดของผลตรวจมากกว่าร้อยละ 70 (1) ความผิดพลาดที่เกิดจากกระบวนการก่อนการวิเคราะห์ เช่น การเก็บตัวอย่างผิดคน ผู้ป่วยเตรียมตัวไม่ถูกต้อง การเก็บและขนส่งตัวอย่างไม่ถูกตามหลักห่วงโซ่ความเย็น ปริมาณตัวอย่างไม่เพียงพอ ใส่สารกันเลือดแข็งผิดประเภท เก็บตัวอย่างในเวลาที่ไม่เหมาะสม ตัวอย่างมีสารที่รบกวนการตรวจ เช่น บิลิรูบิน ฮีโมโกลบิน ไขมัน โปรตีน เป็นต้น (2-5) ปัจจุบันห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ได้มีการนำเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติมาใช้ในห้องปฏิบัติการจำนวนมาก ส่งผลให้การตรวจมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นแต่ปัญหาตัวอย่างที่มีสารรบกวนยังคงส่งผลต่อการตรวจได้ โดยพบทั้งรูปแบบการเพิ่มขึ้นและลดลงของค่าการตรวจวิเคราะห์ (6)

สารรบกวนการตรวจทางห้องปฏิบัติการที่พบในพลาสมาและซีรัมมีสาเหตุจากหลายประการ ได้แก่ 1) การแตกของเม็ดเลือดแดงทำให้สารในเม็ดเลือดแดงรวมถึงฮีโมโกลบินออกมาปนในพลาสมาและซีรัม 2) พลาสมาและซีรัมสีเหลืองมากกว่าปกติจากการมีปริมาณบิลิรูบินสูง 3) พลาสมาและซีรัมมีความขุ่น ในตัวอย่างส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการพบมีความขุ่นร้อยละ 0.5-2.5 (7) ด้านงานบริการโลหิตทั่วโลกพบโลหิตมีความขุ่นร้อยละ 0.2-0.3 (8, 9) การศึกษาในประเทศเนเธอร์แลนด์และประเทศมาเลเซียพบร้อยละ 0.3-0.4 (9) และ 0.6 (10) ตามลำดับ ซึ่งพลาสมาและซีรัมที่มีความขุ่นจากไขมันสามารถรบกวนผลการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการได้หลายสาเหตุ เช่น ด้านภูมิคุ้มกันวิทยา ความขุ่นยับยั้งปฏิกิริยาในการจับกันระหว่างแอนติเจนกับแอนติบอดี (6, 7) รบกวนการตรวจที่ใช้หลักการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 300-700 นาโนเมตร

เนื่องจากในพลาสมาและซีรัมมีอนุภาคขนาดใหญ่ของสารทำให้รบกวนค่าการดูดกลืนแสง รบกวนจากการไม่เป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างส่งตรวจทำให้ปริมาตรของตัวอย่างเพื่อนำไปตรวจวิเคราะห์ไม่ได้มาตรฐาน อาจมีผลทำให้ได้ค่าการตรวจวิเคราะห์ที่ต่ำกว่าความเป็นจริงและรบกวนจากตัวอย่างส่งตรวจที่มีปริมาณไขมันสูง ซึ่งปกติพลาสมาประกอบด้วยส่วนที่เป็นน้ำร้อยละ 92 และส่วนที่เป็นไขมันร้อยละ 8 ในพลาสมาหรือซีรัมที่มีความขุ่นอาจมีส่วนประกอบของไขมันมากกว่าร้อยละ 25 ทำให้เมื่อดูดตัวอย่างสำหรับตรวจวิเคราะห์อาจไม่ได้ส่วนที่เป็นพลาสมาหรือซีรัมที่แท้จริงเนื่องจากมีส่วนประกอบของไขมันปนอยู่ในสัดส่วนที่สูง (7)

ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย ให้บริการตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อคัดกรองโลหิตบริจาคที่จัดหาได้และจากที่โรงพยาบาลต่างๆ ในกรุงเทพฯและปริมณฑลส่งมาตรวจ โดยมีห้องปฏิบัติการของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ 12 แห่งเป็นสาขาให้บริการแก่โรงพยาบาลในภูมิภาคเพื่อให้โลหิตมีความปลอดภัยก่อนนำไปให้ผู้ป่วย ตามนโยบายงานบริการโลหิตแห่งชาติ พ.ศ. 2553 เป้าประสงค์นโยบายที่ 3 ซึ่งกล่าวว่า "ผู้ป่วยได้รับโลหิตที่ปลอดภัย ตามหลักการขององค์การอนามัยโลก โดยเริ่มจากการจัดหาโลหิตในประชากรที่มีความเสี่ยงต่ำ การคัดกรองผู้บริจาคโลหิตและโลหิตทุกยูนิตต้องผ่านการตรวจหมู่โลหิตและตรวจกรองแอนติบอดีต่อแอนติเจนบนเม็ดเลือดแดง ตรวจคัดกรองการติดเชื้อที่ถ่ายทอดทางโลหิต ได้แก่ ตรวจร่องรอยการติดเชื้อของโรคซิฟิลิส ไวรัสตับอักเสบบี ไวรัสตับอักเสบซี และเชื้อเอชไอวีด้วยเทคนิคทางน้ำเหลืองวิทยา (serology) ตรวจคัดกรองการติดเชื้อที่ถ่ายทอดทางโลหิตด้วยวิธีชีววิทยาระดับโมเลกุล เช่น nucleic acid amplification technology (NAT)" (11)

จากข้อมูลของงานห้องปฏิบัติการภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 8 จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 มีจำนวนตัวอย่างส่งตรวจ 72,631 ราย มีตัวอย่างที่ถูกปฏิเสธจำนวน 220 ราย คิดเป็นร้อยละ 1.30 ซึ่งสาเหตุหลักมาจากตัวอย่างมีความขุ่นจำนวน 159 ราย คิดเป็นร้อยละ 72.27 ของจำนวนตัวอย่างที่ปฏิเสธทั้งหมด การประเมินระดับความขุ่นในตัวอย่างส่งตรวจด้วยตาเปล่าอาจมีความไม่แน่นอนเนื่องจากในตัวอย่างที่ผ่านการประเมินความขุ่นด้วยตาเปล่าเมื่อนำมาตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจอัตโนมัติ Qwalys 3 (บริษัท Diagast, ประเทศฝรั่งเศส) และเครื่องตรวจคัดกรองแอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova (บริษัทจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน, ประเทศสหรัฐอเมริกา) พบการรบกวนผลตรวจทำให้ไม่สามารถสรุปผลได้ จากการเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 1-31 สิงหาคม พ.ศ. 2560 มีตัวอย่างส่งตรวจ 6,298 ราย พบตัวอย่างขุ่นที่ผ่านการประเมินโดยตาแล้วแต่รบกวนการเกิดปฏิกิริยาในการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 จำนวน 8 ราย คิดเป็นร้อยละ 0.13 และรบกวนการเกิดปฏิกิริยา

ในการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova จำนวน 12 ราย คิดเป็นร้อยละ 0.20 โดยพบว่าตัวอย่างบางรายที่มีระดับความขุ่นมากเครื่องตรวจวิเคราะห์สามารถสรุปผลตรวจได้ แต่ในรายที่มีความขุ่นในระดับที่น้อยกว่ากลับไม่สามารถสรุปผลตรวจได้ จึงจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยที่อาจเป็นสาเหตุทำให้รบกวนการตรวจรวมถึงผลของระดับความขุ่นของพลาสมาและซีรัมต่อการตรวจคัดกรองหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 และการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova เพื่อที่จะทราบตัวอย่างที่เหมาะสมในการตรวจด้วยเครื่องดังกล่าว รวมถึงระดับความขุ่นของตัวอย่างตรวจซึ่งจะนำมาใช้เป็นเกณฑ์จำแนกระดับความขุ่นได้ถูกต้อง สามารถลดอัตราการปฏิเสธตัวอย่างโดยไม่จำเป็น ลดผลลบปลอมที่อาจเกิดจากสารรบกวนทำให้ผู้ป่วยได้รับโลหิตที่มีความปลอดภัยสูงสุด

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาผลกระทบของตัวอย่างขุ่นและระดับสารชีวเคมีในตัวอย่างต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 และการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova
2. เพื่อศึกษาปัจจัยเสี่ยงของระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคสและโปรตีนในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 และการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova

ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาในตัวอย่างโลหิตที่เหลือจากการตรวจคัดกรองคุณภาพโลหิตประจำวันของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 8 จังหวัดนครสวรรค์ การประเมินความขุ่นทำโดย 3 วิธี ได้แก่ 1) เปรียบเทียบระดับความขุ่นกับแผนภาพจากคู่มือการเก็บและนำสิ่งส่งตรวจ ศูนย์บริการเทคนิคการแพทย์คลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2) เปรียบเทียบกับแผนภาพประเมินระดับความขุ่นที่สร้างขึ้น และ 3) วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ตรวจวัดระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส และโปรตีน ในตัวอย่างซีรัมด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติเคมีคลินิค Mindray (บริษัท Mindray Medical International Limited, ประเทศจีน) โดยทำการส่งตรวจที่เทคนิคการแพทย์แล็บ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ทำการศึกษาผลกระทบของระดับความขุ่น ไตรกลีเซอไรด์ กลูโคสและโปรตีนในตัวอย่างส่งตรวจต่อการตรวจคัดกรองหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 และตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova ณ ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 8 จังหวัดนครสวรรค์

ข้อตกลงเบื้องต้น

ตัวอย่างที่นำมาศึกษาเป็นโลหิตที่เหลือจากการตรวจคัดกรองคุณภาพโลหิตประจำวันของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 8 จังหวัดนครสวรรค์ โลหิตที่สุ่มได้ถ้ามีลักษณะไม่พึงประสงค์อื่นๆ เช่น มีสีเขียว มีการแตกของเม็ดเลือดแดงจะไม่ถูกนำเข้ามาศึกษาในงานวิจัยนี้

การประเมินระดับความขุ่นโดยดูด้วยตาเปล่าเปรียบเทียบระดับความขุ่นกับแผนภาพจากคู่มือการเก็บและนำสิ่งส่งตรวจ ศูนย์บริการเทคนิคการแพทย์คลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และแผนภาพประเมินระดับความขุ่นที่สร้างขึ้นซึ่งเป็นการประเมินโดยบุคคลเดียวกันในทุกตัวอย่างที่ประเมินความขุ่น

การวัดระดับความขุ่น การตรวจหาระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคสและโปรตีน การศึกษาผลกระทบต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Qwalys 3 และการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Ortho Autovue Innova ดำเนินการตรวจภายในวันที่เก็บตัวอย่างซึ่งมีการควบคุมการขนส่งตัวอย่างถูกต้องตามระบบห่วงโซ่ความเย็น

นิยามศัพท์เฉพาะ

พลาสมาและซีรัมขุ่น หมายถึง พลาสมาและซีรัมที่มีลักษณะขาวขุ่นคล้ายนม (12)

สารรบกวนการทดสอบ หมายถึง สารที่มีผลทำให้ค่าการตรวจวิเคราะห์ผิดเชิงระบบจากค่าที่ถูกต้อง โดยสารนั้นมาจากส่วนประกอบในพลาสมาและซีรัม ซึ่งมิได้เป็นความผิดพลาดจากกระบวนการตรวจวิเคราะห์ (13)

สมมติฐานของการวิจัย

ความขุ่นของตัวอย่างส่งตรวจ และระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคสและโปรตีนมีผลกระทบต่อการตรวจคัดกรองหมู่โลหิตและการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Qwalys 3 และเครื่อง Ortho Autovue Innova ตามลำดับ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พลาสมาขุ่น

สาเหตุที่ทำให้พลาสมาและซีรัมขุ่น (7, 14, 15)

1. เจาะเลือดหลังจากรับประทานอาหาร จากการศึกษาพบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการเจาะเก็บตัวอย่างโลหิตหลังจากรับประทานอาหารแตกต่างไปในการศึกษาประชากรแต่ละประเทศ เช่น ประเทศอิตาลี 8 ชั่วโมง ประเทศออสเตรเลีย 10-16 ชั่วโมง

2. ความผิดปกติในการเผาผลาญไขมัน เช่น lipoprotein lipase deficiency, apolipoprotein C2 deficiency, apolipoprotein A5 deficiency เป็นต้น

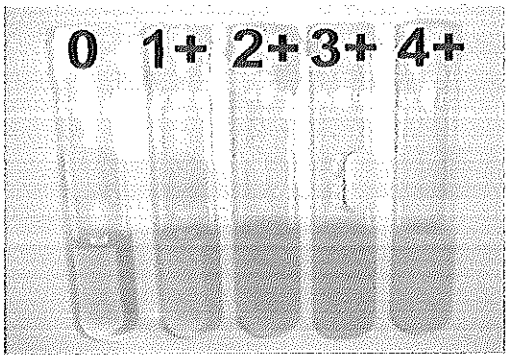
3. การดื่มแอลกอฮอล์

4. โรคเบาหวาน

5. โรคอื่นๆ เช่น metabolic syndrome, nephrotic syndrome, systemic lupus erythematosus, paraproteinaemia, chronic kidney disease, hypothyroidism, การได้รับยาบางชนิด เช่น acitretin, glucocorticoids, estrogens เป็นต้น

การวัดระดับความขุ่น

การวัดระดับความขุ่นโดยทั่วไปเป็นการประเมินด้วยตาโดยใช้ประสบการณ์และเปรียบเทียบแผนภาพแสดงตัวอย่างขุ่นระดับต่างๆ เช่น แผนภาพจากคู่มือการเก็บและนำสิ่งส่งตรวจ ศูนย์บริการเทคนิคการแพทย์คลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ภาพ 1) ส่วนวิธีที่ดีที่สุดในการวัดระดับความขุ่น คือการนำตัวอย่างมาตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร จากแผนภาพ 1 ได้แบ่งความขุ่นเป็น 5 ระดับ ดังนี้ "0" หมายถึงไม่ขุ่น ส่วน "1+, 2+, 3+, และ 4+" หมายถึงมีค่าการดูดกลืนแสงเป็น 0.4, 0.8, 1.0 และ 1.2 ตามลำดับ (16)



ภาพ 1 แผนภาพตัวอย่างซีรัมขุ่นระดับต่างๆ โดย 0 หมายถึงไม่ขุ่น ส่วน 1+, 2+, 3+ และ 4+ มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตรเท่ากับ 0.4, 0.8, 1.0 และ 1.2 ตามลำดับ

ที่มา: คู่มือการเก็บและนำส่งสิ่งส่งตรวจ ศูนย์บริการเทคนิคการแพทย์คลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ เป็นการวัดปริมาณสารในสารละลายโดยใช้หลักการสารที่วัดมีความสามารถในการดูดกลืนแสงช่วงความยาวคลื่นแตกต่างกัน คุณสมบัติในการดูดกลืนแสงของสาร เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านสารละลายโมเลกุลของสารจะดูดกลืนแสง เมื่อทำการวัดปริมาณของแสงที่คงเหลือเปรียบเทียบกับปริมาณแสงตั้งต้นตามกฎของ Beer-Lambert ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของสารจะแปรผันกับจำนวนโมเลกุลที่มีการดูดกลืนแสง ดังนั้นจึงสามารถใช้เทคนิคนี้ในระบุชนิดและปริมาณของสารต่างๆ ที่มีอยู่ในตัวอย่างได้ (17)

ส่วนประกอบของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

1. แหล่งกำเนิดแสง ในเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์จะต้องให้แสงในช่วงความยาวคลื่นที่ต้องการอย่างต่อเนื่องและคงที่ตลอดเวลา รวมทั้งมีความเข้มแสงที่มากพอซึ่งต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับสารที่นำมาวัดค่าดูดกลืนแสง เช่น แหล่งกำเนิดแสงช่วง UV ใช้หลอด H_2 and D_2 lamp ให้ความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 160-380 นาโนเมตร เป็นต้น

2. Monochromator เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมแสงโดยทำให้แสงที่ออกมาจากต้นกำเนิดแสงเป็นแสงโมโนโครเมติก ซึ่งเป็นแถบแสงแคบๆ หรือมีความยาวคลื่นค่าเดียว

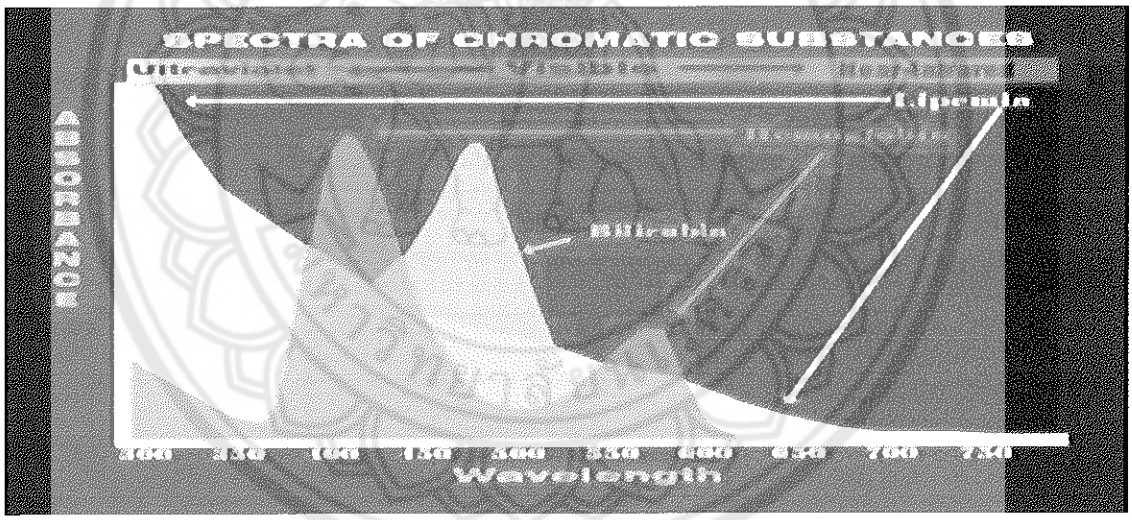
3. เซลล์ที่ใช้บรรจุสารละลายตัวอย่าง (cell sample) อาจเรียกว่า คิวเวทท์ (cuvettes) รูปแบบที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ เซลล์ที่ทำด้วยแก้วธรรมดา ซิลิกา และควอร์ตซ์ (quartz)

4. Detector ทำหน้าที่ในการวัดความเข้มของแสงที่ผ่านการดูดกลืนโดยการแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า เครื่องตรวจจับสัญญาณที่ดีต้องมีความไวสูง แม้ปริมาณแสง

จะเปลี่ยนไปเล็กน้อย ก็สามารถตรวจจับสัญญาณความแตกต่างได้ เครื่องวัดแสงที่ยังนิยมกันอยู่ในปัจจุบัน คือ หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ (photomultiplier tube, PMT) และเครื่องวัดแสงซนิดซิลิกอนไดโอด (silicon diode detector)

การพัฒนาการวัดระดับความขุ่นโดยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ (18, 19)

ปัจจุบันมีการพัฒนาการวัดระดับความขุ่นโดยนำเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติมาวัดระดับความขุ่นในพลาสมาและซีรัม เช่น เครื่อง Roche Cobas 6800 assays, Immulite 2500 instrument, Vistra 1500 system, Moduar DPE system และ Transasia XL-640 เป็นการวัดโดยใช้หลักการดูดกลืนแสงของตัวอย่างส่งตรวจซึ่งเจือจางด้วยสารละลาย 0.9% sodium chloride น้ำกลั่นหรือบัฟเฟอร์ต่างๆ เพื่อป้องกันการตกตะกอนของพาราโปรตีน และนำมาวัดที่ความยาวคลื่น 660 และ 700 นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่ไม่มีสารใดมารบกวนค่าการดูดกลืนแสง โดยความขุ่นจะถูกแบ่งระดับเรียกว่าดัชนีความขุ่น (lipemic index) โดยแบ่งเป็น L- , L+, L++, L+++, และ L++++



ภาพ 2 การดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นต่างๆ โดยความยาวคลื่นที่ 660 และ 700 นาโนเมตรไม่มีสารใดมารบกวนค่าการดูดกลืนแสงจากความขุ่น

ที่มา: https://irlabsystems.com/the-ir-revolution

ไขมันและกระบวนการเผาผลาญ (20, 21)

ไขมันเป็นสารชีวโมเลกุลประกอบด้วยธาตุที่สำคัญ 3 ชนิดคือ คาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน เป็นแหล่งพลังงานสำรองของร่างกายรองจากคาร์โบไฮเดรต มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น คลอโรฟอร์ม อีเทอร์ เป็นต้น

หน้าที่ของไขมันที่สำคัญในร่างกาย

1. ไขมันเป็นสารอาหารที่ร่างกายเก็บสะสมไว้เป็นพลังงานสำรองในรูปของไตรกลีเซอไรด์
2. เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ เนื้อเยื่อสมองและประสาท เช่น สฟิงโกลิปิด
3. เป็นฮอร์โมนที่สำคัญของร่างกาย เช่น พรอสทาแกลนดิน (prostaglandin) สเตอรอยด์ (steroid) เป็นต้น
4. เป็นวิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ ดี อี และเค

การย่อยและดูดซึมไขมันในระบบทางเดินอาหาร

อาหารประเภทไขมันเมื่อเข้าสู่กระเพาะอาหารจะยังไม่ถูกย่อยเนื่องจากระดับ pH ที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของเอนไซม์คือ 4-6 แต่ในกระเพาะอาหารมีระดับ pH 1-2 เมื่อไขมันผ่านเข้าสู่ลำไส้เล็กส่วนดูโอดีนัมจะกระตุ้นให้มีการหลั่งฮอร์โมน 2 ชนิดคือ cholecystokinin (pancreozynin) และ secretin โดย cholecystokinin ช่วยกระตุ้นให้ตับอ่อนหลั่งเอนไซม์ pancreatic lipase, cholesterol esterase และ phospholipase A2 นอกจากนี้ยังกระตุ้นให้ถุงน้ำดีปล่อยน้ำดีออกมา ซึ่งน้ำดีประกอบด้วยกรดน้ำดี (bile acids) และเกลือของกรดน้ำดี (bile salt) ช่วยในการกระจายตัวของไขมัน เนื่องจากไขมันมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ ในขณะที่เอนไซม์ที่ใช้ย่อยละลายน้ำได้ดี จึงต้องมีการเพิ่มพื้นที่ผิวระหว่างชั้นไขมันกับน้ำโดยน้ำดีให้เป็นอนุภาคเล็กๆ เรียกปฏิกิริยานี้ว่า emulsification และ secretin กระตุ้นการหลั่ง bicarbonate ทำให้ pH ในลำไส้เล็กเพิ่มมากขึ้นจึงเหมาะกับการทำงานของเอนไซม์ ผลผลิตที่ได้จากการย่อยไขมัน ได้แก่ free fatty acid (FFA), free cholesterol และ 2-monoacylglycerol (2-MAG) เป็นสารละลายน้ำยาก ซึ่งบริเวณเยื่อบุผนังลำไส้เล็กส่วนที่เรียกว่า unstirred water layer มีลักษณะการฟุ้งกระจายของโมเลกุลน้ำน้อย ในการซึมผ่านของไขมันที่ถูกย่อยแล้วต้องรวมตัวกับน้ำดีเรียกว่า ไมเซลล์ผสม (mixed micelles) จึงสามารถผ่านเข้าสู่เซลล์ผนังลำไส้เล็กได้ เมื่อดูดซึมเข้าสู่เซลล์ผนังลำไส้เล็กแล้วจะรวมตัวกันเป็น triglyceride, phosphoglyceride และ cholesteryl ester เพื่อส่งเข้าสู่กระแสโลหิตโดยอาศัยไลโปโปรตีนต่อไป

โคเลสเตอรอล (cholesterol)

โคเลสเตอรอลส่วนใหญ่มาจากการสังเคราะห์ที่ตับ มีส่วนน้อยที่ได้รับจากการรับประทานอาหาร โดยใช้ acetly Co A ซึ่งได้มาจากกรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ แป้ง น้ำตาลและกรดอะมิโน เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ โคเลสเตอรอลในร่างกายส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ cholesterol ester ส่วนน้อยอยู่ในรูปของ free cholesterol ทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของเยื่อหุ้มเซลล์ ใยประสาท ฮอร์โมนบางชนิด และเป็นสารตั้งต้นของกรดน้ำดี การขนส่งโคเลสเตอรอลจากตับไปทั่วร่างกายนั้นอาศัย low density lipoprotein (LDL) เพื่อให้ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ โคเลสเตอรอลส่วนเกินจะถูกเก็บไว้ตามเนื้อเยื่อ ผนังเส้นเลือดต่างๆ โดยมี high density lipoprotein (HDL) ทำหน้าที่ขนส่งโคเลสเตอรอลส่วนเกินกลับไปทำลายที่ตับและขับออกจากร่างกายผ่านทางน้ำดี

ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride)

ไตรกลีเซอไรด์หรือไตรเอซิลกลีเซอรอล (triacylglycerol) เป็นไขมันที่ประกอบด้วยกรดไขมัน 3 โมเลกุลรวมตัวกับกลีเซอรอล 1 โมเลกุล ไตรกลีเซอไรด์เป็นแหล่งเก็บพลังงานสำคัญของร่างกาย ส่วนใหญ่ได้มาจากการรับประทานอาหาร มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ การขนส่งในกระแสเลือดจึงต้องอาศัยตัวกลางเพื่อให้สามารถละลายน้ำได้โดยจับกับ apoprotein, โคเลสเตอรอล และฟอสโฟลิปิด (phospholipid) ได้สารประกอบเชิงซ้อนที่เรียกว่าไลโปโปรตีน (lipoprotein)

ไลโปโปรตีน

ประกอบด้วยไขมันและส่วนที่เป็นโปรตีน เรียกว่า apolipoprotein ทำหน้าที่ขนส่งไขมันไปยังกระแสโลหิตเพื่อไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ

1. Chylomicron ถูกสร้างที่ลำไส้เล็ก มีขนาด 80-1,200 นาโนเมตร ความหนาแน่นน้อยกว่า 0.95 กรัมต่อเดซิลิตร มีส่วนประกอบเป็นไตรกลีเซอไรด์มากที่สุดร้อยละ 90 โคเลสเตอรอล ร้อยละ 5 ฟอสโฟไลปิดร้อยละ 2 และโปรตีนร้อยละ 3 ที่สำคัญคือ apolipoprotein B-48 (apo B-48) ซึ่งได้รับ apolipoprotein C (apo C) และ apolipoprotein E (apo E) จาก HDL โดย apo B-48 มีหน้าที่ขนส่งไตรกลีเซอไรด์จากอาหาร โดยหลังจากไขมันถูกย่อยที่ลำไส้เล็กและดูดซึมเข้าสู่เซลล์เยื่อบุผนังลำไส้เล็กแล้ว ส่วนที่เป็น short-chain fatty acid จะเข้าสู่กระแสเลือดโดยตรงและถูกขนส่งไปตับโดยอัลบูมิน ส่วน long-chain fatty acid จะกลับไปเป็น triglyceride และรวมกับ phospholipid, cholesterol ester และ apo B-48 โดยการทำงานของ microsomal triglyceride transfer protein (MTP) รวมกันเป็น chylomicron เมื่อเข้าสู่กระแสเลือด chylomicron ได้รับ apo C และ apo E จาก HDL ซึ่ง apolipoprotein CII (apo CII) จะกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ lipoprotein lipase ทำหน้าที่ย่อย triglyceride จาก chylomicron ให้เป็นกรดไขมันอิสระเพื่อส่งเข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อต่อไป โดย chylomicron ที่ถูกนำ triglyceride ออกแล้วจะเรียกว่า chylomicron

remnant ซึ่งจะถูกทำลายที่ตับ เนื่องจาก chylomicron มีขนาดอนุภาคใหญ่ทำให้มีการสะท้อนของแสงจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้พลาสมาและซีรัมมีลักษณะขุ่นขาว ประกอบกับการที่มีความหนาแน่นต่ำเมื่อตั้งทิ้งไว้สามารถเห็นเป็นครีมที่ผิวบนพลาสมาและซีรัมได้ ระดับไคโลไมครอนจะสูงภายใน 3-4 ชั่วโมงภายหลังรับประทานอาหาร และจะหมดไปใน 12-14 ชั่วโมง

2. Very low density lipoprotein (VLDL) ถูกสร้างที่ตับ มีขนาด 30-80 นาโนเมตร ความหนาแน่น 0.95-1.006 กรัมต่อเดซิลิตร ประกอบด้วย ไตรกลีเซอไรด์ร้อยละ 60 โคเลสเตอรอลร้อยละ 20 ฟอสโฟไลปิดร้อยละ 15 และโปรตีนร้อยละ 5 ไลโปโปรตีนหลักคือ apolipoprotein B-100 (apo B-100) มีหน้าที่ขนส่งไตรกลีเซอไรด์ที่สร้างจากตับไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ โดย triglyceride จะรวมตัวกับ phospholipid, cholesterol ester และ apo B-100 โดยการทำงานของ MTP รวมกันเป็น VLDL เมื่อเข้าสู่กระแสเลือด VLDL จะได้รับ apo C และ E จาก HDL ซึ่ง apo CII จะกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ lipoprotein lipase ทำหน้าที่ย่อย triglyceride จาก VLDL และมีการปล่อย apo C และ phospholipid กลับคืนให้ HDL ทำให้ VLDL มีขนาดเล็กลงเรียกว่า intermediate-density lipoprotein (IDL) ซึ่ง IDL บางส่วนจะถูกนำเข้าสู่ตับ ส่วนที่เหลือจะปล่อย apolipoprotein ออกทุกชนิด ยกเว้น apo B-100 ทำให้มีขนาดเล็กลงจนเป็น LDL ซึ่งมีสัดส่วนของ cholesterol สูงขึ้น ซึ่ง LDL จะถูกนำเข้าสู่เซลล์ตับทาง LDL receptor โดย cholesterol จะถูก esterify เป็น cholesteryl ester ซึ่งจะถูกสังเคราะห์เป็น bile acid และขับออกมาทางน้ำดี

3. Low density lipoprotein (LDL) ประกอบด้วยโคเลสเตอรอลร้อยละ 50 ฟอสโฟไลปิดร้อยละ 22 โปรตีนร้อยละ 20 ส่วนใหญ่เป็น apo B-100 และไตรกลีเซอไรด์ร้อยละ 5 ทำหน้าที่ขนส่งโคเลสเตอรอลไปสู่เนื้อเยื่อต่างๆ โดยจับกับตำแหน่ง receptor ของ apo B-100 และบางส่วนของ apo E โดยเนื้อเยื่อส่วนของ plasma membrane มี LDL receptor เพื่อจับกับ LDL และถูกรวมเข้าไปในเซลล์ เมื่อเข้าไปในเซลล์ส่วนที่เป็น receptor จะแยกตัวออกมาเพื่อกลับไปเป็น receptor บนผิวเซลล์ใหม่ ส่วนที่ล้อม LDL ไว้จะถูกย่อยด้วย lysosome acid hydrolase ทำให้ปล่อยโคเลสเตอรอล ฟอสโฟไลปิด ไตรกลีเซอไรด์และโปรตีนออกมา โคเลสเตอรอลที่ถูกปล่อยออกมาถูก esterify โดยเอนไซม์ acyl-CoA (ACAT) เป็น cholesteryl ester

4. High density lipoprotein (HDL) ประกอบด้วยโปรตีนหลักคือ apo AI, apo AII, apo E และ apo C ร้อยละ 40 ฟอสโฟไลปิดร้อยละ 30 โคเลสเตอรอลร้อยละ 25 และไตรกลีเซอไรด์ร้อยละ 5 ตับและลำไส้จะสังเคราะห์ apo AI เมื่อรวมกับ phospholipid ที่ปล่อยออกมาจาก VLDL ได้เป็น nascent HDL เมื่อเข้าสู่กระแสเลือดจะได้รับ cholesterol อย่างรวดเร็วซึ่งจะถูก esterify โดยเอนไซม์ lecithin: cholesterol acyltranferase (LCAT) เป็น cholesteryl ester ซึ่งจะย้ายเข้า

ไปอยู่ใน HDL เรียก HDL ระยะนี้ว่า HDL_3 ซึ่งจะส่ง cholesteryl ester ให้กับ VLDL หรือ chylomicron remnant เพื่อแลกเปลี่ยนกับ triglyceride โดยอาศัยการทำงานของโปรตีน cholesteryl ester transfer protein (CEPT)

ผลของไขมันต่อการรบกวนการเกิดปฏิกิริยาในห้องปฏิบัติการ

พลาสมาและซีรัมที่มีลักษณะขุ่นส่งผลกระทบต่อการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ (7, 14) เช่น การตรวจทางเคมีคลินิก (22-26) การตรวจอิเลคโตรไลท์ (27) การตรวจระบบการแข็งตัวของเลือด (28, 29) การตรวจฮีโมโกลบิน (30) โดยสาเหตุของการรบกวนปฏิกิริยาคือ เพิ่มการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 300-700 นาโนเมตรในการตรวจด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ยับยั้งปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจน-แอนติบอดีโดยยับยั้งแอนติบอดีส่วนที่ใช้จับกับแอนติเจน การไม่เป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างส่งตรวจ ตัวอย่างส่งตรวจมีปริมาณสารอื่นๆ ทดแทนพลาสมาและซีรัม เป็นต้น (13)

ปัจจุบันมีวิธีแก้ไขปัญหาพลาสมาและซีรัมขุ่นจากไขมันเพื่อให้รบกวนการเกิดปฏิกิริยาในการตรวจวิเคราะห์ให้น้อยที่สุด (7, 14, 31, 32) เช่น ปั่นตัวอย่างขุ่นด้วยเครื่องปั่นแยกโลหิตที่ความเร็วรอบ 90,000 รอบต่อนาที ระยะเวลา 15 นาที การใช้สารเคมีเพื่อลดความขุ่น เช่น LipoClear, ใช้เอนไซม์ย่อยไคโลไมครอนและ VLDL เป็นต้น

การทดสอบการรบกวนของไขมันต่อการตรวจโดยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ (33, 34)

การทดสอบการรบกวนของไขมันต่อการตรวจโดยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติพบว่ามีการทดสอบโดยใช้ Intralipid® ซึ่งผลิตจากส่วนผสมของน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 20, egg yolk phospholipid ร้อยละ 1.2, glycerin ร้อยละ 2.25, ผสมกับน้ำและเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อปรับค่า pH เป็น 8.0 (35) มีขนาดโมเลกุล 200-600 นาโนเมตร เฉลี่ย 345 นาโนเมตร (36) ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าขนาดของ chylomicron และใหญ่กว่าขนาดของ VLDL ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้พลาสมาและซีรัมขุ่น ทำให้บางการศึกษาพบว่า Intralipid® ไม่เหมาะสมในการใช้วัดการรบกวนของไขมันต่อการตรวจวิเคราะห์ (37, 38)

โปรตีนและกระบวนการเผาผลาญ (20, 21)

โปรตีนเป็นสารชีวโมเลกุล ประกอบด้วยธาตุที่สำคัญ 3 ชนิดคือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน โดยมีองค์ประกอบของธาตุที่เพิ่มเข้ามาคือ ไนโตรเจนและซัลเฟอร์ โปรตีนมีโครงสร้างพื้นฐานที่เกิดจากกรดอะมิโนเรียงต่อกันเป็นสายยาวโดยเชื่อมกันด้วยพันธะเปปไทด์

โปรตีนมีบทบาทหน้าที่หลากหลายในสิ่งมีชีวิต เช่น

1. เป็นเอ็นไซม์และหน่วยย่อยของเอ็นไซม์
2. เป็นฮอร์โมน
3. เป็นโครงสร้างเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว เช่น แอกติน ไมโอซิน
4. เป็นภูมิคุ้มกันของร่างกาย เช่น แอนติบอดีต่างๆ
5. เป็นโครงสร้างของร่างกาย
6. เกี่ยวกับระบบการขนส่งภายในร่างกาย

การย่อยและดูดซึมโปรตีนในระบบทางเดินอาหาร

อาหารประเภทโปรตีนเมื่อเข้าสู่กระเพาะอาหาร กรดเกลือจากกระเพาะอาหารทำหน้าที่ทำลายสภาพธรรมชาติของโปรตีน มีน้ำย่อยซึ่งสังเคราะห์มาจากกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็กและตับอ่อน ได้แก่ เอนไซม์ pepsin, trypsin, chymotrypsin, carboxypeptidase A, carboxypeptidase B และ elastase ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้อยู่ในรูปซึ่งยังไม่สามารถทำงานได้ เรียกว่า proenzyme หรือ zymogen ต้องได้รับการกระตุ้นจึงสามารถย่อยโปรตีนได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการย่อยโปรตีนในกระเพาะอาหารหรือลำไส้เล็ก ผลผลิตที่ได้จากการย่อยเป็นเปปไทด์สายยาวซึ่งยังไม่สามารถดูดซึมได้ แต่ผลผลิตนี้จะไปกระตุ้นให้ลำไส้เล็กและตับอ่อนหลั่ง cholecystokinin (CCK) มีผลให้พันธะเปปไทด์ดังกล่าวถูกย่อยได้สมบูรณ์ที่ลำไส้เล็ก แต่มีโปรตีนบางชนิดที่ไม่สามารถย่อยได้ เช่น โปรตีนเส้นใย ซึ่งร่างกายจะขับออกนอกร่างกายต่อไป การดูดซึมของกรดอะมิโนเข้าสู่ผนังลำไส้เล็กเป็นการดูดซึมแบบการแพร่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำกว่าและการแพร่โดยอาศัยพลังงาน

โปรตีนในพลาสมา (plasma protein)

ในเลือดประกอบด้วยโปรตีนหลายชนิดซึ่งมีบทบาทหน้าที่และความสำคัญแตกต่างกัน การจำแนกประเภทของโปรตีนในพลาสมามีหลายวิธี การจำแนกที่ได้รับการอ้างอิงแพร่หลายที่สุด คือ การจำแนกโดยวิธี electrophoresis อาศัยคุณสมบัติของโปรตีนซึ่งจะมีประจุเป็นลบที่บัฟเฟอร์ pH 8.6 จึงสามารถเคลื่อนที่ไปหาประจุบวก โดยสามารถแยกพลาสมาโปรตีนออกเป็นแถบตามการเคลื่อนที่ได้เป็น 5 กลุ่มได้แก่ albumin, α_1 globulin, α_2 globulin, β globulin และ γ globulin โดย albumin เคลื่อนที่ไปได้ในระยะไกลสุดซึ่งลดหลั่นลงมาตามลำดับจนถึง β globulin ซึ่งมีการเคลื่อนที่ในระยะทางสั้นสุด ส่วน γ globulin จะเคลื่อนในทิศทางเข้าหาขั้วลบ

albumin เป็นโปรตีนที่พบมากที่สุดในพลาสมา มีขนาดเล็กแต่มีประจุลบมาก ถูกสังเคราะห์ขึ้นที่ตับ อัลบูมินมีบทบาทหน้าที่หลายประการ ได้แก่

1. ขนส่งสารต่างๆ ในกระแสเลือดไปยังเนื้อเยื่อเป้าหมายเพื่อการออกฤทธิ์ เมทาบอลิซึม และการทำลายสารนั้นๆ เช่น ขนส่งกรดไขมันสายยาว ขนส่งเพื่อการลดหรือทำลายพิษของสารนั้น เช่น ขนส่ง unconjugated bilirubin ไปยังตับเพื่อป้องกันการเกิด kernicterus ในเด็กแรกเกิด

2. รักษาแรงดันออสโมติคของเลือด เนื่องจากอัลบูมินเป็นสารที่มีขนาดเล็กประกอบกับมีประจุเป็นลบมากทำให้สามารถจับกับโมเลกุลของน้ำได้ดี ดังนั้นถ้าระดับอัลบูมินลดต่ำลงมีผลทำให้น้ำเคลื่อนที่ออกนอกหลอดเลือดมากขึ้น ดูดกลับเข้าสู่เส้นเลือดน้อยลง มีผลให้แรงดันออสโมติคของเลือดลดลง

3. ทำหน้าที่บัฟเฟอร์ เนื่องจากอัลบูมินสามารถจับกับ H^+ ได้ดี จึงมีบทบาทในการช่วยลดความเป็นกรดของเลือด

α_1 globulin มีโปรตีนหลายชนิดในกลุ่มนี้ เช่น thyroxine – binding protein (TBG) มีหน้าที่ในการจับและขนส่ง thyroxine และ triiodothyronine ไปตามกระแสเลือด

α_2 globulin เช่น haptoglobin มีหน้าที่ในการจับกับ free hemoglobin เมื่อมีการแตกของเม็ดเลือดแดง ซึ่งจะถูกกำจัดออกจากพลาสมาโดย reticuloendothelial cell

β globulin เช่น transferrin มีบทบาทในการขนส่งเหล็กในกระแสเลือด โดยจับกับธาตุเหล็กที่เข้าสู่กระแสเลือดทางลำไส้เล็กและม้าม แล้วนำธาตุเหล็กไปส่งยังเนื้อเยื่อที่มีความต้องการใช้ธาตุเหล็ก fibrinogen มีบทบาทหน้าที่เกี่ยวกับการแข็งตัวของเลือด

γ globulin มีบทบาทสำคัญในด้านการเป็นภูมิคุ้มกัน ซึ่งมีบางส่วนที่ปนอยู่ในแถบ β globulin ด้วยรวมเรียกว่า immunoglobulin ถูกสังเคราะห์โดย plasma cell เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย ประกอบด้วยสาย polypeptide 4 สายแบ่งเป็น heavy (H) chain 2 สายและ light (L) chain 2 สายเชื่อมกันด้วยพันธะไดซัลไฟด์ ที่ปลายอะมิโนของสาย polypeptide 4 สาย เรียกว่า variable(V) region มีลำดับกรดอะมิโนที่มีความหลากหลาย บริเวณนี้จึงเป็นบริเวณที่มีความเจาะจงของ immunoglobulin ในการจับกับแอนติเจน ส่วนที่เหลือของสาย polypeptide เรียกว่า constant region ซึ่งมีความแตกต่างของลำดับกรดอะมิโนไม่มาก แบ่งเป็น IgG, IgA, IgM, IgD และ IgE ระดับ immunoglobulin ถ้าค่าต่ำกว่าค่าอ้างอิงอาจเป็นผลจากยาหรือสารกดภูมิคุ้มกัน ถ้าค่าสูงมากจาก plasma cell เพียง clone เดียวเรียกว่า monoclonal globulin พบได้ใน myeloma และ Waldenstrom's macroglobulinemia ถ้ามาจาก plasma cell หลาย clone เรียกว่า polyclonal immunoglobulin

ค่าอ้างอิงของโปรตีนในพลาสมารวม อยู่ในช่วง 6.4-8.3 กรัมต่อเดซิลิตร อัลบูมิน 3.5-5.0 กรัมต่อเดซิลิตร โกลบูลิน 2.5-3.5 กรัมต่อเดซิลิตร

ผลของโปรตีนต่อการรบกวนการเกิดปฏิกิริยาในห้องปฏิบัติการ (39, 40)

มีรายงานการศึกษาพบว่า monoclonal antibody (พาราโปรตีนหรือเอ็มโปรตีน) ได้แก่ IgM, IgG และ IgA และ polyclonal antibody เป็นโปรตีนที่รบกวนการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ เช่น รบกวนการตรวจวัด conjugated bilirubin (41-44) และมีการรายงานผู้ป่วย 2 รายที่เป็นโรค Waldenstrom's macroglobulinemia และผู้ป่วยโรค IgG Kappa multiple myeloma ซึ่งมีระดับ monoclonal antibody สูง พบว่ามีผลทำให้การตรวจกลูโคส C-reactive protein และ HDL cholesterol มีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง (45) ซึ่งการรบกวนปฏิกิริยาเกิดจากการตกตะกอนกับน้ำยาที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์เป็นผลให้ตัวอย่างมีความขุ่นซึ่งมีผลรบกวนต่อการอ่านผลด้วยวิธีวัดความเข้มของแสง

คาร์โบไฮเดรตและกระบวนการเผาผลาญ (20, 21)

คาร์โบไฮเดรตเป็นสารชีวโมเลกุลที่เป็นแหล่งพลังงานหลักของร่างกาย ประกอบด้วยธาตุที่สำคัญ 3 ชนิดคือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน การจำแนกคาร์โบไฮเดรตแบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. โมโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide) เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว สูตรทั่วไปเป็น (CH_2O_n) โดยพบจำนวนคาร์บอน 3-7 อะตอม น้ำตาลเฮกโซสเป็นน้ำตาลที่มีมากที่สุดในธรรมชาติ โดยกลูโคสเป็นน้ำตาลเฮกโซสที่พบมากที่สุด มีความสำคัญต่อร่างกายคือ สมองใช้กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานและเป็นน้ำตาลชนิดเดียวที่อยู่อย่างอิสระในมนุษย์

2. ไดแซ็กคาไรด์ (disaccharide) ประกอบด้วยโมโนแซ็กคาไรด์ 2 โมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก ที่สำคัญคือ มอลโทส (กลูโคส 2 โมเลกุล) แลกโทส (กาแลกโทสและกลูโคส) ซูโครส (ฟรุกโทสและกลูโคส)

3. ไตรแซ็กคาไรด์ (trisaccharide) ประกอบด้วยโมโนแซ็กคาไรด์ 3 โมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก เช่น ราฟฟีโนส ประกอบด้วย กาแลกโทส กลูโคสและฟรุกโทส

4. โพลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) แบ่งเป็น 4.1) โพลีแซ็กคาไรด์สะสม ได้แก่ แอลฟา-อะไมโลส อะไมโลเพกติน 4.2) โพลีแซ็กคาไรด์โครงสร้าง เป็นโครงสร้างของผนังเซลล์ สารเคลือบเซลล์

อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกบดเคี้ยวโดยฟันซึ่งทำหน้าที่บดเคี้ยวอาหาร ในน้ำลายมีเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส ย่อยแป้งเป็นน้ำตาล dextrin จากนั้นอาหารจะถูกกลืนผ่านหลอดอาหารไปยังกระเพาะอาหารซึ่งไม่มีน้ำย่อยคาร์โบไฮเดรต เมื่อผ่านเข้าสู่ลำไส้เล็กเยื่อบุผนังลำไส้เล็กจะปล่อยฮอร์โมนออกมา 2 ชนิดคือ ฮอร์โมน secretin กระตุ้นให้ตับอ่อนหลั่งน้ำย่อย

ที่มีเกลือคาร์บอเนต และฮอร์โมน pancreozymin กระตุ้นให้ตับอ่อนหลั่งเอนไซม์เบต้าอะไมเลส ซึ่งเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลมอลโทส นอกจากนี้เยื่อบุลำไส้เล็กยังผลิตเอนไซม์ lactase เปลี่ยนแลกโตสเป็นกลูโคสและกาแลกโตส; เอนไซม์ maltase เปลี่ยนมอลโตสเป็นกลูโคส 2 โมเลกุล; เอนไซม์ sucrase เปลี่ยนซูโครสเป็นกลูโคสและฟรุกโตส

การดูดซึมคาร์โบไฮเดรตจากลำไส้เล็กเข้าสู่ผนังลำไส้เล็ก มี 2 แบบคือ

1. การดูดซึมโดยไม่ใช้พลังงาน แบ่งเป็น 1.1) การแพร่แบบธรรมดา เป็นการแพร่ของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงคือลำไส้เล็กเข้าสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำคือผนังลำไส้เล็ก 1.2) การแพร่โดยอาศัยตัวพา เป็นการแพร่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำโดยอาศัยตัวพา

2. การดูดซึมโดยใช้พลังงาน เป็นการขนส่งที่อาศัยตัวพาโดยเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง ซึ่งต้องใช้พลังงานจากการสลาย ATP หลังจากดูดซึมโมโนแซ็กคาไรด์เข้าสู่ผนังลำไส้เล็กและหลอดเลือดแล้วจะเคลื่อนที่ไปยังตับ ตับจะเปลี่ยนโมโนแซ็กคาไรด์ให้เป็นกลูโคสทั้งหมด และกลูโคสจะถูกส่งไปยังเซลล์ทั่วร่างกาย โดยกลูโคสที่เหลือใช้จะเก็บไว้ในรูปไกลโคเจนซึ่งสะสมที่ตับและกรดไขมันในเซลล์ไขมันทั่วร่างกาย

ฮอร์โมนสำคัญที่ควบคุมระดับกลูโคสในเลือด มี 2 ชนิดคือ

1. อินซูลิน เป็นฮอร์โมนประเภท polypeptide สร้างโดยเซลล์เบตาของ islets of Langerhans ในตับอ่อน ประกอบด้วยกรดอะมิโน 51 หน่วย ประกอบด้วยสาย A และสาย B เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ การสังเคราะห์อินซูลินเริ่มจาก preproinsulin ประกอบด้วยส่วนที่เป็นสาย A และสาย B เชื่อมต่อกันด้วย C-peptide โดยส่วนที่เป็นสาย B มีส่วนที่เป็น signal sequence เชื่อมอยู่ เมื่อ signal sequence ถูกทำลายจะกลายเป็น proinsulin และเป็น insulin เมื่อ C-peptide ถูกตัดออก ระดับของ C-peptide เป็นสัญญาณสำคัญในการสร้างและทำลายอินซูลิน เป็นฮอร์โมนที่หลั่งเมื่อระดับน้ำตาลในเลือดสูงเพื่อดูดซึมเก็บไว้ที่ตับและเนื้อเยื่ออื่นๆ

2. กลูคากอน ประกอบด้วย polypeptide สายเดียวมีกรดอะมิโน 29 หน่วย ผลิตมาจากเซลล์แอลฟาของ islets of Langerhans ในตับอ่อน จะถูกปล่อยเมื่อระดับน้ำตาลในกระแสเลือดลดระดับต่ำกว่าปกติ เป็นผลให้ตับเปลี่ยนไกลโคเจนที่สะสมไว้เป็นกลูโคสและปล่อยเข้าสู่กระแสเลือด เพื่อเพิ่มระดับน้ำตาลในกระแสเลือด ป้องกันร่างกายจากภาวะน้ำตาลในเส้นเลือดต่ำ

โรคเบาหวาน (diabetes mellitus) เป็นโรคที่พบระดับน้ำตาลในกระแสเลือดสูงกว่าปกติ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. โรคเบาหวานชนิดที่ 1 (insulin dependent diabetes) เป็นชนิดที่พบได้น้อย แต่มีความรุนแรงและอันตรายสูง มักพบในเด็กและคนอายุต่ำกว่า 25 ปี แต่ก็อาจพบในคนสูงอายุได้บ้าง เกิดจากภูมิต้านทานของร่างกายทำลายเซลล์เบตาของ islets of Langerhans ในตับอ่อนทำให้สร้างอินซูลินไม่ได้หรือได้น้อยมาก ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 จึงจำเป็นต้องฉีดอินซูลินเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ภาวะพร่องหรือขาดอินซูลินมีผลให้ร่างกายมีอินซูลินไม่เพียงพอต่อการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตไปเป็นพลังงาน จึงใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงานแทนโดยกระตุ้นการสลายไขมันในเนื้อเยื่อทำให้ปล่อยกรดไขมันอิสระออกมา มีผลให้ปริมาณ chylomicron และ VLDL สูงขึ้นซึ่งมีผลต่อความข่นในพลาสมาและซีรัมของผู้ป่วย

2. โรคเบาหวานชนิดที่ 2 (non-insulin dependent diabetes) เป็นเบาหวานชนิดที่พบเห็นกันเป็นส่วนใหญ่ มีความรุนแรงน้อยกว่าประเภทแรก มักพบในคนอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป แต่ก็อาจพบในเด็กหรือวัยหนุ่มสาวได้บ้าง เซลล์ตับอ่อนของผู้ป่วยชนิดนี้ยังสามารถสร้างอินซูลินได้ แต่ไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย หรือเซลล์ตับอ่อนของผู้ป่วยยังคงมีการสร้างอินซูลินแต่ทำงานไม่เป็นปกติ เนื่องจากมีภาวะดื้อต่ออินซูลิน

จากการศึกษาพบว่าในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ร้อยละ 30-60 พบภาวะมีไตรกลีเซอไรด์สูง สาเหตุมาจากการทำงานที่บกพร่องของฮอร์โมนอินซูลินหรือภาวะดื้อต่ออินซูลินในร่างกาย ซึ่งอินซูลินเป็นตัวยับยั้งการสลายไขมัน ทำให้ในร่างกายมีระดับ free fatty acid สูง รวมทั้งลดการทำงานของเอนไซม์ lipoprotein lipase เพิ่มการทำงานของ microsomal triacylglycerol transfer protein (MTP) เป็นผลทำให้ระดับ chylomicron และ VLDL ในร่างกายสูงขึ้น (46-48)

ผลของคาร์โบไฮเดรตต่อการรบกวนการเกิดปฏิกิริยาในห้องปฏิบัติการ (49, 50)

กลูโคสรบกวนการเกิดปฏิกิริยาในการตรวจทางห้องปฏิบัติการ เช่น รบกวนการตรวจครีเอทินีน โดยใช้วิธี Jaffe method และ enzymatic assay พบว่าวิธี Jaffe method กลูโคสมีผลรบกวนการเกิดปฏิกิริยามากกว่าวิธี enzymatic assay โดยกลูโคสลดการเปลี่ยนจาก alkaline picric acid เป็น picrate ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตรลดลง โดยระดับกลูโคสไม่มีผลรบกวนกรณีที่ค่าครีเอทินีนสูงๆ สำหรับวิธี enzymatic assay พบว่ากลูโคสมีผลรบกวนการเกิดปฏิกิริยาน้อยกว่าวิธี Jaffe method นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการรบกวนของกลูโคสต่อการตรวจทางเคมีคลินิกและไทรอยด์ด้วยเครื่อง Abbott c8000 และ i2000 sr พบว่าระดับกลูโคสมีผลรบกวนการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจครีเอทินีน แคลเซียม อัลบูมิน และ free T4

การทดสอบการรบกวนของกลูโคสต่อการตรวจโดยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ (25, 49)

จากการศึกษาพบมีการทดสอบการรบกวนของกลูโคสต่อการตรวจด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Abbott c8000 และ Architect i2000sr โดยนำซีรัมของผู้ป่วย 16 รายมารวมกัน (กลุ่มควบคุม) วัดระดับของกลูโคสและสารที่ต้องการทดสอบการรบกวนที่เติม 20% dextrose solution โดยเติมซีรัมและ 20% dextrose ในอัตราส่วนเพื่อให้ได้ความเข้มข้นต่างๆ นำไปตรวจด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ หาค่าการเปลี่ยนแปลงโดยเปรียบเทียบกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่ากลูโคสรบกวนการตรวจครีเอทินีน โดยพบระดับครีเอทินีนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

เครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 (51)

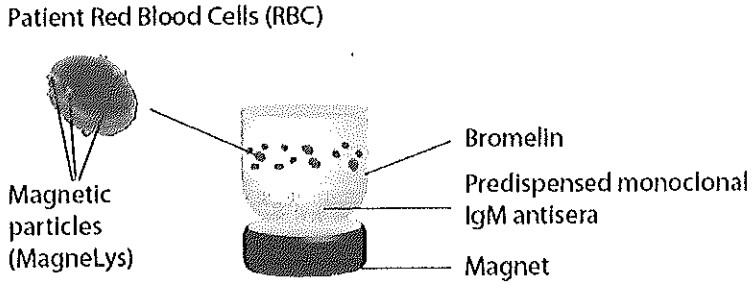
Qwalys 3 เป็นเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติใช้ Electro Magnetic Technique (E.M.® Technology) สำหรับห้องปฏิบัติการด้าน immunohematology หลักการอาศัยปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจนและแอนติบอดีของเม็ดเลือดแดง ได้แก่ การจับของแอนติเจนบนผิวเม็ดเลือดแดง (sensitization) การเกาะกลุ่มของเม็ดเลือดแดง (agglutination) และปฏิกิริยาการแตกทำลายของเม็ดเลือดแดง (hemolysis)

การตรวจหมู่โลหิตด้วยวิธี E.M.® Technology เป็นการตรวจทั้ง cell grouping และ serum grouping อยู่ภายใน plate เดียวกันและทำพร้อมกันเรียก plate นี้ว่า ABDLys plate โดยตัวอย่างตรวจ 1 รายใช้ ABDLys plate ทั้งหมด 6 หลุม แบ่งเป็น cell grouping 4 หลุม และ serum grouping 2 หลุม โดยมีขั้นตอนการทำโดยสังเขปดังนี้

การตรวจ cell grouping

1. เครื่อง Qwalys 3 ดูดตัวอย่างที่เป็นเม็ดเลือดแดงมาเจือจางด้วย Magnelys และ Bromeline ให้ได้ความเข้มข้น 1% red cell ใน D-plate ซึ่งเป็น plate ที่ใช้สำหรับเจือจางเม็ดเลือดแดง ส่วน Magnelys เป็นน้ำยาที่ใช้ในการ magnetize เม็ดเลือดแดง

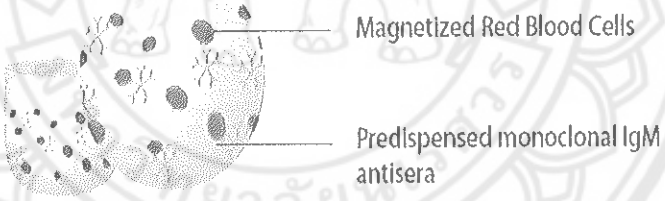
2. เครื่อง Qwalys 3 ดูดเม็ดเลือดแดงที่เจือจางแล้ว (magnetized red cell) ลงใน ABDLys plate ที่มีน้ำยา anti-A, anti-B และ anti-D เคลือบอยู่ในหลุมที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ (ภาพ 3) หลุมที่ 4 จะเป็นหลุม control ที่ไม่มีน้ำยาใดๆ อยู่ในหลุม ดังนั้นหลุม control จะต้องอ่านปฏิกิริยาเป็น negative เสมอ



ภาพ 3 ปฏิกิริยาการตรวจหมู่โลหิตขั้นตอน direct grouping ด้วยเครื่องตรวจ**วิเคราะห์**หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3

ที่มา: https://www.diagast.com

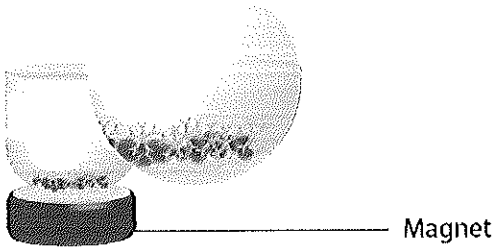
3. เครื่อง Qwalys 3 จะนำ ABDLys plate มาเขย่าเพื่อให้ magnetized red cell ทำปฏิกิริยากับแอนติบอดีที่อยู่ในหลุม ABDLys plate ได้ดีขึ้น (ภาพ 4) จากนั้นนำไป incubate ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที



ภาพ 4 ปฏิกิริยาการจับกันระหว่างแอนติเจนและแอนติบอดีใน ABDLys plate

ที่มา: https://www.diagast.com

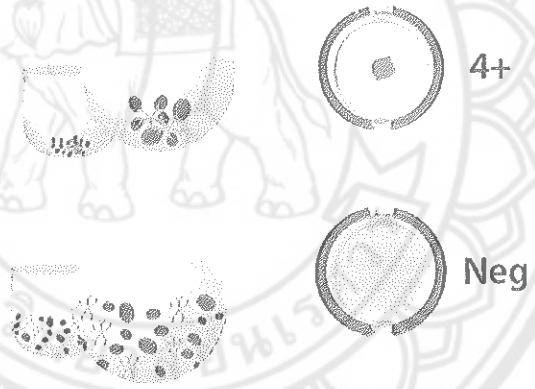
4. ABDLys plate จะถูกนำมาวางไว้ที่แท่นแม่เหล็ก (magnetic plate) เพื่อดึง magnetize red cell ลงมาก้นหลุม (ภาพ 5) ขั้นตอนนี้จะมาทดแทนขั้นตอนการปั่นอ่าน



ภาพ 5 ABDLys plate เมื่อนำมาวางที่แท่นแม่เหล็ก

ที่มา: https://www.diagast.com

5. หลังจากนั้น ABDLys plate จะถูกนำมาเขย่าอีกครั้งเพื่ออ่านผล (ภาพ 6)



ภาพ 6 ปฏิกิริยา positive และ negative ใน ABDLys plate

ที่มา: https://www.diagast.com

การตรวจ serum grouping

1. เครื่อง Qwalys 3 ดูดตัวอย่างตรวจลงในหลุมที่ 5 และ 6 ของ ABDLys plate
2. เครื่อง Qwalys 3 ดูดน้ำยา Hemalys A1 ลงในหลุมที่ 5 และ Hemalys B ลงในหลุมที่ 6 ของ ABDLys plate โดย Hemalys A1 และ Hemalys B จะเป็นเม็ดเลือดแดงที่ magnetized แล้ว

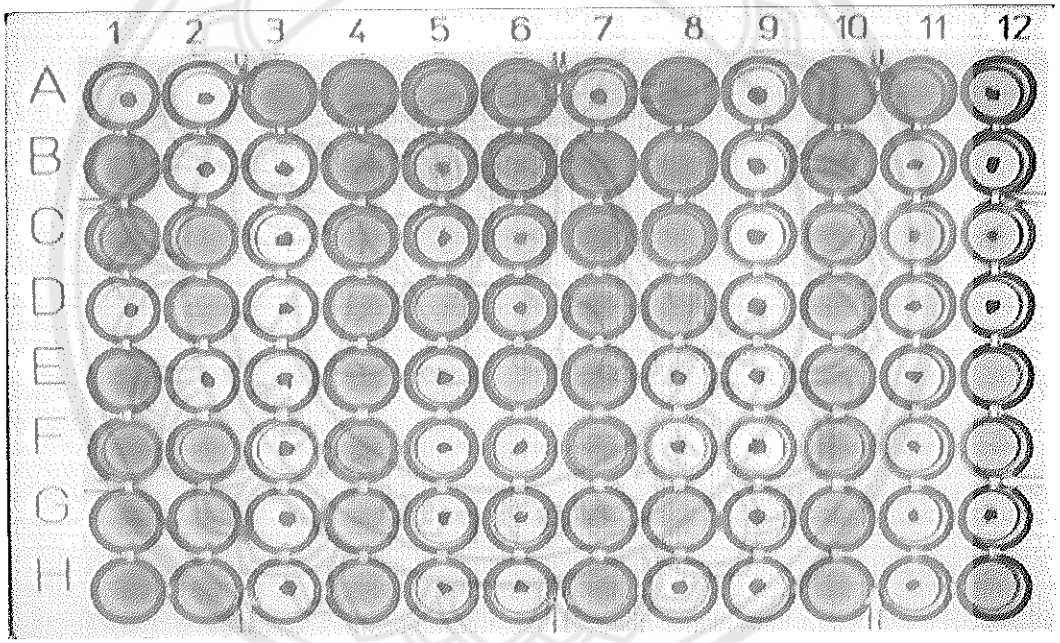
3. เครื่อง Qwalys 3 จะนำ ABDlys plate มาเขย่าเพื่อให้ magnetized red cell ทำปฏิกิริยากับแอนติบอดีใน plasma หรือ serum ได้ดีขึ้น (ภาพ 4) จากนั้นนำไป incubate ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที

4. ABDLys plate จะถูกนำมาวางไว้ที่แท่นแม่เหล็ก เพื่อดึง magnetize red cell ลงมากันหลุม (ภาพ 5) ขั้นตอนนี้จะมาทดแทนขั้นตอนการปั่นอ่าน

5. หลังจากนั้น ABDLys plate จะถูกนำมาเขย่าอีกครั้งเพื่ออ่านผลโดยการถ่ายภาพ (ภาพ 6)

ขั้นตอนการอ่านผล

1. เครื่องทำการถ่ายรูปปฏิกิริยาใน ABDLys plate ดังภาพ 7



ภาพ 7 ABDLys plate ที่ถ่ายโดยเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3

ที่มา: ภาพถ่ายจากการตรวจหมู่โลหิตประจำวัน ณ ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 8 จังหวัดนครสวรรค์

2. เครื่องทำการวัดระยะห่างระหว่างขอบของเม็ดกระดุมกับขอบของหลุมที่เกิดปฏิกิริยา และรายงานผลเป็น negative, 1+, 2+, 3+ และ 4+ ตามลำดับ

3. เครื่องสรุปผลหมู่โลหิต ABO และ Rh typing ตามปฏิกิริยาที่ตรวจได้ โดยอาจพบกรณีที่เครื่องไม่สามารถสรุปผลได้ดังตาราง 1 ซึ่งต้องตรวจยืนยันด้วยวิธีหลอดทดลอง

ตาราง 1 ปฏิกิริยาที่ไม่สามารถสรุปหมู่โลหิตได้จากเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3: **สัญลักษณ์ สาเหตุและวิธีแก้ไข**

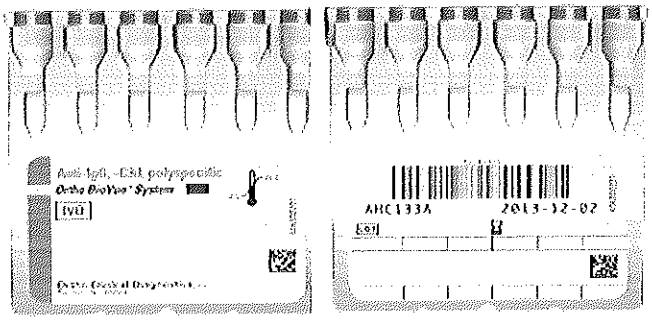
สัญลักษณ์	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
X	-เครื่องดูดตัวอย่างหรือน้ำยาไม่ได้ -พบ fibrin clot ในตัวอย่าง	-ปั่นตัวอย่างใหม่
?	-ปฏิกิริยาอ่อน ไม่สามารถสรุปผลได้ -พบเป็น subgroup	-ตรวจด้วยวิธีหลอดทดลอง

เครื่องตรวจคัดกรองแอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova (52)

Ortho Autovue Innova เป็นเครื่องตรวจวิเคราะห์โลหิตอัตโนมัติโดยใช้หลักการ column agglutination technique (CAT) ซึ่ง cassette column จะประกอบไปด้วยน้ำยา anti-human globulin polyspecific (IgG และ C3D) และ glass spheres สำหรับการตรวจคัดกรองแอนติบอดี ขั้นตอน indirect antiglobulin test (IAT) โดยใช้ screening cells คือ 0.8% screening cell O1 และ O2 หากพบการจับกลุ่มกันของเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดแดงจะค้างอยู่ด้านบนผิว glass spheres หมายถึง positive unexpected antibody และหากไม่พบการจับกลุ่มกันของเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดแดงจะถูกปั่นตกลงไปอยู่ตรงก้นหลุมนั้น หมายถึง negative unexpected antibody (ภาพ 8 และ 9)

การตรวจคัดกรองแอนติบอดีขั้นตอน IAT โดยสังเขป

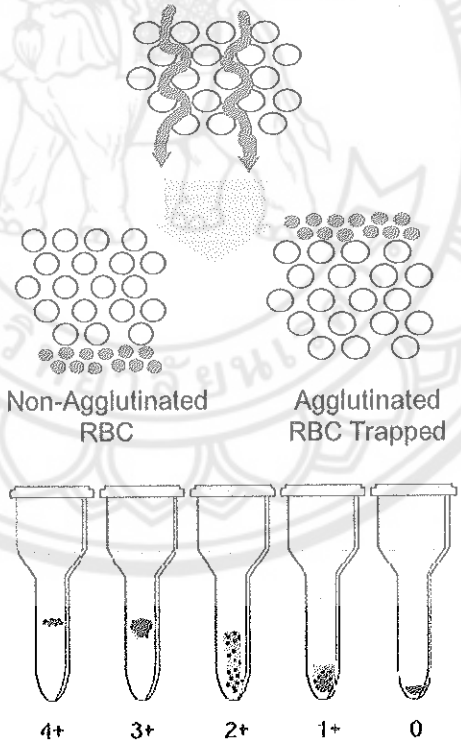
1. Ortho Autovue Innova ดูดตัวอย่างตรวจลงใน cassette column
2. ดูด 0.8% screening cell O1และ O2 ลงใน cassette column
3. นำ cassette incubate ที่ 37°C 20 นาที
4. นำ cassette ไปปั่น 5 นาที
5. ถ่ายภาพด้านหน้าและหลังเพื่ออ่านปฏิกิริยา



ด้านหน้า ด้านหลัง

ภาพ 8 cassette ที่ใช้ตรวจคัดกรองแอนติบอดีโดยเครื่องตรวจคัดกรองแอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova

ที่มา: บริษัท Ortho Clinical Diagnostic

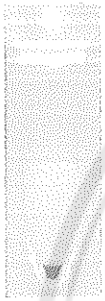
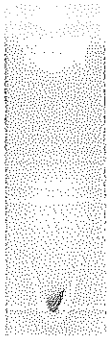


ภาพ 9 การรายงานผลปฏิกิริยาที่อ่านโดยเครื่องตรวจคัดกรองแอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova

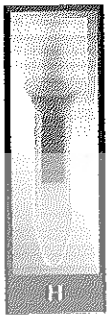
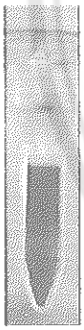
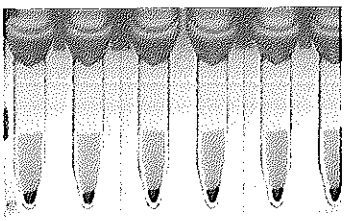
ที่มา: https://www.orthoclinicaldiagnostics.com

การรายงานผลปฏิกิริยาที่ได้จากเครื่องมีทั้งที่รายงานผลได้และไม่ได้ ซึ่งมีสาเหตุและวิธีแก้ไขดังตาราง 2

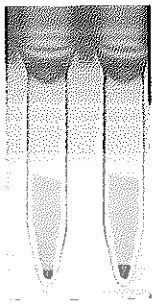
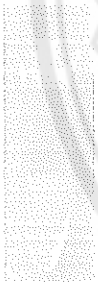
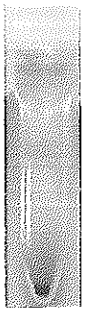
ตาราง 2 ปฏิกิริยาที่สรุปได้จากเครื่องตรวจคัดกรองแอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova: สัญลักษณ์ สาเหตุและวิธีแก้ไข

สัญลักษณ์	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
negative 	- ผลเป็น negative - ปฏิกิริยาเป็นผลลบ เม็ดเลือดแดงตกที่ก้นหลุมเป็นระนาบตัดแนวนอน	- รายงานผลได้
Positive	- ผลเป็น positive - ปฏิกิริยาเป็นผลบวกเม็ดเลือดแดงเกิดการรวมกลุ่มและค้างบน glass bead column หรือ ค้างอยู่ในเนื้อ bead ขึ้นอยู่กับความแรงของปฏิกิริยา	- รายงานผลได้
J tail 	- เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจนบนผิวเม็ดเลือดแดงซึ่งจำเพาะกับแอนติบอดีที่มี ใน serum หรือ plasma ของผู้ป่วย ที่อาจมีปริมาณน้อยๆ ทำให้เห็นปฏิกิริยาการรวมกลุ่มแบบอ่อนๆ - การใช้ผลิตภัณฑ์เซลล์เม็ดเลือดแดงที่ใกล้หมดอายุ	- ควรเปลี่ยนเซลล์ใหม่หากใช้เซลล์เม็ดเลือดแดงที่ใกล้หมดอายุ

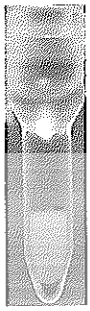
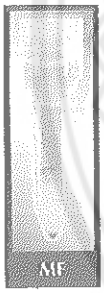
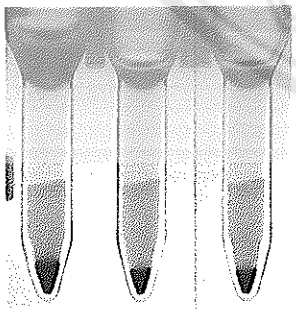
ตาราง 2 (ต่อ)

สัญลักษณ์	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
HEM (hemolysis) 	- เกิดจากการแตกของเซลล์เม็ดเลือดแดง สามารถสังเกตเห็นของเหลวใน column มีสีเข้มกว่าปกติ	- ตรวจสอบเซลล์มาตรฐานที่ใช้ทดสอบและตัวอย่างตรวจว่ามีการแตกของเซลล์เม็ดเลือดแดงหรือไม่ก่อนที่จะทำการตรวจวิเคราะห์ - ผู้ป่วยอาจมี significant antibody ที่มี complement ร่วมด้วยทำให้เห็นเป็นปฏิกิริยาดังกล่าว
LTL (light too low) 	- ปริมาณของตัวอย่างตรวจน้อยเกินไป ทำให้อาจดูดเซลล์เม็ดเลือดแดงปนมากับส่วนของ serum ทำให้เห็นลักษณะคล้าย hemolysis แต่เมื่อสังเกตจะไม่พบลักษณะ hemolysis แต่เห็นเป็นเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ปรากฏอยู่ใน column	- ตรวจสอบปริมาณตัวอย่างให้เพียงพอต่อการทดสอบ ควรทำการทดสอบซ้ำ (ปริมาณที่เหมาะสมสำหรับเครื่องอัตโนมัติคือจะต้องมี dead volume อย่างน้อยที่สุด 300 µL. รวมกับปริมาณที่เครื่องต้องการใช้ในแต่ละการทดสอบ)
Slant 	- เกิดจากความไม่สมดุลของ centrifuge ของเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ สังเกตเห็นการเอียงตัวของเม็ดเลือดแดงที่ตกที่ก้นหลุม เอียงในแนวเดียวกัน	- แจ้งผู้เชี่ยวชาญของบริษัทเพื่อทำการตรวจสอบเครื่องมือ

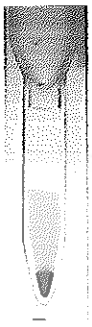
ตาราง 2 (ต่อ)

สัญลักษณ์	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
FC (few cell) 	- ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดแดงน้อยกว่าปกติ - อาจเกิดจากการเตรียมความเข้มข้นของเซลล์ไม่ได้ปริมาตรที่เหมาะสม(น้อยเกินไป)จึงทำให้เห็นเซลล์เม็ดเลือดแดงที่บริเวณก้นหลุมน้อยกว่าปกติ - อาจมี fibrin หรือ clot ขนาดเล็กอุดตัน pipet ขณะดูดทำให้ได้ปริมาตรของเซลล์ไม่เพียงพอ	- ควรทำการทดสอบซ้ำ - ทำการปั่นล้างเซลล์ก่อนทำการตรวจวิเคราะห์
EW (empty well) 	- อาจมีเศษ fibrin อุดตัน pipet ทำให้ไม่สามารถดูดตัวอย่างเพื่อนำมาทำการทดสอบได้ - อาจเกิดจากความผิดปกติของอุปกรณ์การทดสอบทำให้ไม่สามารถดูดตัวอย่างเพื่อมาทำการทดสอบได้	- ควรทำการทดสอบซ้ำ - ทำการปั่นล้างเซลล์ก่อนทำการตรวจวิเคราะห์ - ตรวจสอบเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ - ทำ tip decontamination
HAZE 	- เกิดจากผลิตภัณฑ์เซลล์เม็ดเลือดแดงที่ใกล้หมดอายุทำให้มีการแตกของผนังเซลล์เม็ดเลือดแดงบางส่วนทำให้เห็นเป็นลักษณะคล้าย agglutination โดยเป็นเศษของเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ค้างอยู่ในชั้น glass bead ทำให้เห็นคล้าย agglutination แต่เมื่อส่องผ่านแสงจะไม่พบลักษณะ agglutination	- ปั่นล้างเซลล์เม็ดเลือดแดงก่อนทำการตรวจวิเคราะห์ - ควรทำการทดสอบซ้ำ

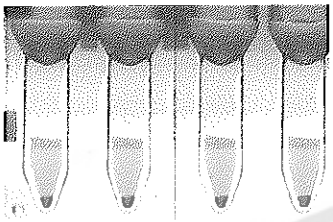
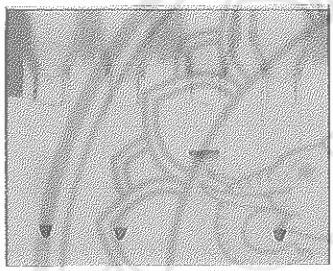
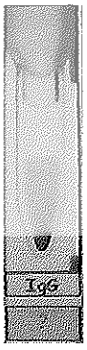
ตาราง 2 (ต่อ)

สัญลักษณ์	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
FB (fibrin) 	- อาจทำให้เกิดผลบวกปลอม เนื่องจาก fibrin ขวางการแทรกตัวของเม็ดเลือดแดง - การใช้ clotted blood ที่ clot ไม่สมบูรณ์ - มีการสร้าง fibrin หรือมีการตกตะกอนในตัวอย่างที่ผ่านการแช่แข็ง/ถูกละลายหลังแช่แข็ง	- หากใช้serumควรเพิ่มระยะเวลาในการปั่นตกตะกอนให้นานขึ้น - หากใช้ตัวอย่างที่เก็บในตู้เย็นควรนำมาวางไว้ในอุณหภูมิห้องก่อนการทดสอบ - ควรปั่นล้างผลิตภัณฑ์เซลล์เม็ดเลือดแดงก่อนนำมาทำการทดสอบ
MF (mix field) 	- ผู้ป่วยอาจมีการปลูกถ่ายอวัยวะ - ผู้ป่วยมีภาวะ delay hemolytic transfusion reaction - หากพบในการตรวจหมู่เลือดอาจเป็นไปได้ว่าผู้ป่วยอาจมีหมู่เลือดที่เป็น subgroup	- ตรวจสอบประวัติของผู้ป่วย - ควรทำการทดสอบซ้ำหรือการตรวจโดยวิธีอื่นเพื่อยืนยันผลการทดสอบ - ควรทำการทดสอบซ้ำ
WLL (wrong liquid level) 	- พบว่าระดับของเหลวใน column น้อยกว่าระดับที่กำหนดในแต่ละการทดสอบ - Software IPS บนเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติตรวจไม่พบส่วนโค้งของระดับของเหลวหรือส่วนโค้งของระดับของเหลวด้านหน้าและด้านหลังของภาพถ่ายไม่เหมือนกัน - บางครั้งหากมีการใช้ plasma/serum ที่มีลักษณะขุ่นสามารถพบได้เช่นกัน	- ควรทำการทดสอบซ้ำ

ตาราง 2 (ต่อ)

สัญลักษณ์	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
TMC (too many cells) 	- ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดแดงมากกว่าปกติ - อาจเกิดจากการเตรียมความเข้มข้นของเซลล์ไม่ได้ปริมาตรที่เหมาะสม(มากเกินไป) จึงทำให้เห็นเซลล์เม็ดเลือดแดงที่บริเวณก้นหลุมมากกว่าปกติ - การระเหยของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมจากเซลล์เม็ดเลือดแดง	- เตรียมเซลล์ใหม่และทำการทดสอบซ้ำ
BUB (bubble)	- เกิดจากการขนส่ง cassette ที่ไม่เหมาะสม - เกิดจากการเปลี่ยนอุณหภูมิในการเก็บอย่างรวดเร็ว จากอุณหภูมิ 2-8 °C มายังอุณหภูมิห้อง	- ตรวจสอบ cassette ก่อนการใช้งาน หากพบฟองอากาศ ให้นำ cassette ไป centrifuge และสังเกตสภาพของ cassette ว่าไม่มีฟองอากาศ หลงเหลืออยู่ จึงสามารถนำมาใช้งานตามปกติได้ ถ้ายังมีฟองอากาศค้างอยู่ cassette นั้นไม่ควรนำมาใช้ - วาง cassette ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 96 ชั่วโมง

ตาราง 2 (ต่อ)

สัญลักษณ์	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
WNF (well not found) 	- software ของเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติไม่สามารถ detect glass bead ใน column ได้	- ควรทำการทดสอบซ้ำ - แจ้งผู้เชี่ยวชาญของบริษัทเพื่อทำการตรวจสอบ
LTH (light too high) 	- หลอดไฟที่ใช้ใกล้หมดอายุการใช้งานเครื่องจึงเพิ่มกำลังขยายของแสง ทำให้ความสว่างของแสงที่ใช้ในการอ่านผลการทดสอบสว่างผิดปกติ	- ทำการตรวจสอบหลอดไฟที่ใช้ในเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ - แจ้งผู้เชี่ยวชาญของบริษัทเพื่อทำการตรวจสอบและเปลี่ยนหลอดไฟ
? (indeterminate reaction) 	- software ของเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติไม่สามารถระบุผลการทดสอบได้เนื่องจากผลการทดสอบมีความไม่ชัดเจนของบริเวณผิวเม็ดเลือดแดงที่ก้นหลุม -เกิดจากปฏิกิริยา J- effect	- ควรทำการทดสอบซ้ำ - แจ้งผู้เชี่ยวชาญของบริษัทเพื่อทำการตรวจสอบ

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป็นผู้บริจาคโลหิต ณ ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 8 จังหวัดนครสวรรค์ โดยเก็บตัวอย่างโลหิตที่เหลือจากการตรวจคัดกรองคุณภาพโลหิตประจำวัน คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Taro Yamane ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

n = ขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้

N = จำนวนประชากรที่ทราบค่า

e = ค่าความคลาดเคลื่อนที่จะยอมรับได้ (allowable error)

แทนค่าในสูตรหาขนาดตัวอย่างจากจำนวนประชากรคือ จำนวนโลหิตส่งตรวจคัดกรอง ณ ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 8 จังหวัดนครสวรรค์ ประจำปีงบประมาณ 2560 จำนวน 72,663 ราย กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้คือ 0.05

$$n = \frac{72,663}{1 + (72,663 \times (0.05)^2)}$$

$$= 398 \text{ ราย}$$

การสุ่มตัวอย่าง

1. ตัวอย่างที่นำมาศึกษาผลกระทบของตัวอย่างส่งตรวจขุ่นต่อการตรวจคัดกรองหมู่โลหิตและแอนติบอดีในโลหิตผู้บริจาค สุ่มเลือกตัวอย่างโดยเลือกตัวอย่างที่ขุ่นและไม่ขุ่นในอัตราส่วนที่เท่ากัน เก็บตัวอย่างจำนวน 398 ตัวอย่างแบ่งเป็นตัวอย่างขุ่น 199 ตัวอย่าง และตัวอย่างไม่ขุ่น 199 ตัวอย่าง

2. ศึกษาหาระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส และโปรตีนในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิตและแอนติบอดีในโลหิตผู้บริจาค แบ่งเป็น 1) ตัวอย่างที่เตรียมสำหรับตรวจหมู่โลหิตโดยนำพลาสมาและเม็ดเลือดแดงจากผู้บริจาคโลหิตหมู่โลหิต B เพื่อให้เห็นปฏิกิริยาทั้งบวกและลบใน direct grouping และ indirect grouping จำนวน 16 ราย โดยแต่ละรายมีประวัติการบริจาคโลหิตอย่างน้อย 5 ครั้งและไม่เคยตรวจพบ unexpected antibody มารวมกัน 2) ตัวอย่างที่เตรียม

สำหรับตรวจคัดกรองแอนติบอดี โดยนำซีรัมจากผู้บริจาคโลหิตหมู่โลหิต AB เพื่อลดปฏิกิริยาซึ่งอาจส่งผลต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดีของ anti-A และ anti-B ในซีรัม ที่มีประวัติการบริจาคโลหิตอย่างน้อย 5 ครั้ง โดยไม่เคยตรวจพบ unexpected antibody จำนวน 16 รายมารวมกัน

3. ศึกษาปัจจัยเสี่ยงของระดับความขุ่น ไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส และโปรตีนในตัวอย่างที่ไม่สามารถรายงานผลได้ โดยการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 ไม่สามารถสรุปผลได้เนื่องจาก error เป็น "?" หรือ "X" จำนวน 105 ตัวอย่าง และการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์แอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova ไม่สามารถสรุปผลได้เนื่องจาก error เป็น "WLL" หรือ "?" จำนวน 105 ตัวอย่าง โดยกลุ่มควบคุมสุ่มเก็บตัวอย่างที่สามารถรายงานผลได้โดยการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 และการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์แอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova จำนวน 100 ตัวอย่าง

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น (independent variable) ระดับความขุ่น ไตรกลีเซอไรด์ กลูโคสและโปรตีนในโลหิตผู้บริจาค

ตัวแปรตาม (dependent variable) ผลการตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดีในโลหิตผู้บริจาค

วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

วัสดุอุปกรณ์

1. แผนภาพ A สำหรับเปรียบเทียบระดับความขุ่นจากคู่มือการเก็บและนำส่งตรวจศูนย์บริการเทคนิคการแพทย์คลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดังภาพ 1

2. แผนภาพ B สำหรับประเมินระดับความขุ่นที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม powerpoint เป็นการประเมินระดับความขุ่นตามระดับการมองเห็นของเส้นสีดำซึ่งมีความหนาขนาดต่างๆ โดย 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 หมายถึงเส้นที่มีน้ำหนัก ¼ , ½, ¾, 1, 1½, 2¼, 3, 4½ และ 6 pt ตามลำดับ นำตัวอย่างวางบนแผนภูมิและดูระดับการมองเห็นของเส้นที่สร้างขึ้น ระดับการมองเห็น 1 สามารถเห็นได้ตั้งแต่เส้นที่บางที่สุด ระดับการมองเห็นที่ 9 มองเห็นได้เฉพาะเส้นที่หนาที่สุด และระดับการมองเห็น 10 หมายถึงไม่สามารถมองเห็นเส้นทั้ง 1 ถึง 9 ดังภาพ 10

3. pipet tip

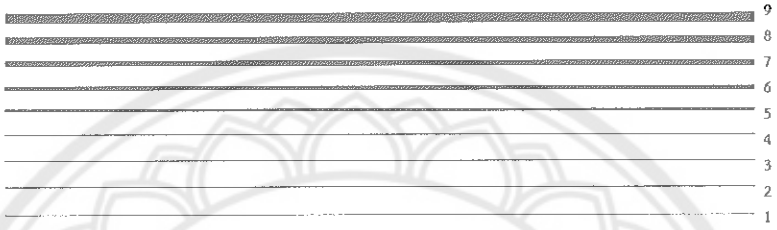
4. plastic tube

5. Intralipid (Fresenius Kabi, ประเทศแคนาดา)

6. Dextrose (Neofleka, ประเทศตุรกี)

7. Human albumin (ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย)

8. Human normal immunoglobulin for intravenous administration (ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย)



ภาพ 10 แผนภาพ B สำหรับประเมินระดับความขุ่นที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม powerpoint

เครื่องมือ

1. เครื่องปั่นแยกโลหิต KOKUSAN รุ่น H-3G (บริษัท KOKUSAN, ประเทศญี่ปุ่น) สำหรับปั่นแยกโลหิตเพื่อนำไปตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดี

2. เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ 1000 CECIL (บริษัท Cecil Instrument Limited Milton Technical Centre, ประเทศอังกฤษ)

3. เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติทางเคมีคลินิก (บริษัท Mindray Medical International Limited, ประเทศจีน) สำหรับตรวจหาระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ กลูโคส อัลบูมิน โกลบูลินและโปรตีนรวมที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ โดยส่งตรวจ ณ เทคนิคการแพทย์แล็บ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์

4. เครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 (บริษัท Diagast, ประเทศฝรั่งเศส)

5. เครื่องตรวจวิเคราะห์แอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova (บริษัทจอห์นสันแอนด์ จอห์นสัน, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

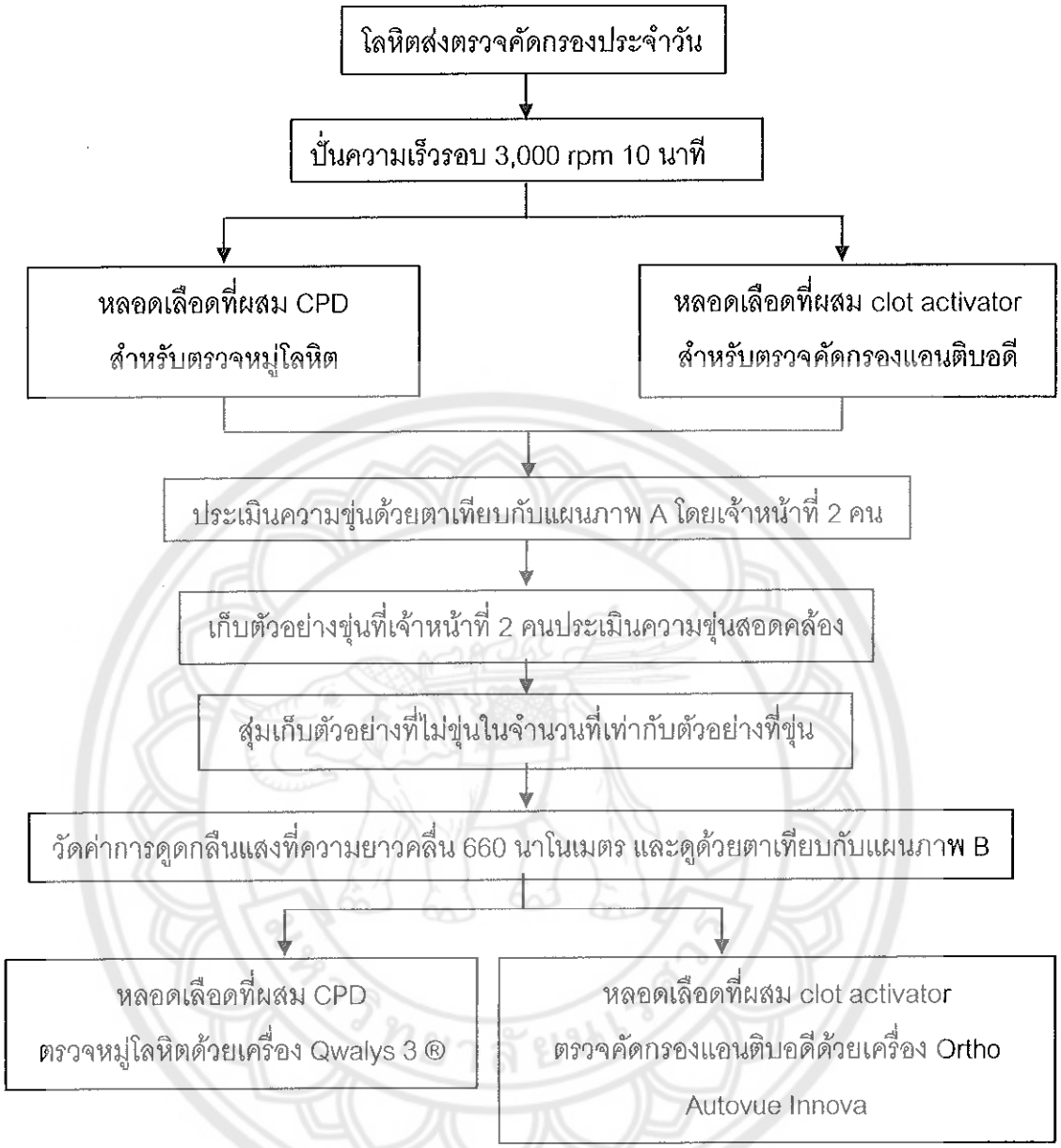
6. autopipet (บริษัท GILSON, ประเทศฝรั่งเศส) สำหรับเจือจางตัวอย่างและดูดตัวอย่างเพื่อส่งตรวจหาระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน โกลบูลินและโปรตีนรวม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาผลกระทบของตัวอย่างส่งตรวจขุ่นต่อการตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดีในโลหิตผู้บริจาค

นำหลอดเลือดสำหรับตรวจหมู่โลหิตที่ผสมด้วยสารกันเลือดแข็งชนิด citrate phosphate dextrose (CPD) และหลอดเลือดสำหรับตรวจคัดกรองแอนติบอดีที่ผสม clot activator ภายหลังการปั่นแยกพลาสมาและซีรัมที่ความเร็วรอบ 3,000 rpm 10 นาที นำมาประเมินความขุ่นโดยเจ้าหน้าที่ 2 คน ประเมินความขุ่นด้วยตาเปรียบเทียบกับแผนภาพ A คัดเลือกเฉพาะหลอดที่เจ้าหน้าที่ 2 คนให้ผลสอดคล้องกัน เมื่อได้ตัวอย่างที่มีความขุ่นแล้ว ให้เจ้าหน้าที่สุ่มหยิบตัวอย่างที่ไม่ขุ่นในจำนวนเท่ากัน นำมาประเมินความขุ่นโดยแผนภาพ B ที่สร้างขึ้น หลังจากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร และนำมาตรวจคัดกรองหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ส่วนหลอดเลือดผสม clot activator นำมาตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์แอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova

สรุปขั้นตอนดำเนินการวิจัยการศึกษาผลกระทบของตัวอย่างส่งตรวจขุ่นต่อการตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดีในโลหิตผู้บริจาค ดังภาพ 11



ภาพ 11 ขั้นตอนดำเนินการวิจัยการศึกษาผลกระทบของตัวอย่างส่งตรวจขุ่นต่อการตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดีในโลหิตผู้บริจาค

2. ศึกษาหาระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน และโกลบูลินโปรตีนรวมในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดีในโลหิตบริจาค

2.1 ศึกษาหาระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน และโกลบูลินในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิต มีวิธีการทดลองโดยสังเขปดังนี้

2.1.1 เตรียมสารละลายที่ต้องการศึกษาด้วยน้ำเกลือ (0.85% NaCl) ให้มีความเข้มข้นดังนี้ Intralipid® 20%, dextrose 20% (D-glucose), albumin 20% และ globulin 5% จากนั้นนำไปวัดความเข้มข้นของไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน และโกลบูลิน ตามลำดับ

2.1.2 นำพลาสมาจากผู้บริจาคโลหิตหมู่โลหิต B จำนวน 16 ราย โดยแต่ละรายมีประวัติการบริจาคโลหิตอย่างน้อย 5 ครั้งและไม่เคยตรวจพบ unexpected antibody มารวมกัน จากนั้นนำไปวัดความเข้มข้นของไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน และโกลบูลิน

2.1.3 นำสารละลายเข้มข้นจากข้อ 2.1.1 มาเติมด้วยพลาสมารวมจากข้อ 2.1.2 ให้ได้ความเข้มข้นรวมที่ต้องการ โดยความเข้มข้นสูงสุดเป็นความเข้มข้นที่สารสามารถเตรียมได้และเจือจางลงจนถึงระดับความเข้มข้นที่เป็นค่าปกติ โดยคำนวณจากสูตร

$$C_1V_1 + C_2V_2 = C_{รวม}V_{รวม}$$

โดย C_1 หมายถึง ความเข้มข้นของพลาสมารวม

V_1 หมายถึง ปริมาตรของพลาสมารวม

C_2 หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายเข้มข้นตั้งต้นที่ตรวจวัดได้

V_2 หมายถึง ปริมาตรของสารละลายเข้มข้นตั้งต้น

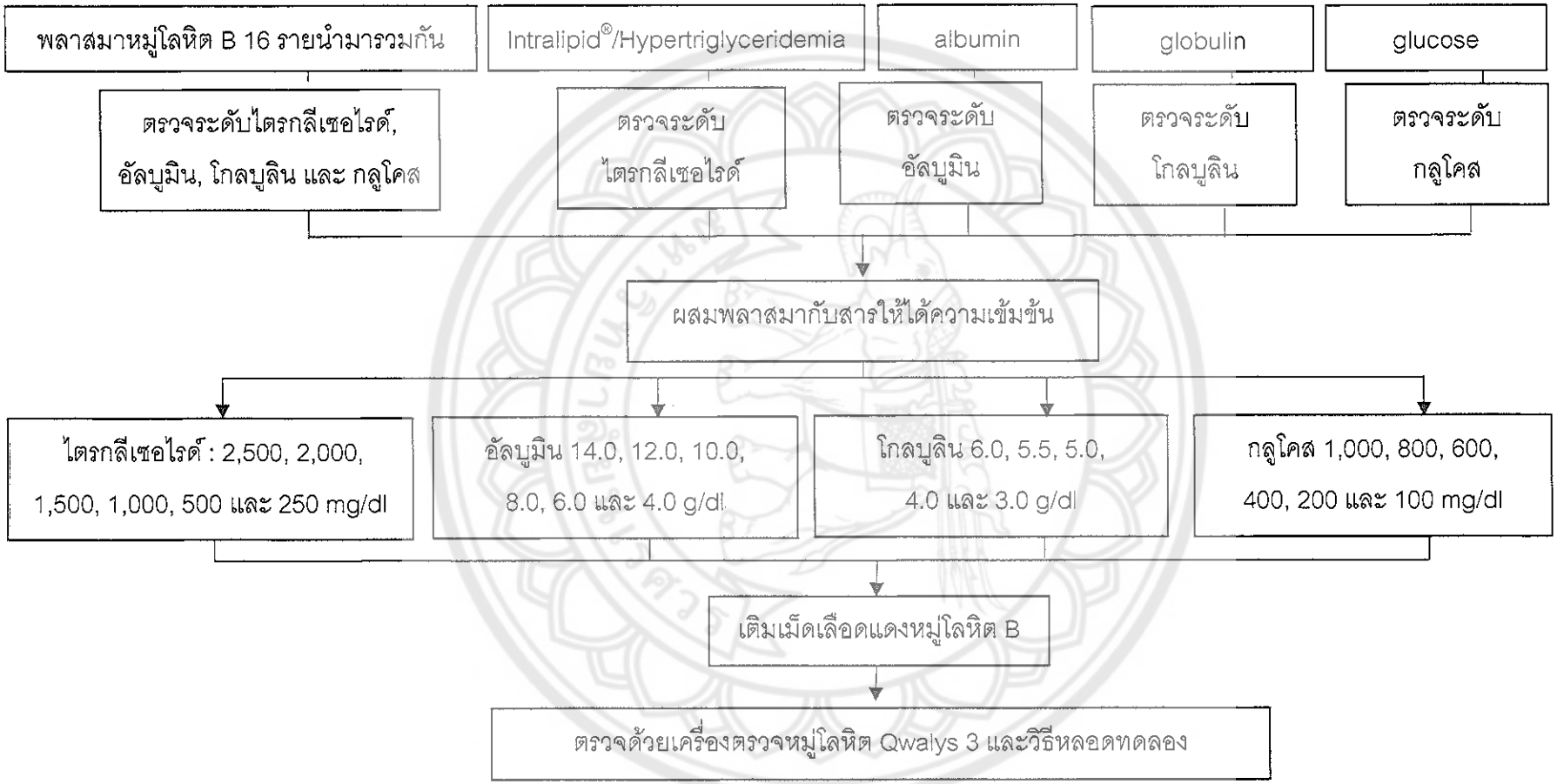
$C_{รวม}$ หมายถึง ความเข้มข้นรวมของสารที่ต้องการ ดังนี้ ไตรกลีเซอไรด์ 2,500, 2,000, 1,500,1,000, 500 และ 250 mg/dl อัลบูมิน 14.0, 12.0, 10.0, 8.0, 6.0 และ 4.0 g/dl โกลบูลิน 6.0, 5.5, 5.0, 4.0 และ 3.0 g/dl กลูโคส 1,000, 800, 600, 400, 200 และ 100 mg/dl

$V_{รวม}$ หมายถึง ปริมาตรรวมของสารที่ต้องการ

2.1.4 จากนั้นเติมเม็ดเลือดแดงหมู่โลหิต B เข้มข้นที่ผ่านการปั่นล้างอย่างน้อย 3 ครั้งผสมกับพลาสมาที่มีระดับสารชีวเคมีต่างๆ นำไปตรวจด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 จำนวน 2 ครั้ง

2.1.5 นำตัวอย่างโลหิตของผู้บริจาคโลหิตที่มีลักษณะขุ่นขาว ข้นคล้ายนม ตรวจระดับความเข้มข้นของไตรกลีไรด์ได้ 3,400 mg/dl เจือจางเป็นความเข้มข้น 1,700, 850, 425 และ 212.5 mg/dl นำไปตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 จำนวน 2 ครั้ง และทดสอบด้วยวิธีหลอดทดลองเพื่อเปรียบเทียบผล

สรุปขั้นตอนดำเนินการวิจัยการศึกษาหาระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน โกลบูลินและโปรตีนรวมในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิต ดังภาพ



ภาพ 12 ขั้นตอนดำเนินการวิจัยการศึกษาหาระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน และโกลบูลินในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิต

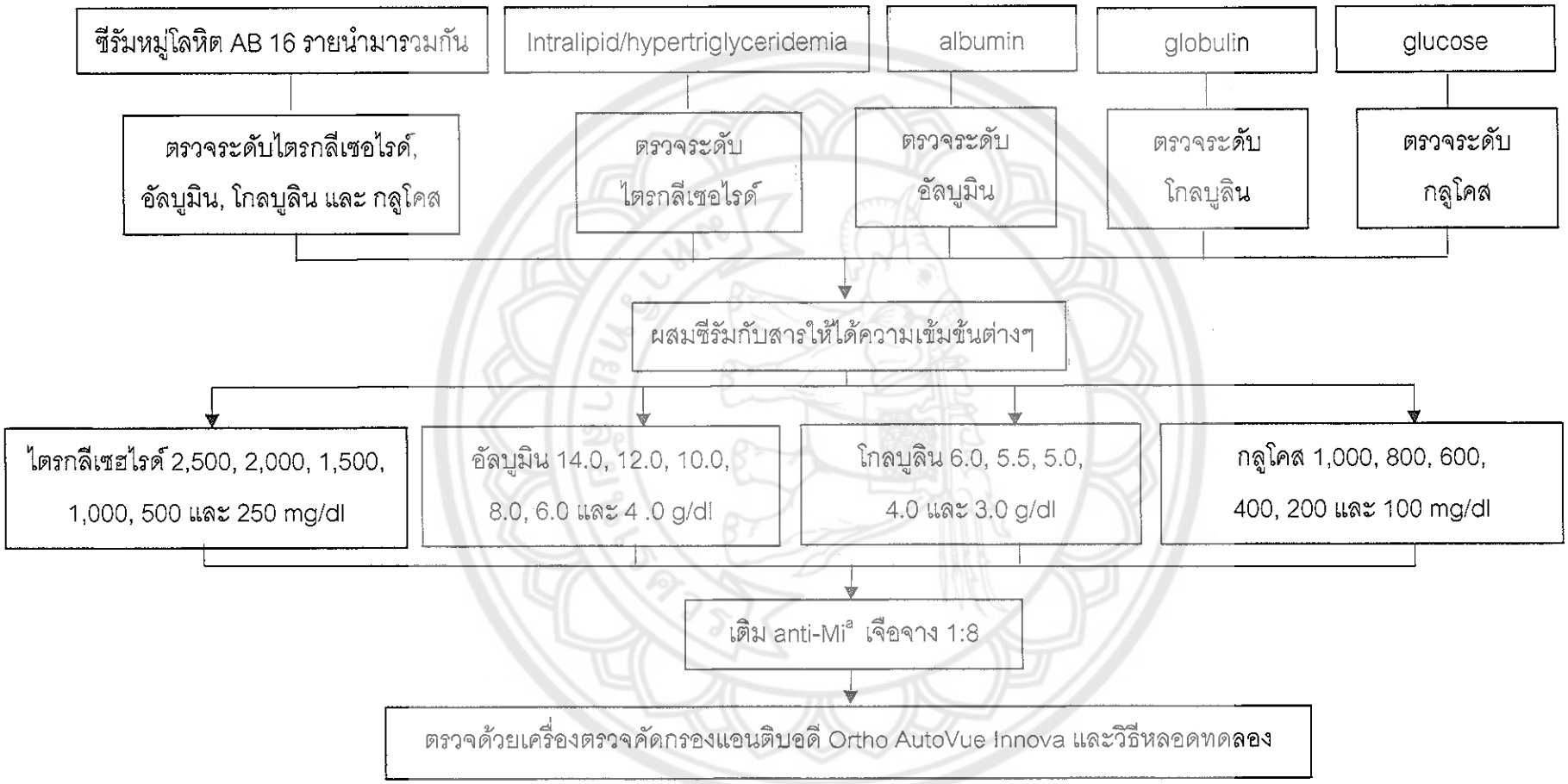
2.2 ศึกษาหาระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน และโกลบูลินในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดี มีวิธีการทดลองโดยสังเขปดังนี้

2.2.1 นำซีรัมจากผู้บริจาคโลหิตหมู่โลหิต AB ที่มีประวัติการบริจาคโลหิตอย่างน้อย 5 ครั้ง โดยไม่เคยตรวจพบ unexpected antibody จำนวน 16 รายมารวมกัน

2.2.2 นำสารละลายเข้มข้นจากข้อ 2.1.1 มาเติมด้วยซีรัมรวมจากข้อ 2.2.1 ให้ได้ความเข้มข้นของสารรวมที่ต้องการโดยคำนวณจากสูตรและความเข้มข้นเดียวกับข้อ 2.1.3 จากนั้นเติมน้ำยา anti-Mi^a IgG ให้เจือจางในอัตราส่วน 1:8 ซึ่งให้ผลลบ (0) ใน screening cell O1 และผลบวก 0.5 (weak) ใน screening cell O2 เพื่อให้เห็นปฏิกิริยาที่เป็นทั้งบวกและลบ จากนั้นนำไปตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์แอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova จำนวน 2 ครั้ง

2.2.3 นำตัวอย่างโลหิตของผู้บริจาคโลหิตที่มีลักษณะขุ่น ขาว ข้นคล้ายนม ตรวจระดับความเข้มข้นของไตรกลีไรด์ได้ 3,400 mg/dl เจือจางเป็นความเข้มข้น 1,700, 850, 425 และ 212.5 mg/dl นำไปตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์แอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova จำนวน 2 ครั้ง และทดสอบด้วยวิธีหลอดทดลองเพื่อเปรียบเทียบผล

สรุปขั้นตอนดำเนินการวิจัยการศึกษาหาระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน และโกลบูลินในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดี ดังภาพ 13

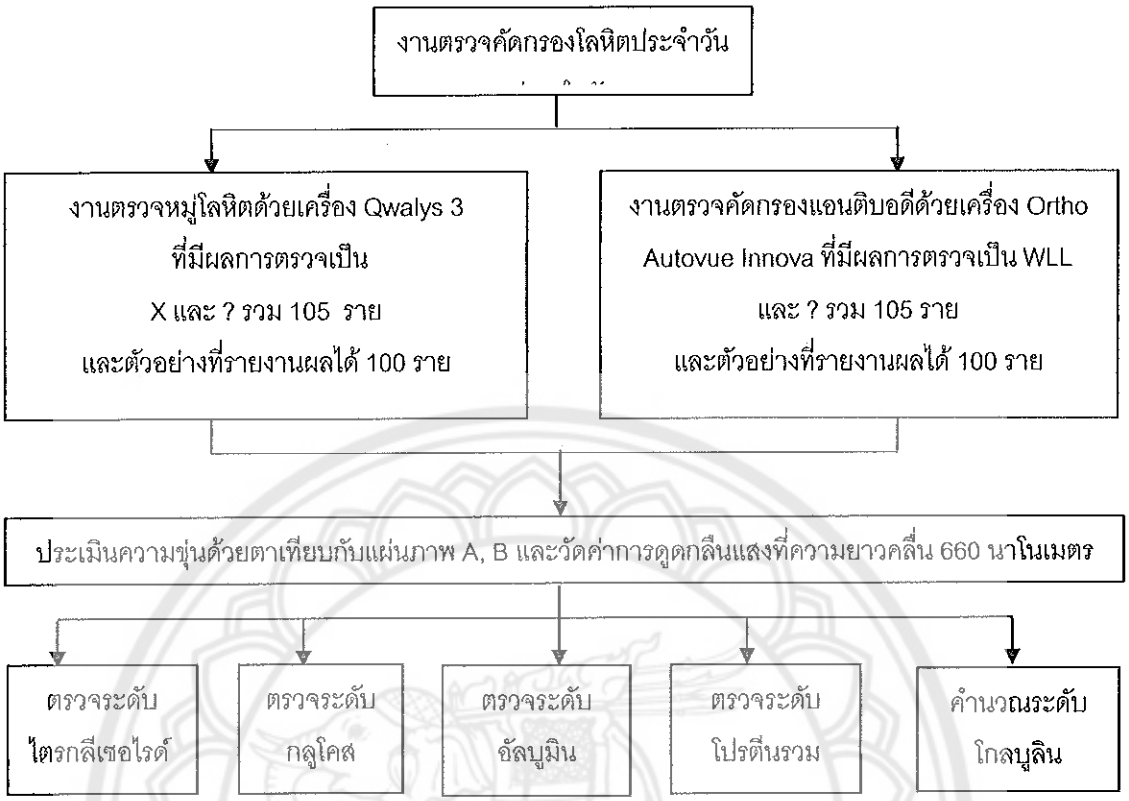


ภาพ 13 ขั้นตอนดำเนินการวิจัยการศึกษาหาระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน และโกลบูลิน ในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดี

2. ศึกษาปัจจัยเสี่ยงของระดับความขุ่น ไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน โกลบูลิน และโปรตีนรวมในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 และการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์แอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova

นำซีรัมที่มีผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 ที่รายงานผลจากเครื่องเป็น "?" และ "X" จำนวน 105 ราย และผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์แอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova ที่รายงานผลจากเครื่องเป็น "?" และ " WLL" จำนวน 105 ราย โดยเก็บซีรัมที่สามารถรายงานผลได้โดยการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 และตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์แอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova จำนวน 100 ราย นำมาตรวจหาระดับความขุ่น ไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน และโปรตีนรวมในตัวอย่างส่งตรวจ

สรุปขั้นตอนดำเนินการวิจัยการศึกษาปัจจัยเสี่ยงของระดับความขุ่น ไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน โกลบูลินและโปรตีนรวมในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 และการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์แอนติบอดีอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova ดังภาพ 14



ภาพ 14 ขั้นตอนดำเนินการวิจัยการศึกษาปัจจัยเสี่ยงของระดับความขุ่น ไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน โกลบูลิน และโปรตีนรวมในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 และการตรวจคัดกรองแอนติบอดี ด้วยอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความขุ่นของตัวอย่างส่งตรวจกับผลการตรวจคัดกรองหมู่โลหิตและแอนติบอดีในโลหิตผู้บริจาคโดยใช้สถิติ Chi-square test

2. หาระดับไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน โกลบูลิน และโปรตีนรวมในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจคัดกรองหมู่โลหิตและแอนติบอดีในโลหิตผู้บริจาคโดยเปรียบเทียบผลตรวจระหว่างกลุ่มทดสอบและกลุ่มควบคุม

3. วิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของระดับความขุ่น ไตรกลีเซอไรด์ กลูโคส อัลบูมิน โกลบูลิน และโปรตีนรวมในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 และการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova โดยสถิติ Chi-square test และการวิเคราะห์ค่า Odds ratio โดยใช้ logistic analysis

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างโลหิตของผู้บริจาคโดยเก็บตัวอย่างขุ่นและไม่ขุ่นจากการประเมินด้วยตาเทียบกับแผนภาพ A กลุ่มละ 199 ราย จำนวนรวม 398 ราย เป็นเพศชาย 266 ราย (ร้อยละ 66.8) เพศหญิง 132 ราย (ร้อยละ 33.2) พบว่ากลุ่มตัวอย่างขุ่นเป็นเพศชายมากกว่ากลุ่มตัวอย่างปกติ (ร้อยละ 76.4 และ 57.3 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) กลุ่มตัวอย่างมีช่วงอายุระหว่าง 17-63 ปี ในกลุ่มตัวอย่างขุ่นอายุเฉลี่ย 39 ปี กลุ่มตัวอย่างปกติอายุเฉลี่ย 36 ปี พบว่าอายุมีความสัมพันธ์กับภาวะตัวอย่างขุ่น ($p = 0.005$) โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุมากกว่า 35 ปีพบในกลุ่มตัวอย่างขุ่นมีอัตราสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ขุ่น แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างและความสัมพันธ์กับภาวะพลาสมาขุ่น

คุณลักษณะ	ตัวอย่างขุ่น จำนวน (ร้อยละ) n=199	ตัวอย่างปกติ จำนวน (ร้อยละ) n=199	p value
เพศ			
ชาย	152 (76.4)	114 (57.3)	<0.001
หญิง	47 (23.6)	85 (42.7)	
อายุ (ปี)			
17 – 25	25 (12.6)	51 (25.6)	0.005
26 – 35	50 (25.1)	53 (26.6)	
36 – 45	58 (29.1)	42 (21.1)	
>45	66 (33.2)	53 (26.6)	

ผลกระทบของตัวอย่างส่งตรวจขุ่นต่อการตรวจหมู่โลหิตและตรวจคัดกรองแอนติบอดีในโลหิตผู้บริจาค

1. **ผลการเปรียบเทียบการประเมินความขุ่นในพลาสมาและซีรัมจาก 3 วิธี**

การศึกษานี้ได้ทำการประเมินความขุ่นของตัวอย่างพลาสมาและซีรัม 3 วิธี ได้แก่ การดูด้วยตาเปรียบเทียบกับแผนภาพ A แผนภาพ B และการวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ผลการประเมินความขุ่นของพลาสมาจากหลอดเลือดที่ผสมด้วยสารกันเลือดแข็งชนิด CPD แสดงดังตาราง 4 ซึ่งพบว่าพลาสมากลุ่มตัวอย่างที่ประเมินความขุ่นโดยเปรียบเทียบระดับความขุ่นกับแผนภาพ A เป็นระดับ 0 เมื่อประเมินด้วยแผนภาพ B ได้ค่าระดับ 1 ทั้งหมด (199 ราย) ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตรอยู่ระหว่าง 0.034-0.736 ค่าเฉลี่ย 0.176 ส่วนในกลุ่มตัวอย่างที่ประเมินเทียบกับแผนภาพ A มีความขุ่นระดับ 1+ ถึง 4+ พบว่าเมื่อเทียบกับแผนภาพ B มีความขุ่นทุกระดับ ได้แก่ ระดับ 1-2, 3-4, 5-6, 7-8 และ 9-10 และพบค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตรมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามลำดับความขุ่นที่ประเมินโดยเทียบกับแผนภาพ A เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A กับแผนภาพ B พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, r) เท่ากับ 0.578 การประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A กับการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.904 ส่วนการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ B กับการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.692

ตาราง 4 เปรียบเทียบการประเมินความขุ่นของพลาสมาด้วยตาเทียบกับแผนภาพ A แผนภาพ B และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร, n=398

แผนภาพ	แผนภาพ B*					ค่าการดูดกลืนแสง**,***	รวม
A	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	range (mean, sd)	(ราย)
0	199	0	0	0	0	0.034-0.736 (0.176, 0.128)	199
1+	56	11	2	1	2	0.424-1.670 (0.785, 0.247)	72
2+	37	17	10	1	3	0.649-1.840 (1.124, 0.313)	68
3+	17	6	2	3	6	0.768-2.370 (1.652, 0.358)	34
4+	8	2	1	3	11	0.923-2.740 (1.924, 0.546)	25

หมายเหตุ * หมายถึงความสัมพันธ์ของความขุ่นระหว่างการดูเทียบกับแผนภาพ A และ B, $p < 0.001$, $r = 0.578$; ** หมายถึงความสัมพันธ์ของความขุ่นระหว่างการดูเทียบกับแผนภาพ A และค่าการดูดกลืนแสง, $p < 0.001$, $r = 0.904$; *** หมายถึงความสัมพันธ์ของความขุ่นระหว่างการดูเทียบกับแผนภาพ B และค่าการดูดกลืนแสง, $p < 0.001$, $r = 0.692$

ผลการประเมินความขุ่นของซีรัมจากหลอดเลือดที่ผสมด้วยสาร clot activator แสดงดังตาราง 5 ซึ่งพบว่าซีรัมกลุ่มตัวอย่างที่ประเมินความขุ่นโดยเปรียบเทียบระดับความขุ่นกับแผนภาพ A เป็นระดับ 0 เมื่อประเมินด้วยแผนภาพ B ได้ค่าระดับ 1 ทั้งหมด (199 ราย) ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตรอยู่ระหว่าง 0.015-1.000 ค่าเฉลี่ย 0.218 ส่วนในกลุ่มตัวอย่างที่ประเมินเทียบกับแผนภาพ A มีความขุ่นระดับ 1+ ถึง 4+ พบว่าเมื่อเทียบกับแผนภาพ B มีความขุ่นทุกระดับ และพบค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตรมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามลำดับความขุ่นที่ประเมินโดยเทียบกับแผนภาพ A เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A กับแผนภาพ B พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.653 การประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A กับการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.933 ส่วนการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ B กับการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.690

ตาราง 5 เปรียบเทียบการประเมินความขุ่นของซีรัมด้วยตาเทียบกับแผนภาพ A แผนภาพ B และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร, n=398

แผนภาพ	แผนภาพ B*					ค่าการดูดกลืนแสง**,***	รวม
A	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	min-max (mean, sd)	
0	199	0	0	0	0	0.015-1.000 (0.218, 0.188)	199
1+	51	5	0	1	0	0.450-1.678 (0.798, 0.259)	57
2+	34	9	7	2	0	0.744-1.904 (1.122, 0.267)	52
3+	25	5	7	11	9	0.969-2.490 (1.636, 0.347)	57
4+	6	5	6	2	14	1.322-2.760 (2.153, 0.322)	33

หมายเหตุ * หมายถึงความสัมพันธ์ของความขุ่นระหว่างการดูเทียบกับแผนภาพ A และ B, p <0.001, r = 0.653; ** หมายถึงความสัมพันธ์ของความขุ่นระหว่างการดูเทียบกับแผนภาพ A และค่าการดูดกลืนแสง, p <0.001, r = 0.933; *** หมายถึงความสัมพันธ์ของความขุ่นระหว่างการดูเทียบกับแผนภาพ B และค่าการดูดกลืนแสง, p <0.001, r = 0.690

2. **ความสัมพันธ์ของระดับความขุ่นต่อผลการตรวจหมู่โลหิต**

ผลการตรวจหมู่โลหิตจากหลอดตัวอย่างผสมด้วยสารกันเลือดแข็งชนิด CPD ด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์ Qwalys 3 จำนวนรวม 398 ราย พบว่าสามารถรายงานผลได้ 371 ราย (ร้อยละ 93.2) ไม่สามารถรายงานผลได้ 27 ราย (ร้อยละ 6.8) โดยพบ error เป็น "X" 7 ราย (ร้อยละ 1.8) และ "?" 20 ราย (ร้อยละ 5.0) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับความขุ่นของพลาสมาของตัวอย่างแสดงรายละเอียดดังตาราง 6 พบว่าความขุ่นของพลาสมาจากการประเมินความขุ่นแผนภาพ A และผลการตรวจของหมู่โลหิตพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันทั้งการประเมินแบบรวมและแบบแยกเป็น error "X" และ "?" (p = 0.400, 0.601 และ 0.751 ตามลำดับ) และดูได้จากข้อมูลอัตราการรายงานผลได้และไม่ได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในความขุ่นของพลาสมาระดับต่างๆ และพบว่าความขุ่นของพลาสมาจากการประเมินความขุ่นแผนภาพ B และผลการตรวจของหมู่โลหิตไม่มีความสัมพันธ์กันทั้งวิเคราะห์ด้วยจำนวนรวม error "X" และ error "?" (p = 0.529, 0.184 และ 1.000 ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังพบว่าความขุ่นของพลาสมาจากการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตรและผลการตรวจของหมู่เลือดไม่มีความสัมพันธ์กันทั้งการประเมินแบบรวมและแบบแยกเป็น error "X" และ "?" (p = 0.558, 0.600 และ 1.000 ตามลำดับ)

ตาราง 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของพลาสมาของตัวอย่างตรวจกับผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 ที่รายงานผลไม่ได้

พลาสมา	รายงานผลได้	รายงานผลไม่ได้					
	จำนวน (ร้อยละ) n=371	จำนวนรวม (ร้อยละ) n=27	p value	X (ร้อยละ) n=7	p value	? (ร้อยละ) n=20	p value
แผนภาพ A							
0 - 2+	314 (84.6)	25 (92.6)	0.400	7 (100.0)	0.601	18 (90.0)	0.751
3+ - 4+	57 (15.4)	2 (7.4)		0 (0.0)		2 (10.0)	
แผนภาพ B							
1 - 4	330 (88.9)	23 (85.2)	0.529	5 (71.4)	0.184	18 (90.0)	1.000
5 - 10	41 (11.1)	4 (14.8)		2 (28.6)		2 (10.0)	
ค่าการดูดกลืนแสง							
≤1.500	319 (86.0)	25 (92.6)	0.558	7 (100.0)	0.600	18 (90.0)	1.000
>1.500	52 (14.0)	2 (7.4)		0 (0.0)		2 (10.0)	

3. ความสัมพันธ์ของระดับความขุ่นต่อผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดี

ผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Ortho Autovue Innova จำนวนรวม 398 ราย พบว่าสามารถรายงานผลได้ 355 ราย (ร้อยละ 89.2) ไม่สามารถรายงานผลได้ 43 ราย (ร้อยละ 10.8) โดยพบ error เป็น " WLL" 20 ราย (ร้อยละ 5.0) และ "?" 23 ราย (ร้อยละ 5.8) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับความขุ่นของซีรัมของตัวอย่างตรวจแสดงรายละเอียดดังตาราง 7 เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของซีรัมจากการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A และผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดี พบว่ามีความสัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้แบบรวมและแบบแยกเป็น error "WLL" ($p = 0.003$ และ <0.001 ตามลำดับ) โดยพบว่าตัวอย่างที่ประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A เป็น 3+ และ 4+ พบว่าเครื่องไม่สามารถรายงานผลได้โดยรวม (ร้อยละ 41.9) และไม่สามารถรายงานผลได้เป็น error "WLL" (ร้อยละ 80.0) ซึ่งเป็นอัตราที่สูงกว่าที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 20.3) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ของความขุ่นของซีรัมจากการประเมินด้วยแผนภาพ A กับการตรวจคัดกรองแอนติบอดีที่รายงานผลไม่ได้เป็น error เป็น "?" ($p = 0.276$) ส่วนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของซีรัมจากการประเมินความขุ่นแผนภาพ B และผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดี พบว่ามีความสัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้แบบรวมและแบบแยกเป็น error "WLL" ($p <0.001$ และ <0.001 ตามลำดับ) โดยพบว่าตัวอย่างที่ประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ B เป็นระดับ 5 ขึ้นไป พบว่าเครื่องไม่สามารถรายงานผลได้โดยรวม (ร้อยละ 39.5) และไม่สามารถรายงานผลได้เป็น error "WLL" (ร้อยละ 80.0) ซึ่งเป็นอัตราที่สูงกว่าที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 11.8) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ของความขุ่นของตัวอย่างจากการประเมินด้วยแผนภาพ B กับการตรวจกรองแอนติบอดีที่รายงานผลไม่ได้เป็น error "?" ($p = 0.495$) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของซีรัมจากการวัดค่าการดูดกลืนแสงและผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดี พบว่ามีความสัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้แบบรวมและแบบแยกเป็น error "WLL" ($p = 0.021$ และ <0.001 ตามลำดับ) โดยตัวอย่างที่ประเมินความขุ่นด้วยค่าการดูดกลืนแสง >1.500 ขึ้นไป พบว่าเครื่องไม่สามารถรายงานผลได้โดยรวม (ร้อยละ 32.6) ซึ่งเป็นอัตราที่สูงกว่าที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 16.9) และพบว่าตัวอย่างที่ประเมินความขุ่นด้วยค่าการดูดกลืนแสงมี >1.500 ขึ้นไป ไม่สามารถรายงานผลได้เป็น error "WLL" (ร้อยละ 65.0) ซึ่งเป็นอัตราที่สูงกว่าที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 16.9) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ของความขุ่นของตัวอย่างจากการประเมินด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงกับการตรวจคัดกรองแอนติบอดีที่รายงานผลไม่ได้เป็น error เป็น "?" ($p = 0.147$)

ตาราง 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของซีรัมของตัวอย่างตรวจกับผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova ที่รายงานผลไม่ได้

ซีรัม	รายงานผลได้ จำนวน (ร้อยละ) n=355	รายงานผลไม่ได้					
		จำนวนรวม (ร้อยละ) n=43	p value	WLL (ร้อยละ) n=20	p value	? (ร้อยละ) n=23	p value
แผนภาพ A							
0 - 2+	283 (79.7)	25 (58.1)	0.003	4 (20.0)	<0.001	21 (91.3)	0.276
3+ - 4+	72 (20.3)	18 (41.9)		16 (80.0)		2 (8.7)	
แผนภาพ B							
1 - 4	313 (88.2)	26 (60.5)	<0.001	4 (20.0)	<0.001	22 (95.7)	0.495
5 - 10	42 (11.8)	17 (39.5)		16 (80.0)		1 (4.3)	
ค่าการดูดกลืนแสง							
≤1.500	295 (83.1)	29 (67.4)	0.021	7 (35.0)	<0.001	22 (95.7)	0.147
>1.500	60 (16.9)	14 (32.6)		13 (65.0)		1 (4.3)	

ผลการศึกษาระดับอัลบูมิน โกลบูลิน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคสในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิตและการตรวจคัดกรองแอนติบอดีในโลหิตผู้บริจาค

การหาระดับอัลบูมิน โกลบูลิน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคสในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 โดยนำเม็ดเลือดแดงและพลาสมาหมู่โลหิต B รวมกับสารที่ความเข้มข้นที่ระดับต่างๆ พบว่าเครื่องตรวจวิเคราะห์สามารถรายงานผลได้ในตัวอย่างที่มีระดับอัลบูมินความเข้มข้น 4.0-14.0 g/dl โกลบูลินที่ระดับความเข้มข้น 3.0-6.0 g/dl กลูโคสที่ระดับความเข้มข้น 100-800 mg/dl แต่พบว่ากลูโคสที่ระดับความเข้มข้น 1,000 mg/dl เครื่องไม่สามารถรายงานผลได้ โดยพบ error เป็น "?" เมื่อนำมาทดสอบด้วยวิธีหลอดทดลองพบว่า cell grouping เกิดปฏิกิริยา 4+ กับน้ำยา anti-B แต่ serum grouping เกิดปฏิกิริยา 1+ กับ A cell ส่วนไตรกลีเซอไรด์ทดสอบโดยเติม intralipid® ในเม็ดเลือดแดงและพลาสมาหมู่โลหิต B พบว่าเครื่องตรวจวิเคราะห์ไม่สามารถรายงานผลได้โดยพบ error เป็น "?" ที่ระดับความเข้มข้น 250-2,500 mg/dl พบ error เป็น "X" ที่ระดับความเข้มข้น 500 mg/dl เมื่อทดสอบด้วยวิธีหลอดทดลองพบว่าตัวอย่างมีลักษณะขาว ขุ่น ข้นคล้ายนม ทำให้ไม่สามารถมองเห็นปฏิกิริยาที่เกิดได้ชัดเจน หลังจากนั้นได้คัดเลือกตัวอย่างโลหิตของผู้บริจาคหมู่โลหิต B ที่มีลักษณะขาวขุ่น (hypertriglyceridemia) จำนวน 1 ราย ไปตรวจวัดระดับไตรกลีเซอร์ไรด์พบได้ค่า 3,400 mg/dl และทำการเจือจางเป็นระดับความเข้มข้น 1,700, 850, 425, 212 และ 106 mg/dl พบเครื่องตรวจวิเคราะห์สามารถรายงานผลได้ โดยพบ error เป็น "?" ที่ระดับความเข้มข้น 1,700 mg/dl และ "X" ที่ระดับความเข้มข้น 3,400 mg/dl ซึ่งทดสอบด้วยวิธีหลอดทดลองพบปฏิกิริยาสามารถรายงานผลได้ปกติ แสดงดังตาราง 8

การหาระดับอัลบูมิน โกลบูลิน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคสในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova โดยเจือจางน้ำยา anti-Mi^a ที่ระดับความเข้มข้น 1:8 ซึ่งยังคงสามารถรายงานผลได้เป็นบวก "0.5" ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ พบว่าอัลบูมินที่ระดับความเข้มข้น 4.0-10.0 g/dl เครื่องตรวจวิเคราะห์สามารถรายงานผลได้เป็น "0.5" ที่ระดับความเข้มข้น 12.0-14.0 g/dl รายงานผลเป็น "1" และระดับความเข้มข้น 14.0 g/dl พบผลบวกปลอมที่ screening cell O1 โดยรายงานผลเป็น "0.5" ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบด้วยวิธีหลอดทดลอง โกลบูลินที่ระดับความเข้มข้น 3.0-5.5 g/dl เครื่องตรวจวิเคราะห์สามารถรายงานผลได้เป็น "0.5" ที่ระดับความเข้มข้น 6.0 g/dl รายงานผลเป็น "3" และระดับความเข้มข้น 6.0 g/dl พบผลบวกปลอมที่ screening cell O1 โดยรายงานผลเป็น "0.5" เมื่อนำมาทดสอบด้วยวิธีหลอดทดลองให้ผลสอดคล้องกัน ยกเว้น ระดับความเข้มข้น 6.0 g/dl เกิดปฏิกิริยา 2+ กับ screening cell O2 กลูโคสที่ระดับความเข้มข้น 100-1,000 mg/dl เครื่องตรวจวิเคราะห์สามารถ

รายงานผลได้เป็น "0.5" ไตรกลีเซอไรด์โดยเติม intralipid® ที่ระดับความเข้มข้น 250-2,500 mg/dl เครื่องตรวจวิเคราะห์สามารถรายงานผลได้เป็น "0.5" ที่ระดับความเข้มข้น 1,500-2,000 mg/dl เครื่องตรวจวิเคราะห์รายงานผลเป็น "0" เมื่อตรวจด้วยวิธีหลอดทดลองพบเกิดปฏิกิริยาไม่สามารถรายงานปฏิกิริยาได้ชัดเจน เนื่องจากตัวอย่างมีลักษณะขาว ขุ่น ข้นคล้ายนม ตัวอย่างโลหิตของผู้บริจาคที่มีลักษณะขาวขุ่นที่มีระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ 3,400 mg/dl และเจือจางลดลงสองเท่าเป็นลำดับ พบว่าเครื่องสามารถรายงานผลได้ "0.5" ที่ระดับความเข้มข้น 106-1,700 mg/dl ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 850 และ 3,400 mg/dl เครื่องรายงานผลเป็น "0" เมื่อทดสอบด้วยวิธีหลอดทดลองพบเกิดปฏิกิริยา 0.5 กับ screening cell O2 ทุกระดับความเข้มข้น แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3 และการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova ในตัวอย่างตรวจที่มีระดับอัลบูมิน โกลบูลิน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคสความเข้มข้นต่างๆ

Biochemical	Concentration	Result			
		Blood group		Antibody screening (O1/O2)	
		Qwalys 3	Tube test	AVI	Tube test
Albumin (g/dl)	14.0	B	B	0.5/1	weak/1
	12.0	B	B	0/1	0/1
	10.0	B	B	0/0.5	0/ weak
	8.0	B	B	0/0.5	0/ weak
	6.0	B	B	0/0.5	0/ weak
	4.0	B	B	0/0.5	0/ weak
Globulin (g/dl)	6.0	B	B	0.5/3	weak /2
	5.5	B	B	0/0.5	0/ weak
	5.0	B	B	0/0.5	0/ weak
	4.0	B	B	0/0.5	0/ weak
	3.0	B	B	0/0.5	0/ weak

ตาราง 8 (ต่อ)

Biochemical	Concentration	Result			
		Blood group		Antibody screening (O1/O2)	
		Qwalys 3	Tube test	AVI	Tube test
Glucose (mg/dl)	1000	?	B	0/0.5	0/ weak
	800	B	B	0/0.5	0/ weak
	600	B	B	0/0.5	0/ weak
	400	B	B	0/0.5	0/ weak
	200	B	B	0/0.5	0/ weak
	100	B	B	0/0.5	0/ weak
Triglyceride (mg/dl)	2,500	?	NA	0/0.5	ไม่ชัดเจน
(Intralipid®)	2,000	?	NA	0/0	ไม่ชัดเจน
	1,500	?	NA	0/0	ไม่ชัดเจน
	1,000	?	NA	0/0.5	ไม่ชัดเจน
	500	X	ไม่ชัดเจน	0/0.5	ไม่ชัดเจน
	250	?	ไม่ชัดเจน	0/0.5	ไม่ชัดเจน
Triglyceride (mg/dl)	3,400	X	B	0/0	0/ weak
(Hypertriglyceridemia)	1,700	?	B	0/0.5	0/ weak
	850	B	B	0/0	0/ weak
	425	B	B	0/0.5	0/ weak
	212	B	B	0/0.5	0/ weak
	106	B	B	0/0.5	0/ weak

หมายเหตุ: NA หมายถึงไม่สามารถอ่านผลได้

ผลการศึกษาปัจจัยเสี่ยงของระดับความขุ่น อัลบูมิน โกลบูลิน โปรตีน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคส ในตัวอย่างส่งตรวจที่มีผลต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องอัตโนมัติ Qwalys 3

1. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารชีวเคมีกับความขุ่นของพลาสมา

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความขุ่นของพลาสมากับระดับ อัลบูมิน โกลบูลิน โปรตีน ไตรกลีเซอไรด์และกลูโคส แสดงดังตาราง 9 เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับอัลบูมินกับการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A แผนภาพ B และการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร พบว่าไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ (p = 0.713, 0.579 และ 0.217 ตามลำดับ) ระดับโกลบูลินมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A แผนภาพ B และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร (p = 0.004, 0.004 และ <0.001 ตามลำดับ) โดยพบว่าโกลบูลินระดับ >3.0 g/dl พบสัมพันธ์กับอัตราการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A เป็น 3+-4+ แผนภาพ B เป็น 5-10 และค่าการดูดกลืนแสง >1.000 ระดับโปรตีนรวมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A แผนภาพ B และค่าการดูดกลืนแสง (p = 0.007. 0.001 และ 0.005 ตามลำดับ) โดยพบว่าโปรตีนรวมระดับ >8.0 g/dl พบสัมพันธ์กับอัตราการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A เป็น 3+-4+ แผนภาพ B เป็น 5-10 และค่าการดูดกลืนแสง >1.000 ระดับไตรกลีเซอไรด์ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A แผนภาพ B และการวัดค่าการดูดกลืนแสง (p <0.001 ทั้งสามแบบ) โดยระดับไตรกลีเซอไรด์ที่ >500 mg/dl จะพบสัมพันธ์ตัวอย่างที่ขุ่นคือพบอัตราที่สูงในการประเมินระดับความขุ่นด้วยแผนภาพ A มีค่า 3+-4+, แผนภาพ B มีค่า 5-10 และค่าการดูดกลืนแสง >1.000 ส่วนระดับกลูโคสไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A แผนภาพ B และการวัดค่าการดูดกลืนแสง (p = 0.182, 0.319 และ 0.263 ตามลำดับ)

ตาราง 9 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความขุ่นของพลาสมากับระดับอัลบูมิน โกลบูลิน โปรตีน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคส

สารชีวเคมี		ระดับความขุ่นของพลาสมา, n=205								
		แผนภาพ A			แผนภาพ B			ค่าการดูดกลืนแสง		
		0-2+	3+-4+	P value	1-4	5-10	P value	0.036-1.000	1.001-2.980	P value
Albumin, g/dl	3.3-5.0	124 (62.9)	6 (75.0)	0.713	119 (62.6)	11 (73.3)	0.579	120 (62.2)	10 (83.3)	0.217
	5.1-5.6	73 (37.1)	2 (25.0)		71 (37.4)	4 (26.7)		73 (37.8)	2 (16.7)	
Globulin, g/dl	2.1-3.0	130 (66.0)	1 (12.5)	0.004	127 (66.8)	4 (26.7)	0.004	129 (66.8)	2 (16.7)	<0.001
	3.1-6.1	67 (34.0)	7 (87.5)		63 (33.2)	11 (73.3)		64 (33.2)	10 (83.3)	
Total protein, g/dl	6.3-8.0	102 (51.8)	0 (0.0)	0.007	101 (5.32)	1 (6.7)	0.001	101 (52.3)	1 (8.3)	0.005
	8.1-10.0	95 (48.2)	8 (100.0)		89 (46.8)	14 (93.3)		92 (47.7)	11 (91.7)	
Triglyceride, mg/dl	43-500	189 (95.9)	1 (12.5)	<0.001	185 (97.4)	5 (33.3)	<0.001	187 (96.9)	3 (25.0)	<0.001
	501-3,798	8 (4.1)	7 (87.5)		5 (2.6)	10 (66.7)		6 (3.1)	9 (75.0)	
Glucose, mg/dl	13-300	193 (98.07)	7 (87.5)	0.182	186 (97.9)	14 (93.3)	0.319	189 (97.9)	11 (91.7)	0.263
	301-565	4 (2.0)	1 (12.5)		4 (2.1)	1 (6.7)		4 (2.1)	1 (8.3)	

2. การศึกษาความสัมพันธ์ของระดับความขุ่นกับผลการตรวจหมู่โลหิต

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความขุ่นกับผลการตรวจหมู่โลหิต แสดงดังตาราง 10 พบว่าจำนวนตัวอย่างที่รายงานผลได้และรายงานผลไม่ได้รวมไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความขุ่นของพลาสมาจากการประเมินความขุ่นแผนภาพ A แผนภาพ B ($p = 0.280$ และ 0.595 ตามลำดับ) แต่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการประเมินความขุ่นโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสง ($p = 0.005$) โดยพลาสมาที่วัดค่าการดูดกลืนแสงได้ >1.000 พบอัตรารายงานผลไม่ได้รวมมากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 10.5 และ 1.0 ตามลำดับ) จำนวนตัวอย่างที่รายงานผลได้และไม่สามารถรายงานผลได้เป็น "X" ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความขุ่นของพลาสมาจากการประเมินความขุ่นแผนภาพ A แผนภาพ B ($p = 1.000$ และ 0.732 ตามลำดับ) แต่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการประเมินความขุ่นโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสง ($p = 0.043$) โดยพลาสมาที่วัดค่าการดูดกลืนแสงได้ >1.000 พบอัตรารายงานผลไม่ได้รวมมากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 8.0 และ 1.0 ตามลำดับ) จำนวนตัวอย่างที่รายงานผลได้และไม่สามารถรายงานผลได้เป็น "?" ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความขุ่นของพลาสมาจากการประเมินความขุ่นแผนภาพ A แผนภาพ B ($p = 0.098$ และ 0.522 ตามลำดับ) แต่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการประเมินความขุ่นโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสง ($p = 0.003$) โดยพลาสมาที่วัดค่าการดูดกลืนแสงได้ >1.000 พบอัตรารายงานผลไม่ได้รวมมากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 12.7 และ 1.0 ตามลำดับ)

ตาราง 10 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของพลาสมาของตัวอย่างตรวจกับผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 ที่รายงานผลไม่ได้

พลาสมา	รายงานผลได้	รายงานผลไม่ได้					
	จำนวน (ร้อยละ) n=100	จำนวนรวม (ร้อยละ) n=105	p value	X (ร้อยละ) n=50	p value	? (ร้อยละ) n=55	p value
แผนภาพ A							
0 - 2+	98 (98.0)	99 (94.3)	0.280	49 (98.0)	1.000	50 (90.9)	0.098
3+ - 4+	2 (2.0)	6 (5.7)		1 (2.0)		5 (9.1)	
แผนภาพ B							
1 - 4	94 (94.0)	96 (91.4)	0.595	46 (92.0)	0.732	50 (90.9)	0.522
5 - 10	6 (6.0)	9 (8.6)		4 (8.0)		5 (9.1)	
ค่าการดูดกลืนแสง							
≤1.000	99 (99.0)	94 (89.5)	0.005	46 (92.0)	0.043	48 (87.3)	0.003
>1.000	1 (1.0)	11 (10.5)		4 (8.0)		7 (12.7)	

การศึกษาความสัมพันธ์ของสารชีวเคมีกับผลการตรวจหมู่โลหิต

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจหมู่โลหิตกับระดับสารชีวเคมี แสดงดังตาราง 11 พบว่าจำนวนตัวอย่างที่รายงานผลได้และรายงานผลไม่ได้รวมไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับระดับของอัลบูมินและกลูโคส (p = 0.147 และ 0.370 ตามลำดับ) แต่มีความสัมพันธ์กับระดับโกลบูลิน โปรตีนรวม และไตรกลีเซอไรด์ (p = 0.006, <0.001 และ 0.006 ตามลำดับ) โดยระดับโกลบูลิน $\leq$3.0 g/dl พบอัตราในกลุ่มรายงานผลไม่ได้มากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 73.3 และ 54.0 ตามลำดับ) ระดับโปรตีนรวม $\leq$8.0 g/dl พบอัตราในกลุ่มรายงานผลไม่ได้มากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 75.2 และ 23.0 ตามลำดับ) ระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl พบอัตราในกลุ่มรายงานผลไม่ได้มากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 12.4 และ 2.0 ตามลำดับ) จำนวนตัวอย่างที่รายงานผลได้และไม่สามารถรายงานผลได้เป็น "X" ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับระดับความเข้มข้นของอัลบูมิน ไตรกลีเซอไรด์และกลูโคส (p = 0.379, 0.096 และ 0.258 ตามลำดับ) แต่มีความสัมพันธ์กับระดับโกลบูลินและโปรตีน (p <0.001 และ <0.001 ตามลำดับ) โดยระดับโกลบูลิน $\leq$ 3.0 g/dl พบอัตราในกลุ่มที่ไม่สามารถรายงานผลได้เป็น "X" มากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 88.0 และ 54.0 ตามลำดับ) ระดับโปรตีนรวม $\leq$8.00 g/dl พบอัตราในกลุ่มที่ไม่สามารถรายงานผลได้เป็น "X" มากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 86.0 และ 23.0 ตามลำดับ) จำนวนตัวอย่างที่รายงานผลได้และไม่สามารถรายงานผลได้เป็น "?" ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับระดับความเข้มข้นของอัลบูมิน โกลบูลินและกลูโคส (p = 0.122, 0.502 และ 0.287 ตามลำดับ) แต่มีความสัมพันธ์กับระดับโปรตีนรวมและไตรกลีเซอไรด์ (p <0.001 และ 0.002 ตามลำดับ) โดยระดับโปรตีนรวม $\leq$8.0 g/dl พบอัตราในกลุ่มรายงานผลได้เป็น "?" มากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 65.5 และ 23.0 ตามลำดับ) ระดับไตรกลีเซอไรด์ที่ >500 mg/dl พบอัตราในกลุ่มรายงานผลได้เป็น "?" มากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 16.4 และ 2.0 ตามลำดับ)

ตาราง 11 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับอัลบูมิน โกลบูลิน โปรตีน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคส กับผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 ที่รายงานผลไม่ได้

สารชีวเคมี		รายงานผลได้	รายงานผลไม่ได้					
		จำนวน (ร้อยละ) n=100	จำนวนรวม (ร้อยละ) n=105	P value	X (ร้อยละ) n=50	P value	? (ร้อยละ) n=55	P value
Albumin, g/dl	3.3-5.0	58 (58.0)	72 (68.6)	0.147	33 (66.0)	0.379	39 (70.9)	0.122
	5.1-5.6	42 (42.0)	33 (31.4)		17 (34.0)		16 (29.1)	
Globulin, g/dl	2.1-3.0	54 (54.0)	77 (73.3)	0.006	44 (88.0)	<0.001	33 (60.0)	0.502
	3.1-6.1	46 (46.0)	28 (26.7)		6 (12.0)		22 (40.0)	
Total protein, g/dl	6.3-8.0	23 (23.0)	79 (75.2)	<0.001	43 (86.0)	<0.001	36 (65.5)	<0.001
	8.1-10.0	77 (77.0)	26 (24.8)		7 (14.0)		19 (34.5)	
Triglyceride, mg/dl	43-500	98 (98.0)	92 (87.6)	0.006	46 (92.0)	0.096	46 (83.6)	0.002
	501-3,798	2 (2.0)	13 (12.4)		4 (8.0)		9 (16.4)	
Glucose, mg/dl	13-300	99 (99.0)	101 (96.2)	0.370	48 (96.0)	0.258	53 (96.4)	0.287
	301-565	1 (1.0)	4 (3.8)		2 (4.0)		2 (3.6)	

4. การศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้ในการตรวจหมู่โลหิต

เมื่อวิเคราะห์ถึงความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้ในการตรวจหมู่โลหิตกับคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ระดับความขุ่น และระดับสารชีวเคมี พบว่าการรายงานไม่ได้ของการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 มีความสัมพันธ์กับอายุ ด้วยค่า OR (>35 ปี เทียบกับ ≤35 ปี) = 1.91 (95%CI 1.10-3.33) ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร OR (>1.000 เทียบกับ ≤1.000) = 11.59 (95%CI 1.47-91.49) ระดับโกลบูลิน OR (≤3.0 g/dl เทียบกับ >3.0 g/dl) = 2.34 (95%CI 1.31-4.20) ระดับโปรตีนรวม OR (≤8.0 g/dl เทียบกับ >8.0 g/dl) = 10.17 (95%CI 5.35-19.35) และระดับไตรกลีเซอไรด์ OR (>500 mg/dl เทียบกับ ≤500 mg/dl) = 6.92 (95%CI 1.52-31.52) ซึ่งหมายถึง ผู้บริจาคโลหิตอายุ >35 ปีมีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าผู้มีอายุ ≤35 ปี 1.91 เท่า การประเมินความขุ่นด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ >1.000 มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้ค่าการดูดกลืนแสง ≤1.000 11.59 เท่า พลาสมาที่ระดับโกลบูลิน ≤3.0 g/dl มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับโกลบูลิน >3.0 g/dl 2.34 เท่า พลาสมาที่มีระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าพลาสมาที่มีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl 10.17 เท่า และพลาสมาที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ ≤ 500 mg/dl 6.92 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่าการรายงานผลไม่ได้ในการตรวจหมู่โลหิตไม่มีความสัมพันธ์กับเพศ การประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A แผนภาพ B ระดับอัลบูมิน และระดับกลูโคส แสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 การประเมินความเป็นปัจจัยเสี่ยงของ เพศและอายุของผู้บริจาคโลหิต ความขุ่นของพลาสมาของตัวอย่างตรวจ และระดับสารชีวเคมีต่อผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3

คุณลักษณะ	รายงานผลไม่ได้ (ร้อยละ) n=105	รายงานผลได้ (ร้อยละ) n=100	P value	Odds ratio	95%CI
เพศ					
หญิง	38 (36.2)	70 (70.0)	0.376	1.32	0.74-2.37
ชาย	67 (36.8)	30 (30.0)		1	
อายุ (ปี)					
>35	63 (60.0)	44 (44.0)	0.026	1.91	1.10-3.33
17-35	42 (40.0)	56 (56.0)		1	
แผนภาพ A					
3+-4+	6 (5.7)	2 (2.0)	0.280	2.97	0.59-15.07
0-2+	99 (94.3)	98 (98.0)		1	
แผนภาพ B					
5-10	9 (8.6)	6 (6.0)	0.595	1.47	0.50-4.29
1-4	96 (91.4)	94 (94.0)		1	
ค่าการดูดกลืนแสง					
>1.000	11 (10.5)	1 (1.0)	0.005	11.59	1.47-91.49
≤1.000	94 (89.5)	99 (99.0)		1	
Albumin (g/dl)					
≤5.0	72 (68.6)	58 (58.0)	0.147	1.58	0.89-2.80
>5.0	33 (31.4)	42 (42.0)		1	
Globulin (g/dl)					
≤3.0	77 (73.3)	46 (46.0)	0.006	2.34	1.31-4.20
>3.0	28 (26.7)	54 (54.0)		1	

ตาราง 12 (ต่อ)

คุณลักษณะ	รายงานผลไม่ได้ (ร้อยละ) n=105	รายงานผลได้ (ร้อยละ) n=100	P value	Odds ratio	95%CI
Total protein (g/dl)					
≤8.0	79 (75.2)	23 (23.0)	<0.001	10.17	5.35-19.35
>8.0	26 (24.8)	77 (77.0)		1	
Triglyceride (mg/dl)					
>500	13 (12.4)	2 (2.0)	0.006	6.92	1.52-31.52
≤500	92 (87.6)	98 (98.0)		1	
Glucose (mg/dl)					
>300	4 (3.8)	1 (1.0)	0.370	3.92	0.43-35.70
≤300	101 (96.2)	99 (99.0)		1	

เมื่อนำปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 ประกอบด้วย อายุ การวัดค่าการดูดกลืนแสง ระดับโกลบูลิน โปรตีนรวม และไตรกลีเซอไรด์ มาวิเคราะห์โดยใช้ logistic regression (Bivariate model) พบว่า การประเมินความขุ่นโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสง ระดับโปรตีนรวม และไตรกลีเซอไรด์ยังคงเป็นปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 โดยค่าการดูดกลืนแสง >1.000 เทียบกับ ≤1.000 ให้ค่า OR = 12.26 (95%CI 1.12-134.3) ระดับโปรตีน ≤8.0 g/dl เทียบกับ >8.0 g/dl ให้ค่า OR = 17.78 (95%CI 7.61-41.05) และระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl เทียบกับ ≤500 mg/dl ให้ค่า OR = 7.12 (95%CI 0.99-51.33) ซึ่งหมายถึงการวัดค่าการดูดกลืนแสง ระดับโปรตีนรวม และไตรกลีเซอไรด์เป็นปัจจัยเสี่ยงของการไม่สามารถรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 อย่างแท้จริงและเป็นอิสระจากปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ โดยพลาสมาที่มีค่าการดูดกลืนแสง >1.000 มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีค่าการดูดกลืนแสง ≤1.000 12.26 เท่า รายมีระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl มีอัตราเสี่ยงต่อการ

รายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl 17.78 เท่า รายที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ > 500 mg/dl มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ ≤500 mg/dl 7.12 เท่า ซึ่งมีอัตราเสี่ยงเพิ่มขึ้นจากการวิเคราะห์โดยใช้ Odds ratio (Univariate model) สำหรับปัจจัยเสี่ยงอายุและระดับโกลบูลินนั้นถูกเปลี่ยนเป็นไม่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 ดังตาราง 13

ตาราง 13 ปัจจัยเสี่ยงต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจหมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ที่ไม่สามารถรายงานผลได้

ปัจจัยเสี่ยง	OR unadjusted (95%CI)	OR adjusted (95%CI)
อายุ >35 ปี	1.91 (1.10-3.33)	-
ค่าการดูดกลืนแสง >1.000	11.59 (1.47-91.49)	12.26 (1.12-134.3)
Globulin ≤3.0 g/dl	2.34 (1.31-4.20)	-
Total protein ≤8.0 g/dl	10.17 (5.35-19.35)	17.78 (7.61-41.50)
Triglyceride >500 mg/dl	6.92 (1.52-31.52)	7.12 (0.99-51.33)

เมื่อวิเคราะห์ถึงความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้โดยรายงานผลเป็น "X" ในการตรวจหมู่โลหิตกับคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ระดับความขุ่น และระดับสารชีวเคมี พบว่าการรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 เป็น "X" มีความสัมพันธ์กับการประเมินความขุ่นด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร OR (>1.000 เทียบกับ ≤1.000) = 8.61 (95%CI 0.94-79.19) ระดับโกลบูลิน OR (≤3.0 g/dl เทียบกับ >3.0 g/dl) = 6.25 (95%CI 2.44-15.98) และระดับโปรตีนรวม OR (≤8.0 g/dl เทียบกับ >8.0 g/dl) = 20.57 (95%CI 8.16-51.85) ซึ่งหมายถึงการประเมินความขุ่นโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ >1.000 มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าค่าการดูดกลืนแสง ≤1.000 8.61 เท่า พลาสมาที่มีระดับโกลบูลิน ≤3.0 g/dl มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับโกลบูลิน >3.0 g/dl 6.25 เท่า พลาสมาที่มีระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl 20.57 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่าการรายงานผลไม่ได้ในการตรวจหมู่โลหิตโดยรายงานผลเป็น "X" ไม่มีความสัมพันธ์กับเพศ อายุ การประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A แผนภาพ B ระดับอัลบูมิน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคส แสดงดังตาราง 14

ตาราง 14 การประเมินความเป็นปัจจัยเสี่ยงของ เพศและอายุของผู้บริจาคโลหิต ความขุ่นของพลาสมาของตัวอย่างตรวจ และระดับสารชีวเคมีต่อผลการตรวจหมู่โลหิตด้วย Qwalys 3 โดยรายงานผลเป็น “X”

คุณลักษณะ	รายงานผลไม่ได้ “X” (ร้อยละ) n=50	รายงานผลได้ (ร้อยละ) n=100	P value	Odds ratio	95%CI
เพศ					
หญิง	21 (42.0)	30 (30.0)	0.149	1.69	0.83-3.42
ชาย	29 (58.0)	70 (70.0)		1	
อายุ (ปี)					
>35	27 (54.0)	44 (44.0)	0.299	1.49	0.76-2.96
17-35	23 (46.0)	56 (56.0)		1	
แผนภาพ A					
3+-4+	1 (2.0)	2 (2.0)	1.000	1.00	0.09-11.30
0-2+	49 (98.0)	98 (98.0)		1	
แผนภาพ B					
5-10	4 (8.0)	6 (6.0)	0.732	1.36	0.37-5.07
1-4	46 (92.0)	94 (94.0)		1	
ค่าการดูดกลืนแสง					
>1.000	4 (8.0)	1 (1.0)	0.043	8.61	0.94-79.19
≤1.000	46 (92.0)	99 (99.0)		1	
Albumin (g/dl)					
≤5.0	33 (66.0)	58 (58.0)	0.379	1.41	0.69-2.85
>5.0	17 (34.0)	42 (42.0)		1	
Globulin (g/dl)					
≤3.0	44 (88.0)	54 (54.0)	<0.001	6.25	2.44-15.98
>3.0	6 (12.0)	46 (46.0)		1	

ตาราง 14 (ต่อ)

คุณลักษณะ	รายงานผลไม่ได้ "X" (ร้อยละ) n=50	รายงานผลได้ (ร้อยละ) n=100	P value	Odds ratio	95%CI
Total protein (g/dl)					
≤8.0	43 (86.0)	23 (23.0)	<0.001	20.57	8.16-51.85
>8.0	7 (14.0)	77 (77.0)		1	
Triglyceride (mg/dl)					
>500	4 (8.0)	2 (2.0)	0.096	4.26	0.75-24.11
≤500	46 (92.0)	98 (98.0)		1	
Glucose (mg/dl)					
>300	2 (4.0)	1 (1.0)	0.258	4.13	0.37-46.63
≤300	48 (96.0)	99 (99.0)		1	

เมื่อนำปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 โดยรายงานผลเป็น "X" ประกอบด้วย ค่าการดูดกลืนแสง ระดับโกลบูลิน โปรตีนรวม และไตรกลีเซอไรด์ มาวิเคราะห์โดยใช้ logistic regression (Bivariate model) พบว่าค่าการดูดกลืนแสง และโปรตีนรวม ยังคงเป็นปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 โดยพบรายงานผลเป็น "X" โดยค่าการดูดกลืนแสง >1.000 เทียบกับ ≤1.000 ให้ค่า OR = 42.54 (95%CI 2.92-620.2) ระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl เทียบกับ >8.0 g/dl ให้ค่า OR = 37.91 (95%CI 9.92-144.9) ซึ่งหมายถึง ค่าการดูดกลืนแสง ระดับโกลบูลินและ โปรตีนรวมเป็นปัจจัยเสี่ยงและเป็นอิสระจากปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ โดยพลาสมาที่มีค่าการดูดกลืนแสงได้ >1.000 มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าค่าการดูดกลืนแสง ≤1.000 42.54 เท่า และพลาสมาที่มีระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้เป็น "X" มากกว่าพลาสมาที่มีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl 37.91 เท่า ดังตาราง 15

ตาราง 15 ปัจจัยเสี่ยงต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจหมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ที่ไม่สามารถรายงานผลได้ โดยรายงานผลเป็น "X"

ปัจจัยเสี่ยง	OR unadjusted (95%CI)	OR adjusted (95%CI)
ค่าการดูดกลืนแสง >1.000	8.61 (0.94-79.19)	42.54 (2.92-620.2)
Globulin ≤3.0 g/dl	6.25 (2.44-15.98)	-
Total protein ≤8.0 g/dl	20.57 (8.16-51.85)	37.91 (9.92-144.9)
Triglyceride >500 mg/dl	4.26 (0.75-24.11)	-

เมื่อวิเคราะห์ถึงความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้โดยรายงานผลเป็น "?" ในการตรวจหมู่โลหิตกับ คุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ระดับความขุ่น และระดับสารชีวเคมี พบว่า การรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 เป็น "?" มีความสัมพันธ์กับอายุ ด้วยค่า OR (>35 ปี เทียบกับ ≤35 ปี) = 2.41 (95%CI 1.22-4.77) การประเมินความขุ่นด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร OR (>1.000 เทียบกับ ≤1.000) = 14.44 (95%CI 1.73-120.7) ระดับโปรตีนรวม OR (≤8.0 g/dl เทียบกับ >8.0 g/dl) = 6.34 (95%CI 3.07-13.10) และระดับไตรกลีเซอไรด์ OR (>500 mg/dl เทียบกับ ≤500 mg/dl) = 9.59 (95%CI 1.99-46.16) ซึ่งหมายถึงผู้บริจาคโลหิตอายุ >35 ปีมีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าผู้มีอายุ ≤35 ปี 2.41 เท่า การประเมินความขุ่นด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสง >1.000 มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าค่าการดูดกลืนแสง ≤1.000 14.44 เท่า พลาสมาที่มีระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl 6.34 เท่า และพลาสมาที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ ≤500 mg/dl 9.59 เท่านอกจากนี้ยังพบว่าการรายงานผลไม่ได้ในการตรวจหมู่โลหิตโดยรายงานผลเป็น "?" ไม่มีความสัมพันธ์กับเพศ การประเมินความขุ่นด้วย แผนภาพ A แผนภาพ B ระดับอัลบูมิน ระดับโกลบูลินและระดับกลูโคส แสดงดังตาราง 16

ตาราง 16 การประเมินความเป็นปัจจัยเสี่ยงของ เพศและอายุของผู้บริจาคโลหิต ความขุ่นของตัวอย่างตรวจ และระดับสารชีวเคมีต่อผลการตรวจหมู่โลหิตด้วย Qwalys 3 โดยรายงานผลเป็น "?"

คุณลักษณะ	รายงานผลไม่ได้ "?" (ร้อยละ)	รายงานผลได้ (ร้อยละ)	P value	Odds ratio	95%CI
เพศ					
หญิง	17 (30.9)	30 (30.0)	1.000	1.04	0.51-21.13
ชาย	38 (69.1)	70 (70.0)		1	
อายุ (ปี)					
>35	36 (62.5)	44 (44.0)	0.012	2.41	1.22-4.77
17-35	19 (34.5)	56 (56.0)		1	
แผนภาพ A					
3+-4+	5 (9.1)	2 (2.0)	0.098	4.90	0.92-26.16
0-2+	50 (90.9)	98 (98.0)		1	
แผนภาพ B					
5-10	5 (9.1)	6 (6.0)	0.522	1.57	0.46-5.39
1-4	50 (90.9)	94 (94.0)		1	
ค่าการดูดกลืนแสง					
>1.000	7 (12.7)	1 (1.0)	0.003	14.44	1.73-120.7
≤1.000	48 (87.3)	99 (99.0)		1	
Albumin (g/dl)					
≤5.0	39 (70.9)	58 (58.0)	0.122	1.77	0.87-3.57
>5.0	16 (29.1)	42 (42.0)		1	
Globulin (g/dl)					
>3.0	33 (60.0)	46 (46.0)	0.502	1.28	0.66-2.49
≤3.0	22 (40.0)	54 (54.0)		1	

ตาราง 16 (ต่อ)

คุณลักษณะ	รายงานผลไม่ได้ "?" (ร้อยละ)	รายงานผลได้ (ร้อยละ)	P value	Odds ratio	95%CI
Total protein (g/dl)≤8.0	36 (65.5)	23 (23.0)	<0.001	6.34	3.07-13.10
>8.0	19 (34.5)	77 (77.0)		1	
Triglyceride (mg/dl)					
>500	9 (16.4)	2 (2.0)	0.002	9.59	1.99-46.16
≤500	46 (83.6)	98 (98.0)		1	
Glucose mg/dl					
>300	2 (3.6)	1 (1.0)	0.287	3.74	0.33-42.16
≤300	53 (94.4)	99 (99.0)		1	

เมื่อนำปัจจัยเสี่ยงทั้งหมดที่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 โดยรายงานผลเป็น "?" ประกอบด้วย อายุ การประเมินความขุ่นโดยเลือกเฉพาะการวัดค่าการดูดกลืนแสง ระดับโปรตีนรวม และไตรกลีเซอไรด์ มาวิเคราะห์โดยใช้ logistic regression (Bivariate model) พบว่า ระดับโปรตีนรวมและไตรกลีเซอไรด์ยังคงเป็นปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 โดยรายงานผลเป็น "?" โดยระดับโปรตีนรวม≤ 8.0 g/dl เทียบกับ >8.0 g/dl ให้ค่า OR = 8.95 (95%CI 3.95-20.30) และระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl เทียบกับ ≤500 mg/dl ให้ค่า OR = 10.35 (95%CI 1.38-77.66) ซึ่งหมายถึง ระดับโปรตีนรวมและไตรกลีเซอไรด์เป็นปัจจัยเสี่ยงของการไม่สามารถรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่อง Qwalys 3 โดยรายงานผลเป็น "?" อย่างแท้จริงและเป็นอิสระจากปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ โดยพลาสมามีระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl 8.95 เท่า พลาสมาที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ > 500 mg/dl มีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ ≤500 mg/dl 10.35 เท่า ซึ่งมีอัตราเสี่ยงเพิ่มขึ้นจากการวิเคราะห์โดยใช้ Odds ratio (Univariate model) ดังตาราง 17

ตาราง 17 ปัจจัยเสี่ยงต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจหมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ที่ไม่สามารถรายงานผลได้ โดยรายงานผลเป็น "?"

ปัจจัยเสี่ยง	OR unadjusted (95%CI)	OR adjusted (95%CI)
อายุ >35 ปี	2.41 (1.22-4.77)	-
ค่าการดูดกลืนแสง >1.000	14.44 (1.73-120.7)	-
Total protein ≤8.0 g/dl	6.34 (3.07-13.10)	8.95 (3.95-20.30)
Triglyceride >500 mg/dl	9.59 (1.99-46.16)	10.35 (1.38-77.66)

การศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้ในการตรวจคัดกรองแอนติบอดี

1. **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารชีวเคมีกับความขุ่นของซีรัม**

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความขุ่นของซีรัมและผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องอัตโนมัติ Ortho Autovue Innova กับระดับอัลบูมิน โกลบูลิน โปรตีน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคส แสดงดังตาราง 18 เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับอัลบูมินกับการประเมินความขุ่นด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.044$) โดยระดับอัลบูมินที่ ≤5.0 g/dl พบสัมพันธ์กับตัวอย่างที่ขุ่นจากการประเมินระดับความขุ่นด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสง >1.000 แต่ไม่สัมพันธ์กับการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A และแผนภาพ B ($p = 0.068$ และ 0.089 ตามลำดับ) ระดับโกลบูลินมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A แผนภาพ B และค่าการดูดกลืนแสง ($p < 0.001$ ทั้งสามแบบ) โดยระดับโกลบูลินที่ >3.5 g/dl พบสัมพันธ์กับตัวอย่างที่ขุ่นคือพบอัตราที่สูงในการประเมินระดับความขุ่นด้วยแผนภาพ A มีค่า 3+-4+, แผนภาพ B มีค่า 5-10 และค่าการดูดกลืนแสง >1.000 ระดับโปรตีนรวมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A แผนภาพ B และค่าการดูดกลืนแสง ($p = 0.016$, 0.009 และ 0.028 ตามลำดับ) โดยระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl สัมพันธ์กับตัวอย่างที่ขุ่นคือพบอัตราที่สูงในการประเมินระดับความขุ่นด้วยแผนภาพ A มีค่า 3+-4+, แผนภาพ B มีค่า 5-10 และค่าการดูดกลืนแสง >1.000 ระดับไตรกลีเซอไรด์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A แผนภาพ B และการวัดค่าการดูดกลืนแสง ($p < 0.001$ ทั้งสามแบบ) โดยระดับไตรกลีเซอไรด์ที่ >500 mg/dl พบสัมพันธ์กับตัวอย่างที่ขุ่นคือพบอัตราที่สูงในการประเมินระดับความขุ่นด้วยแผนภาพ A มีค่า 3+-4+, แผนภาพ B มีค่า 5-10 และค่าการดูดกลืนแสง >1.000 ส่วนระดับกลูโคสไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A แผนภาพ B และการวัดค่าการดูดกลืนแสง ($p = 1.000$, 1.000 และ 0.701 ตามลำดับ)

ตาราง 18 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความขุ่นของซีรัมกับระดับอัลบูมิน โกลบูลิน โปรตีน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคส

สารชีวเคมี		ระดับความขุ่นของซีรัม								
		แผนภาพ A			แผนภาพ B			ค่าการดูดกลืนแสง		
		0-2+	3+-4+	P value	1-4	5-10	P value	0.000-1.000	1.001-3.000	P value
Albumin, g/dl	3.7-5.0	103 (63.2)	33 (78.6)	0.068	97 (63.0)	39 (76.5)	0.089	94 (62.3)	42 (77.8)	0.044
	5.1-5.8	60 (36.8)	9 (21.4)		57 (37.0)	12 (23.5)		57 (37.7)	12 (22.2)	
Globulin, g/dl	1.7-3.5	126 (77.3)	9 (21.4)	<0.001	121 (78.6)	14 (27.5)	<0.001	118 (78.1)	17 (31.5)	<0.001
	3.6-6.0	37 (22.7)	33 (78.6)		33 (21.4)	37 (72.5)		33 (21.9)	37 (68.5)	
Total protein,	6.1-8.0	60 (36.8)	7 (16.7)	0.016	58 (37.7)	9 (17.6)	0.009	56 (37.1)	11 (20.4)	0.028
g/dl	8.0-10.0	103 (63.2)	35 (83.3)		96 (62.3)	42 (82.4)		95 (62.9)	43 (79.6)	
Triglyceride,	46-500	157 (96.3)	5 (11.9)	<0.001	152 (98.7)	10 (19.6)	<0.001	147 (97.4)	15 (27.8)	<0.001
mg/dl	501-3,798	6 (3.7)	37 (88.1)		2 (1.3)	41 (80.4)		4 (2.6)	39 (72.2)	
Glucose,	22-300	156 (95.7)	40 (95.2)	1.000	147 (95.5)	49 (96.1)	1.000	145 (96.0)	51 (94.4)	0.701
mg/dl	301-565	7 (4.3)	2 (4.8)		7 (4.5)	2 (3.9)		6 (4.0)	3 (5.6)	

2. การศึกษาความสัมพันธ์ของระดับความขุ่นกับผลการตรวจการตรวจคัดกรองแอนติบอดี

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความขุ่นกับผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดี แสดงดังตาราง 19 พบว่าจำนวนตัวอย่างที่รายงานผลได้และรายงานผลไม่ได้รวมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความขุ่นของพลาสมาจากการประเมินความขุ่นแผนภาพ A แผนภาพ B และการวัดค่าการดูดกลืนแสง ($p < 0.001$ ทั้งสามแบบ) โดยซีรัมที่ประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A เป็น 3+-4+ พบอัตรารายงานผลไม่ได้รวมมากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 38.1 และ 2.0) ซีรัมที่ประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ B เป็น 5-10 พบอัตรารายงานผลไม่ได้รวมมากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 42.9 และ 6.0) และซีรัมที่วัดค่าการดูดกลืนแสงได้ >1.000 พบอัตรารายงานผลไม่ได้รวมมากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 46.7 และ 5.0 ตามลำดับ) จำนวนตัวอย่างที่รายงานผลได้และไม่สามารถรายงานผลได้เป็น "X" มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความขุ่นของซีรัมจากการประเมินความขุ่นแผนภาพ A แผนภาพ B และการวัดค่าการดูดกลืนแสง ($p < 0.001$ ทั้งสามแบบ) โดยซีรัมที่ประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A เป็น 3+-4+ พบอัตรารายงานผลไม่ได้รวมมากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 67.3 และ 2.0) ซีรัมที่ประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ B เป็น 5-10 พบอัตรารายงานผลไม่ได้รวมมากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 78.2 และ 6.0) และซีรัมที่วัดค่าการดูดกลืนแสงได้ >1.000 พบอัตรารายงานผลไม่ได้รวมมากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 76.4 และ 5.0 ตามลำดับ) จำนวนตัวอย่างที่รายงานผลได้และไม่สามารถรายงานผลได้เป็น "?" ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความขุ่นของพลาสมาจากการประเมินความขุ่นแผนภาพ A แผนภาพ B และการวัดค่าการดูดกลืนแสง ($p = 0.334$, 0.719 และ 0.106 ตามลำดับ)

ตาราง 19 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของซีรัมของตัวอย่างตรวจกับผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autivue Innova ที่รายงานผลไม่ได้

พลาสมา	รายงานผลได้	รายงานผลไม่ได้					
	จำนวน (ร้อยละ) n=100	จำนวนรวม (ร้อยละ) n=105	p value	WLL (ร้อยละ) n=55	p value	? (ร้อยละ) n=50	p value
แผนภาพ A							
0 - 2+	98 (98.0)	65 (61.9)	<0.001	18 (32.7)	<0.001	47 (94.0)	0.334
3+ - 4+	2 (2.0)	40 (38.1)		37 (67.3)		3 (6.0)	
แผนภาพ B							
1 - 4	94 (94.0)	60 (57.1)	<0.001	12 (21.8)	<0.001	48 (96.0)	0.719
5 - 10	6 (6.0)	45 (42.9)		43 (78.2)		2 (4.0)	
ค่าการดูดกลืนแสง							
≤1.000	95 (95.0)	56 (53.3)	<0.001	13 (23.6)	<0.001	43 (86.0)	0.106
>1.000	5 (5.0)	49 (46.7)		42 (76.4)		7 (14.0)	

3. การศึกษาความสัมพันธ์ของสารชีวเคมีกับผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดี

ความสัมพันธ์ของระดับสารชีวเคมีกับผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดี แสดงดังตาราง 20 พบว่าจำนวนตัวอย่างที่รายงานผลได้และรายงานผลไม่ได้รวมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับระดับของ อัลบูมิน โปรตีนรวม ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคส ($p = 0.018, 0.005, <0.001$ และ 0.035 ตามลำดับ) โดยระดับอัลบูมิน ≤ 5.0 g/dl พบอัตราในกลุ่มรายงานผลไม่ได้รวมมากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 74.3 และ 58.0 ตามลำดับ) ระดับโปรตีนรวมที่ ≤ 8.0 g/dl พบอัตราในกลุ่มรายงานผลไม่ได้รวมมากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 41.9 และ 23.0 ตามลำดับ) ระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl พบอัตราในกลุ่มรายงานผลผลไม่ได้รวมมากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 39.0 และ 2.0 ตามลำดับ) และระดับกลูโคส >300 mg/dl พบอัตราในกลุ่มรายงานผลผลไม่ได้รวมมากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 7.6 และ 1.0 ตามลำดับ) จำนวนตัวอย่างที่รายงานผลได้และไม่สามารถรายงานผลเป็น error "WLL" ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับระดับโปรตีนรวม ($p = 0.442$) ระดับกลูโคส ($p = 0.054$) แต่มีความสัมพันธ์กับระดับอัลบูมิน โกลบูลิน และไตรกลีเซอไรด์ ($p = 0.003, <0.001$ และ <0.001 ตามลำดับ) โดยระดับอัลบูมิน ≤ 5.0 g/dl พบอัตราในกลุ่มรายงานผลเป็น error "WLL" มากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 81.8 และ 58.0 ตามลำดับ) ระดับโกลบูลินที่ >3.5 g/dl พบอัตราในกลุ่มรายงานเป็น error "WLL" มากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 60.0 และ 30.0 ตามลำดับ) และระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl พบอัตราในกลุ่มรายงานผลเป็น error "WLL" มากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 70.9 และ 2.0 ตามลำดับ) จำนวนตัวอย่างที่รายงานผลได้และรายงานผลเป็น error "?" ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับระดับอัลบูมินและไตรกลีเซอไรด์ ($p = 0.379$ และ 0.601 ตามลำดับ) แต่มีความสัมพันธ์กับระดับโกลบูลิน โปรตีนรวม และกลูโคส ($p = 0.044, <0.001$ และ 0.043 ตามลำดับ) โดยระดับโกลบูลิน ≤ 3.5 g/dl พบอัตราในกลุ่มที่ไม่สามารถรายงานผลเป็น error "?" มากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 86.0 และ 70.0 ตามลำดับ) ระดับโปรตีนรวม ≤ 8.0 g/dl พบอัตราในกลุ่มที่ไม่สามารถรายงานผลเป็น error "?" มากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 56.0 และ 23.0 ตามลำดับ) ระดับกลูโคส >300 mg/dl พบในกลุ่มที่ไม่สามารถรายงานผลเป็น error "?" มากกว่ากลุ่มที่รายงานผลได้ (ร้อยละ 8.0 และ 1.0 ตามลำดับ)

ตาราง 20 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova กับระดับอัลบูมิน โกลบูลิน โปรตีนไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคส

สารชีวเคมี		รายงานผลได้	รายงานผลไม่ได้					
		จำนวน (ร้อยละ) n=100	จำนวนรวม (ร้อยละ) n=105	P value	WLL (ร้อยละ) n=55	P value	? (ร้อยละ) n=50	P value
Albumin, g/dl	3.7-5.0	58 (58.0)	78 (74.3)	0.018	45 (81.8)	0.003	33 (66.0)	0.379
	5.1-5.8	42 (42.0)	27 (25.7)		10 (18.2)		17 (37.0)	
Globulin, g/dl	1.7-3.5	70 (70.0)	65 (61.9)	0.241	22 (40.0)	<0.001	43 (86.0)	0.044
	3.6-6.0	30 (30.0)	40 (38.1)		33 (60.0)		7 (14.0)	
Total protein, g/dl	6.1-8.0	23 (23.0)	44 (41.9)	0.005	16 (29.1)	0.442	28 (56.0)	<0.001
	8.0-10.0	77 (77.0)	61 (58.1)		39 (70.9)		22 (44.0)	
Triglyceride, mg/dl	46-500	98 (98.0)	64 (61.0)	<0.001	16 (29.1)	<0.001	48 (96.0)	0.601
	501-3,798	2 (2.0)	41 (39.0)		39 (70.9)		2 (4.0)	
Glucose, mg/dl	22-300	99 (99.0)	97 (92.4)	0.035	51 (92.7)	0.054	46 (92.0)	0.043
	301-565	1 (1.00)	8 (7.6)		4 (7.3)		4 (8.0)	

4. การศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้ในการตรวจคัดกรองแอนติบอดี

เมื่อวิเคราะห์ถึงความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้ในการตรวจคัดกรองแอนติบอดีกับคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ระดับความขุ่น และระดับสารชีวเคมี พบว่าการรายงานผลไม่ได้จากการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova มีความความสัมพันธ์กับการประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A OR (3+-4+ เทียบกับ 0-2+) = 30.15 (95%CI 7.04-129.1) แผนภาพ B OR (5-10 เทียบกับ 1-4) = 11.75 (95%CI 4.72-27.23) ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร OR (>1.000 เทียบกับ ≤1.000) = 16.00 (95%CI 6.01-42.54) ระดับอัลบูมิน OR (≤5.0 g/dl เทียบกับ >5.0 g/dl) = 2.09 (95%CI 1.16-3.78) ระดับโปรตีนรวม OR (≤8.0 g/dl เทียบกับ >8.0 g/dl) = 2.42 (95%CI 1.32-4.43) ระดับไตรกลีเซอไรด์ OR (>500 mg/dl เทียบกับ ≤500 mg/dl) = 31.39 (95%CI 7.34-134.3) และระดับกลูโคส OR (>300 mg/dl เทียบกับ ≤300 mg/dl) = 8.17 (95%CI 1.00-66.52) การประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A เป็น 3+-4+ มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าความขุ่นเป็น 0-2+ 30.15 เท่า การประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ B เป็น 5 -10 มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าความขุ่นเป็น 1-4 11.75 เท่า ค่าการดูดกลืนแสง >1.000 มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าค่าการดูดกลืนแสง ≤1.000 16.00 เท่า ซีรัมที่มีระดับอัลบูมิน ≤5.0 g/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับอัลบูมิน >5.0 g/dl 2.09 เท่า ซีรัมที่มีระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าซีรัมที่มีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl 2.42 เท่า ซีรัมที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าซีรัมที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ ≤500 mg/dl 31.39 เท่า ซีรัมที่มีระดับกลูโคส >300 mg/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับกลูโคส ≤300 mg/dl 8.17 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่าการรายงานผลไม่ได้ในการตรวจคัดกรองแอนติบอดีไม่มีความสัมพันธ์กับเพศของกลุ่มตัวอย่าง แสดงดังตาราง 21

ตาราง 21 การประเมินความเป็นปัจจัยเสี่ยงของ เพศและอายุของผู้บริจาคโลหิต ความขุ่นของซีรัม และระดับสารชีวเคมีต่อผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova

คุณลักษณะ	รายงานผลไม่ได้ (ร้อยละ) n=105	รายงานผลได้ (ร้อยละ) n=100	P value	Odds ratio	95%CI
เพศ					
หญิง	39 (37.1)	30 (30.0)	0.303	1.38	0.77-2.47
ชาย	66 (62.9)	70 (70.0)		1	
อายุ (ปี)					
>35	59 (56.2)	44 (44.0)	0.094	1.63	0.94-2.84
17-35	46 (43.8)	56 (56.0)		1	
แผนภาพ A					
3+-4+	40 (38.1)	2 (2.0)	<0.001	30.15	7.04-129.1
0-2+	65 (61.9)	98 (98.0)		1	
แผนภาพ B					
5-10	45 (42.9)	6 (6.0)	<0.001	11.75	4.72-27.23
1-4	60 (57.1)	94 (94.0)		1	
ค่าการดูดกลืนแสง					
>1.000	48 (45.7)	5 (5.0)	<0.001	16.00	6.01-42.54
≤1.000	57 (54.3)	95 (95.0)		1	
Albumin (g/dl)					
≤5.0	78 (74.3)	58 (58.0)	0.018	2.09	1.16-3.78
>5.0	27 (25.7)	42 (42.0)		1	
Globulin (g/dl)					
>3.5	40 (38.1)	30 (30.0)	0.241	1.44	0.80-2.57
≤3.5	65 (61.9)	70 (70.0)		1	

ตาราง 21 (ต่อ)

คุณลักษณะ	รายงานผลไม่ได้ (ร้อยละ) n=105	รายงานผลได้ (ร้อยละ) n=100	P value	Odds ratio	95%CI
Total protein (g/dl)					
≤8.0	44 (41.9)	23 (23.0)	0.005	2.42	1.32-4.43
>8.0	61 (58.1)	77 (77.0)		1	
Triglyceride (mg/dl)					
>500	41 (39.0)	2 (2.0)	<0.001	31.39	7.34-134.3
≤500	64 (61.0)	98 (98.0)		1	
Glucose (mg/dl)					
>300	8 (7.6)	1 (1.0)	0.035	8.17	1.00-66.52
≤300	97 (92.4)	99 (99.0)		1	

เมื่อนำปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova ได้แก่ อายุ การประเมินความขุ่นโดยเลือกเฉพาะการวัดค่าการดูดกลืนแสง ระดับอัลบูมิน โปรตีนรวม ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคส มาวิเคราะห์โดยใช้ logistic regression (Bivariate model) พบว่าค่าการดูดกลืนแสง ระดับโปรตีนรวมและไตรกลีเซอไรด์ ยังคงเป็นปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova โดยค่าการดูดกลืนแสง >1.000 เทียบกับ ≤1.000 ให้ค่า OR = 7.26 (95%CI 2.16-24.34) ระดับโปรตีนรวมที่ระดับ ≤8.0 mg/dl เทียบกับระดับ >8.0 mg/dl ให้ค่า OR = 6.19 (95%CI 2.63-14.56) และระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl เทียบกับระดับ ≤500 mg/dl ให้ค่า OR = 17.12 (95%CI 3.31-88.49) ซึ่งหมายถึงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ระดับโปรตีนรวมและระดับไตรกลีเซอไรด์เป็นปัจจัยเสี่ยงการไม่สามารถรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova อย่างแท้จริงและเป็นอิสระจากปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ โดยซีรัมที่มีค่าการดูดกลืนแสงได้ >1.000 มีความเป็นปัจจัย

เสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าค่าการดูดกลืนแสง ≤1.000 7.26 เท่า ระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าผู้มีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl 6.19 เท่า ผู้มีระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าผู้มีระดับไตรกลีเซอไรด์น้อยกว่า 500 mg/dl 17.12 เท่า ซึ่งมีความเป็นปัจจัยเสี่ยงเพิ่มขึ้นจากการวิเคราะห์โดยใช้ Odds ratio (Univariate model) สำหรับปัจจัยเสี่ยงอายุ ระดับอัลบูมิน และกลูโคสถูกเปลี่ยนเป็นไม่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova ดังตาราง 22

ตาราง 22 ปัจจัยเสี่ยงต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจ Ortho Autovue Innova ที่ไม่สามารถรายงานผลได้

ปัจจัยเสี่ยง	OR unadjusted (95%CI)	OR adjusted (95%CI)
อายุ > 35 ปี	1.63 (0.94-2.84)	-
ค่าการดูดกลืนแสง >1.000	16.00 (6.02-42.54)	7.26 (2.16-24.34)
Albumin (≤5.0 g/dl)	2.09 (1.16-3.78)	-
Total protein (≤8.0 g/dl)	2.42 (1.32-4.43)	6.19 (2.63-14.56)
Triglyceride (>500 mg/dl)	31.39 (7.34-134.3)	17.12 (3.31-88.49)
Glucose (>300 mg/dl)	8.17 (1.00-66.52)	-

เมื่อวิเคราะห์ถึงความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้โดยรายงานผลเป็น "WLL" ในการตรวจคัดกรองแอนติบอดีกับคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ระดับความขุ่น และระดับสารชีวเคมี พบว่าการรายงานผลไม่ได้จากการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova error เป็น "WLL" มีความสัมพันธ์กับอายุ ด้วยค่า OR (>35 ปี เทียบกับ ≤35 ปี) = 2.41 (95%CI 1.22-4.77) การประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A OR (3+-4- เทียบกับ 0-2+) = 100.7 (95%CI 22.72-455.5) แผนภาพ B OR (5-10 เทียบกับ 1-4) = 56.14 (95%CI 19.76-159.51) ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร OR (>1.000 เทียบกับ ≤1.000) = 61.39 (95%CI 20.57-183.2) ระดับอัลบูมิน OR (≤5.0 g/dl เทียบกับ >5.0 g/dl) = 3.26 (95%CI 1.48-7.19) ระดับโกลบูลิน OR (≤3.0 g/dl เทียบกับ >3.0 g/dl) = 3.50 (95%CI 1.76-6.97) ระดับไตรกลีเซอไรด์ OR (>500 mg/dl เทียบกับ ≤500 mg/dl) = 119.44 (95%CI 26.23-544.0) และระดับกลูโคส OR (>300 mg/dl เทียบกับ ≤300 mg/dl) = 7.77 (95%CI 0.85-71.29) โดยพบว่า

ผู้มีอายุ >35 ปีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าผู้มีอายุ ≤35 2.41 เท่า การประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A เป็น 3+-4+ มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าความขุ่นเป็น 0-2+ 100.7 เท่า การประเมินความขุ่นด้วยแผนภูมิ B เป็น 5-10 มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่า 1-4 56.14 เท่าค่าการดูดกลืนแสง >1.000 มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าค่าการดูดกลืนแสง ≤1.000 61.39 เท่า ซีรัมที่มีระดับอัลบูมิน ≤5.0 g/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับอัลบูมิน >5.0 g/d 3.26 เท่า ซีรัมที่มีระดับโกลบูลิน >3.5 g/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับโกลบูลิน ≤3.5 g/d 3.50 เท่า ซีรัมที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ ≤500 mg/dl 119.4 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่าการรายงานผลไม่ได้ในการตรวจคัดกรองแอนติบอดีไม่มีความสัมพันธ์กับเพศของกลุ่มตัวอย่าง ระดับโปรตีนรวม และระดับกลูโคส แสดงดังตาราง 23

ตาราง 23 การประเมินความเป็นปัจจัยเสี่ยงของ เพศและอายุของผู้บริจาคโลหิต ความขุ่นของซีรัม และระดับของสารชีวเคมีต่อผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova ที่รายงานผลเป็น "WLL"

คุณลักษณะ	รายงานผลไม่ได้ "WLL" (ร้อยละ) n=55	รายงานผลได้ (ร้อยละ) n=100	P value	Odds ratio	95%CI
เพศ					
ชาย	44 (80.0)	70 (70.0)	0.190	1.71	0.78-3.77
หญิง	11 (20.0)	30 (30.0)		1	
อายุ (ปี)					
>35	36 (65.6)	44 (44.0)	0.012	2.41	1.22-4.77
17-35	19 (34.5)	56 (56.0)		1	
แผนภาพ A					
3+-4+	37 (67.3)	2 (2.0)	<0.001	100.7	22.72-455.5
0-2+	18 (32.7)	98 (98.0)		1	

ตาราง 23 (ต่อ)

คุณลักษณะ	รายงานผลไม่ได้ "WLL" (ร้อยละ) n=55	รายงานผลได้ (ร้อยละ) n=100	P value	Odds ratio	95%CI
แผนภาพ B					
5-10	43 (78.2)	6 (6.0)	<0.001	56.14	19.76-159.5
1-4	12 (21.8)	94 (94.0)		1	
ค่าการดูดกลืนแสง					
>1.000	42 (76.4)	5 (5.0)	<0.001	61.39	20.57-183.2
≤1.000	13 (23.6)	95 (95.0)		1	
Albumin, (g/dl)					
≤5.0	45 (81.8)	58 (58.0)	0.003	3.26	1.48-7.19
>5.0	10 (18.2)	42 (42.0)		1	
Globulin, (g/dl)					
>3.5	33 (60.0)	30 (30.0)	<0.001	3.50	1.76-6.97
≤3.5	22 (40.0)	70 (70.0)		1	
Total protein, (g/dl)					
≤8.0	16 (29.1)	23 (23.0)	0.442	1.37	0.65-2.89
>8.0	39 (70.9)	77 (77.0)		1	
Triglyceride, (mg/dl)					
>500	39 (70.9)	2 (2.0)	<0.001	119.4	26.23-544.0
≤500	16 (29.1)	98 (98.0)		1	
Glucose, (mg/dl)					
>300	4 (7.3)	1 (1.0)	0.054	7.77	0.85-71.29
≤300	51 (92.7)	99 (99.0)		1	

เมื่อนำปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova โดยรายงานผลเป็น "WLL" ได้แก่ อายุ การประเมินความขุ่นโดยเลือกเฉพาะการวัดค่าการดูดกลืนแสง ระดับอัลบูมิน โกลบูลิน ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคส มาวิเคราะห์โดยใช้ logistic regression (Bivariate model) พบว่า ค่าการดูดกลืนแสง และระดับไตรกลีเซอไรด์ ยังคงเป็นปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova โดยค่าการดูดกลืนแสง >1.000 เทียบกับ ≤1.000 ให้ค่า OR = 21.25 (95%CI 4.21-107.2) และระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl เทียบกับระดับ ≤500 mg/dl ให้ค่า OR = 97.31 (95%CI 10.48-903.8) ซึ่งหมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงและระดับไตรกลีเซอไรด์เป็นปัจจัยเสี่ยงการไม่สามารถรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova โดยรายงานผลเป็น "WLL อย่างแท้จริงและเป็นอิสระจากปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ โดยซีรัมที่มีค่าการดูดกลืนแสงได้ >1.000 มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าค่าการดูดกลืนแสง ≤1.000 21.25 เท่า ผู้มีระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าผู้มีระดับไตรกลีเซอไรด์ ≤500 mg/dl 97.31 เท่า สำหรับปัจจัยเสี่ยงอายุ ระดับอัลบูมิน ระดับโกลบูลิน และระดับกลูโคสถูกเปลี่ยนเป็นไม่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova โดยรายงานผลเป็น "WLL ดังตาราง 24

ตาราง 24 ปัจจัยเสี่ยงต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจ Ortho Autovue Innova ที่ไม่สามารถรายงานผลได้ โดยรายงานผลเป็น "WLL"

ปัจจัยเสี่ยง	OR unadjusted (95%CI)	OR adjusted (95%CI)
อายุ >35 ปี	2.41 (1.22-4.77)	-
ค่าการดูดกลืนแสง >1.000	61.39 (20.57-183.2)	21.25 (4.21-107.2)
Albumin (≤5.0 g/dl)	3.26 (1.48-7.19)	-
Globulin (>3.5 g/dl)	3.50 (1.76-6.97)	-
Triglyceride (>500 mg/dl)	119.4 (26.23-543.9)	97.31 (10.48-903.8)
Glucose (>300 mg/dl)	7.77 (0.85-71.29)	-

เมื่อวิเคราะห์ถึงความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้โดยรายงานผลเป็น "?" ในการตรวจคัดกรองแอนติบอดีกับคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ระดับความขุ่น และระดับสารชีวเคมีพบว่าการรายงานผลไม่ได้จากการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova พบ error เป็น "?" มีความสัมพันธ์กับเพศของกลุ่มตัวอย่างด้วยค่า OR (หญิง เทียบกับ ชาย) = 2.97 (95%CI 1.47-6.00) ระดับโกลบูลิน OR (≤3.5 g/dl เทียบกับ >3.5 g/dl) = 2.63 (95%CI 1.06-6.52) ระดับโปรตีนรวม OR (≤8.0 g/dl เทียบกับ >8.0 g/dl) = 4.26 (95%CI 2.06-8.82) และระดับกลูโคส OR (>300 mg/dl เทียบกับ ≤ 300 mg/dl) = 8.61 (95%CI 0.94-79.19) โดยพบว่าเพศหญิงมีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าเพศชาย 2.97 เท่า ซีรัมที่มีระดับโกลบูลิน >3.5 g/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับโกลบูลิน ≤3.5 g/d 2.63เท่า ซีรัมที่มีระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/d 4.26 เท่า ซีรัมมีระดับกลูโคส >300 mg/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่ารายที่มีระดับกลูโคส ≤300 mg/dl 8.61 เท่า และพบว่าการรายงานผลไม่ได้ในการตรวจคัดกรองแอนติบอดีโดยพบ error เป็น "?" ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุของกลุ่มตัวอย่าง การประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A แผนภาพ B ค่าการดูดกลืนแสง ระดับอัลบูมิน และระดับไตรกลีเซอไรด์ แสดงดังตาราง 25

ตาราง 25 การประเมินความเป็นปัจจัยเสี่ยงของ เพศและอายุของผู้บริจาคโลหิต ความขุ่นของซีรัม และระดับสารชีวเคมีต่อผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova ที่รายงานผลเป็น "?"

คุณลักษณะ	รายงานผลไม่ได้ "?" (ร้อยละ) n=50	รายงานผลได้ (ร้อยละ) n=100	P value	Odds ratio	95%CI
เพศ					
หญิง	28 (56.0)	70 (70.0)	0.003	2.97	1.47-6.00
ชาย	22 (44.0)	30 (30.0)		1	
อายุ (ปี)					
>35	23 (46.0)	44 (44.0)	0.863	1.08	0.55-2.14
17-35	27 (54.0)	56 (56.0)		1	

ตาราง 25 (ต่อ)

คุณลักษณะ	รายงานผลไม่ได้ "?" (ร้อยละ) n=50	รายงานผลได้ (ร้อยละ) n=100	P value	Odds ratio	95%CI
แผนภาพ A					
3+-4+	3 (6.0)	2 (2.0)	0.334	3.13	0.51-19.36
0-2+	47 (94.0)	98 (98.0)		1	
แผนภาพ B					
1-4	48 (96.0)	6 (6.0)	0.719	1.53	0.30-7.88
5-10	2 (4.0)	94 (94.0)		1	
ค่าการดูดกลืนแสง					
>1.000	7 (14.0)	5 (5.0)	0.106	3.09	0.93-1030
≤1.000	43 (86.0)	95 (95.0)		1	
Albumin, (g/dl)					
≤5.0	33 (66.0)	58 (58.0)	0.379	1.41	0.69-2.85
>5.0	17 (34.0)	42 (42.0)		1	
Globulin, (g/dl)					
≤3.5	43 (86.0)	30 (30.0)	0.044	2.63	1.06-6.52
>3.5	7 (14.0)	70 (70.0)		1	
Total protein, (g/dl)					
≤8.0	28 (56.0)	23 (23.0)	<0.001	4.26	2.06-8.82
>8.0	22 (44.0)	77 (77.0)		1	
Triglyceride, (mg/dl)					
>500	2 (4.0)	2 (2.0)	0.601	2.04	0.28-14.94
≤500	48 (96.0)	98 (98.0)		1	

ตาราง 25 (ต่อ)

คุณลักษณะ	รายงานผลไม่ได้ "?" (ร้อยละ) n=50	รายงานผลได้ (ร้อยละ) n=100	P value	Odds ratio	95%CI
Glucose mg/dl					
>300	4 (8.0)	1 (1.0)	0.043	8.61	0.94-79.19
≤300	46 (92.0)	99 (99.0)		1	

เมื่อนำปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova โดยรายงานผลเป็น "?" ได้แก่เพศ ระดับโกลบูลินโปรตีนรวม และกลูโคส มาวิเคราะห์โดยใช้ logistic regression (Bivariate model) พบว่า เพศและระดับโปรตีนรวมยังคงเป็นปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova โดยรายงานผลเป็น "?" โดยเพศหญิง เทียบกับเพศชายให้ค่า OR = 3.11 (95%CI 1.43-6.75) ระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl เทียบกับ >8.0 g/dl ให้ค่า OR = 3.99 (95%CI 1.47-7.82) ซึ่งหมายถึง เพศและระดับโปรตีนรวมเป็นปัจจัยเสี่ยงการไม่สามารถรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova โดยรายงานผลเป็น "?" อย่างแท้จริงและเป็นอิสระจากปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ โดยเพศหญิงมีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าเพศชาย 3.11 เท่า ผู้มีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าผู้มีระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl = 3.56 เท่า ซึ่งมีความเป็นปัจจัยเสี่ยงเพิ่มขึ้นจากการวิเคราะห์โดยใช้ Odds ratio (Univariate model) สำหรับปัจจัยเสี่ยงระดับโกลบูลินและกลูโคสถูกเปลี่ยนเป็นไม่มีความสัมพันธ์กับการไม่สามารถรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่อง Ortho Autovue Innova ดังตาราง 26

ตาราง 26 ปัจจัยเสี่ยงต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจ Ortho Autovue Innova ที่ไม่สามารถรายงานผลได้ โดยรายงานผลเป็น "?"

ปัจจัยเสี่ยง	OR unadjusted (95%CI)	OR adjusted (95%CI)
เพศ หญิง	2.97 (1.47-6.00)	3.11 (1.43-6.75)
Globulin (≤3.5 g/dl)	2.63 (1.06-6.52)	-
Total protein (≤8.0 g/dl)	4.26 (2.06-8.82)	3.39 (1.47-7.82)
Glucose (>300 mg/dl)	8.61 (0.94-79.19)	-

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

การตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดีเป็นข้อกำหนดในการตรวจคัดกรองโลหิตผู้บริจาคก่อนที่จะนำไปให้ผู้ป่วย หากผู้ป่วยได้รับโลหิตผิดหมู่หรือได้รับโลหิตที่มีแอนติบอดีต่อแอนติเจนบนผิวเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วย อาจทำให้เกิดปฏิกิริยาไม่พึงประสงค์จากการรับโลหิต เช่น hemolytic transfusion reaction และ febrile non-hemolytic transfusion reaction ซึ่งอาจทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการแทรกซ้อนที่ไม่รุนแรง เช่น ไข้ หนาวสั่น แน่นหน้าอก และความดันโลหิตต่ำ จนถึงรุนแรงถึงเสียชีวิตได้ (53) ปัจจุบันการตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดีได้มีการพัฒนานำเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติมาใช้เพื่อลดความผิดพลาดในการอ่านผลตรวจจากผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ในการทำงาน โดยเครื่องตรวจวิเคราะห์แต่ละเครื่องมีข้อจำกัดของตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจแตกต่างกันไป เช่น ชนิดของสารกันเลือดแข็งและสารรบกวนที่พบในตัวอย่างตรวจ สำหรับงานธนาคารเลือดสารรบกวนในตัวอย่างที่พบบ่อยคือตัวอย่างมีลักษณะขาวขุ่น ซึ่งเป็นผลจากข้อกำหนดของการบริจาคโลหิตที่ว่า "ผู้บริจาคโลหิตต้องรับประทานอาหารมื้อหลักก่อนการบริจาคโลหิต" โดยการประเมินความขุ่นวิธีที่เป็นมาตรฐานคือการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ซึ่งพบปัญหาคือ ไม่สะดวกต่อการใช้งาน และเป็นการเพิ่มขั้นตอนในการปฏิบัติงาน งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการประเมินระดับความขุ่นด้วยแผนภาพ A และแผนภาพ B จากการประเมินความขุ่นของพลาสมาเปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงพบว่าการประเมินความขุ่นทั้ง 3 วิธีมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแผนภาพ A สูงกว่าแผนภาพ B เมื่อเปรียบเทียบกับการวัดค่าการดูดกลืนแสง ($r = 0.904$ และ 0.692 ตามลำดับ) แต่พบว่าระดับความขุ่นไม่มีความสัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้จากการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจหมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ทั้งแบบรวมและแบบรายงานผลเป็น "X" และ "?" ส่วนการทดลองโดยการเตรียมสารชีวเคมีระดับต่างๆเพื่อดูผลกระทบต่อการตรวจหมู่โลหิต พบว่าระดับอัลบูมิน 4.0-14.0 g/dl และโกลบูลิน 3.0-6.0 g/dl ไม่ส่งผลกระทบต่อการตรวจหมู่โลหิต แต่พบว่าระดับกลูโคส 1,000 mg/dl เครื่องไม่สามารถสรุปผลโดยรายงานผลเป็น "?" ระดับไตรกลีเซอไรด์โดยเติม intralipid® ในพลาสมา 250-2,500 mg/dl พบว่าเครื่องไม่สามารถสรุปผลได้ทุกระดับความเข้มข้น จึงนำพลาสมาของผู้บริจาคโลหิตที่มีลักษณะขาวขุ่นมาเจือจางที่

ความเข้มข้นต่างๆ พบว่าระดับไตรกลีเซอไรด์ความเข้มข้น 1,700 และ 3,400 mg/dl ส่งผลกระทบต่อการตรวจโดยพบรายงานผลเป็น "?" และ "X" เมื่อศึกษาความเป็นปัจจัยเสี่ยงในกลุ่มผู้บริจาคโลหิตพบว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร >1.000 มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้รวมและรายงานผลเป็น "X" มากกว่าค่าการดูดกลืนแสง ≤1.000 12.26 และ 42.54 เท่าตามลำดับ พลาสมาที่มีระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้รวม รายงานผลเป็น "X" และ "?" มากกว่าพลาสมาที่มีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl 17.78, 37.91 และ 8.95 เท่าตามลำดับ พลาสมาที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ > 500 mg/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้รวมและรายงานผลเป็น "?" มากกว่ารายที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ ≤500 mg/dl 7.18 และ 10.35 เท่าตามลำดับ

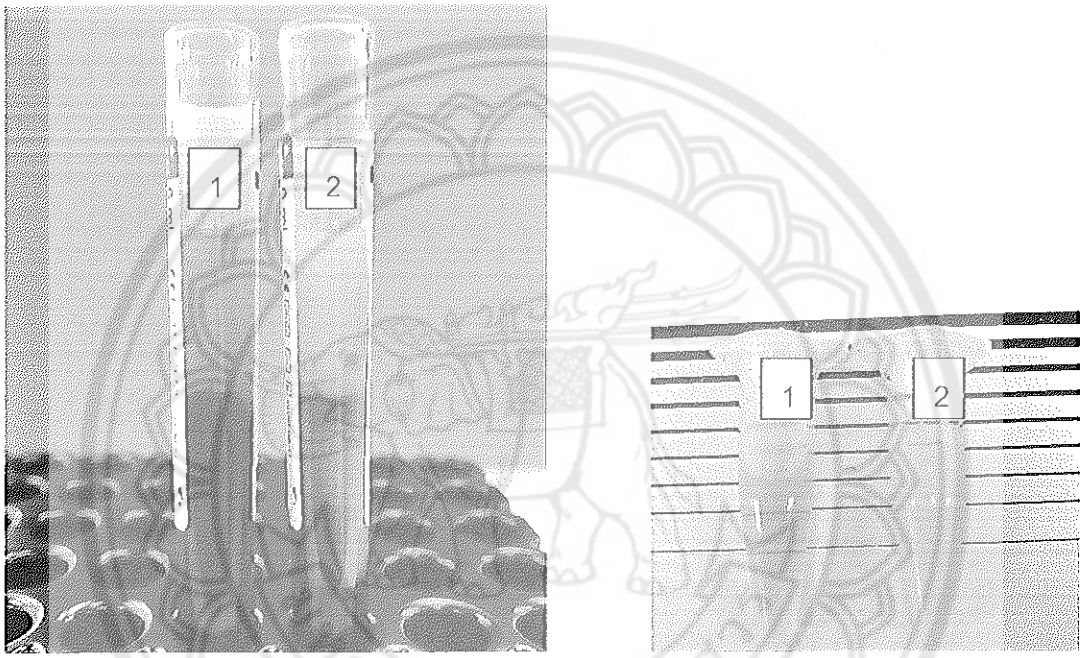
การประเมินความขุ่นของซีรัมจากทั้ง 3 วิธีพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับในพลาสมา โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแผนภาพ A สูงกว่าแผนภาพ B เมื่อเปรียบเทียบกับการวัดค่าการดูดกลืนแสง (r = 0.933 และ 0.690 ตามลำดับ) การตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Ortho Autovue Innova พบว่าความขุ่นมีความสัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้ของการตรวจคัดกรองแอนติบอดีโดยรายงานผลไม่ได้แบบรวมและแบบรายงานผลเป็น "WLL" โดยพบอัตราการรายงานผลไม่ได้สูงในกลุ่มตัวอย่างขุ่น ส่วนการทดลองโดยการเตรียมสารชีวเคมีระดับต่างๆเพื่อดูผลกระทบต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดี พบว่าระดับอัลบูมินความเข้มข้น ≥12.0 g/dl และโกลบูลินความเข้มข้น 6.0 g/dl ส่งผลกระทบต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดีโดยพบปฏิกิริยาบวกแรงมากกว่าเริ่มต้นและพบผลบวกปลอม ระดับกลูโคสไม่ส่งผลกระทบต่อการตรวจ ระดับไตรกลีเซอไรด์โดยการเติม intralipid® ระดับความเข้มข้น 1,500-2,000 mg/dl และในซีรัมผู้บริจาคโลหิตที่มีลักษณะขาวขุ่นที่ ระดับไตรกลีเซอไรด์ 850 และ 3,400 mg/dl ส่งผลกระทบต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดีโดยพบเป็นผลลบปลอม เมื่อศึกษาความเป็นปัจจัยเสี่ยงในกลุ่มผู้บริจาคโลหิตพบว่าเพศหญิงมีอัตราเสี่ยงต่อการรายงานผลเป็น "?" มากกว่าเพศชาย 3.11 เท่า ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร >1.000 มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้รวม และรายงานผลเป็น "WLL" มากกว่าค่าการดูดกลืนแสง ≤1.000 7.26 และ 21.25 เท่าตามลำดับ ซีรัมมีระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้รวมและรายงานผลเป็น "?" มากกว่าซีรัมมีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl 6.19 และ 3.39 เท่าตามลำดับ ซีรัมมีระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้รวมและรายงานผลเป็น "WLL" มากกว่าซีรัมมีระดับไตรกลีเซอไรด์น้อยกว่า 500 mg/dl เท่ากับ 17.12 และ 97.31 เท่าตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างโลหิตของผู้บริจาคโดยเก็บตัวอย่างขุ่นและไม่ขุ่น กลุ่มละ 199 ราย จำนวนรวม 398 ราย พบว่ากลุ่มตัวอย่างขุ่นมีอัตราเพศชายมากกว่ากลุ่มตัวอย่างปกติ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) สอดคล้องกับการรายงานของ Prapainil Kaewduang ซึ่งได้ศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อภาวะพลาสมาขาวขุ่นจากไขมันในผู้บริจาคโลหิต พบว่า เพศชายมีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดพลาสมาขาวขุ่นมากกว่าเพศหญิง 3.10 เท่า (54) และรายงานของ Karlijn Peffer ซึ่งได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวกับพลาสมาขุ่นของผู้บริจาคโลหิตโดยศึกษาคุณลักษณะและระดับไขมันในเลือดของผู้บริจาคโลหิตพบว่า เพศชายพบพลาสมาขุ่นในอัตราที่สูงกว่าเพศหญิง 4.6 เท่า (55) และเป็นที่ทราบกันดีว่าตัวอย่างขุ่นเกิดจากการมีระดับไลโปโปรตีนชนิด chylomicron และ VLDL ซึ่งมีอนุภาคขนาดใหญ่ในกระแสเลือด ทำหน้าที่ขนส่งไตรกลีเซอไรด์ไปสู่เนื้อเยื่อต่างๆ โดยระดับไตรกลีเซอไรด์มีความสัมพันธ์ระดับความขุ่น (56) จากการศึกษาของ Nicolas D Knuth พบว่าเพศชายมีระยะเวลาในการนำไตรกลีเซอไรด์เข้าสู่เนื้อเยื่อต่างๆใช้เวลานานกว่าเพศหญิงเป็นสาเหตุให้ยังคงพบ chylomicron และ VLDL ซึ่งเป็นสาเหตุให้เพศชายพบตัวอย่างขุ่นมากกว่าเพศหญิง (57) นอกจากนี้เพศชายยังมีความชุกในการสูบบุหรี่และดื่มแอลกอฮอล์ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำ ให้พบตัวอย่างขุ่นมากกว่าเพศหญิง (58, 59) การศึกษานี้ยังพบว่าอายุมีความสัมพันธ์กับภาวะตัวอย่างขุ่น ($p=0.005$) โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุมากกว่า 35 ปีพบในกลุ่มตัวอย่างขุ่นมีอัตราสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ขุ่น สอดคล้องกับการรายงานของ Prapainil Kaewduang พบว่าผู้มีอายุมากกว่า 35 ปีมีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดพลาสมาขุ่นขาวมากกว่าผู้มีอายุน้อยกว่า 35 ปี 2.50 เท่า (54) และรายงานของ Cinta Botelho Dias เมื่อวัดระดับไตรกลีเซอไรด์หลังรับประทานอาหาร 6 ชั่วโมงพบว่า ผู้มีอายุ 20-30 ปี ระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลงเร็วกว่าผู้มีอายุ 31-40 และ 41-50 ปี ตามลำดับ (60)

ในงานตรวจทางห้องปฏิบัติการ การประเมินระดับความขุ่นวิธีมาตรฐานคือการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตรโดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งปัจจุบันเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติหลายชนิดได้มีการประเมินลักษณะของตัวอย่างก่อนการตรวจวิเคราะห์ การประเมินความขุ่นด้วยตาเป็นวิธีที่สะดวกและเป็นที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการทั่วไป โดยใช้การประเมินระดับความขุ่นเทียบกับแผนภาพ A ซึ่งมีความยากในการตัดสินใจของผู้ปฏิบัติงาน งานวิจัยนี้จึงได้สร้างแผนภาพ B ซึ่งเมื่อศึกษาวิธีการประเมินระดับความขุ่นด้วยแผนภาพ A แผนภาพ B เปรียบเทียบการวัดค่าการดูดกลืนแสงพบว่าแผนภาพ A ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูง ($r= 0.904$ และ 0.933 สำหรับพลาสมาและซีรัมตามลำดับ) ซึ่งผู้ประเมินระดับความขุ่นในการศึกษานี้เป็นผู้มีประสบการณ์ในการประเมินระดับความขุ่นโดยใช้แผนภาพ A มานาน จึงยังเป็นวิธีที่ดีหากต้องการประเมินความขุ่นด้วยตาเปล่า ส่วนแผนภาพ B แม้จะมีความสัมพันธ์กับค่าการ

ดูดกลืนแสงแต่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำกว่าแผนภาพ A มาก ทั้งนี้อาจเนื่องจากแผนภาพ B ใช้เกณฑ์ในการประเมินคือระดับการมองเห็นของเส้น โดยไม่มีการประเมินความคมชัด ทำให้การจำแนกระดับความขุ่นไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากบางตัวอย่างที่มีระดับความขุ่นมากสามารถมองเห็นเส้นได้ในระดับเดียวกับตัวอย่างที่มีระดับความขุ่นน้อยแต่การมองเห็นของเส้นมีความคมชัดไม่เท่ากันดังภาพ 15 จึงควรพัฒนาต่อไป

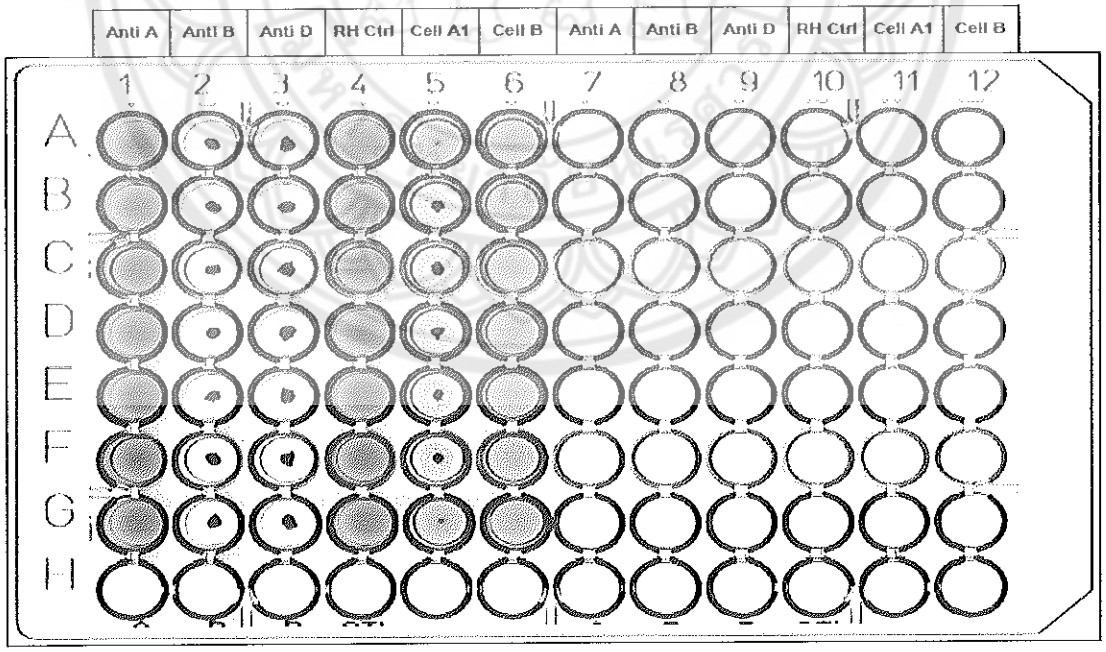


ภาพ 15 การประเมินความขุ่นด้วยแผนภาพ A และ B ในตัวอย่างที่มีระดับความขุ่นต่างกันในการประเมินด้วยแผนภาพ A (ตัวอย่างที่ 1 ความขุ่นเป็น 0, ตัวอย่างที่ 2 ความขุ่นเป็น 4+)แต่สามารถมองเห็นที่เส้นระดับเดียวกันในการประเมินด้วยแผนภาพ B (ความขุ่นของตัวอย่างที่ 1 และ 2 เป็น 0)

การศึกษาปัจจัยของความขุ่นต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจหมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 และการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Ortho Autovue Innova พบว่าความขุ่นไม่มีความสัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้ของเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 (ตาราง 6) แต่สัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้ของการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Ortho Autovue (ตาราง 7) อย่างไรก็ตามจำนวนตัวอย่างที่สุ่มเก็บจำนวน 398 รายนั้น พบรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตไม่ได้โดยพบรายงานผลเป็น

"X" และ "?" จำนวน 7 และ 20 รายตามลำดับ การตรวจคัดกรองแอนติบอดีพบรายงานผลไม่ได้เป็น ."WLL" และ "?" จำนวน 20 และ 23 รายตามลำดับ ซึ่งจำนวนตัวอย่างที่รายงานผลไม่ได้มีจำนวนน้อย จึงได้ศึกษาความเป็นปัจจัยเสี่ยงของระดับความขุ่นกับการรายงานผลไม่ได้ในขั้นตอนต่อไป

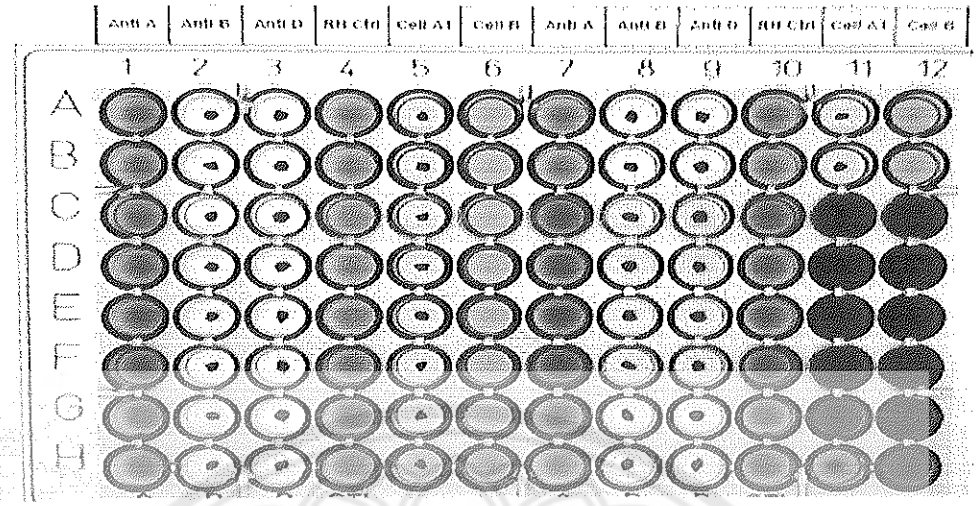
ระดับสารชีวเคมีที่ส่งผลกระทบต่อการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 (ตาราง 8) พบว่าระดับกลูโคสที่ความเข้มข้น 1,000 mg/dl เครื่องรายงานผลเป็น "?" ดังภาพ 16 ตำแหน่ง A หมายเลข 1-6 และทดสอบซ้ำได้ผลดังภาพ 16 ตำแหน่ง G หมายเลข 1-6 เมื่อนำมาตรวจด้วยวิธีหลอดทดลองพบว่าปฏิกิริยาระหว่างพลาสมาหมู่โลหิต B กับ cell A ให้ปฏิกิริยาลดลงเป็น 1+ (ปฏิกิริยาที่ควรเป็นคือ 4+) โดยปัจจัยที่สามารถรบกวนปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจน-แอนติบอดี ได้แก่ อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา ความเป็นกรด-ด่าง ionic strength สัดส่วนความเข้มข้นของแอนติเจนและแอนติบอดี ความหนืดรวมถึงประจุรอบเซลล์ (61) แต่ในกรณีระดับกลูโคสที่ความเข้มข้น 1,000 mg/dl อาจเป็นผลจากความหนืดทำให้เกิดการขัดขวางการทำปฏิกิริยาของแอนติเจน-แอนติบอดีหรืออาจรบกวนจากลักษณะทางกายภาพ เช่น ความหนืดส่งผลให้การดูดตัวอย่างไม่ได้ปริมาตรที่เหมาะสม หรือมีผลต่อการอ่านผลปฏิกิริยา เช่น ความหนืดทำให้ต้องเขย่าขณะอ่านปฏิกิริยาแรงขึ้นจากการตรวจด้วยวิธีหลอดทดลอง



ภาพ 16 การตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของ Glucose 1,000 mg/dl (ตำแหน่ง A หมายเลข 1-6)

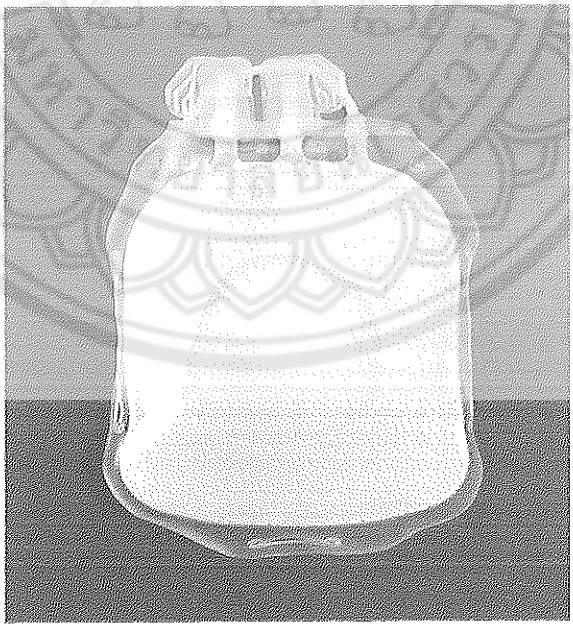
การศึกษาหาระดับไตรกลีเซอไรด์ที่ส่งผลกระทบต่อการตรวจโดยเติม intralipid® พบว่าเครื่องไม่สามารถรายงานผลได้ เนื่องจากภาพที่เครื่องถ่ายได้มีลักษณะทึบแสงดังภาพ 17 ตำแหน่ง C ถึง H หมายเลข 7-12 เป็นตัวอย่างที่เติม intralipid® ที่ระดับความเข้มข้น 2,500, 2,000, 1,500, 1,000, 500, 250 และ 125 mg/dl ตามลำดับโดย intralipid® ผลิตจากส่วนผสมของน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 20, Egg yolk phospholipid ร้อยละ 1.2, Glycerin ร้อยละ 2.25, ผสมกับน้ำและเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อปรับค่า pH เป็น 8.0 (35) มีขนาดโมเลกุล 200-600 นาโนเมตร เฉลี่ย 345 นาโนเมตร เป็นที่นิยมใช้ในการหาระดับไตรกลีเซอไรด์ที่ส่งผลกระทบต่อการตรวจต่างๆ (33, 34) แต่ intralipid® มีลักษณะขาวขุ่นข้นจนทำให้เครื่องซึ่งอาศัยหลักการอ่านผลด้วยภาพไม่สามารถรายงานได้แม้มีระดับไตรกลีเซอไรด์ต่ำ และเมื่อนำไปทดสอบด้วยวิธีหลอดทดลองก็พบว่าไม่สามารถอ่านปฏิกิริยาได้ชัดเจนเช่นกันเนื่องจากตัวอย่างที่เตรียมได้มีลักษณะสีขาว ขุ่น ข้นคล้ายนม แต่การศึกษาโดยใช้พลาสมาของผู้บริจาคโลหิตที่มีลักษณะขาวขุ่นเมื่อประเมินด้วยตาพบว่ามีระดับความขุ่น 4+ ดังภาพ 18 มาเจือจางเพื่อตรวจหาระดับไตรกลีเซอไรด์ที่ส่งผลต่อการตรวจ พบว่าระดับไตรกลีเซอไรด์ตั้งแต่ 1,700 mg/dl เริ่มส่งผลกระทบต่อการตรวจ ดังภาพ 19 ตำแหน่ง A ถึง E เป็นตัวอย่างที่มีลักษณะสีขาว ขุ่น ข้นคล้ายนม ที่ระดับความเข้มข้น 3,400, 1,700, 850, 425 และ 212 mg/dl ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำมาทดสอบด้วยวิธีหลอดทดลองพบสามารถรายงานผลได้ ดังนั้นการรายงานผลไม่ได้ของเครื่องตรวจหมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ซึ่งอาศัยหลักการอ่านผลด้วยภาพ ความขุ่นในตัวอย่างส่งผลทำให้ภาพถ่ายขาดความคมชัดจึงไม่สามารถรายงานผลได้ นอกจากนี้อาจเกิดจากไขมันทำให้ตัวอย่างตรวจไม่เป็นเนื้อเดียวกันอาจทำให้สัดส่วนความเข้มข้นของแอนติเจนและแอนติบอดีไม่เหมาะสม รวมถึงอาจทำให้เกิดการขัดขวางการทำปฏิกิริยา (13) ซึ่งผลการศึกษานี้ไม่สอดคล้องกับการศึกษาแรกที่พบว่าความขุ่นไม่สัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้ของการตรวจหมู่โลหิตเนื่องจากตัวอย่างที่ส่งผลกระทบต่อการตรวจต้องมีระดับความขุ่นมาก แต่ในการศึกษาแรกนั้น พบตัวอย่างที่มีระดับความขุ่นมากกว่า 3+ จำนวนเพียง 2 รายเท่านั้น จึงไม่สามารถนำมาสรุปผลได้

การเติม intralipid® อาจไม่เป็นตัวแทนที่เหมาะสมของการตรวจหาระดับการรบกวนของสารไตรกลีเซอไรด์ในคน ดังเช่นการศึกษาของ Nanji AA และคณะ (38) โดยศึกษาการรบกวนของตัวอย่างขุ่นจากมนุษย์กับตัวอย่างที่ถูกทำให้ขุ่นโดยเติม intralipid® โดยเตรียมให้มีระดับไตรกลีเซอไรด์เท่ากัน คือ 3.4 mmol/l พบว่าในการทดสอบสารหลายชนิดในเครื่องตรวจวิเคราะห์ทางเคมีต่างๆให้ผลไม่สอดคล้องกันระหว่างตัวอย่างขุ่นกับตัวอย่างที่ถูกทำให้ขุ่นโดยเติม intralipid® และ การศึกษาของ Borhhost JA และคณะ (37) ได้แนะนำว่าการศึกษาการรบกวนของระดับไตรกลีเซอไรด์ในการทดสอบต่างๆควรใช้ตัวอย่างที่เตรียมจากผู้ป่วยมีความเหมาะสมกว่าตัวอย่างที่เตรียมโดยเติม intralipid®

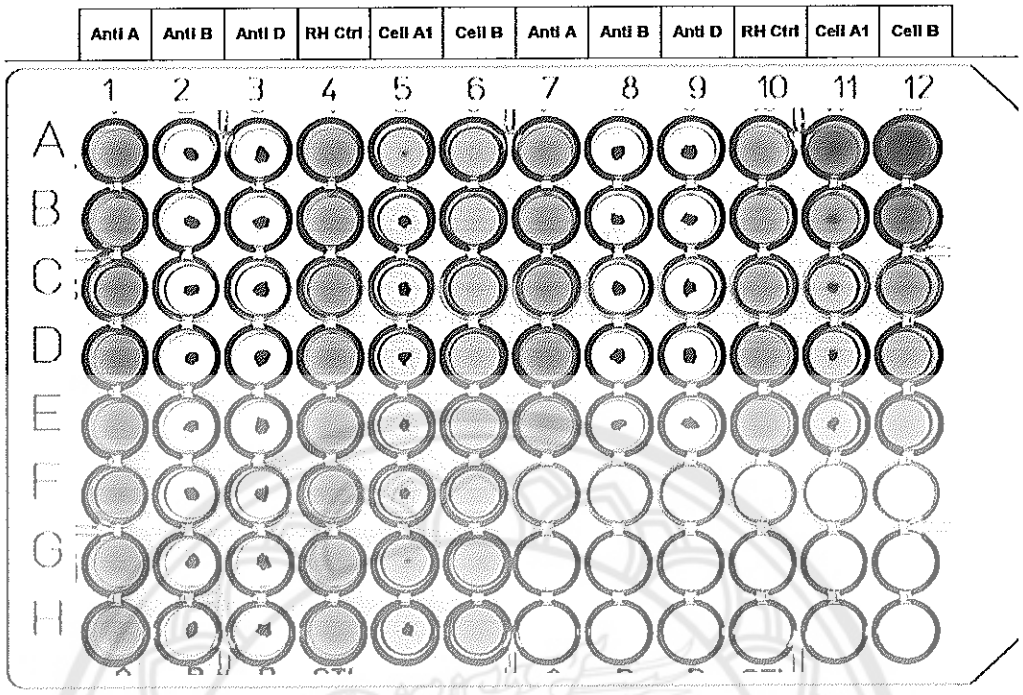


ภาพ 17 การตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ในตัวอย่างที่เติม intralipid® (ตำแหน่ง C ถึง H หมายเลข 11-12)

หมายเหตุ: หมายเลข 7-12 เป็นการตรวจหมู่โลหิตด้วยวิธี cell grouping และ serum grouping โดยแถว C ถึง H เป็นตัวอย่างที่เติม intralipid® ที่ระดับความเข้มข้น 2,500, 2,000, 1,500, 1,000, 500, 250 และ 125 mg/dl ตามลำดับ



ภาพ 18 ส่วนประกอบโลหิตชนิด fresh frozen plasma นำมาศึกษาหาระดับไตรกลีเซอไรด์ ที่ส่งผลกระทบต่อการตรวจด้วยเครื่องอัตโนมัติที่ใช้เทคนิคการอ่านผลด้วยภาพ



ภาพ 19 การตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3 ในตัวอย่างที่มีลักษณะสีขาว ขุ่น ข้นคล้ายนม (ตำแหน่ง A ถึง E หมายเลข 7-12)

หมายเหตุ: หมายเลข 7-12 เป็นการตรวจหมู่โลหิตด้วยวิธี cell grouping และ serum grouping โดยแถว A ถึง E เป็นตัวอย่างที่มีลักษณะสีขาว ขุ่น ข้นคล้ายนม ที่ระดับความเข้มข้น 3,400, 1,700, 850, 425 และ 212 mg/dl ตามลำดับ

ระดับสารชีวเคมีที่ส่งผลกระทบต่อการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Ortho Autovue Innova พบว่าระดับอัลบูมิน 12.0 และ 14.0 g/dl มีปฏิกิริยาที่แรงขึ้นและพบผลบวกปลอมใน screening cell O1 ที่ระดับความเข้มข้น 14.0 g/dl เนื่องจากอัลบูมินเป็นสารที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจน-แอนติบอดีให้ดีขึ้นโดยลดประจุรอบเซลล์ (62) ทำให้เซลล์เข้าใกล้กันมากขึ้น มีผลให้ IgG 1 โมเลกุลเชื่อมโยงเม็ดเลือดแดงที่มีแอนติเจนจำเพาะได้มากกว่า 1 เซลล์ ส่วนโกลบูลินพบปฏิกิริยาแรงขึ้นที่ระดับความเข้มข้น 6.0 g/dl สอดคล้องกับรายงานผู้ป่วยโดย ทศพล มีน่วม งานธนาคารเลือด คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (63) ผู้ป่วยชายไทยอายุ 54 ปี ป่วยด้วยโรค multiple myeloma ซึ่งมีการสร้างโมโนโคลนัล IgG ปริมาณมาก โดยตรวจพบ IgG 1,300 mg/dl ผลตรวจหมู่โลหิตพบไม่ทำปฏิกิริยากับ anti-A, anti-B และ anti-A,B ส่วน serum grouping ไม่สามารถตรวจได้เนื่องจากซีรัมเหนียวเป็นวุ้น ผลตรวจคัดกรอง

แอนติบอดีพบผลบวกปลอมจาก rouleaux formation โดย IgG ปริมาณมากจะรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่มีผลทำให้เลือดหนืดส่งผลกระทบต่อผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ ซึ่งระดับความเข้มข้นของอัลบูมินและโกลบูลินสูงมักไม่พบในผู้บริจาคโลหิตซึ่งมักเป็นผู้มีสุขภาพดีและถูกคัดกรองโดยเจ้าหน้าที่ก่อนบริจาคโลหิตแล้ว ส่วนการศึกษาซีรัมที่ถูกเติม intralipid® เพื่อหาระดับไตรกลีเซอไรด์และซีรัมของผู้บริจาคโลหิตที่มีลักษณะขาวขุ่นเมื่อนำมาตรวจคัดกรองแอนติบอดี พบว่าการรายงานผลลบปลอมกับระดับไตรกลีเซอไรด์ไม่ได้เป็นไปตามแนวโน้มของความเข้มข้น อาจเนื่องจากการไม่เป็นเนื้อเดียวกันของซีรัม เมื่อเครื่องดูดซีรัมเพื่อนำไปตรวจวิเคราะห์อาจได้ซีรัมที่แท้จริงหรืออาจได้ส่วนที่ทดแทนซีรัมได้แก่ส่วนที่เป็นไขมันทำให้ผลการตรวจมีความไม่แน่นอน

การประเมินระดับความขุ่นพบมีความสัมพันธ์กับระดับโกลบูลิน โปรตีนรวมและไตรกลีเซอไรด์ทั้งในพลาสมาและซีรัม (ตาราง 9 และ 18 ตามลำดับ) ในตัวอย่างที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์สูง ความขุ่นเกิดจากไคโลไมครอนซึ่งถูกสร้างที่ลำไส้เล็กทำหน้าที่ขนส่งไตรกลีเซอไรด์จากอาหาร มีขนาด 80-1,200 นาโนเมตร ความหนาแน่นน้อยกว่า 0.95 กรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งมีขนาดอนุภาคใหญ่ทำให้มีการสะท้อนของแสงจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้พลาสมาและซีรัมมีลักษณะขุ่นขาว ประกอบกับการที่มีความหนาแน่นต่ำเมื่อตั้งทิ้งไว้สามารถเห็นเป็นครีมที่ผิวบนพลาสมาและซีรัมได้ ระดับไคโลไมครอนจะสูงภายใน 3-4 ชั่วโมงภายหลังรับประทานอาหาร และจะหมดไปใน 12-14 ชั่วโมง (20, 21) สำหรับระดับโปรตีนรวมและโกลบูลินนั้นประกอบด้วยโปรตีนหลายชนิด ยังไม่ทราบว่าโปรตีนใดบ้างที่ทำให้ตัวอย่างขุ่นนอกเหนือจาก IgG ที่กล่าวไปข้างต้น จึงควรมีการศึกษาต่อไปในอนาคต ในส่วนของซีรัมพบความขุ่นมีความสัมพันธ์กับระดับอัลบูมิน $\leq$5.0 g/dl โดยอาจเป็นผลมาจากสารอื่นในซีรัม ซึ่งซีรัมที่มีระดับอัลบูมิน $\leq$5.0 g/dl จำนวน 136 รายพบมีระดับไตรกลีเซอไรด์เฉลี่ย 394.01 mg/dl ระดับโกลบูลินเฉลี่ย 3.40 g/dl และระดับโปรตีนรวมเฉลี่ย 8.06 g/dl

การรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตไม่ได้เป็น "X" และ "?" พบมีความสัมพันธ์กับระดับโกลบูลิน โปรตีนรวมและไตรกลีเซอไรด์ (ตาราง 11) ซึ่งเป็นสารชีวเคมีที่มีความสัมพันธ์กับระดับความขุ่นคือระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl มีความสัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้แบบรวมและรายงานผลเป็น "?" และสัมพันธ์กับการประเมินความขุ่นทั้ง 3 วิธี แต่ระดับโกลบูลิน $\leq$3.0 g/dl มีความสัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้แบบรวมและรายงานผลเป็น "X" ระดับโปรตีนรวม $\leq$8.0 g/dl มีความสัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้แบบรวม รายงานผลเป็น "X" และ "?" แต่สัมพันธ์กับการประเมินระดับความขุ่นในทิศทางตรงข้ามคือ ระดับโกลบูลิน >3.0 g/dl และ ระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl มีความสัมพันธ์กับการประเมินระดับความขุ่นทั้ง 3 วิธี (ตาราง 9) ดังนั้นการประเมินตัวอย่างจากความขุ่นเพียงอย่างเดียวจะสามารถคัดตัวอย่างออกจากการตรวจที่มีสาเหตุจากระดับ

ไตรกลีเซอไรด์สูงเท่านั้น ไม่สามารถคัดกรองเอาตัวอย่างที่มีระดับโกลบูลินและโปรตีนรวมต่ำซึ่งสัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้จากการตรวจหมู่โลหิตด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์หมู่โลหิตอัตโนมัติ Qwalys 3

การรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีไม่ได้เป็น "WLL" และ "?" พบมีความสัมพันธ์กับระดับอัลบูมิน โกลบูลิน โปรตีนรวม ไตรกลีเซอไรด์และกลูโคส (ตาราง 20) โดยพบว่าระดับไตรกลีเซอไรด์ > 500 mg/dl มีความสัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้แบบรวมและรายงานผลเป็น "WLL" และสัมพันธ์กับการประเมินความขุ่นทั้ง 3 วิธี ระดับอัลบูมิน ≤5.0 g/dl สัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้แบบรวมและรายงานผลเป็น "WLL" และสัมพันธ์กับการประเมินความขุ่นโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสง ระดับโกลบูลิน ≤3.0 g/dl สัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้เป็น "?" ระดับโกลบูลิน >3.0 g/dl สัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้เป็น "WLL" และการประเมินความขุ่นทั้ง 3 วิธี ระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl สัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้รวมและรายงานผลไม่ได้เป็น "?" และระดับความขุ่นของซีรัมมีทิศทางตรงกันข้าม ดังนั้นการประเมินตัวอย่างจากความขุ่นเพียงอย่างเดียวจะสามารถคัดตัวอย่างออกจากการตรวจที่มีสาเหตุจากระดับไตรกลีเซอไรด์สูงและโกลบูลินสูงเท่านั้น ไม่สามารถคัดกรองเอาตัวอย่างที่มีระดับอัลบูมิน โกลบูลินและโปรตีนรวมต่ำได้ซึ่งสัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้จากการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Ortho Autovue Innova ส่วนระดับกลูโคสนั้นระดับที่สูงมีความสัมพันธ์กับการรายงานผลไม่ได้เป็น "?" แต่ไม่สัมพันธ์กับระดับความขุ่นของซีรัมจึงไม่สามารถคัดออกได้ด้วยความขุ่นของซีรัม อย่างไรก็ตามระดับกลูโคสที่ได้จากการศึกษานี้เป็นการวัดจากซีรัมซึ่งเป็นการเก็บในตัวอย่างในหลอดเก็บตัวอย่างที่ผสม clot activator ทำให้ได้ระดับกลูโคสที่มีต่ำกว่าความเป็นจริงเนื่องจากไม่มีสารยับยั้งขบวนการสลายกลูโคส (glycolysis)

การศึกษาความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการตรวจหมู่โลหิตที่รายงานผลไม่ได้เป็น "X" ซึ่งตามคู่มือการใช้เครื่องระบุว่าเกิดจากผลของปฏิกิริยาไม่สอดคล้องกันระหว่าง cell grouping และ serum grouping หรือเครื่องไม่สามารถดูดตัวอย่างหรือน้ำยาเพื่อทำปฏิกิริยาได้ ผลการศึกษาพบว่าค่าการดูดกลืนแสง >1.000 มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลเป็น "X" มากกว่าค่าการดูดกลืนแสง ≤1.000 42.54 เท่า (ตาราง 15) เนื่องมาจากพลาสมาที่มีความขุ่นส่งผลต่อความคมชัดของภาพเป็นผลให้ซอฟแวร์ที่ทำการประมวลผลเปรียบเทียบขนาดและความคมชัดของภาพระหว่างขอบของเม็ดเลือดแดงที่ตกลงที่ก้นหลุมกับขอบปฏิกิริยาไม่ชัดเจนมีผลให้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นไม่สอดคล้องกันระหว่าง cell grouping และ serum grouping รวมทั้งการดูดพลาสมาที่มีความขุ่นซึ่งมีสารอื่นๆแทนพลาสมาทำให้ดูดส่วนที่ไม่เป็นตัวอย่างอย่างแท้จริง ส่วนระดับโปรตีนรวม ≤8.0

g/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงการรายงานผลไม่ได้มากกว่าพลาสมาที่มีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl 34.90 เท่า โดยระดับโปรตีนรวมในซีรัมคนปกติประกอบด้วยอัลบูมินซึ่งเป็นโปรตีนพบมากสุด ประมาณร้อยละ 60 ซึ่งอัลบูมินมีความสำคัญกับการเกิดปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจน-แอนติบอดี คืออัลบูมินมีประจุสุทธิเป็นลบสูงมากทำให้ประจุลบบนผิวเม็ดเลือดแดงมีความเป็นลบลดลงและสามารถจับกับแอนติบอดีได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับการรายงานของ Beryl Armstrong (61) พบว่ามีการเติมสารต่างๆ ในปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจน-แอนติบอดีเพื่อเพิ่มความไวในการจับกันของแอนติเจนและแอนติบอดี เช่น 22% bovine serum albumin, polyethylene glycol และ polybrene แต่จากการศึกษาครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีระดับอัลบูมินระหว่าง 3.3-5.6 g/dl ซึ่งใกล้เคียงกับระดับปกติ (3.5-5.0 g/dl) ดังนั้นความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการตรวจหมู่โลหิตที่รายงานผลไม่ได้เป็น "X" จึงน่าจะเป็นส่วนโกลบูลินซึ่งการศึกษานี้ได้ค่าความเข้มข้นโกลบูลินจากการคำนวณโดยใช้ค่าความเข้มข้นโปรตีนรวมลบด้วยค่าความเข้มข้นอัลบูมินพบว่าให้ผลสอดคล้องกับค่าโปรตีนรวม ส่วนการรายงานผลไม่ได้เป็น "?" ซึ่งตามคู่มือการใช้เครื่องระบุว่าเกิดจากการประมวลผลตรวจโดยใช้ซอฟแวร์ของเครื่องซึ่งทำการถ่ายภาพปฏิกิริยาที่เกิดบนไมโครเพลท หลังจากนั้นซอฟแวร์ทำการเปรียบเทียบขนาดและความคมชัดของภาพระหว่างขอบของเม็ดเลือดแดงที่ตกลงที่ก้นหลุมกับขอบปฏิกิริยา โดยรายงานค่าเป็นตัวเลข 0-100 และแปลผลเป็น 0 ถึง 4+ ถ้าพบค่าน้อยกว่า 20 รายงานผลเป็น "?" โดยการศึกษานี้พบระดับโปรตีนรวม $\leq$8.0 g/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงมากกว่าพลาสมาที่มีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl 8.95 เท่า (ตาราง 17) การมีระดับโปรตีนต่ำอาจส่งผลต่อการทำปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจน-แอนติบอดี ส่วนระดับไตรกลีเซอไรด์ที่ >500 mg/dl พบเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานไม่ได้เป็น "?" มากกว่าพลาสมาที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ $\leq$500 mg/dl 10.35 เท่า โดยระดับไตรกลีเซอไรด์พบสัมพันธ์กับระดับความขุ่น ดังรายงานของ Giuseppe Lippi (64) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความขุ่นและระดับไตรกลีเซอไรด์ในผู้บริจาคโลหิตพบว่ามีความสัมพันธ์กันโดยระดับไตรกลีเซอไรด์ระหว่าง 300-600, 600-1,000 และ >1,000 mg/dl มีระดับความขุ่นเป็น slighty, moderate และ markedly turbid ตามลำดับ โดยตัวอย่างที่ขุ่นมีไลโปโปรตีนชนิด chylomicron และ VLDL ซึ่งมีขนาดอนุภาคใหญ่ อาจมีผลให้ขัดขวางการจับกันระหว่างแอนติเจนกับแอนติบอดีและอาจทำให้การถ่ายภาพได้ภาพไม่ชัดเจน

การศึกษาความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Ortho Autovue Innova โดยรายงานผลไม่ได้เป็น “WLL” ซึ่งตามคู่มือการใช้เครื่องระบุว่าเกิดจากเครื่องประมวลผลโดยถ่ายภาพด้านหน้าและหลังของปฏิกิริยาที่เกิดใน cassette หลังจากนั้นประมวลผลโดยซอฟแวร์ Image processing software (IPS) โดย

ก่อนรายงานผลเครื่องมีการตรวจวัดระดับของเหลวที่เกิดใน cassette ถ้าระดับของเหลวไม่เหมาะสมหรือตรวจหาระดับความโค้งของของเหลวไม่ได้จะรายงานผลเป็น wrong liquid level (WLL) โดยค่าการดูดกลืนแสง >1.000 มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลเป็น "WLL" มากกว่าค่าการดูดกลืนแสง ≤1.000 22.33 เท่า และระดับไตรกลีเซอไรด์ที่ >500 mg/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงมากกว่าซีรัมที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ ≤500 mg/dl 10.35 เท่า ระดับความขุ่นมีความสัมพันธ์กับระดับไตรกลีเซอไรด์และส่งผลต่อการตรวจวัดระดับของเหลวก่อนการประมวลผลของซอฟแวร์โดยขั้นตอนการถ่ายภาพแสงจากแหล่งกำเนิดจะส่องกระทบ cassette ซึ่งตัวอย่างที่มีระดับความขุ่น แสงจะถูกดูดซับด้วยอนุภาคที่อยู่ในตัวอย่างขุ่นทำให้ภาพที่ได้มีลักษณะทึบ ขาดความคมชัด ดังภาพ 20 ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้เป็น "WLL" สำหรับการรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีไม่ได้เป็น "?" ซึ่งตามคู่มือการใช้เครื่องระบุว่าเกิดจากผลการทดสอบมีความไม่ชัดเจนหรือพบการฟุ้งของบริเวณผิวเม็ดเลือดแดงที่ก้นหลุม พบว่าระดับโปรตีนรวม ≤8.0 g/dl มีความเป็นปัจจัยเสี่ยงมากกว่าพลาสมาที่มีระดับโปรตีนรวม >8.0 g/dl 3.39 เท่า โดยคาดว่ามีสาเหตุเช่นเดียวกับการรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตไม่ได้โดยรายงานผลเป็น "?" นอกจากนี้ยังพบว่าเพศหญิงมีความเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้มากกว่าเพศชาย 3.11 เท่าสาเหตุยังไม่ทราบแน่ชัดเนื่องจากเพศหญิงมีความต่างจากเพศชายหลายประการ ได้แก่ ภาวะตั้งครรภ์ ฮอร์โมนเพศ เมทาบอลิสม การใช้ชีวิตประจำวัน เช่น การสูบบุหรี่ การดื่มแอลกอฮอล์ ลักษณะการทำงานต่างๆ รวมถึงส่วนใหญ่เพศหญิงมีระดับฮีโมโกลบินต่ำกว่าเพศชายจึงอาจทำให้มีโอกาสที่จะพบเม็ดเลือดแดงฟุ้งมากกว่าเพศชาย

ภาพ 20 การตรวจคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องตรวจคัดกรองแอนติบอดี Ortho Autovue Innova ในตัวอย่างขุ่น (หลุมที่ 3-4)

การรายงานผลการตรวจหมู่โลหิตไม่ได้ โดยรายงานผลเป็น "X" พบไม่สัมพันธ์กับระดับความขุ่นจากการประเมินทั้ง 3 วิธี แต่เมื่อศึกษาความเป็นปัจจัยเสี่ยงพบการวัดค่าการดูดกลืนแสง >1.000 และการมีระดับโปรตีนรวม <8.0 g/dl เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการรายงานผลไม่ได้เป็น "X" การรายงานผลไม่ได้เป็น "?" ไม่สัมพันธ์กับการประเมินระดับความขุ่นแต่สัมพันธ์กับการมีระดับโปรตีนรวม $\leq$8.0 g/dl และการมีระดับไตรกลีเซอไรด์ >500 mg/dl การรายงานผลการตรวจคัดกรองแอนติบอดีไม่ได้ โดยรายงานผลเป็น "WLL" พบมีความสัมพันธ์กับการประเมินความขุ่นโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงและระดับไตรกลีเซอไรด์ และการรายงานผลเป็น "?" พบสัมพันธ์กับอายุและระดับโปรตีนรวม

ข้อเสนอแนะ

ซีรัมหรือพลาสมาของผู้บริจาคโลหิตที่มีลักษณะขุ่นส่งผลกระทบต่อการตรวจหมู่เลือดและคัดกรองแอนติบอดี ดังนั้นหน่วยงานที่รับบริจาคโลหิตและงานธนาคารเลือดควรเพิ่มการประชาสัมพันธ์ให้ผู้บริจาคโลหิตงดรับประทานอาหารที่มีไขมันสูงก่อนมาบริจาคโลหิต นอกจากจะช่วยลดการสูญเสียจากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขุ่นแล้วยังเป็นการลดปัจจัยเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบต่อผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการได้

ในการประเมินความขุ่นของตัวอย่างตรวจด้วยแผนภาพ B ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการวัดการดูดกลืนแสงน้อยกว่าแผนภาพ A หากต้องการพัฒนาควรประเมินความขุ่นโดยใช้เกณฑ์การมองเห็นของระดับเส้นและความสามารถในการจำแนกระยะห่างระหว่างเส้นสองเส้น อาจจะทำให้การประเมินระดับความขุ่นมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

1. นวพรรณ จารุรักษ์. การควบคุมคุณภาพวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการคลินิก:จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: พี.เอ.ลิฟวิ่ง; 2554.

2. Plebani M. Quality Indicators to Detect Pre-Analytical Errors in Laboratory Testing. The Clinical Biochemist Reviews. 2012;33(3):85-88.

3. Lippi G, Chance Jeffrey J, Church S, Dazzi P, Fontana R, Giavarina D, et al. Preanalytical quality improvement: from dream to reality. Clinical chemistry and laboratory medicine. 2011; 1113-1126.

4. Lippi G, Guidi GC, Mattiuzzi C, Plebani M. Preanalytical variability: the dark side of the moon in laboratory testing. Clinical chemistry and laboratory medicine. 2006;44(4): 358-365.

5. Lippi G, Salvagno GL, Montagnana M, Franchini M, Guidi GC. Phlebotomy issues and quality improvement in results of laboratory testing. Clinical laboratory. 2006; 52(5-6):217-230.

6. Tate J, Ward G. Interferences in Immunoassay. The Clinical Biochemist Reviews. 2004;25(2):105-120.

7. Nikolac N. Lipemia: causes, interference mechanisms, detection and management. Biochemia Medica. 2014;24(1):57-67.

8. Lo SC, Lin KH, Hsieh HH, Lin DT, Hu CY. Genetic variations of CD36 and low platelet CD36 expression - a risk factor for lipemic plasma donation in Taiwanese apheresis donors. Vox sanguinis. 2016;110(3):236-43.

9. Peffer K, de Kort WL, Slot E, Doggen CJ. Turbid plasma donations in whole blood donors: fat chance? Transfusion. 2011;51(6):1179-1187.

10. Morish M, Ayob Y, Naim N, Salman H, Muhamad N, Yusoff N. Quality indicators for discarding blood in the National Blood Center, Kuala Lumpur. Asian Journal of Transfusion Science. 2012;6(1):19-23.

11. สภากาชาดไทย. นโยบายบริการโลหิตแห่งชาติ พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2553.

12. Mittal K, Sood T, Bedi RK. Turbid blood unit: A second look. Journal of Clinical Lipidology. 2014;8(5):528.

13. Kroll MH, Elin RJ. Interference with clinical laboratory analyses. Clinical Chemistry. 1994;40(11 Pt 1):1996-2005.

14. Walker PL, Crook MA. Lipaemia: Causes, consequences and solutions. Clinica Chimica Acta. 2013;418:30-32.

15. Lippi G, Franchini M. Lipaemic donations: Truth and consequences. Transfusion and Apheresis Science. 2013;49(2):181-184.

16. Simundic A-M, Nikolac N, Ivankovic V, Ferenec-Ruzic D, Magdic B, Kvaternik M, et al. Comparison of visual vs. automated detection of lipemic, icteric and hemolyzed specimens: can we rely on a human eye? Clinical chemistry and laboratory medicine. 2009;47(11):1361-1365.

17. Thomas A, Germer, Joame C, Zwinkels, Bemjamin K, Tsai.Chapter 1-Introduction. In: Thomas A. Germer JCZ, Benjamin KT, editors. Experimental Methods in the Physical Sciences. 2014;46:1-9.

18. Usha Adiga BNM. Lipemic index – a tool to measure lipemia. International Journal of Medical Research & Review. 2016;4(4):613-617.

19. Shin DH, Kim J, Uh Y, Lee SI, Seo DM, Kim KS, et al. Development of an integrated reporting system for verifying hemolysis, icterus, and lipemia in clinical chemistry results. Annals of laboratory medicine. 2014;34(4):307-312.

20. Ferrier DR. Biochemistry. China: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data; 2016.

21. ดาวัลย์ ฉิมภู่. ชีวเคมี. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2553.

22. Agarwal S, Vargas G, Nordstrom C, Tam E, Buffone GJ, Devaraj S. Effect of interference from hemolysis, icterus and lipemia on routine pediatric clinical chemistry assays. Clinica Chimica Acta. 2015;438:241-5.

23. Calmarza P, Cordero J. Lipemia interferences in routine clinical biochemical tests. Biochemia medica. 2011;21(2):160-166.

24. Ji JZ, Meng QH. Evaluation of the interference of hemoglobin, bilirubin, and lipids on Roche Cobas 6000 assays. Clinica Chimica Acta. 2011;412 (17-18):1550-1553.

25. Mainali S, Davis SR, Krasowski MD. Frequency and causes of lipemia interference of clinical chemistry laboratory tests. Practical Laboratory Medicine. 2017;8: 1-9.

26. Steen G, Klerk A, Laan K, Eppens EF. Evaluation of the interference due to haemoglobin, bilirubin and lipids on Immulite 2500 assays: a practical approach. Annals of Clinical Biochemistry. 2011;48(Pt 2):170-175.

27. Sen S, Ghosh, Tk G, Das M, Das S. A Study on Effect of Lipemia on Electrolyte Measurement by Direct Ion selective Electrode Method. Journal of Biomolecular Research. 2016; 5:6.

28. Aggarwal S, Nayak DM, Manohar C. Discrepancy in Optical & Mechanical Method in Coagulation Tests in a Turbid Sample. Indian Journal of Hematology & Blood Transfusion. 2014;30(1):402-404.

29. Tang N, Jin X, Sun Z, Jian C. Effects of hemolysis and lipemia interference on kaolin-activated thromboelastography, and comparison with conventional coagulation tests. Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation. 2017;77(2):98-103.

30. Zeng SG, Zeng TT, Jiang H, Wang LL, Tang SQ, Sun YM, et al. A simple, fast correction method of triglyceride interference in blood hemoglobin automated measurement. Journal of clinical laboratory analysis. 2013;27(5):341-345.

31. Dimeski G. Interference Testing. The Clinical Biochemist Reviews. 2008;29:S43-8.

32. Saracevic A, Nikolac N, Simundic AM. The evaluation and comparison of consecutive high speed centrifugation and LipoClear(R) reagent for lipemia removal. Clinical Biochemistry. 2014;47(4-5):309-314.

33. Rosenthal MA, Katz HB. An innovative method for determining lipemia interference in blood specimens. Clinica Chimica Acta. 2011;412(7-8):665-667.

34. Kroll MH. Evaluating Interference Caused by Lipemia. Clinical Chemistry. 2004; 50(11):1968-1969.

35. Baxter H. Intralipid [Package insert]. Fresenius Kabi: Baxter Healthcare Corporation; 2000.

36. Tilmann Wabel C. Influence of lecithin on structure and stability of parenteral fat emulsions. Germany: Erlangen; 1998.

37. Bornhorst JA, Roberts RF, Roberts WL. Assay-Specific Differences in Lipemic Interference in Native and Intralipid-Supplemented Samples. Clinical Chemistry. 2004; 50(11):2197-2201.

38. Nanji AA, Poon R, Hinberg I. Lipaemic interference: effects of lipaemic serum and intralipid. Journal of Clinical Pathology. 1988;41(9):1026-1027.

39. Monk C, Wallage M, Wassell J, Whiteway A, James J, Beetham R. A monoclonal protein identified by an anomalous lipaemia index. Annals of Clinical Biochemistry. 2009; 46(3):250-252.

40. Yang Y, Howanitz PJ, Howanitz JH, Gorfajn H, Wong K. Paraproteins Are a Common Cause of Interferences With Automated Chemistry Methods. Archives of Pathology & Laboratory Medicine. 2008;132(2):217-223.

41. Song L, Kelly KA, Butch AW. Monoclonal and polyclonal immunoglobulin interference in a conjugated bilirubin assay. Archives of Pathology & Laboratory Medicine. 2014;138(7):950-954.

42. Pantanowitz L, Horowitz GL, Upalakalin JN, Beckwith BA. Artifactual hyperbilirubinemia due to paraprotein interference. Archives of pathology & laboratory medicine. 2003;127(1):55-59.

43. Elena Garcia-Gonzalez RG-T, Maite Aramendia, Luis Rello. Analytical interference by monoclonal immunoglobulins on the direct bilirubin AU Beckman Coulter assay: the benefit of unsuspected diagnosis from spurious results. European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM). 2016;54(8):1329-1335.

44. Garcia-Gonzalez E, Aramendia M, Gonzalez-Tarancon R, Romero-Sanchez N, Rello L. Detecting paraprotein interference on a direct bilirubin assay by reviewing the photometric reaction data. Clinical chemistry and laboratory medicine. 2017; 55(8): 1178-1185.

45. Berth M, Delanghe J. Protein precipitation as a possible important pitfall in the clinical chemistry analysis of blood samples containing monoclonal immunoglobulins: 2 case reports and a review of the literature. Acta clinica Belgica. 2004;59(5):263-273.

46. Carmena R. High risk of lipoprotein dysfunction in type 2 diabetes mellitus. Revista Española de Cardiología. 2008;8(supl C):18-24.

47. Waseem M, Dave-Sharma S, Kin LL, Jara F. Lipemic serum in a toddler with new-onset diabetes mellitus presenting with diabetic ketoacidosis. Journal of the pancreas. 2012;13(1):73-75.

48. Batra P, Singhal R, Shah D. Diabetic lipemia presenting as eruptive xanthomas in a child with autoimmune polyglandular syndrome type IIIa. Journal of pediatric endocrinology & metabolism. 2014;27(5-6):569-571.

49. Cuhadar S, Koseoglu M, Cinpolat Y, Bugdayci G, Usta M, Semerci T. The effect of extremely high glucose concentrations on 21 routine chemistry and thyroid Abbott assays: interference study. Biochemia medica. 2016;26(1):53-60.

50. Gencheva Irena I, Ruseva Adelaida L. Effects of glucose and bilirubin on the kinetic Jaffe's and the enzymatic methods for serum creatinine assay. Journal of Biomedical and Clinical Research. 2015;8(1):35-39.

51. E for L international CO. L. Standard operation procedure for Qwalys 3 analyzer. 2014.

52. Diagnostic OC. ORTHO AUTOVUE Innova. Bangkok: Johnson and Johnson; 2017.

53. อาภาภรณ์ ศรีศรินทร์. ธนาคารเลือด ปฏิบัติการเกี่ยวกับธนาคารเลือด. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจุลทรรศนศาสตร์คลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2542.

54. Kaewduang P, Wongsena W, Sranujit R, Kuaha K. Risk factor for lipemic plasma in blood donors. Journal of Hematology and Transfusion Medicine. 2017;27(2):117-125.

55. Peffer, K. , de Kort, W. L., Slot, E., Doggen, C. J. Turbid plasma donations in whole blood donors: fat chance?. Transfusion. 2011,51(6):1179-1187.

56. Kroll MH. Evaluating interference caused by lipemia. Clinical Chemistry. 2004; 50:1968-9.

57. Nicolas D. Knuth, Jefferey F. Horowitz. The Elevation of Ingested Lipids within Plasma Chylomicrons Is Prolonged in Men Compared with Women. The journal of nutrition. 2006;136(6):1498-503.

58. Syamlal G, Mazurek JM, Dube SR. Gender differences in smoking among U.S. working adults. American Journal of Preventive Medicine. 2014;47(4):467-475.

59. Van de Wiel A. The effect of alcohol on postprandial and fasting triglycerides. International Journal of Vascular Medicine. 2012;1-4.

60. Dias CB, Moughan PJ, Wood LG, Singh H, Garg ML. Postprandial lipemia: factoring in lipemic response for ranking foods for their healthiness. Lipids in Health and Diseases. 2017;16(1):178.

61. Armstrong B. Antigen–antibody reactions. ISBT Science Series. 2008;3:21-32.

62. Dinardo CL, Bonifacio SL, Mendrane A Jr. Indirect antiglobulin test-crossmatch using low-ionic-strength saline-albumin enhancement medium and reduced incubation time: effectiveness in the detection of most clinically significant antibodies and impact on blood utilization.Immunohematology. 2014;30(1):1-5.

63. Menuam T, Cheepsattayakorn R, Rattarittamrong E, Norasetthada L, Ya-in C, Chainual P. Problem Solving in Hyperviscosity Syndrome. Journal of Hematology and Transfusion Medicine. 2011;21:73-82.

64. Lippi G, Buttarello M, Ceriotti F, Daves M, Dolci A. Recommendations for detection and management of unsuitable samples in clinical laboratories. Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. 2007;25(45):728-736.

ภาคผนวก

COA No. 228/2018
IRB No. 0179/61

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

NARESUAN UNIVERSITY INSTITUTIONAL REVIEW BOARD

99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 เบอร์โทรศัพท์ 05596 8642

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ดำเนินการให้การรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP

ชื่อโครงการ	: ผลของพลาสมาและซีรัมขุ่นในโลหิตผู้บริจาคต่อการตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดี ด้วยเครื่องตรวจอัตโนมัติที่ใช้เทคนิคการอ่านผลด้วยภาพ
Study Title	: Effect of turbid plasma and serum in donating blood on the detection of blood group and antibody screening by image based automated analyzer
ผู้วิจัยหลัก	: นางสาวรุธิราภรณ์ ยนต์วิเศษ
สังกัดหน่วยงาน	: คณะสหเวชศาสตร์
วิธีทบทวน	: แบบเร่งรัด (Expedited Review)
รายงานความก้าวหน้า	: ส่งรายงานความก้าวหน้าอย่างน้อย 1 ครั้งปี หรือส่งรายงานฉบับสมบูรณ์หากดำเนินโครงการแล้วสิ้นก่อน 1 ปี

เอกสารรับรอง

1. AF 01-10 เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 30 มีนาคม 2561
2. AF 02-10 เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 30 มีนาคม 2561
3. AF 03-10 เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 30 มีนาคม 2561
4. สรุปโครงการเพื่อการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เวอร์ชั่น 2.0 วันที่ 01 มิถุนายน 2561
5. โครงร่างวิทยานิพนธ์ เวอร์ชั่น 2.0 วันที่ 01 มิถุนายน 2561
6. ประวัติผู้วิจัยหลัก เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 30 มีนาคม 2561
7. งบประมาณที่ได้รับ เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 30 มีนาคม 2561

สงนาม

(นายแพทย์สมบูรณ์ ตันสุภสวัสดิกุล)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

วันที่รับรอง	: 08 มิถุนายน 2561
Date of Approval	: June 08, 2018
วันหมดอายุ	: 08 มิถุนายน 2562
Approval Expire Date	: June 08, 2019

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)

COA No. NBC 11/2018

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

ชื่อโครงการ : ผลของพลาสมาและซีรัมขุ่นในโลหิตผู้บริจาคต่อการตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องอัตโนมัติที่ใช้เทคนิคการอ่านผลด้วยภาพ

รหัสโครงการ: 5/2561

หัวหน้าโครงการ : นางสาววชิราภรณ์ ยนต์วิเศษ

หน่วยงานที่สังกัด : ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 8 จ.นครสวรรค์

สถานที่ทำการวิจัย : ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 8 จ.นครสวรรค์

เอกสารที่รับรอง : โครงการวิจัย

วันที่รับรอง : 20 มิถุนายน 2561

วันหมดอายุ : 20 มิถุนายน 2562

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ ขอรับรองโครงการวิจัยเรื่อง "ผลของพลาสมาและซีรัมขุ่นในโลหิตผู้บริจาคต่อการตรวจหมู่โลหิตและคัดกรองแอนติบอดีด้วยเครื่องอัตมัติที่ใช้เทคนิคการอ่านผลด้วยภาพ"

ลงนาม ..... 20 มิถุนายน 2561

(รองศาสตราจารย์แพทย์หญิงกสิธร เพชรจันทร)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ

ลงนาม ..... 20 มิถุนายน 2561

(นาวาโทหญิง แพทย์หญิง อุบลวัณณ์ จรูญเรืองฤทธิ์)

ผู้อำนวยการ ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย