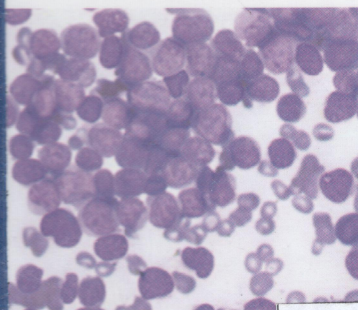


TEXTBOOK OF

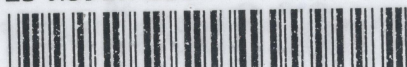
# LABORATORY TESTING

IN CLINICAL PRACTICE



ตำราการตรวจ

ตำราการตรวจทางห้องปฏิบัติการใน...  
QY25 ก391ด 2564



B0001589  
bib:13399117083

สาขาปฏิบัติคลินิก

ภัสรา อาณัติ  
บรรณาธิการ

ชื่อหนังสือ: ตำราการตรวจทางห้องปฏิบัติการในเวชปฏิบัติคลินิก  
TEXTBOOK OF LABORATORY TESTING IN CLINICAL PRACTICE  
บรรณาธิการ : กัสรา อาณัติ  
จัดพิมพ์โดย: โครงการตำราวิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า  
พิมพ์ : ครั้งที่ 1 ธันวาคม 2564  
จำนวน : 1,000 เล่ม  
ราคาเล่มละ : 400 บาท

QY25 Textbook of laboratory testing in clinical practice / บรรณาธิการ  
T355 กัสรา อาณัติ, กรุงเทพฯ : โครงการตำราวิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า, 2564.  
2564 258 หน้า : ภาพประกอบ ; 26 ซม.  
ISBN 978-616-422-073-7  
1. Laboratories. (1). กัสรา อาณัติ.  
(2). โครงการตำราวิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า.

รูปเล่ม: บรรลือ กมลดีดก  
เลขเรียกหนังสือ..... 0425  
..... ก 391 ต 2564  
เลขทะเบียนหนังสือ..... 80001589  
วันที่ลงทะเบียน..... 30 ก.พ. 2565  
ออกแบบปก : ดลภาค อภิพงษ์รัตน์ ได้มาจาก..... งานประสาธน์ 2565  
พิมพ์ที่ : นำอักษรการพิมพ์  
800/35-37 ซอยตระกูลสุข ถนน อโศกดินแดง กรุงเทพฯ 10400

# สารบัญ

กัณชด

เลขหน้า

## การเจาะเก็บเลือด

บทที่ 1	การเจาะเก็บเลือด.....	1
	Blood collection	
	ภัสรา อาณัติ	

## การตรวจนับเม็ดเลือด

บทที่ 2	การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด.....	5
	Complete blood count	
	ภัสรา อาณัติ	
บทที่ 3	เครื่องตรวจวิเคราะห์เม็ดเลือดอัตโนมัติ.....	23
	Automated blood cell analyzer	
	ภัสรา อาณัติ	

## การทดสอบเกี่ยวกับกระบวนการแข็งตัวของเลือด

บทที่ 4	การทดสอบทางห้องปฏิบัติการในกระบวนการห้ามเลือด.....	31
	Laboratory testing of hemostasis	
	ดลภาค อภิพงษ์รัตน์	
บทที่ 5	การตรวจวินิจฉัยภาวะลิ่มเลือดอุดตันในหลอดเลือด.....	53
	Laboratory testing of thromboembolism	
	ภัสรา อาณัติ	

## การตรวจพิเศษทางโลหิตวิทยา

บทที่ 6	การตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของฮีโมโกลบิน.....	59
	Hemoglobin typing	
	ปุ่นยง จินดารธรรมานุสาร และ อภิชาติ โพธิ์อะ	
บทที่ 7	การตรวจพิเศษทางโลหิตวิทยา.....	73
	Special test in hematology	
	ภัสรา อาณัติ	

# สารบัญ

เลขหน้า

## การตรวจพิเศษทางมะเร็งวิทยา

- บทที่ 8 การประยุกต์ใช้โฟลไซโตเมทรีในการวิจัยทางการแพทย์..... 81  
Applications of flow cytometry in medical research  
วิวัฒน์ จันทน์คราญ
- บทที่ 9 การตรวจวิเคราะห์ทางอณูชีววิทยา..... 93  
Molecular biology analysis  
ภัสรา อาณัติ

## การตรวจทางธนาคารเลือด

- บทที่ 10 การตรวจทางธนาคารเลือด..... 103  
Laboratory testing in blood banking  
อ้อยทิพย์ ณ ถลาง
- บทที่ 11 แอนติเจนเม็ดเลือดขาวและการปลูกถ่ายอวัยวะ..... 117  
Human leukocyte antigen and organ transplantation  
อ้อยทิพย์ ณ ถลาง

## การตรวจทางเคมีของเลือด

- บทที่ 12 การตรวจวิเคราะห์สารบ่งชี้มะเร็ง..... 127  
Tumor markers analysis  
วิวัฒน์ จันทน์คราญ

## การตรวจปัสสาวะ

- บทที่ 13 การตรวจปัสสาวะ..... 135  
Urinalysis  
ดลภาค อภิพงษ์รัตน์ และ ปิติพงศ์ ชำนาญเวช

# สารบัญ

เลขหน้า

## การตรวจสารน้ำและเนื้อเยื่อในร่างกาย

บทที่ 14	การตรวจวิเคราะห์สารน้ำในร่างกาย.....	151
	Body fluid analysis	
	ภัสรา อาณัติ	
บทที่ 15	เซลล์พยาธิวิทยาของสารน้ำในช่องว่างของร่างกาย.....	159
	Cytopathology of serous body fluids	
	เจตนา เรื่องประทีป	

## การทดสอบทางห้องปฏิบัติการสำหรับการแพทย์แม่นยำ

บทที่ 16	การทดสอบทางห้องปฏิบัติการสำหรับการแพทย์แม่นยำ.....	165
	Practical laboratory testing for precision medicine	
	ภัสรา อาณัติ	

## กรณีศึกษา

บทที่ 17	ปัญหาผู้ป่วยทางโลหิตวิทยาในเด็กที่สัมพันธ์กับการตรวจทางห้องปฏิบัติการ.....	173
	Hematological problems in children related to laboratory testing	
	อภิชาติ โพธิอะ	
รูปประกอบ 4 สี.....		185
Four-colour illustration		
อภิธานศัพท์ (ไทย-อังกฤษ).....		193
Glossary (Thai-English)		
อภิธานศัพท์ (อังกฤษ-ไทย).....		205
Glossary (English-Thai)		
อักษรย่อ.....		217
Abbreviation		
ดัชนี.....		225
Index.....		229

# สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 2.1	การประมาณจำนวนเม็ดเลือดขาวจากสเมียร์เลือด	11
ตารางที่ 2.2	การประเมินความรุนแรงของความผิดปกติของการติดสีเม็ดเลือดแดง	12
ตารางที่ 2.3	แสดงการรายงานความผิดปกติของขนาดเม็ดเลือดแดง (anisocytosis)	12
ตารางที่ 2.4	ความผิดปกติของรูปร่างเม็ดเลือดแดงชนิดต่าง ๆ (poikilocytosis)	13
ตารางที่ 2.5	ชิ้นส่วนภายในเซลล์เม็ดเลือดแดงชนิดต่าง ๆ	16
ตารางที่ 2.6	การรายงานเกล็ดเลือดในการตรวจดูลักษณะของเม็ดเลือดทางกล้องจุลทรรศน์	17
ตารางที่ 2.7	ชนิดของเม็ดเลือดขาวที่พบในสเมียร์เลือดคนปกติ (กำลังขยาย 100x)	18
ตารางที่ 2.8	ชนิดของเม็ดเลือดขาวในสายมัยอีลอยด์ (myeloid) ตามลำดับขั้นการพัฒนาของเซลล์ (กำลังขยาย 100x)	19
ตารางที่ 3.1	หลักการของเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ	24
ตารางที่ 3.2	ค่าพารามิเตอร์หลักที่รายงานจากเครื่องตรวจวิเคราะห์เม็ดเลือดอัตโนมัติ	25
ตารางที่ 3.3	ค่าพารามิเตอร์พิเศษที่รายงานจากเครื่องตรวจวิเคราะห์เม็ดเลือดอัตโนมัติ	26
ตารางที่ 3.4	ปัจจัยที่รบกวนการตรวจด้วยเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ	28
ตารางที่ 4.1	การแปลผลการทดสอบการทำงานของเกล็ดเลือดด้วยเครื่อง Platelet function analyzer-100	34
ตารางที่ 4.2	การแปลผลการทดสอบทางห้องปฏิบัติการ	41
ตารางที่ 4.3	รูปแบบความผิดปกติของการทดสอบการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดในผู้ป่วยแต่ละโรค	45
ตารางที่ 4.4	การแปลผล mixing study	47
ตารางที่ 4.5	ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณสารต้านแฟกเตอร์ VIII ในหน่วย BU/mL	50
ตารางที่ 5.1	สาเหตุการเกิดภาวะลิ่มเลือดอุดตันทางโลหิตวิทยา	55
ตารางที่ 5.2	สาเหตุของการเกิดภาวะลิ่มเลือดอุดตันทางพันธุกรรม (inherited thrombophilias)	55
ตารางที่ 5.3	เทคนิคการตรวจแอนติทროมบิน (antithrombin) โปรตีนซี (protein C) และโปรตีนเอส (protein S)	57
ตารางที่ 6.1	สรุปการแปลผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินจากการวิเคราะห์ของเครื่องอัตโนมัติ ร่วมกับผลการตรวจคัดกรอง และพารามิเตอร์ของเม็ดเลือดแดงในตัวอย่างเลือดของคนปกติ พาหะ และผู้ป่วยธาลัสซีเมียชนิดต่าง ๆ	63
ตารางที่ 7.1	การแปลผลการศึกษาสภาวะธาตุเหล็กในภาวะต่าง ๆ	78
ตารางที่ 8.1	เครื่องหมายที่ใช้ในการจำแนกประเภทของเม็ดเลือดขาว	84
ตารางที่ 10.1	ผลการตรวจหมู่เลือดระบบเอบีโอด้วย cell grouping และ serum grouping	103
ตารางที่ 10.2	ตัวอย่างของ screening cells สำหรับการตรวจกรองแอนติบอดี	112
ตารางที่ 10.3	ตัวอย่างของ panel cells	113

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 12.1	129
กำหนดแนวทางปฏิบัติในการตรวจคัดกรองโรคมะเร็งต่อมลูกหมากที่แตกต่างกัน ของผู้ชายในแต่ละช่วงอายุ	
ตารางที่ 13.1	137
สีของปัสสาวะที่มีความสำคัญทางคลินิกและสาเหตุที่พบได้บ่อย	
ตารางที่ 13.2	139
หลักการ การแปลผล ข้อจำกัด และข้อควรระวัง ในการตรวจองค์ประกอบทางเคมี ด้วยแถบจุ่มทดสอบปัสสาวะ	
ตารางที่ 13.3	149
การรายงานตะกอนปัสสาวะที่สามารถนับจำนวนได้	
ตารางที่ 13.4	149
การรายงานตะกอนปัสสาวะที่เป็นแท่งคาสท์ ชนิดต่างๆ	
ตารางที่ 13.5	150
การรายงานตะกอนปัสสาวะชนิดอื่นๆ ที่ไม่สามารถนับจำนวนได้	
ตารางที่ 13.6	150
การรายงานตะกอนปัสสาวะชนิดอื่นๆ ในเชิงกึ่งปริมาณ	
ตารางที่ 14.1	152
สีผิดปกติของน้ำไขสันหลังที่พบบ่อย	
ตารางที่ 14.2	155
สัดส่วนของเซลล์ที่สามารถตรวจพบในน้ำไขสันหลังคนปกติ	
ตารางที่ 14.3	157
แสดงตัวอย่างผลการตรวจวิเคราะห์น้ำไขสันหลังในโรค หรือ ภาวะต่างๆ	

# สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่

หน้า

แผนภูมิที่ 5.1 ขั้นตอนการวินิจฉัยภาวะลิ่มเลือดอุดตัน

56



## สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
รูปที่ 1.1	ลักษณะทางกายวิภาคของหลอดเลือดดำบริเวณข้อพับแขน	2
รูปที่ 1.2	นิ้วด้านซ้ายแสดงทิศทางการเจาะปลายนิ้วที่ถูกต้อง (ขวางลายนิ้วมือ) นิ้วด้านขวาแสดงทิศทางการเจาะปลายนิ้วที่ไม่ถูกต้อง (ตามลายนิ้วมือ)	3
รูปที่ 1.3	บริเวณที่แรงาเป็นบริเวณที่เหมาะสมในการเจาะเลือดในเด็กทารก	3
รูปที่ 2.1	วิธีไซอันเมทฮีโมโกลบิน (cyanmethemoglobin method)	5
รูปที่ 2.2	ปริมาตรพลาสมา เซลล์เม็ดเลือดขาวและเซลล์เม็ดเลือดแดง	6
รูปที่ 2.3	สไลด์นับเม็ดเลือด (counting chamber) มีกระจกปิดสไลด์ (cover slip) จากภาพขยายตารางนับเม็ดเลือด ให้นับเม็ดเลือดขาวในตาราง (W) ทั้ง 4 ตาราง	7
รูปที่ 2.4	แสดงวิธีเตรียมสเมียร์เลือดอย่างบาง (thin film)	8
รูปที่ 2.5	แสดงลักษณะของสเมียร์เลือดแบบต่างๆ (A) หยดเลือดขนาดเล็กเกินไปหรือ ตั้งองศาของตัวไถที่มากเกินไป (B) หยดเลือดใหญ่เกินไปหรือตั้งองศาของตัวไถ ที่น้อยเกินไป (C) หยดเลือดที่พอดีจะได้ความยาวของสเมียร์เลือด 2/3 ของสไลด์ (D) สไลด์ไม่สะอาด มีคราบไขมัน	9
รูปที่ 2.6	แสดงบริเวณที่เม็ดเลือดกระจายตัวและแนวลูกศรในการตรวจสเมียร์เลือด (10x)	10
รูปที่ 2.7	การกระจายตัวของเม็ดเลือดแดงที่ผิดปกติ (A) rouleaux formation (B) agglutination (กำลังขยาย 40 เท่า; 40x)	10
รูปที่ 2.8	เม็ดเลือดแดงขนาดและสีปกติเทียบเคียงขนาดนิวเคลียสของลิมโฟไซต์ขนาดเล็ก (small lymphocyte) (กำลังขยาย 100 เท่า; 100x)	11
รูปที่ 2.9	เม็ดเลือดแดงตัวอ่อนชนิด polychromasia (ลูกศร) (กำลังขยาย 100x)	13
รูปที่ 2.10	แสดงลักษณะของลิมโฟไซต์ขนาดเล็ก (small lymphocyte) (1) เปรียบเทียบกับ เม็ดเลือดแดงตัวอ่อนที่มีนิวเคลียส (nucleated red blood cell) (2-5) และ จำนวนเพิ่มขึ้นของเม็ดเลือดแดงตัวอ่อนระยะสุดท้าย (polychromasia)	15
รูปที่ 2.11	สิ่งเทียมที่เกิดขึ้นจากการรักษาสภาพและการย้อมสเมียร์: (A) ตะกอนสี (B) คราบสี (C) ฟองอากาศ (กำลังขยาย 100x)	15
รูปที่ 2.12	(A) เกล็ดเลือดขนาดใหญ่ 4-6 ไมโครเมตร (large platelet) (B) เกล็ดเลือด ขนาดใหญ่มากกว่า 6 ไมโครเมตร (giant platelet) (C) เกล็ดเลือดย้อมติดสีจาง (platelet with pale stain) (D) (กำลังขยาย 100x)	17
รูปที่ 2.13	ชนิดของเม็ดเลือดขาวสายลิมโฟยด์ (lymphoid series) ตามลำดับขั้นการพัฒนา ของเซลล์ (A) ได้แก ลิมโฟบลาสต์ (lymphoblast) (B) โปรลิมโฟไซต์ (prolymphocyte) (C) ลิมโฟไซต์ (lymphocyte) (กำลังขยาย 100x)	21
รูปที่ 2.14	Atypical lymphocyte ลักษณะต่างๆ (กำลังขยาย 100x)	21
รูปที่ 2.15	พลาสมาเซลล์ (plasma cell)	22

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.16 (A) toxic granulation (B) vacuoles in neutrophil (C) hypersegmented neutrophil (D) Pelger-Huët anomaly (กำลังขยาย 100x)	22
รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างค่าพารามิเตอร์ที่รายงานโดยเครื่องตรวจวิเคราะห์เม็ดเลือดอัตโนมัติ	23
รูปที่ 4.1 ผู้ป่วยที่ให้ผลบวกต่อการทดสอบ tourniquet test แสดงให้เห็นจุดเลือดออกขนาดเล็ก (petechiae) จำนวนมาก	32
รูปที่ 4.2 การทดสอบ bleeding time ด้วยวิธี Ivy method	34
รูปที่ 4.3 หลักการตรวจวิเคราะห์การทำงานของเกล็ดเลือดด้วยเครื่อง Platelet function analyzer-100 (PFA-100) (A) แสดงกระบวนการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดเพื่ออุดบาดแผลที่เกิดขึ้นในร่างกาย ( <i>in vivo</i> ) (B) แสดงหลักการของ PFA-100 ซึ่งจำลองกระบวนการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดเพื่ออุดบาดแผลในหลอดทดลอง ( <i>in vitro</i> )	35
รูปที่ 4.4 การรายงานผล clot retraction โดยดูจากขนาดเปรียบเทียบกับปริมาณของซีรัมที่ออกมาจากก้อนลิ่มเลือด โดยหลอดหมายเลข 1 รายงานเป็น good retraction หลอดหมายเลข 2 รายงานเป็น fair retraction หลอดหมายเลข 3 รายงานเป็น poor retraction และหลอดหมายเลข 4 รายงานเป็น no retraction	36
รูปที่ 4.5 การทดสอบ whole blood clotting time (WBCT) ด้วยวิธี Lee-White method (A) นำเลือดที่เจาะได้ใส่ลงในหลอดทดลองแก้วซึ่งระบุหมายเลข 3, 2, และ 1 แล้วเริ่มอ่านผลจากหมายเลข 1, 2, และ 3 ตามลำดับ (B) แสดงหลอดเลือดที่ยังไม่เกิดก้อนลิ่มเลือดสังเกตจากเลือดจะไหลเอียงตามหลอดทดลอง (C) แสดงหลอดเลือดที่เกิดก้อนลิ่มเลือดแบบสมบูรณ์ โดยเลือดจะไม่ไหลเอียงตามหลอดทดลอง	37
รูปที่ 4.6 แสดงกระบวนการแข็งตัวของเลือดและการทดสอบทางห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง	40
รูปที่ 4.7 การทดสอบ euglobulin clot lysis time (A) แสดงก้อนไฟบรินที่เตรียมจากพลาสมาคนปกติซึ่งไม่มีการสลายตัวเมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง (B) แสดงการสลายตัวโดยสมบูรณ์ของก้อนไฟบรินที่เตรียมจากพลาสมาผู้ป่วยที่มีภาวะการสลายลิ่มเลือดมากกว่าปกติ	43
รูปที่ 4.8 การสร้าง การสลายไฟบริน และการเกิด D-dimer	43
รูปที่ 4.9 การทดสอบการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดด้วยวิธีหลักการวัดส่องผ่านของแสง (light transmission aggregometry; LTA) (A) เปรียบเทียบลักษณะของพลาสมาที่ปราศจากเกล็ดเลือด (platelet poor plasma; PPP) และพลาสมาที่มีเกล็ดเลือดแขวนลอยอยู่ (platelet rich plasma; PRP) (B) หลักการทดสอบการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดด้วยเครื่องวัดการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด (C) กราฟการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด (แกน Y) และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ (แกน X)	44
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า APTT clotting time (แกน Y) และระดับการทำงานของแฟกเตอร์ VIII (แกน X) ในการตรวจวัดระดับการทำงานของแฟกเตอร์ VIII ด้วยวิธีการวัด APTT (APTT based assay)	48
รูปที่ 4.11 กราฟและตารางมาตรฐานสำหรับอ่านค่าปริมาณสารต้านแฟกเตอร์ VIII	50

รูปที่	หน้า
รูปที่ 5.1	53
รูปที่ 6.1	60
รูปที่ 6.2	61
รูปที่ 6.3	62
รูปที่ 6.4	65
รูปที่ 6.5	66
รูปที่ 6.6	67
รูปที่ 6.7	67
รูปที่ 6.8	68
รูปที่ 6.9	68
รูปที่ 6.10	69
รูปที่ 6.11	69
รูปที่ 6.12	70
รูปที่ 7.1	74
รูปที่ 7.2	75

รูปที่ 5.1 แสดงการควบคุมของสารกันเลือดแข็งต่อระบบการแข็งตัวของเลือด

รูปที่ 6.1 หลักการโครมาโตกราฟีอัดแรงดันสูง (high pressure liquid chromatography; HPLC)

รูปที่ 6.2 หลักการแยกด้วยกระแสไฟฟ้าความต่างศักย์สูงในหลอดแก้วนำไฟฟ้าขนาดเล็ก (capillary electrophoresis; CE)

รูปที่ 6.3 ช่วงอ้างอิงมาตรฐานของระดับฮีโมโกลบินบาร์ท (Hb Bart's) และ ฮีโมโกลบินอี (Hb E) เพื่อวินิจฉัยอัลฟาธาลัสซีเมีย โรคโลหิตจางชนิดฮีโมโกลบินเอช (Hb H disease) และพาหะฮีโมโกลบินอีร่วมกับภาวะต่างๆ ของอัลฟาธาลัสซีเมีย

รูปที่ 6.4 แสดงความเป็นไปได้ของฮีโมโกลบินที่ปรากฏขึ้นในโซนต่างๆ ตามเวลาการเคลื่อนออกมาของฮีโมโกลบินแต่ละชนิดในเวลาต่างๆ (migration time)

รูปที่ 6.5 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินด้วยหลักการกระแสไฟฟ้าความต่างศักย์สูงในหลอดแก้วนำไฟฟ้าขนาดเล็กในคนปกติ

รูปที่ 6.6 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินด้วยหลักการกระแสไฟฟ้าความต่างศักย์สูงในหลอดแก้วนำไฟฟ้าขนาดเล็ก ในผู้ที่มีค่า A2 ต่ำ ซึ่งอาจต้องตรวจพาหะอัลฟาธาลัสซีเมียเพิ่มเติม

รูปที่ 6.7 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินด้วยหลักการกระแสไฟฟ้าความต่างศักย์สูงในหลอดแก้วนำไฟฟ้าขนาดเล็ก ในผู้ที่มีค่า A2 สูง ซึ่งอาจต้องตรวจพาหะเบต้าธาลัสซีเมียเพิ่มเติม

รูปที่ 6.8 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินด้วยหลักการกระแสไฟฟ้าความต่างศักย์สูงในหลอดแก้วนำไฟฟ้าขนาดเล็ก ในผู้ที่เป็น Hb E trait

รูปที่ 6.9 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินด้วยหลักการกระแสไฟฟ้าความต่างศักย์สูงในหลอดแก้วนำไฟฟ้าขนาดเล็ก ในผู้ที่เป็น homozygous Hb E

รูปที่ 6.10 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินด้วยหลักการกระแสไฟฟ้าความต่างศักย์สูงในหลอดแก้วนำไฟฟ้าขนาดเล็ก ในผู้ที่เป็น Hb H disease

รูปที่ 6.11 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินด้วยหลักการกระแสไฟฟ้าความต่างศักย์สูงในหลอดแก้วนำไฟฟ้าขนาดเล็ก ในผู้ที่เป็น Hb E/ Beta thalassemia

รูปที่ 6.12 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินด้วยหลักการกระแสไฟฟ้าความต่างศักย์สูงในหลอดแก้วนำไฟฟ้าขนาดเล็ก ในผู้ที่เป็น Bart's hydrops fetalis

รูปที่ 7.1 แสดงลักษณะของเรติคูลไลไซต์ (reticulocyte) และ Hb H inclusion body

รูปที่ 7.2 การทดสอบความเปราะของเม็ดเลือดแดง (dilutional osmotic fragility tests) (A) ผลการทดสอบ OF ในคนปกติ (B) ผลการทดสอบ OF ในผู้ป่วยโรคเลือดแดงป่องพันธุกรรม (hereditary spherocytosis; HS) (C) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการแตกของเม็ดเลือดแดงกับความเข้มข้นของน้ำเกลือ เปรียบเทียบผลการทดสอบความเปราะของเม็ดเลือดปกติ (normal OF) เพิ่มมากกว่าปกติ (increased OF) และลดลงกว่าปกติ (decreased OF)

	หน้า
รูปที่ 7.3	แสดงการแปลผล one-tube osmotic fragility test โดยมองผ่านตัวหนังสือด้านหลัง 76
รูปที่ 7.4	แสดงการแปลผล DCIP test: ผลบวก สารละลายจะ มีลักษณะขุ่น (turbid) ในขณะที่ 77 ผลลบ สารละลายมีลักษณะใส (clear)
รูปที่ 8.1	แผนภาพแสดงระบบการทำงานของเครื่อง flow cytometer 82
รูปที่ 8.2	ตัวอย่างช่วงความยาวคลื่นของสารเรืองแสงชนิดต่างๆ ซึ่งถูกกระตุ้นและปล่อยพลังงาน 83
รูปที่ 8.3	แผนภาพแสดงการประเมินการเกิด apoptosis ของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวแบบเฉียบพลัน 85 ชนิด myeloid เมื่อได้รับยาเคมีบำบัด cytarabine
รูปที่ 8.4	แผนภาพแสดงการวิเคราะห์หัวข้อจักรของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวแบบเฉียบพลันชนิด 86 myeloid ซึ่งพบว่าเกิดการยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์ที่ระยะ S และ ระยะ G2/M เมื่อได้รับ ยาเคมีบำบัด cytarabine
รูปที่ 8.5	แผนภาพแสดงการการตรวจติดตามความสามารถในการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็งเม็ด 88 เลือดขาวแบบเฉียบพลันชนิด myeloid โดยตัวเลขด้านบนแสดงถึงวงรอบการแบ่งตัวของ เซลล์ และกราฟใต้หมายเลข 0 แสดงถึงกลุ่มเซลล์ที่ไม่แบ่งตัว ซึ่งพบว่าเซลล์มะเร็ง เม็ดเลือดขาวจะแบ่งตัวได้ลดลงเมื่อได้รับยาเคมีบำบัด cytarabine
รูปที่ 9.1	แสดงขบวนการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส (polymerase chain reaction) 94
รูปที่ 9.2	แสดงผล multiplex PCR ของยีน <i>HLA-B27</i> ขนาด 146 bp และยีน <i>HCG</i> 95 (internal control) ขนาด 429 bp โดยตัวอย่างแถวที่ 1 และ 3 ตรวจพบยีน <i>HLA-B27</i> ส่วนตัวอย่างแถวที่ 2 ตรวจพบเฉพาะยีน <i>HCG</i> ไม่พบยีน <i>HLA-B27</i>
รูปที่ 9.3	แสดงผล Allele-specific PCR ของยีน <i>factor V</i> และยีน <i>factor IX</i> (internal control) 96 โดย <i>factor IX</i> มีขนาด 250 bp <i>factor V wild-type</i> (Wt) มีขนาด 152 bp <i>factor</i> <i>V Leiden</i> (Mu) มีขนาด 152 bp ตัวอย่างแถว Wt-1-Mu-1 แสดงผล <i>factor V Leiden</i> ชนิด heterozygous แถว Wt-2-Mu-2 แสดงผล <i>factor V normal</i> (wild-type)
รูปที่ 9.4	แสดงหลักการตรวจการกลายพันธุ์ของยีน <i>factor V Leiden</i> ด้วยเทคนิค PCR-RFLP 97 โดยใช้ เอนไซม์ <i>Mnl1</i> ภาพเจลแสดงตัวอย่างการอ่านผล โดยแถวที่ 1 แสดงผล <i>factor V Leiden</i> ชนิด heterozygous มีขนาด 141 bp 104 bp และ 82 bp ตัวอย่างแถว ที่ 2 และ 3 แสดงผล <i>factor V wild-type</i> (Wt) มีขนาด 104 bp 82 bp และ 37 bp
รูปที่ 9.5	แสดงผลปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสในสภาพจริงโดยการตรวจวัดสัญญาณสารฟลูออเรสเซนต์ 98 ที่ได้จากยีน <i>ACTB</i> ในผู้ป่วยโรคมะเร็งเต้านม
รูปที่ 9.6	รูปแบบแพลตฟอร์มของเทคโนโลยีเอ็นจีเอส ประกอบด้วย การเตรียมคลังดีเอ็นเอต้นแบบ 100 (DNA library preparation) การเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอ (library amplification) และ การอ่านลำดับเบส (sequencing)
รูปที่ 10.1	การหยดน้ำยาแอนติซีรัมและเลือดสำหรับการศึกษาตรวจหมู่เลือด ABO ด้วยวิธีสไลด์ 104
รูปที่ 10.2	ปฏิกิริยาการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดงในหลอดทดลอง 106
รูปที่ 11.1	ขั้นตอนการตรวจ HLA typing ด้วยวิธี lymphocytotoxicity (LCT) 119