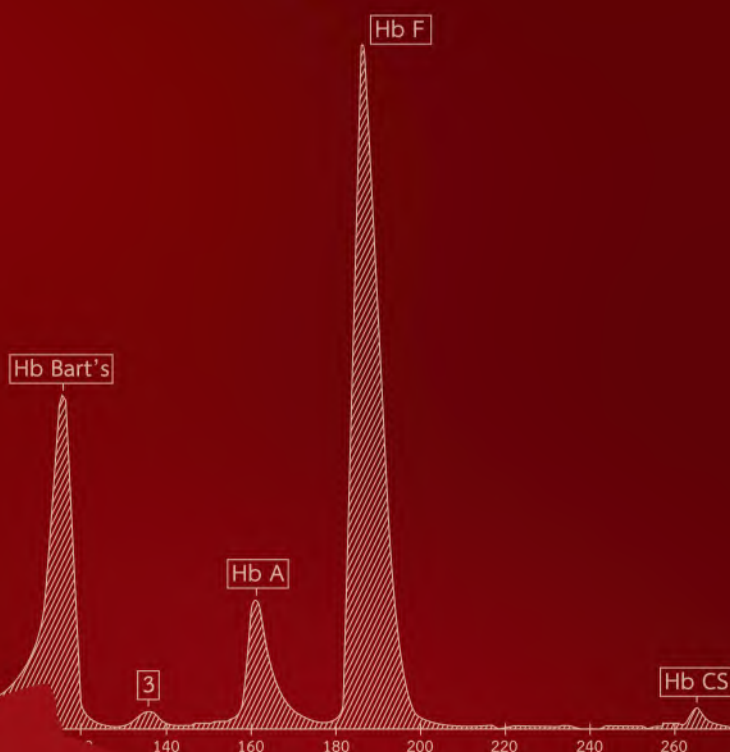




การตรวจชนิดและปริมาณฮีโมโกลบิน เพื่อวินิจฉัยธาลัสซีเมียและฮีโมโกลบินผิดปกติ

ข้อสังเกตและข้อควรระวัง ประสพการณ์จากภาคใต้ของไทย



กัปรัตน์ เฟื่องหลัง คงแก้ว |



การตรวจชนิด
และปริมาณ
ฮีโมโกลบิน

เพื่อวินิจฉัยโรคโลหิตจางและฮีโมโกลบินผิดปกติ

ข้อสังเกตและข้อควรระวัง ประสิทธิภาพจากภาคใต้ของไทย

ทิพรรัตน์ เพ็งหลัง คงแก้ว

สาขาวิชาพยาธิวิทยา

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตรวจชนิดและปริมาณฮีโมโกลบิน เพื่อวินิจฉัยธาลัสซีเมียและฮีโมโกลบินผิดปกติ:

ข้อสังเกตและ ข้อควรระวัง ประสพการณ์จากภาคใต้ของไทย

ISBN (e-book) 978-616-271-763-5

ราคา 280 บาท

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

ทิพรรัตน์ เพ็งเล้ง คงแก้ว.

การตรวจชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินเพื่อวินิจฉัยธาลัสซีเมียและฮีโมโกลบินผิดปกติ: ข้อสังเกต และข้อควรระวัง
ประสพการณ์จากภาคใต้ของไทย.-- สงขลา : สาขาวิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2567.
176 หน้า.

1. ฮีโมโกลบิน. 2. ธาลัสซีเมีย. I. ชื่อเรื่อง.

612.11

ISBN 978-616-271-763-5

ผู้พิมพ์ : ทิพรรัตน์ เพ็งเล้ง คงแก้ว
รูปเล่ม / ปก : หน่วยผลิตตำรา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
(วิธวัช แดงอ่อน)
พิมพ์ที่ : พิกเซลดีไซน์แอนด์พริ้นท์
เผยแพร่ : มิถุนายน 2567

จัดทำโดย : สาขาวิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ออกแบบและประสานงานโดย

หน่วยผลิตตำรา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

15 ถนนกาญจนวนิช ตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

☎ 0-7445-1148 📠 0-7421-2900

✉ book_unit@medicine.psu.ac.th

📘 <https://www.facebook.com/PSUmedicalbookshop>



(สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537)

PSU
คณะแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัย
สงขลานครินทร์

TEXT BOOK
PRODUCTION UNIT

คำนำ

หนังสือเรื่อง การตรวจชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินเพื่อวินิจฉัยธาลัสซีเมียและฮีโมโกลบินผิดปกติ: ข้อสังเกตและข้อควรระวัง ประสพการณ์จากภาคใต้ของไทย ประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับการตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อวินิจฉัยธาลัสซีเมียและฮีโมโกลบินผิดปกติตั้งแต่การทดสอบทางห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจคัดกรองจนถึงการตรวจเพื่อยืนยันผล โดยมีเนื้อหาหลักคือการแปลผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินหรือ Hb typing ด้วยวิธีแคปิลลารีอิเล็กโทรโฟรีซิส ซึ่งเป็นการทดสอบที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการวินิจฉัยและควบคุมป้องกันโรค อย่างไรก็ตามธาลัสซีเมียและฮีโมโกลบินผิดปกติมีความหลากหลายมีอุปนิสัยการดำเนินโรคต่างกันในแต่ละภูมิภาคการแปลผลการทดสอบก็มีความซับซ้อนและยากต่อความเข้าใจ โดยเฉพาะผลการตรวจที่มีความหลากหลายถึงแม้จะเป็นโรคเดียวกัน หรือกรณีที่เป็นเด็กอายุต่ำกว่า 1 ขวบ กรณีที่มีความผิดปกติร่วมระหว่างอัลฟ่าและเบต้าโกลบิน และกรณีที่มีฮีโมโกลบินผิดปกติชนิดต่าง ๆ ผู้เขียนได้รวบรวมกรณีศึกษาต่าง ๆ ทั้งการวินิจฉัยทารกก่อนคลอด หลังคลอด จนถึงวัยผู้ใหญ่ แล้วนำมาเรียบเรียงเป็นแนวทางในการแปลผลทางห้องปฏิบัติการและชี้ให้เห็นถึงข้อสังเกตและข้อควรระวังต่าง ๆ ในการแปลผล ซึ่งผู้เขียนได้เรียบเรียงจากประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติงานที่หน่วยโลหิตวิทยา สาขาวิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มาเป็นเวลากว่า 8 ปี ผู้เขียนขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้ ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทั้งในและนอกหน่วยโลหิตวิทยาที่ให้การสนับสนุนจนสามารถจัดทำหนังสือเล่มนี้ได้สำเร็จ ผู้เขียนหวังว่าองค์ความรู้จากหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อบุคลากรทางการแพทย์ทั้งผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการและแพทย์ผู้นำผลการทดสอบไปใช้ในการวินิจฉัยเพื่อดูแลรักษาผู้ป่วยต่อไป

ทิพรัตน์ เพ็งหลัง คงแก้ว

ผู้สมัคร

ทิพรัตน์ เพ็งหลัง คงแก้ว

(TIPPARAT PENGLONG KONGKAEW)

ตำแหน่งปัจจุบัน : ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ที่ทำงาน : หน่วยโลหิตวิทยา สาขาวิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สาขาเชี่ยวชาญ : โลหิตวิทยา

ที่อยู่ปัจจุบัน : 424/138 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

โทรศัพท์ : 0-7445-1562

E-mail : tipparat.p@psu.ac.th

ประวัติการศึกษา (พ.ศ.)

- 2543-2547 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- 2547-2550 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาพยาธิวิทยาคลินิก มหาวิทยาลัยมหิดล
- 2553-2558 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) สาขาวิชาพยาธิวิทยาคลินิก มหาวิทยาลัยมหิดล
- 2553-2558 Ph.D. Cancerology Paris Sud, France

ประสบการณ์ทำงาน (พ.ศ.)

- 2550-2553 นักวิจัยโครงการวิจัยธาลัสซีเมีย สถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล
 - 2558-ปัจจุบัน อาจารย์หน่วยโลหิตวิทยา สาขาพยาธิวิทยาคลินิก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 - 2565-ปัจจุบัน หัวหน้าหน่วยโลหิตวิทยา สาขาพยาธิวิทยาคลินิก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 - 2565-ปัจจุบัน รองหัวหน้าสาขาทางการศึกษา สาขาพยาธิวิทยาคลินิก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 - 2566 กรรมการทบทวนและจัดทำคู่มือปฏิบัติงานการตรวจวินิจฉัยโรคธาลัสซีเมียและฮีโมโกลบินผิดปกติทางห้องปฏิบัติการฉบับปรับปรุง ปี 2566 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
-

ผลงานวิจัย

- 1) Penglong T, Saensuwanna A, Pholngam N, Tansila N, Buncherd H, Srinoun K. BACH1 regulates erythrophagocytosis and iron-recycling in beta-thalassemia. *Genes Cells* 2023;28:211-25.
- 2) Penglong T, Boontanvansom A, Viboonjuntra P, Siripaitoon B. Reduced ADAMTS13 activity and high D-dimer levels are associated with thrombosis in patients with systemic lupus erythematosus. *Blood Coagul Fibrinolysis* 2023;34:432-8.
- 3) Kongkan Ch, Srinoun K, Kaewmaneerat, T, Penglong T. The effect of polybrene on aPTT-based lupus anticoagulant test in plasma of patient receiving unfractionated heparin. *JHSMR* 2023;41:e2022913
- 4) *Sansuwanna A,* Penglong T, Srinoun K. Upregulation of miR-214 Mediates Oxidative Stress in Hb H Disease via Targeting of ATF4. *Hemoglobin* 2021;45:197-202.
*These authors contributed equally to this paper.
- 5) *Kuno S, *Srinoun K, Penglong T. The effects of Phorbol 12-myristate 13-acetate concentration on the expression of miR-155 and miR-125b and their macrophage function-related genes in the U937 cell line. *J. Toxicol. Sci.* 2020;45:751-61.
*These authors contributed equally to this paper.
- 6) Penglong T, Sansuwanna A, Kocharoenwat J, Boorintaragot W, Fupongsiriphan S, Srinoun K. MiR-144 regulates hemoglobin expression in human erythroid cell line. *Walailak J Sci & Tech* 2020;17:1221-29.
- 7) *Kuno S, *Penglong T, Srinoun K. Anemia Severity in beta-Thalassemia Correlates with Elevated Levels of microRNA-125b in Activated Phagocytic Monocytes. *Hemoglobin* 2019;43:155-61.
*These authors contributed equally to this paper.
- 8) Goupille O, Penglong T, Kadri Z, Granger-Locatelli M, Denis R, Luquet S, et al. The LXCXE Retinoblastoma Protein-Binding Motif of FOG-2 Regulates Adipogenesis. *Cell Rep* 2017;21:3524-35.

- 9) *Goupille O, *Penglong T, Kadri Z, Granger-Locatelli M, Fucharoen S, Maouche-Chretien L, et al. Inhibition of the acetyl lysine-binding pocket of bromodomain and extraterminal domain proteins interferes with adipogenesis. *Biochem Biophys Res Commun* 2016;472:624-30.

*These authors contributed equally to this paper.

- 10) Kadri Z, Lefevre C, Goupille O, Penglong T, Granger-Locatelli M, Fucharoen S, et al. Erythropoietin and IGF-1 signaling synchronize cell proliferation and maturation during erythropoiesis. *Genes Dev* 2015;29:2603-16.

- 11) *Apiratikul N, *Penglong T, Suksen K, Svasti S, Chairoungdua A, Yingyongnarongkula B. In vitro delivery of curcumin with cholesterol-based cationic liposomes. *Bioorg Khim* 2013;39:497-503.

*These authors contributed equally to this paper.

- 12) *Goupille O, *Penglong T, Lefevre C, Granger M, Kadri Z, Fucharoen S, et al. BET bromodomain inhibition rescues erythropoietin differentiation of human erythroleukemia cell line UT7. *Biochem Biophys Res Commun* 2012;429:1-5.

*These authors contributed equally to this paper.

- 13) Sukati S, Svasti S, Stifanese R, Aversa M, Panutdaporn N, Penglong T, et al. Clinical severity of beta-thalassaemia/Hb E disease is associated with differential activities of the calpain-calpastatin proteolytic system. *PLoS One* 2012;7:e37133.

- 14) Svasti S, Masaki S, Penglong T, Abe Y, Winichagoon P, Fucharoen S, et al. Expression of microRNA-451 in normal and thalassemic erythropoiesis. *Ann Hematol* 2010;89:953-8.

สารบัญ

เรื่อง

หน้า

คำนำ	I
สารบัญ	V
สารบัญรูปภาพ	VII
สารบัญตาราง	

บทที่ 1	ธาลัสซีเมียและฮีโมโกลบินผิดปกติ	1
1.1	ส่วนประกอบของเลือด	2
1.2	การสร้างและชนิดของฮีโมโกลบิน	5
1.3	ธาลัสซีเมียและฮีโมโกลบินผิดปกติ	6
บทที่ 2	การทดสอบทางห้องปฏิบัติการเพื่อวินิจฉัยธาลัสซีเมียและฮีโมโกลบินผิดปกติ	15
2.1	การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (complete blood count: CBC)	16
2.2	การตรวจสเมียร์เลือด (blood smear examination)	19
2.3	การทดสอบความเปราะของเม็ดเลือดแดง (one tube osmotic fragility test: OF test)	29
2.4	การตรวจคัดกรองฮีโมโกลบินอีโดยการตกตะกอนด้วยดีซีไอพี (dichlorophenol indophenol precipitation test: DCIP test)	31
2.5	การตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบิน (Hb typing)	32
2.6	การตรวจ inclusion bodies	36
2.7	การตรวจพิสูจน์ Hb F	37
2.8	การตรวจวิเคราะห์ α -thalassemia ด้วย gap PCR	38
2.9	การตรวจวิเคราะห์ β -thalassemia ด้วย reverse dot blot hybridization (RDB)	38
2.10	DNA sequencing	40

สารบัญ

เรื่อง

หน้า

บทที่ 3	การแปลผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินในผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 1 ขวบขึ้นไป: ข้อสังเกตและข้อควรระวัง	43
3.1	Normal Hb typing	44
3.2	α -thalassemia trait	45
3.3	α -thalassemia disease	46
3.4	β -thalassemia trait	51
3.5	β -thalassemia disease	54
3.6	HPFH และ $(\delta\beta)^0$ -thalassemia	58
3.7	Hb E trait	60
3.8	Homozygous Hb E	62
3.9	Hb CS trait และ homozygous Hb CS	64
3.10	พาหะธาลัสซีเมียที่มีความผิดปกติร่วมกันทั้ง β -globin และ α -globin (double heterozygous thalassemia)	67
3.11	โรคธาลัสซีเมียที่มีความผิดปกติร่วมกันทั้ง β -globin และ α -globin แบบซับซ้อน (complex thalassemia)	68
3.12	ผลการตรวจ Hb typing ในผู้ป่วยที่ได้รับเลือด	72
บทที่ 4	ฮีโมโกลบินผิดปกติที่พบได้ไม่บ่อย: ตัวอย่างกรณีศึกษาจากภาคใต้ของประเทศไทย	81
4.1	ฮีโมโกลบินผิดปกติในกลุ่ม β -globin variants ที่พบได้ไม่บ่อยในประเทศไทย	83
4.2	ฮีโมโกลบินผิดปกติในกลุ่ม α -globin variants ที่พบได้ไม่บ่อยในประเทศไทย	86
4.3	ฮีโมโกลบินผิดปกติในกลุ่ม δ -globin variant ที่พบได้ไม่บ่อยในประเทศไทย	88
4.4	ฮีโมโกลบินผิดปกติในกลุ่ม $\delta\beta$ -globin variant ที่พบได้ไม่บ่อยในประเทศไทย	88
4.5	การแปลผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินที่พบได้ไม่บ่อยในประเทศไทยตัวอย่างกรณีศึกษาจากภาคใต้	89

บทที่ 5	การแปลผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินในคู่เสี่ยงก่อนคลอด: ข้อสังเกตและข้อควรระวัง	105
5.1	การแปลผลการทดสอบชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินจากคู่เสี่ยง	109
5.2	การแปลผลการทดสอบชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินจากเลือดสายสะดือ (cord blood) ของทารกในครรภ์	120
บทที่ 6	การแปลผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบิน ในทารกที่มีอายุต่ำกว่า 1 ขวบ: ข้อสังเกตและข้อควรระวัง	129
6.1	ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินในทารกอายุต่ำกว่า 1 ขวบ	131
6.2	Hb type FA	133
6.3	Hb type A_2FA	134
6.4	Hb type A_2A	138
6.5	Hb type EFA	140
6.6	Hb type EF	145
6.7	Hb type with Bart's	146
6.8	Hb type F 100%	151
ดัชนี		157

สารบัญรูปภาพ

บทที่ 1

รูปที่ 1-1	7
การสร้างชนิดและองค์ประกอบของฮีโมโกลบินในแต่ละช่วงอายุ	
รูปที่ 1-2	8
การเปลี่ยนแปลงของชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินในคนปกติ พาะ และผู้ป่วยธาลัสซีเมียที่มีอายุต่ำกว่า 1 ขวบ และ 1 ขวบขึ้นไป	
รูปที่ 1-3	9
ความชุกของยีนพาหะโรคโลหิตจางธาลัสซีเมียในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย	

บทที่ 2

รูปที่ 2.1	17
เลือดของผู้ป่วยธาลัสซีเมียที่มีเม็ดเลือดแดงขนาดเล็กและ schistocyte จำนวนมาก	
รูปที่ 2-2	21
บริเวณสเมียร์เลือดที่เหมาะสมสำหรับดูลักษณะรูปร่างเม็ดเลือดแดง (ideal area)	
รูปที่ 2-3	22
รูปร่างและการรายงานขนาดของเม็ดเลือดแดง	
รูปที่ 2-4	23
เม็ดเลือดแดงที่มีรูปร่างผิดปกติชนิดต่าง ๆ ที่พบได้ในสเมียร์เลือดของผู้ป่วยธาลัสซีเมีย	
รูปที่ 2.5	24
ลักษณะและการรายงานผลเม็ดเลือดแดงที่ติดสีซีด	
รูปที่ 2-6	24
ลักษณะของเม็ดเลือดแดงระยะ polychromasia	
รูปที่ 2-7	25
ลักษณะแรงควัตลชนิดต่าง ๆ ภายในเม็ดเลือดแดงที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยธาลัสซีเมีย	
รูปที่ 2-8	26
ความหลากหลายของรูปร่างเม็ดเลือดขาวปกติชนิดต่าง ๆ	

รูปที่ 2-9	27
ลักษณะสเมียร์เลือดของผู้ป่วยธาลัสซีเมียชนิด β -thalassemia/Hb E	
รูปที่ 2-10	27
ลักษณะสเมียร์เลือดของผู้ที่เป็น homozygous Hb E	
รูปที่ 2-11	28
ลักษณะสเมียร์เลือดของผู้ป่วยธาลัสซีเมียหลังตัดม้าม	
รูปที่ 2-12	29
ลักษณะสเมียร์เลือดของผู้ที่เป็น Hb H disease	
รูปที่ 2-13	29
ลักษณะสเมียร์เลือดของผู้ที่เป็น Hb H disease ที่มีภาวะ hemolytic crisis	
รูปที่ 2-14	30
ผลการทดสอบ OF negative และ positive	
รูปที่ 2-15	31
ผลการทดสอบ DCIP negative และ positive	
รูปที่ 2-16	33
ผลการตรวจชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินในรายที่มีผลเป็นปกติ เมื่อวิเคราะห์จากเครื่องอัตโนมัติที่ใช้หลักการ high performance liquid chromatography และ capillary electrophoresis	
รูปที่ 2-17	34
ผลการตรวจชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินในรายที่เป็น Hb H/CS disease เมื่อวิเคราะห์จากเครื่องอัตโนมัติ high performance liquid chromatography: HPLC และ capillary electrophoresis: CE	
รูปที่ 2-18	35
แผนภาพแสดงแนวทางการแปลผล Hb typing	
รูปที่ 2-19	36
ลักษณะ inclusion bodies ย้อมด้วยสี 1% methylene blue	
รูปที่ 2-20	39
การอ่านผลการวิเคราะห์ชนิดการกลายพันธุ์ของยีน β -globin ด้วยหลักการ Reverse Dot Blot hybridization	

บทที่ 3

Case 3.1	45
A 38 year-old woman with Hb type A_2A test	
Case 3.2	46
A 32 year-old woman with Hb type A_2A	
Case 3.3	47
A 38 year-old man with Hb type A_2AH	
Case 3.4	47
A 35 year-old man with Hb type A_2AH	
Case 3.5/1	48
A 1 year-old girl with Hb type $A_2ABart's$	
Case 3.5/2	49
A 1 year-old girl with Hb type $A_2ABart's$ (ผลการตรวจครั้งที่ 2)	
Case 3.6/1	50
A 1 year-old girl with Hb type $A_2ABart's$	
Case 3.6/2	50
A 1 year-old girl with Hb type $A_2ABart's$ (ผลการตรวจครั้งที่ 2)	
Case 3.7	51
A 3 year-old girl with Hb type $CSA_2ABart'sH$	
Case 3.8	52
A 27 year-old man with Hb type A_2A , Hb $A_2 > 3.5\%$	
Case 3.9	53
A 39 year-old woman with Hb type A_2FA , Hb $A_2 > 3.5\%$, Hb F < 10%	
Case 3.10	53
A 4 year-old girl with Hb type A_2FA , Hb $A_2 > 3.5\%$, Hb F > 10%	
Case 3.11	55
A 24 year-old man with Hb type A_2FA , Hb $A_2 > 3.5\%$, Hb F > 20%	
Case 3.12	55
A 2 year-old girl with Hb type EFA	
Case 3.13	56
A 23 year-old man with Hb type A_2F	

Case 3.14	57
A 5 year-old boy with Hb type EF	
Case 3.15	57
A 48 year-old woman with Hb type EF	
Case 3.16	59
A 27 year-old woman with Hb type A_2FA , Hb $A_2 < 3.5\%$	
Case 3.17	59
A 28 year-old woman with Hb type A_2FA , Hb $A_2 < 3.5\%$	
Case 3.18	61
A 5 year-old girl with Hb type EA	
Case 3.19	61
A 36 year-old man with Hb type EA	
Case 3.20	63
A 13 year-old boy with Hb type EE	
Case 3.21	63
A 59 year-old man with Hb type EE or EF	
Case 3.22	65
A 15 year-old girl with Hb type CSA_2A	
Case 3.23	66
A 35 year-old woman with Hb type CSA_2A	
Case 3.24	66
A 1 year-old girl with Hb type $CSA_2ABart's$	
Case 3.25	67
A 52 year-old woman with Hb type CSEA	
Case 3.26	68
A 84 year-old woman with Hb type CSA_2A	
Case 3.27	70
A 6 year-old boy with Hb type CSEABart's	
Case 3.28	71
A 3 year-old girl with Hb type CSEFABart's	
Case 3.29	72
A 2 year-old girl with Hb type $A_2FABart's$	
Case 3.30	73
A 90 year-old man with Hb type A_2A+E	

สารบัญรูปภาพ

Case 3.31 73

A 78 year-old woman with Hb type EA,
Hb E+A₂ > 35%

บทที่ 4

Case 4.1 90

A 3 year-old girl with Hb type A₂A+abnormal
Hb zone C

Case 4.2 90

A 27 year-old man with Hb type A₂+abnormal
Hb zone C

Case 4.3 91

A 0 month-old girl with Hb type FA+abnormal
Hb zone S

Case 4.4 92

A 48 year-old woman with Hb type A₂A+abnormal
Hb zone S

Case 4.5/1 92

A 0 month-old girl with Hb type FABart's+
abnormal Hb zone ?

Case 4.5/2 93

A 0 month-old girl with Hb type FABart's+
abnormal Hb zone D after adjust zone by mixing
with A₂A

Case 4.6 94

A 64 year-old man with Hb type A₂A+abnormal
Hb zone D

Case 4.7 94

A 20 year-old man with Hb type A₂A+abnormal
Hb zone F (suspected Hb Tak)

Case 4.8 95

A 33 year-old woman with Hb type A₂F+abnormal
Hb zone F (suspected Hb Tak)

Case 4.9 96

A 4 year-old girl with Hb type A₂F+abnormal Hb
zone F

Case 4.10 97

A 33 year-old woman with Hb type A₂A+abnormal
Hb zone F (suspected Q-Thailand)

Case 4.11 98

A 46 year-old woman with Hb type A₂A+abnormal
Hb zone 11

Case 4.12 98

A 0 month-old girl with Hb type A₂FA+abnormal
Hb zone 12

Case 4.13 99

A 1 year-old girl with Hb type A₂A+abnormal
Hb zone 12

Case 4.14 100

A 26 year-old woman with Hb type A₂A Hb
Malay trait

Case 4.15 100

A 7 year-old boy with Hb type EFA Hb Malay/
Hb E disease

บทที่ 5

รูปที่ 5-1 108

แนวทางการตรวจคัดกรองธาลัสซีเมียและฮีโมโกลบิน
ผิดปกติ

Couple 1-7 109-118

Haemoglobin Electrophoresis

Case 5.1 121

A fetus with Hb type FA

Case 5.2 122

A fetus with Hb type A₂FABart's

Case 5.3 122

A fetus with Hb type CSFABart'sH

Case 5.4 123

A fetus with Hb type CSA₂FABart's

Case 5.5 124

A fetus with Hb type Bart'sH+Embryonic Hb

บทที่ 6

Case 6.1	133	Case 6.19	147
A 0 month-old girl with Hb type FA		A 1 month-old girl with Hb type A_2F ABart's	
Case 6.2	134	Case 6.20	147
A 0 month-old girl with Hb type A_2FA		A 0 month-old boy with Hb type FABart's	
Case 6.3	135	Case 6.21	148
A 0 month-old boy with Hb type A_2FA		A 0 month-old girl with Hb type EFABart's	
Case 6.4	135	Case 6.22	149
A 2 month-old boy with Hb type A_2FA		A 0 month-old boy with Hb type EFABart's	
Case 6.5	136	Case 6.23	149
A 7 month-old boy with Hb type A_2FA		A 2 month-old girl with Hb type CSA_2FA Bart's	
Case 6.6	137	Case 6.24	150
A 7 month-old girl with Hb type A_2FA		A 2 month-old girl with Hb type CSA_2FA Bart's	
Case 6.7	137	Case 6.25	151
A 9 month-old girl with Hb type A_2FA		A 0 month-old boy with Hb type F (100%)	
Case 6.8	138		
A 6 month-old girl with Hb type A_2A			
Case 6.9	139		
A 10 month-old girl with Hb type A_2A			
Case 6.10	140		
A 0 month-old girl with Hb type EFA			
Case 6.11	141		
A 0 month-old girl with Hb type EFA			
Case 6.12	141		
A 2 month-old boy with Hb type EFA			
Case 6.13	142		
A 4 month-old boy with Hb type EFA			
Case 6.14	143		
A 7 month-old girl with Hb type EFA			
Case 6.15	143		
A 10 month-old girl with Hb type EFA			
Case 6.16	144		
A 11 month-old boy with Hb type EFA			
Case 6.17	145		
A 0 month-old girl with Hb type EF			
Case 6.18	146		
A 6 month-old boy with Hb type EF			

สารบัญตาราง

บทที่ 1

ตารางที่ 1-1	3
รูปร่างลักษณะของเม็ดเลือดแดงในระยะต่าง ๆ	
ตารางที่ 1-2	4
รูปร่างลักษณะปริมาณและหน้าที่ของเม็ดเลือดขาวชนิดต่าง ๆ	

บทที่ 2

ตารางที่ 2-1	20
ค่าการทดสอบพื้นฐานที่ได้จากการทดสอบด้วยเครื่องตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือดอัตโนมัติ	
ตารางที่ 2-2	22
ค่าการเกรดระดับความแตกต่างของขนาดและรูปร่างของเม็ดเลือดแดง	

บทที่ 3

ตารางที่ 3-1	44
ตำแหน่งของฮีโมโกลบินชนิดที่พบได้บ่อย เมื่อตรวจด้วยวิธี capillary electrophoresis	
ตารางที่ 3-2	58
ค่าทางโลหิตวิทยาเปรียบเทียบระหว่างผู้ที่ เป็นพาหะ HPFH และ $(\delta\beta)^0$ -thalassemia	
ตารางที่ 3-3	60
ปริมาณของ Hb E ในผู้ที่ เป็นพาหะ Hb E ที่มีความผิดปกติของ α -globin ชนิดต่าง ๆ ร่วมด้วย	
ตารางที่ 3-4	69
ความหลากหลายของ Hb type และ genotype ที่อาจเป็นไปได้ของโรคธาลัสซีเมียที่มีความผิดปกติร่วมกันทั้ง β -globin และ α -globin แบบซับซ้อน	

ตารางที่ 3-5	70
ค่าทางโลหิตวิทยาของโรคธาลัสซีเมียที่มีความผิดปกติร่วมกันทั้ง β -globin และ α -globin แบบซับซ้อน	
ตารางที่ 3-6	74
สรุปการแปลผลการตรวจ Hb typing จากเครื่อง capillary electrophoresis ในผู้ที่มีอายุ 1 ขวบขึ้นไป	

บทที่ 4

ตารางที่ 4-1	82
ฮีโมโกลบินผิดปกติที่เคยมีการรายงานว่าตรวจพบในภาคใต้ของประเทศไทย	
ตารางที่ 4-2	89
ชนิดฮีโมโกลบินที่ปกติและผิดปกติที่พบในตำแหน่งต่าง ๆ เมื่อตรวจด้วย capillary electrophoresis	

บทที่ 5

ตารางที่ 5-1	107
ตัวอย่างผลการทดสอบจากตัวอย่างเลือดของหญิงตั้งครรภ์และสามีที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ที่มีความผิดปกติของฮีโมโกลบินและผลการตรวจคัดกรองให้ผลบวกเฉพาะการทดสอบ OF เพียงการทดสอบเดียว	
ตารางที่ 5-2	107
ตัวอย่างค่าทางโลหิตวิทยาจากกรณีศึกษาที่มีความผิดปกติชนิด $(\delta\beta)^0$ -thalassemia, HPFH และ Hb Malay ร่วมกับความผิดปกติของ β -globin ชนิดอื่น	
ตารางที่ 5-3	123
ค่าทางโลหิตวิทยาของทารกในครรภ์ที่ตรวจยืนยันแล้วว่าเป็น Hb H/CS disease	
ตารางที่ 5-4	125
สรุปตัวอย่างการแปลผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินในคู่เสี่ยงและทารกในครรภ์	

บทที่ 6

ตารางที่ 6-1	130
ระดับ Hb F ในเลือดทารกช่วงอายุตั้งแต่ 1 วันถึง 24 เดือน จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี alkali denaturation test	
ตารางที่ 6-2	130
ระดับ Hb A ₂ ในเลือดทารกปกติและทารกที่เป็นพาหะ ของ β -thalassemia ช่วงอายุตั้งแต่ 1-24 เดือน จากการ วิเคราะห์ด้วยวิธี cellulose acetate elution	
ตารางที่ 6-3	131
ช่วงค่าปกติทางโลหิตวิทยาในช่วงอายุต่าง ๆ	
ตารางที่ 6-4	132
ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินที่ได้จากการตรวจเลือดทารก ปกติแรกคลอดด้วยวิธี capillary electrophoresis	
ตารางที่ 6-5	132
ระดับ Hb Bart's จากการวิเคราะห์ด้วย capillary electrophoresis ในผู้ที่มี genotype ของ α -globin ชนิดต่าง ๆ	
ตารางที่ 6-6	152
สรุปการแปลผลการตรวจ Hb typing จากเครื่อง capillary electrophoresis ในทารกแรกคลอดถึงอายุต่ำกว่า 1 ขวบ	

