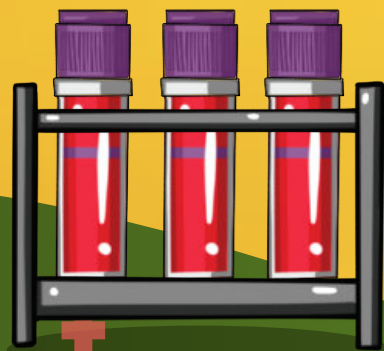
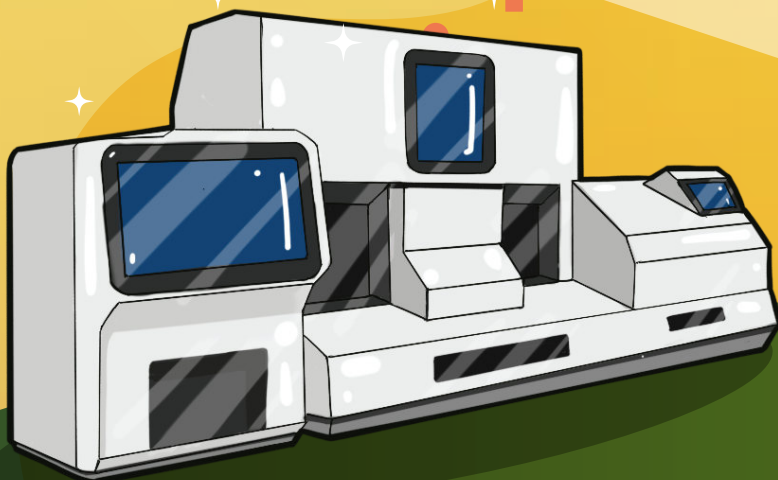




มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

การตรวจนับเม็ดเลือดอย่างสมบูรณ์ ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ

หลักการและความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้



ชัยเจริญ ตันธเนศ
ผู้นิพนธ์

การตรวจนับเม็ดเลือดอย่างสมบูรณ์ ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ หลักการและความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้

ชัยเจริญ ตันธเนศ
ผู้นิพนธ์

การตรวจนับเม็ดเลือดอย่างสมบูรณ์ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ หลักการและความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้

ผู้พิมพ์
พิมพ์ครั้งที่ 1
จำนวน
ราคา

ชัยเจริญ ต้นธเนศ
พฤษภาคม 2568
1,200 เล่ม
239 บาท

สงวนลิขสิทธิ์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติการพิมพ์

ห้ามมิให้ทำซ้ำหรือลอกเลียนแบบโดยไม่ได้รับอนุญาต

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

ชัยเจริญ ต้นธเนศ.

การตรวจนับเม็ดเลือดอย่างสมบูรณ์ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ หลักการและความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้
-- กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศิริราช คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 2568.
204 หน้า.

1. เม็ดเลือด -- การตรวจ. 2. การนับเม็ดเลือด -- เครื่องมือและอุปกรณ์. 3. ห้องปฏิบัติการ
ทางการแพทย์ -- เครื่องมือและอุปกรณ์. I. ชื่อเรื่อง.

611.0185

ISBN 978-616-622-011-7

จัดพิมพ์และเผยแพร่โดย

สำนักพิมพ์ศิริราช งานวิชาการ สำนักงานคนบดี
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
2 ถนนวังหลัง แขวงศิริราช เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700
โทรศัพท์ 0 2419 2858
E-mail: sirirajbooks@gmail.com
Website: www.sirirajbooks.com
E-book application:



พิมพ์ที่

บริษัท พี.เอ. ลีฟวิ่ง จำกัด
4 ซอยสิรินธร 7 แขวงบางบำหรุ เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700
โทรศัพท์ 0 2881 9890

คำนิยม

หนังสือ “การตรวจนับเม็ดเลือดอย่างสมบูรณ์ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ หลักการและความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้” โดยนายแพทย์ชัยเจริญ ตันธเนศ เป็นหนังสือที่มีความโดดเด่น เนื้อหาในแต่ละบทถูกจัดเรียงอย่างเป็นระบบ มีการนำเสนอเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง ครอบคลุมกระบวนการทางห้องปฏิบัติการทั้งหมดในการตรวจวิเคราะห์เม็ดเลือดโดยใช้เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ ตั้งแต่การเตรียมตัวอย่างตรวจ ข้อควรระวังที่อาจทำให้ผลตรวจผิดพลาด หลักการของเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติที่มีใช้ในประเทศไทยทั้งหลักการดั้งเดิมและเทคโนโลยีใหม่ หลักการวิเคราะห์เม็ดเลือดแต่ละชนิดในเชิงลึก ไปจนถึงการรายงานผลและการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการตรวจ

นอกจากนี้ ผู้นิพนธ์ยังสอดแทรกประสบการณ์ตรงจากการทำงานในห้องปฏิบัติการภาควิชาพยาธิวิทยาคลินิกเป็นระยะเวลานานกว่า 15 ปี รวมถึงข้อมูลจากผลงานวิจัยและนวัตกรรมใหม่ ๆ ของผู้นิพนธ์ เช่น online blood smear ซึ่งเป็นแนวโน้มที่น่าสนใจในอนาคต ทำให้หนังสือเล่มนี้เป็นหนังสือที่มีความสมบูรณ์ครบถ้วน ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้ง่ายและนำไปปฏิบัติได้จริง เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับแพทย์ นักเทคนิคการแพทย์ นักวิจัย นักศึกษา ตลอดจนผู้ที่สนใจด้านการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ขอแสดงความยินดีกับนายแพทย์ชัยเจริญ ตันธเนศ ที่ได้สร้างสรรค์ผลงานที่ทรงคุณค่า ซึ่งสะท้อนถึงความเชี่ยวชาญและความมุ่งมั่นของผู้นิพนธ์ในการถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ตรงสู่สาธารณชน และหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นแหล่งความรู้สำคัญที่ช่วยพัฒนาการตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น อันจะส่งผลต่อการยกระดับคุณภาพของการวินิจฉัย การรักษาผู้ป่วย และการดูแลสุขภาพให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

รองศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์บวรธรณ์ พวงวรินทร์

หัวหน้าภาควิชาพยาธิวิทยาคลินิก

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

การตรวจวิเคราะห์ความผิดปกติของเม็ดเลือด มีความสำคัญอย่างยิ่งในการคัดกรองโรค การวินิจฉัยโรค การพยากรณ์โรค และการติดตามผลการรักษา วิธีตรวจวิเคราะห์ที่ทำได้ง่ายและมีใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ การตรวจนับเม็ดเลือดอย่างสมบูรณ์ หรือ complete blood count (CBC) การตรวจนี้ถูกใช้บ่อยในเวชปฏิบัติ จากรายงานผลการดำเนินงาน ประจำปี 2565 ของภาควิชาพยาธิวิทยาคลินิก คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่า มีการส่งตรวจ CBC กว่า 500,000 การทดสอบ เนื่องจากปริมาณการส่งตรวจที่สูงมาก ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ส่วนใหญ่จึงนิยมใช้เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ (automated hematology analyzer) เพื่อตรวจ CBC ซึ่งมีข้อดีที่สามารถตรวจได้รวดเร็ว ทำให้แพทย์ได้รับผลตรวจเพื่อนำไปดูแลรักษาผู้ป่วยในเวลาที่เหมาะสม ลดภาระงานของผู้วิเคราะห์ตัวอย่างตรวจในห้องปฏิบัติการ อีกทั้งผลตรวจจากเครื่องยังมีความถูกต้องและแม่นยำสูง

หลายบริษัทพัฒนาระบบสำหรับการตรวจ CBC ซึ่งประกอบด้วย เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ ซอฟต์แวร์เพื่อการวิเคราะห์ และน้ำยาที่เกี่ยวข้องกับการตรวจ โดยอาจมีอุปกรณ์อื่น ๆ อาทิ เครื่องเตรียม blood smear อัตโนมัติ และเครื่องวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของเซลล์ระบบดิจิทัล (digital morphology analyzer) ระบบตรวจวิเคราะห์ของแต่ละบริษัทจะใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกัน ซึ่งมีข้อดีและข้อจำกัดเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละระบบ ก่อนวางจำหน่ายจะมีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ และเมื่อห้องปฏิบัติการวางแผนจะนำมาใช้ ต้องประเมินประสิทธิภาพอีกครั้ง เพื่อให้มั่นใจว่าระบบที่จะใช้ มีคุณภาพตามมาตรฐาน ผลตรวจมีความถูกต้องและแม่นยำ อย่างไรก็ตาม แม้ระบบตรวจวิเคราะห์จะผ่านการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพแล้ว ยังมีโอกาสที่ผลตรวจจะผิดพลาดหรือไม่ตรงกับความเป็นจริง โดยสาเหตุของความผิดพลาดอาจเกิดในช่วงก่อนการวิเคราะห์ (pre-analytical phase) ช่วงการวิเคราะห์ (analytical phase) หรือช่วงหลังการวิเคราะห์ (post-analytical phase)

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความผิดพลาดของการตรวจ CBC มักจะไม่ถูกรวบรวมเป็นหนังสือหรือตำรา แต่จะเป็นรายงานผู้ป่วย (case report) กรณีศึกษา (case study) บทความวิจัยต้นฉบับ (original article) บทความปริทัศน์ (review article) หรือเนื้อหาบทหนึ่งในหนังสือหรือตำราเท่านั้น จึงขาดรายละเอียดและข้อแนะนำเพื่อใช้อ้างอิงในการแก้ไขปัญหาที่พบจากการตรวจ CBC

ในฐานะที่ผู้นิพนธ์เป็นแพทย์เฉพาะทางสาขาพยาธิวิทยาคลินิกและอายุรศาสตร์โรคเลือด จึงมีความประสงค์จะรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับหลักการตรวจ CBC ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติที่มีการใช้ในปัจจุบัน ครอบคลุมการตรวจเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด เชื่อมโยงกับความผิดพลาดของผลตรวจที่ส่งผลกระทบต่อทางคลินิก ตามบริบทของเวชปฏิบัติในประเทศไทย โดยอ้างอิงจากเอกสารทางการแพทย์ที่ทันสมัย และจากประสบการณ์ของผู้นิพนธ์ที่ดูแลการตรวจ CBC และรับปรึกษาปัญหาที่เกี่ยวข้องมากกว่า 10 ปี

เนื้อหาในหนังสือเริ่มจากช่วงก่อนการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นช่วงที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมตัวอย่างตรวจที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์ จากนั้นจะกล่าวถึงหลักการของเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติสำหรับการตรวจ CBC ในภาพรวม แล้วจึงแยกรายละเอียดของหลักการสำหรับการตรวจเม็ดเลือดต่าง ๆ ประกอบกับเนื้อหาเกี่ยวกับความผิดพลาดของการตรวจวิเคราะห์เม็ดเลือดแต่ละชนิด สาเหตุของความผิดพลาด ผลกระทบที่ตามมา และข้อแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ โดยจะแบ่งเป็นข้อแนะนำสำหรับแพทย์ และข้อแนะนำสำหรับห้องปฏิบัติการ บทสุดท้ายจะเป็นกรณีศึกษาเกี่ยวกับความผิดพลาดของผลตรวจ CBC ที่อ้างอิงจากประสบการณ์ตรงของผู้นิพนธ์ เพื่อให้ผู้อ่านวิเคราะห์ปัญหา และสังเคราะห์วิธีจัดการปัญหาได้

หนังสือเล่มนี้จึงเหมาะกับบุคลากรทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจ CBC ไม่ว่าจะเป็นแพทย์ผู้ส่งตรวจและแปลผลตรวจ ผู้เก็บตัวอย่างตรวจ และนักเทคนิคการแพทย์ที่เป็นผู้วิเคราะห์ตัวอย่างตรวจในห้องปฏิบัติการ ผู้นิพนธ์มีวัตถุประสงค์ให้ผู้อ่านตระหนักถึงข้อจำกัดของการตรวจ CBC ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้ในเวชปฏิบัติ และสามารถนำความรู้จากหนังสือเล่มนี้ไปแก้ไขปัญหาที่พบ เข้าใจปัญหาอย่างรอบด้าน แม้ส่วนข้อแนะนำในหนังสือจะแบ่งแยกเนื้อหาตามบทบาทหน้าที่เป็นส่วนของแพทย์และห้องปฏิบัติการ แต่ผู้อ่านสามารถอ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาทั้ง 2 ส่วนพร้อมกัน เพื่อเข้าใจมุมมองในการปฏิบัติงานของเพื่อนร่วมวิชาชีพ แพทย์ทราบสาเหตุของความผิดพลาด และข้อจำกัดของการตรวจของห้องปฏิบัติการ นักเทคนิคการแพทย์ทราบผลกระทบทางคลินิกจากความผิดพลาดของการตรวจ เกิดการทำงานร่วมกันแบบสหวิชาชีพอย่างเห็นอกเห็นใจซึ่งกันและกัน การใช้การตรวจทางห้องปฏิบัติการเป็นไปอย่างสมเหตุผลและคุ้มค่า ผู้ป่วยได้รับการดูแลรักษาที่เหมาะสม และได้รับความปลอดภัยสูงสุด

นายแพทย์ชัยเจริญ ตันธเนศ

คำชี้แจง

- ผู้นิพนธ์จะเลือกเขียนคำศัพท์ที่เป็นคำไทยที่บัญญัติโดยสำนักงานราชบัณฑิตยสภา อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่คำศัพท์ภาษาอังกฤษไม่ถูกบัญญัติในพจนานุกรมศัพท์บัญญัติของสำนักงานราชบัณฑิตยสภา หรือหากเขียนเป็นคำไทยแล้ว ผู้อ่านอาจจะไม่คุ้นชิน ผู้นิพนธ์จะเขียนเป็นคำภาษาอังกฤษตามรูปศัพท์เดิม เพื่อประโยชน์ในการทำความเข้าใจของผู้อ่าน ตัวอย่างของคำดังกล่าว เช่น blood smear, neutrophil, lymphocyte, granule

- คำว่า “ผู้วิเคราะห์” ในหนังสือเล่มนี้ หมายถึง บุคลากรทางการแพทย์ที่ทำหน้าที่ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างตรวจของผู้ป่วย โดยส่วนใหญ่จะหมายถึง นักเทคนิคการแพทย์ ซึ่งเป็นผู้ที่มีบทบาทโดยตรง และมีความเชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ตัวอย่างตรวจ อย่างไรก็ตาม “ผู้วิเคราะห์” ในบริบทประเทศไทย อาจหมายถึงแพทย์เฉพาะทางสาขาพยาธิวิทยาคลินิก แพทย์เฉพาะทางสาขาอายุรศาสตร์โรคเลือด และนักวิทยาศาสตร์ผู้ชำนาญการตรวจวิเคราะห์ การใช้คำว่า “ผู้วิเคราะห์” จึงครอบคลุมผู้ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างตรวจทั้งหมด

- ตัวอย่างตรวจสำหรับการตรวจ CBC มักจะเป็นเลือด อย่างไรก็ตาม เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติสามารถวิเคราะห์เม็ดเลือดในตัวอย่างตรวจอื่นที่ไม่ใช่เลือดได้ด้วย โดยส่วนใหญ่ผู้นิพนธ์จึงเลือกใช้คำว่า “ตัวอย่างตรวจ” แทนคำว่า “เลือด” ในหนังสือเล่มนี้

- ผู้นิพนธ์เขียนคำว่า “ทาลัสซีเมีย” แทนคำว่า “ธาลัสซีเมีย” เนื่องจากคำว่า “ทาลัสซีเมีย” เป็นศัพท์บัญญัติโดยสำนักงานราชบัณฑิตยสภา อย่างไรก็ตาม จะเขียนคำว่า “ธาลัสซีเมีย” ในส่วนเอกสารอ้างอิงตามที่แหล่งอ้างอิงระบุไว้

- คำว่า “blast” ในหนังสือเล่มนี้จะเน้นเซลล์ระยะเริ่มต้นหรือเซลล์ต้นกำเนิดของเม็ดเลือดขาวเป็นหลัก

- ผู้นิพนธ์จะเขียนผลตรวจทางห้องปฏิบัติการเป็นภาษาอังกฤษ ตามรูปแบบการรายงานที่ใช้ในเวชปฏิบัติ แทนการใช้คำภาษาไทย เช่น เขียนคำว่า “RBC count” แทนคำว่า “จำนวนเม็ดเลือดแดง”

- หนังสือเล่มนี้ใช้คำย่อแทนคำเต็มสำหรับคำที่ใช้บ่อย เพื่อลดการใช้เนื้อที่ในหนังสือ และเพื่อความสะดวกในการอ่าน ขอความกรุณาผู้อ่านอ้างอิงคำเต็มของคำย่อต่าง ๆ จากรายการคำย่อ แต่หากเป็นคำย่อที่ใช้ไม่บ่อย หรือใช้เฉพาะในบางบท ผู้นิพนธ์จะเขียนคำเต็มพร้อมระบุคำย่อในวงเล็บสำหรับการเขียนครั้งแรกในแต่ละบท

- ค่าอ้างอิง (reference range) ที่ใช้ในหนังสือเล่มนี้ เป็นค่าที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้เฉพาะกับเนื้อหาในหนังสือเท่านั้น การกำหนดค่าอ้างอิงที่ถูกต้องควรกำหนดโดยห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งตามกระบวนการมาตรฐานที่แนะนำโดยองค์กรที่ได้รับการยอมรับ

- หน่วยวัดในหนังสือเล่มนี้จะมีทั้งหน่วยเอสไอ (International System of Units หรือ SI Units) และหน่วยวัดระบบ conventional unit ผู้นิพนธ์จะเลือกใช้หน่วยที่เป็นที่นิยมในเวชปฏิบัติ

และเขียนเป็นคำย่อภาษาอังกฤษ เพื่อประโยชน์ในการทำความเข้าใจของผู้อ่าน การเขียนคำเติมหน้าหน่วย (prefix) จะเขียนคำที่ใช้อยู่ในเวชปฏิบัติ เช่น หน่วยของค่า Hb จะเขียน g/dL แทน g/L เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจง่าย และเป็นแบบแผนเดียวกันทั้งเล่ม

- ข้อมูลในบทที่ 6 กรณีศึกษา เป็นข้อมูลที่ผู้นิพนธ์กำหนดขึ้นใหม่ทั้งหมดโดยดัดแปลงจากข้อมูลจริง วันเวลาที่ระบุและผลตรวจต่าง ๆ จะไม่ตรงกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อไม่ให้เกิดการระบุตัวตนผู้ป่วย การเขียนประวัติและตรวจร่างกายจะเขียนแบบย่อ โดยเน้นเฉพาะอาการ อาการแสดง และผลตรวจทางห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับความผิดพลาดของผลตรวจ การเขียน วัน เดือน ปี จะเขียนตามข้อเสนอแนะของสำนักงานราชบัณฑิตยสภา กล่าวคือ หากเขียนคำว่า “วันที่” จะเขียนคำว่า “พ.ศ.” หน้าเลขบอก พ.ศ. แต่ถ้าหากไม่เขียนคำว่า “วันที่” จะไม่เขียนคำว่า “พ.ศ.” หน้าเลขบอก พ.ศ.

- เนื้อหาที่อภิปรายและข้อเสนอแนะในบทที่ 6 กรณีศึกษา เป็นเนื้อหาที่สรุปมาจากบทก่อนหน้า ผู้นิพนธ์จะระบุบทที่แนะนำให้ผู้อ่านศึกษาเพิ่มเติม ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับกรณีศึกษาแต่ไม่ระบุเอกสารอ้างอิง เพื่อลดการอ้างอิงที่ซ้ำซ้อน หากผู้อ่านต้องการทราบแหล่งอ้างอิง กรุณาอ่านเพิ่มเติมจากบทที่แนะนำ

- ข้อเสนอแนะเพื่อแก้ไขปัญหาเมื่อพบความผิดพลาดจากการตรวจ CBC ในหนังสือเล่มนี้จะแยกเป็นส่วนสำหรับแพทย์ และสำหรับห้องปฏิบัติการ โดยส่วนของห้องปฏิบัติการจะเป็นข้อเสนอแนะสำหรับผู้วิเคราะห์ตัวอย่างตรวจเป็นหลัก

- ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในหนังสือเล่มนี้ อ้างอิงตามหลักวิชาการ เอกสารทางการแพทย์ และประสบการณ์ของผู้นิพนธ์ การนำข้อเสนอแนะจากหนังสือเล่มนี้ไปใช้แก้ไขปัญหา ต้องพิจารณาตามบริบทของแต่ละสถาบัน

- การอ้างอิงในหนังสือเล่มนี้จะใช้รูปแบบแวนคูเวอร์ (Vancouver style) โดยใช้ปีคริสต์ศักราชในการอ้างอิง ยกเว้นหนังสือหรือเอกสารภาษาไทย จะใช้ปีพุทธศักราชในการอ้างอิง

- เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้อ้างอิงตามเอกสารทางการแพทย์ที่น่าเชื่อถือ โดยจะอ้างอิงเอกสารที่ทันสมัยที่สุดก่อน (state of the art) ยกเว้นเอกสารทางการแพทย์ที่สำคัญและถูกอ้างอิงอย่างแพร่หลายหรือเอกสารทางการแพทย์จากประเทศไทย

- ลำดับรูปภาพและตาราง จะขึ้นต้นด้วยตัวเลขลำดับบท ตามด้วยลำดับของรูปภาพหรือตารางในแต่ละบท

- ภาพ blood smear ทุกภาพที่แสดงในหนังสือเล่มนี้ เป็นภาพ blood smear ที่ย้อมด้วยสี Wright-Giemsa

- กำลังขยายของภาพ blood smear จะถูกระบุเป็นกำลังขยายรวมที่มุมล่างขวาของภาพ โดยเป็นค่ากำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ (objective lens) คูณด้วย 10 ซึ่งเป็นค่ากำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา (eyepiece lens) ของกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้กันโดยทั่วไป ยกเว้นภาพ blood smear ที่ผู้นิพนธ์ต้องการเน้นความผิดปกติให้เห็นชัดเจน เช่น เม็ดเลือด ผู้นิพนธ์จะขยายภาพโดยไม่ระบุกำลังขยายรวม
- รูปภาพ แผนภูมิ และตารางทั้งหมดที่ปรากฏในหนังสือเล่มนี้ ถูกจัดเตรียมขึ้นโดยผู้นิพนธ์ โดยไม่คัดลอกมาจากผู้ใด
- ผู้นิพนธ์ขออนุญาตใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโรงพยาบาลศิริราช ภาพหน้าจอคอมพิวเตอร์ และภาพเซลล์เม็ดเลือดจากระบบสารสนเทศห้องปฏิบัติการ จากโรงพยาบาลศิริราชแล้ว
- หากปรากฏข้อความหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์หรือเครื่องมือของบริษัทใดในหนังสือเล่มนี้ มิได้หมายความว่า ผู้นิพนธ์สนับสนุนหรือไม่สนับสนุนผลิตภัณฑ์หรือเครื่องมือ นั้น ๆ ผู้นิพนธ์ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน (conflict of interest) ใด ๆ กับบริษัทผู้ผลิตหรือจัดจำหน่ายอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่มีชื่อปรากฏในหนังสือเล่มนี้
- เนื้อหาหรือกรณีศึกษาที่ปรากฏในหนังสือเล่มนี้จะยกตัวอย่างจากผลตรวจวิเคราะห์จากเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยาคลินิก คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ผู้นิพนธ์ปฏิบัติงานอยู่

นายแพทย์ชัยเจริญ ตันรณศ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้นิพนธ์ขอขอบพระคุณคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่เป็นสถาบันการศึกษาที่บ่มเพาะผู้นิพนธ์ตั้งแต่ระดับแพทยศาสตรบัณฑิต ไปถึงระดับความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม ทั้งสาขาพยาธิวิทยาคลินิกและสาขาอายุรศาสตร์โรคเลือด ผู้นิพนธ์จึงมีโอกาสดำเนินการศึกษาความรู้ ฝึกฝนทักษะ และซึมซับแบบอย่างในการสอน การทำงาน การใช้ชีวิต จากท่านคณาจารย์ของคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล โดยเฉพาะท่านคณาจารย์ภาควิชาพยาธิวิทยาคลินิกและท่านคณาจารย์สาขาวิชาโลหิตวิทยา ภาควิชาอายุรศาสตร์ ผู้นิพนธ์จึงสามารถนำความรู้และทักษะมาสร้างประโยชน์ในการสอน การวิจัย การบริการผู้ป่วย และรวบรวมองค์ความรู้ต่าง ๆ มาเรียบเรียงเป็นเนื้อหาในหนังสือเล่มนี้ นอกจากนี้ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ยังสนับสนุนการจัดทำหนังสือและอนุญาตให้ตีพิมพ์เผยแพร่ ซึ่งนับเป็นความกรุณาอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์นรเศรษฐ์ พงษ์วรนิทร์ หัวหน้าภาควิชาพยาธิวิทยาคลินิก คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาสับสนุนการจัดทำ และเขียนคำนิยมในหนังสือเล่มนี้

ขอขอบพระคุณผู้ป่วยที่มารับบริการที่คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล โดยข้อมูลบางส่วนของผู้ป่วยเป็นแหล่งข้อมูลที่น่าสนใจ ทั้งในส่วนของค่าผลตรวจและรูปภาพเซลล์ ทำให้ผู้นิพนธ์มีโอกาสดำเนินการศึกษาเพิ่มเติม เกิดเป็นประสบการณ์จากการทำงานโดยตรง และรวบรวมเป็นเนื้อหาประกอบในหนังสือเล่มนี้ ส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่อแพทย์และผู้วิเคราะห์ตัวอย่างตรวจ ทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ป่วยท่านอื่น ๆ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกลาง ภาควิชาพยาธิวิทยาคลินิก คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่นำปัญหาในการตรวจวิเคราะห์มาปรึกษาหารือ เพื่อหาวิธีแก้ไขให้การตรวจวิเคราะห์ถูกต้องและเหมาะสม โดยผู้นิพนธ์ได้นำข้อมูลบางส่วนจากการปรึกษาหารือมาประกอบเป็นเนื้อหาในหนังสือเล่มนี้

ขอขอบคุณนักศึกษาแพทย์ แพทย์ประจำบ้าน นักเทคนิคการแพทย์ และบุคลากรในห้องปฏิบัติการที่เคยฟังการบรรยายของผู้นิพนธ์ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ และตั้งคำถามที่น่าสนใจแก่ผู้นิพนธ์ ทำให้ผู้นิพนธ์รับทราบปัญหาและเกิดมุมมองในการเขียนหนังสือเล่มนี้

สุดท้ายนี้ ผู้นิพนธ์ขอขอบพระคุณครอบครัวที่สนับสนุนและให้กำลังใจผู้นิพนธ์ ทำให้ผู้นิพนธ์มีโอกาสศึกษา ค้นคว้า และเขียนหนังสือเล่มนี้จนสำเร็จลุล่วง

นายแพทย์ชัยเจริญ ตันธเนศ

คณะกรรมการสำนักพิมพ์ศิริราช

รองคณบดี คนที่ 1 และผู้อำนวยการโรงเรียนแพทย์ศิริราช (ศาสตราจารย์ นายแพทย์รัชชัยย์ อัครวิพุธ)	ที่ปรึกษา
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ (ศาสตราจารย์ นายแพทย์อาทิตย์ อุนนะนันท์)	ประธานกรรมการ
หัวหน้าสถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์ (อาจารย์ ดร.โสภิตา สุภูมิ)	รองประธานกรรมการ
บรรณาธิการ Siriraj Medical Journal (ศาสตราจารย์ นายแพทย์พรพรม เมืองแมน)	กรรมการ
ศาสตราจารย์ แพทย์หญิงพรพิมพ์ กอแพร่พงศ์	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงดาราวรรณ วนะชีวนาวิน	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ประสงค์ ตันมหาสมุทร	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์เอกเกษม วาณิชเจริญกุล	กรรมการ
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายการคลัง (คุณณัฐวสา สันจิตโต)	กรรมการ
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ (รองศาสตราจารย์ ดร. แพทย์หญิงอรุณทัย ศิริอัสกุล)	กรรมการและเลขานุการ
คุณอมรรัตน์ แสงแก้ว	ผู้ช่วยเลขานุการ
คุณวรรณกานต์ บุญเกื้อ	ผู้ช่วยเลขานุการ
คุณนัท สุขมินท	ผู้ช่วยเลขานุการ

ประวัติผู้นิพนธ์

นายแพทย์ชัยเจริญ ตันรณศ

วุฒิการศึกษา

- แพทยศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1)
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ. 2547
- ประกาศนียบัตรบัณฑิตทางวิทยาศาสตร์การแพทย์คลินิก
(พยาธิวิทยาคลินิก), พ.ศ. 2548
- วุฒิบัตรเพื่อแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม
สาขาพยาธิวิทยาคลินิก, พ.ศ. 2550
- ประกาศนียบัตรบัณฑิตทางวิทยาศาสตร์การแพทย์คลินิก (อายุรศาสตร์),
พ.ศ. 2551
- วุฒิบัตรเพื่อแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม
สาขาอายุรศาสตร์โรคเลือด, พ.ศ. 2553
- Certificate of International Hemophilia Training Centre (IHTC)
Fellowship Program, Sheffield Haemophilia and Thrombosis
Centre, พ.ศ. 2555

หน่วยงานต้นสังกัด

ภาควิชาพยาธิวิทยาคลินิก คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
มหาวิทยาลัยมหิดล

บทที่ 1	ช่วงก่อนการวิเคราะห์	1
บทที่ 2	หลักการตรวจนับเม็ดเลือดอย่างสมบูรณ์	21
บทที่ 3	หลักการตรวจเม็ดเลือดแดงและความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้	39
บทที่ 4	หลักการตรวจเม็ดเลือดขาวและความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้	69
บทที่ 5	หลักการตรวจเกล็ดเลือดและความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้	103
บทที่ 6	กรณีศึกษา	133
ภาคผนวก ก		167
ภาคผนวก ข		171
ดัชนี/Index		175

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ 1.1	กระบวนการตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์	1
แผนภูมิที่ 5.1	กลไกการเกิดภาวะจำนวนเกล็ดเลือดต่ำกว่าความเป็นจริงที่ขึ้นอยู่กับสาร EDTA	113
แผนภูมิที่ 6.1	ข้อแนะนำเมื่อพบการรายงานค่า platelet count จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติต่ำกว่า 100,000/ μ L	161

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1	สรุปข้อแนะนำในการตรวจ CBC ก่อนการผ่าตัด ตามข้อแนะนำของ National Institute for Health and Care Excellence (NICE)	4
ตารางที่ 1.2	ตัวอย่างโรคที่ใช้ผลตรวจ CBC ในการแบ่งกลุ่มผู้ป่วยตามการพยากรณ์โรค	6
ตารางที่ 1.3	ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของเม็ดเลือดชนิดต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป	15
ตารางที่ 1.4	ตัวอย่างระยะเวลาคงสภาพหลังการเก็บตัวอย่างตรวจ	16
ตารางที่ 2.1	ตัวอย่างเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติของบริษัทต่าง ๆ และหลักการที่ใช้วิเคราะห์ค่าผลตรวจเม็ดเลือด	35
ตารางที่ 3.1	ค่าผลตรวจเม็ดเลือดแดงจากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ	40
ตารางที่ 3.2	ความผิดปกติของตัวอย่างตรวจที่ทำให้เกิดความผิดพลาดของค่าผลตรวจเม็ดเลือดแดง	43
ตารางที่ 3.3	ตัวอย่างผลตรวจทางห้องปฏิบัติการอื่น ๆ นอกจาก CBC ที่ได้รับผลกระทบในกรณีที่มีการสลายของเม็ดเลือดแดง	55
ตารางที่ 4.1	เปรียบเทียบลักษณะของ NRBC ระยะ orthochromic, necrobiotic neutrophil, monolobated neutrophil และ lymphocyte	84
ตารางที่ 4.2	เปรียบเทียบลักษณะเซลล์ myeloblast, lymphoblast, atypical lymphocyte และเซลล์มะเร็งต่อมน้ำเหลือง	90
ตารางที่ 5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเกล็ดเลือดและลักษณะเลือดออกผิดปกติ	104
ตารางที่ 5.2	การรายงานจำนวนเกล็ดเลือดเมื่อตรวจพบเกล็ดเลือดเกาะกลุ่ม	116
ตารางที่ 6.1	ผลตรวจ CBC ของผู้ป่วยกรณีศึกษาที่ 1	134
ตารางที่ 6.2	ผลตรวจ CBC ของผู้ป่วยกรณีศึกษาที่ 2	138
ตารางที่ 6.3	ผลตรวจ CBC ของผู้ป่วยกรณีศึกษาที่ 3	142
ตารางที่ 6.4	ผลตรวจ CBC ของผู้ป่วยกรณีศึกษาที่ 4	145
ตารางที่ 6.5	ผลตรวจ CBC ของผู้ป่วยกรณีศึกษาที่ 4 หลังจากนำตัวอย่างตรวจไปอุ่น 15 นาที	147
ตารางที่ 6.6	ผลตรวจ CBC ของผู้ป่วยกรณีศึกษาที่ 5	149
ตารางที่ 6.7	ผลตรวจ CBC ของผู้ป่วยกรณีศึกษาที่ 5 ซึ่งส่งตรวจเมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2558	150
ตารางที่ 6.8	ผลตรวจ CBC ของผู้ป่วยกรณีศึกษาที่ 6	154
ตารางที่ 6.9	ผลตรวจ CBC ของผู้ป่วยกรณีศึกษาที่ 7	158
ตารางที่ 6.10	ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการของผู้ป่วยกรณีศึกษาที่ 8	163

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1.1	หลอดเก็บเลือดที่มีสารกันเลือดเป็นลิ่มชนิด EDTA ในหลอด	12
ภาพที่ 1.2	การผสมตัวอย่างตรวจให้เข้ากับสารกันเลือดเป็นลิ่มแบบ full inversion จำนวน 1 ครั้ง	14
ภาพที่ 2.1	พื้นที่สำหรับนับเม็ดเลือดของ hemocytometer ชนิด Improved Neubauer counting chamber เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์	23
ภาพที่ 2.2	การตรวจเม็ดเลือดด้วยวิธีตรวจวัด electrical impedance ขณะที่ไม่มีเม็ดเลือดผ่านบริเวณรู (aperture)	27
ภาพที่ 2.3	การตรวจเม็ดเลือดด้วยวิธีตรวจวัด electrical impedance ขณะที่เม็ดเลือดผ่านบริเวณรู (aperture)	27
ภาพที่ 2.4	ฮิสโทแกรมของการตรวจเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีตรวจวัด electrical impedance	28
ภาพที่ 2.5	กราฟเส้นโค้งด้วยวิธีตรวจวัด electrical impedance	29
ภาพที่ 2.6	การตรวจเม็ดเลือดด้วยวิธีการตรวจวัด optical scattering ขณะที่ไม่มีเม็ดเลือดไหลผ่านตำแหน่งตรวจวัด	31
ภาพที่ 2.7	การตรวจเม็ดเลือดด้วยวิธีการตรวจวัด optical scattering ขณะที่เม็ดเลือดไหลผ่านตำแหน่งตรวจวัด	32
ภาพที่ 2.8	ตัวอย่างแผนภาพ scattergram ของการตรวจเม็ดเลือดขาวด้วยวิธีตรวจวัด optical scattering	33
ภาพที่ 3.1	ลิ่มเลือดที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เกาะอยู่ข้างหลอดเก็บเลือด	46
ภาพที่ 3.2	ลิ่มเลือดที่ตรวจพบจากการใช้ไม้ขนาดเล็ก (applicator stick) เขี่ยตัวอย่างตรวจ	46
ภาพที่ 3.3	ตัวอย่างการแจ้งเตือนโดยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ ในตัวอย่างตรวจที่มีลิ่มเลือด	47
ภาพที่ 3.4	เกล็ดเลือดเกาะกลุ่ม ที่อาจพบร่วมในตัวอย่างตรวจที่มีลิ่มเลือด	47
ภาพที่ 3.5	การเกาะกลุ่มของเม็ดเลือดแดง	49
ภาพที่ 3.6	การเรียงตัวของเม็ดเลือดแดงแบบ rouleaux	49
ภาพที่ 3.7	กราฟเส้นโค้งของการตรวจเม็ดเลือดแดงในตัวอย่างตรวจปกติ เปรียบเทียบกับตัวอย่างตรวจที่มีเม็ดเลือดแดงเกาะกลุ่ม	50
ภาพที่ 3.8	ตัวอย่างการแจ้งเตือนโดยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ ในตัวอย่างตรวจที่มีเม็ดเลือดแดงเกาะกลุ่ม	51
ภาพที่ 3.9	เม็ดเลือดแดงเกาะกลุ่มที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยจะเห็นเป็นเม็ดเล็ก ๆ ที่ข้างหลอดเก็บเลือด	52
ภาพที่ 3.10	สัฟลาสมาติดปกติจากการสลายของเม็ดเลือดแดง	56
ภาพที่ 3.11	สัฟลาสมาซุนผิดปกติจากไขมันปริมาณมาก	60

ภาพที่ 4.1	ตัวอย่างกราฟเส้นโค้งของการตรวจเม็ดเลือดขาวโดยการวัด electrical impedance	70
ภาพที่ 4.2	แผนภาพ scattergram โดยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex รุ่น XN แสดงการนับแยกชนิดเม็ดเลือดขาว และ NRBC ด้วยการย้อมสีฟลูออเรสเซนซ์	73
ภาพที่ 4.3	ตัวอย่างหน้าจอแสดงการวิเคราะห์เม็ดเลือดขาวโดยระบบ CellaVision AB	74
ภาพที่ 4.4	เม็ดเลือดขาวชนิด neutrophil เกาะกลุ่มในตัวอย่างตรวจที่เก็บด้วยสารกันเลือดเป็นลิ่มชนิด EDTA	78
ภาพที่ 4.5	แผนภาพ scattergram ของเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex รุ่น XN แสดงแผนภาพปกติ และแผนภาพผิดปกติที่ไม่มีกลุ่มเม็ดเลือดขาว	79
ภาพที่ 4.6	ตัวอย่าง NRBC ระยะ orthochromic, necrobiotic neutrophil, monolobated neutrophil และ lymphocyte	83
ภาพที่ 4.7	เซลล์ myeloblast, lymphoblast, atypical lymphocyte และเซลล์มะเร็งต่อมน้ำเหลือง	89
ภาพที่ 4.8	แผนภาพ scattergram โดยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex รุ่น XN แสดงตำแหน่งกลุ่มเม็ดเลือดขาวที่เครื่องระบุว่าเป็น “blast/ abnormal lymphocyte”	92
ภาพที่ 4.9	แผนภาพ scattergram โดยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex รุ่น XN แสดงตำแหน่งกลุ่มเม็ดเลือดขาวที่เครื่องระบุว่าเป็น high fluorescence lymphocyte	95
ภาพที่ 5.1	ตัวอย่างกราฟเส้นโค้งจากการวิเคราะห์ในช่องที่ตรวจเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีวัด electrical impedance	105
ภาพที่ 5.2	ตัวอย่างกราฟเส้นโค้งของเกล็ดเลือด จากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Beckman Coulter รุ่น LH และ Sysmex รุ่น XN	106
ภาพที่ 5.3	ตัวอย่างแผนภาพ scattergram ของการตรวจนับเกล็ดเลือดด้วยวิธีวัด optical scattering โดยวัดแสง 2 มุม	107
ภาพที่ 5.4	ตัวอย่างแผนภาพ scattergram โดยเครื่องวิเคราะห์ Sysmex รุ่น XN แสดงการนับเกล็ดเลือดด้วยวิธี PLT-O และ PLT-F	109
ภาพที่ 5.5	ตัวอย่างภาพ blood smear แสดงบริเวณสำหรับนับเกล็ดเลือดโดยระบบ CellaVision AB	111
ภาพที่ 5.6	ภาพ blood smear แสดงเกล็ดเลือดเกาะกลุ่มที่บริเวณปลาย blood smear	115
ภาพที่ 5.7	ภาพ blood smear แสดงเกล็ดเลือดเกาะกลุ่มตั้งแต่ 5 ตัวขึ้นไป	116
ภาพที่ 5.8	เกล็ดเลือดเกาะล้อมรอบ neutrophil	120
ภาพที่ 5.9	เกล็ดเลือดขนาดปกติ เกล็ดเลือดชนิด large platelet และ giant platelet	122
ภาพที่ 5.10	ภาพ blood smear ของผู้ป่วยที่เป็นโรคโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็ก โรคทาลัสซีเมีย กลุ่มโรคที่มีภาวะ MAHA และโดนไฟไหม้	125

ภาพที่ 5.11	ภาพ blood smear ของผู้ป่วยโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิดเฉียบพลัน	126
ภาพที่ 5.12	ภาพ blood smear ของตัวอย่างตรวจที่มีแบคทีเรีย	126
ภาพที่ 5.13	ตัวอย่างกราฟเส้นโค้งของเกล็ดเลือดจากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Sysmex รุ่น XN แสดงลักษณะผิดปกติ เนื่องจากมีอนุภาคที่ขนาดใกล้เคียงเกล็ดเลือดเข้ามาปะปน	127
ภาพที่ 6.1	ลักษณะหลอดเก็บเลือดของตัวอย่างตรวจวันที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2567 เวลา 5.30 น. และ 9.30 น. เมื่อวางตั้งทิ้งไว้ 15 นาที	139
ภาพที่ 6.2	ตัวอย่างเม็ดเลือดขาวผิดปกติที่พบในตัวอย่างตรวจของผู้ป่วยกรณีศึกษาที่ 5	151
ภาพที่ 6.3	ตัวอย่างจอภาพ Siriraj-Meditop Online Blood Smear แสดงภาพเซลล์ blast	152
ภาพที่ 6.4	ตัวอย่างเม็ดเลือดขาวผิดปกติที่พบในตัวอย่างตรวจของผู้ป่วยกรณีศึกษาที่ 6	155
ภาพที่ 6.5	ตัวอย่าง hairy cell	157
ภาพที่ 6.6	ภาพ blood smear ของผู้ป่วยกรณีศึกษาที่ 7	159
ภาพที่ 6.7	ภาพ blood smear ของผู้ป่วยกรณีศึกษาที่ 8	165

รายการคำย่อ

คำย่อ	คำเต็ม
μL	Microliter
APTT	Activated partial thromboplastin time
cm	Centimeter
CBC	Complete blood count
CD	Cluster of differentiation
CV	Coefficient of variation
dL	Deciliter
DNA	Deoxyribonucleic acid
EDTA	Ethylenediaminetetraacetic acid
FEU	Fibrinogen equivalent unit
fL	Femtoliter
g	Gram
Hb	Hemoglobin
Hct	Hematocrit
Ig	Immunoglobulin
MCH	Mean corpuscular hemoglobin
MCHC	Mean corpuscular hemoglobin concentration
MCV	Mean corpuscular volume
mg	Milligram
mL	Milliliter
mm	Millimeter
MPV	Mean platelet volume