 Chula Med J Vol. 46 No. 1 January 2002

การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงในปัจจุบัน

วิโรจน์ ไววานิชกิจ*
อัชฌาสัย ศิริตันติกกร*

Wiwanitkit V, Siritantikorn A. Methods to determine erythrocyte sedimentation rate in the present day. Chula Med J 2002 Jan; 46(1): 87 - 102

Erythrocyte sedimentation rate is a non-specific parameter used for the differential diagnosis and follow up the patients. In the present day there are many methods to determine the erythrocyte sedimentation rate. All methods have the same principle - sedimentation principle. The standard method is Classical Westergren method. There are equipment developed in order to increase safety and reduce time required for the procedure. Example of the new equipment are sealed vacuum tube, disposable plastic tube with stopper and plastic pipette with stopper. Besides these new equipment, the new automatic system were developed on the basis of advance Physics. Physics principles to determine erythocyte sedimentation rate such as photometry, mechanical-oscillator-technique and bioelectrical impedance are used. Although advantage of these new methods is accepted, the limitation of them can be found. In order to advise the readers about these new methods, principle and detail of these new methods are reviewed.

Key words : *Erythrocyte sedimentation rate, Classical Westergren method.*

Reprint request: Wiwanitkit V, Department of Laboratory Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand.

Received for publication. September 15, 2001.

Objective

1. To inform the readers about the present technique for determination of erythrocyte sedimentation rate.
2. To review the basic principle of erythrocyte sedimentation rate.

*ภาควิชาเวชศาสตร์ชันสูตร คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง (erythrocyte sedimentation rate: ESR) จัดเป็นการตรวจทางห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ปฏิบัติกันมาเป็นเวลานาน แม้ว่าผลการตรวจที่ได้จะไม่สามารถช่วยวินิจฉัยโรคใดโรคหนึ่งได้โดยตรงเป็นเพียงค่าบ่งชี้ที่ไม่เฉพาะเจาะจง (non specific parameter) แต่สามารถช่วยในการวินิจฉัยแยกกลุ่มโรคที่มีอาการทางคลินิคคล้ายกันและติดตามผลการรักษาโรคได้ [1] ในผู้ป่วยที่มีค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงสูงมากจำเป็นจะต้องได้รับการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการที่เหมาะสมเพิ่มเติม[2] ในทางปฏิบัติทางห้องปฏิบัติการสามารถหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยอาศัยหลักการตกตะกอน (sedimentation) ได้หลายวิธี อย่างไรก็ตามวิธีต่าง ๆ ที่ใช้เพื่อหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงเหล่านี้ยังคงพบมีข้อจำกัดอยู่มาก [3-14] (ตารางที่ 1) ดังนั้นจึงมีการพัฒนาปรับปรุงวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงแบบใหม่ ๆ ขึ้นมาอยู่เสมอ

หลักการและประโยชน์ของการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง[3-7]

การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงนั้นใช้หลักการของการตกตะกอน เนื่องจากเลือดซึ่งเป็นของเหลว (liquid) มีส่วนประกอบส่วนหนึ่งคือเม็ดเลือด (blood cell) ซึ่งเป็นของแข็ง (solid) จากหลักความจริงที่ว่าเมื่อมีอนุภาคของแข็งผสมอยู่ในของเหลว หากนำมาตั้งทิ้งไว้กับที่อนุภาคของแข็งย่อมตกลงสู่เบื้องล่างทำให้เป็นตะกอนขึ้น[15] ดังนั้นเมื่อนำเลือดที่เจาะจากเส้นเลือดดำที่ผ่านการผสมกับสารกันเลือดแข็งเรียบร้อยแล้วมาตั้งทิ้งไว้ในหลอดทดลองที่มีขนาดตามกำหนดในช่วงเวลาที่กำหนด เม็ดเลือดแดงจะตกตะกอน ทำให้เราสามารถวัดอัตราเร็วของการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง ซึ่งค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงนั้นเราสามารถนำค่านี้ไปใช้ประโยชน์ในการวินิจฉัยแยกโรคและติดตามผลการรักษาในกลุ่มโรคต่าง ๆ ได้ [3-7] (ตารางที่ 2) แต่ทั้งนี้ต้องระลึกว่าแม้ค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงที่ได้อยู่ในเกณฑ์ปกติก็ไม่อาจบอกได้ว่าไม่มีพยาธิสภาพในผู้ป่วยรายนั้น[8]

ตารางที่ 1. แสดงข้อจำกัดของวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงแต่ละวิธี[3-14]

วิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง	ข้อจำกัด	หน่วยการรายงานผล	ชนิดของระบบ
1.Classical Westergren method[3-7]	หลอดทดลองทำจากแก้วแตกได้	mm/hr	เปิด
2. Wintrobe - Landsberg method[3-7]	ต้องมีเครื่อง centrifuge	mm/hr	เปิด
3. Culter method[3]	ต้องอ่านค่าทุก 5 นาที	mm/5 min	เปิด
4. Bray method[3]	ต้องอ่านค่าทุก 5 นาที	mm/5 min	เปิด
5. .Haskins method[3]	ต้องอ่านค่า 2 ครั้ง	mm/15 min,mm/45 min	เปิด
6. Landua – Adams micromethod[6]	ต้องอาศัยความชำนาญในการทำ	mm/hr	เปิด
7.Linzenmeier's method[8]	หาสารกันเลือดแข็งยาก หลอดทดลองทำจากแก้วแตกได้	hr/18 mm	เปิด
8.Wide tube method[8]	หลอดทดลองทำจากแก้วแตกได้	mm/hr	เปิด
9. Zetasedimentation ratio[9-10]	ต้องมีเครื่อง zetafuge	ratio	เปิด
10.Barette micromethod[9-10]	ใช้เฉพาะในผู้ป่วยเด็ก	mm/hr	เปิด
11.Modified Westergren method[9]	หลอดทดลองทำจากแก้วแตกได้ ต้องผ่านขั้นตอนการเจือจาง	mm/hr	เปิด

ตารางที่ 2. แสดงตัวอย่างกลุ่มโรคที่สามารถใช้ค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงในการวินิจฉัยแยกโรคและติดตามผลการรักษาโรค[3-7]

อัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง	สาเหตุ	
	จากเม็ดเลือดแดง	จากโปรตีนในเลือด
1. สูง		
ก. มากกว่า 100 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	Leukemia Severe anemia	Multiple myeloma, Macroglobulinemia, Toxemia
ข. ต่ำกว่า 100 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง		Rheumatic fever, Rheumatoid arthritis, Tuberculosis, Pregnancy
2. ต่ำ	Polycytemia vera Sickle cell anemia Spherocytosis	

พิจารณาภายในช่วงเวลาที่กำหนดให้เท่ากับ 1 ชั่วโมงหลังจากนำเลือดที่เจาะจากเส้นเลือดดำซึ่งผ่านการผสมกับสารกันเลือดแข็งเรียบร้อยแล้วตั้งทิ้งไว้ สามารถแบ่งการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงได้เป็น 3 ช่วง[16] ดังต่อไปนี้

- ช่วง 10 นาทีแรก ในช่วงนี้มีการตกตะกอนเกิดขึ้นช้า แต่จะเกิดการเกาะกลุ่มกันเองของเม็ดเลือดแดง (rouleaux formation) เรียกว่า ระยะ agglomeration phase โดยเชื่อว่าการเกาะกลุ่มของเม็ดเลือดแดงนี้เกิดจากตัวรับ (receptor) ซึ่งเป็นสารพวก cerebroside บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดงดูดซับสารช่วยให้เกิดการเกาะตัว (agglomerins) ทำให้มีการเกาะกลุ่มของเม็ดเลือดแดงเกิดขึ้นในผู้ป่วยบางรายอาจพบมีสารเสริมการเกาะกลุ่ม (supplement) ซึ่งได้แก่ สารพวก haptoglobin, fibrinogen, cold agglutinin และ globulin หรือพบมีสารยับยั้งการเกาะกลุ่ม (inhibitor) เช่น lysophosphatide[8,16-18] ส่งผลให้กระบวนการการเกาะกลุ่มกันของเม็ดเลือดแดงเปลี่ยนไปจากเดิม ส่งผลทำให้อัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยรวมผิดไปจากคนปกติ
- ช่วง 40 นาทีต่อมา เป็นช่วงที่มีการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง (settling) เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เรียกว่า ระยะ rapid settling phase
- ช่วง 10 นาทีสุดท้าย เป็นช่วงที่มีการอัดแน่น (packing) ของเม็ดเลือดแดง เรียกว่าระยะ clogging phase

พบว่ามีหลายปัจจัยที่มีผลให้เกิดความแปรปรวน (variation) ของผลอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง ทำให้ค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงเพิ่มขึ้นหรือลดลง[3-7,13] (ตารางที่ 3) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจจะเป็นปัจจัยทางสรีรวิทยา (physiological factor) ปัจจัยทางพยาธิวิทยา (pathological factor) หรือปัจจัยทางกายภาพ (physical factor) ซึ่งการแปลผลอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้เสมอ

สำหรับการแปลผลค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงมีข้อที่พึงสังเกตดังต่อไปนี้[3-7,13]

- ค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงเป็นเพียงค่าที่ได้จากการตรวจซึ่งมีความจำเพาะเจาะจงต่ำ ค่าที่สูงขึ้นช่วยบอกเพียงคร่าว ๆ ถึงพยาธิสภาพที่อาจมีในร่างกายเท่านั้น พบว่าในระยะ convalescence state ของโรคยังสามารถตรวจพบค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงสูงได้ ในทำนองกลับกันการตรวจได้ค่าปกติไม่อาจบอกว่าไม่มีพยาธิสภาพ พบว่าภายหลังภาวะหัวใจวาย (heart failure) เป็นเวลานานจึงจะตรวจพบค่าอัตราการตกตะกอน

ตารางที่ 3. แสดงปัจจัยต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความแปรปรวนของอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง[3-7]

ปัจจัย	อัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงเพิ่มขึ้น	อัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงลดลง
1. ปัจจัยทางกายภาพ		
• ขนาดความยาวของหลอดทดลอง	หลอดยาว	หลอดสั้น
• ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดทดลอง	หลอดกว้าง	หลอดแคบ
• อุณหภูมิ	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิต่ำ
• ตำแหน่งการวางหลอดทดลอง	หลอดเอียง	
• ชนิดและปริมาณของสารกันเลือดแข็ง		ใช้สารกันเลือดแข็งมาก
2. ปัจจัยทางสรีรวิทยา		
• อายุ	คนชรา	ทารก
• เพศ	หญิง	ชาย
3. ปัจจัยทางพยาธิวิทยา		
• ความผิดปกติของเม็ดเลือดและกระบวนการแข็งตัวของเลือด	macrocyte	microcyte
• ปริมาณ Hemoglobin	anemia	polycytemia

ของเม็ดเลือดแดงสูง ดังนั้นการตรวจร่างกาย ซักประวัติที่ละเอียดรอบคอบ จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

- ค่าปกติของอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงต่างกันไปตามแต่วิธี อย่างไรก็ตามปัจจุบันค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงจะค่าปกติจากวิธี Classical Westergren เป็นมาตรฐาน
- สามารถสังเกตลักษณะอื่นๆ ของเลือดเช่น สี ความขุ่น ได้ระหว่างการตรวจหาค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง เช่น จะพบว่าเลือดมีสีเหลืองทอง (golden yellow) ในกรณีมีภาวะ hemolysis
- ยาส่วนมากไม่มีผลโดยตรงต่อค่าที่ได้จากการตรวจ แต่การใช้ยา anticoagulant สามารถทำให้ค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงต่ำลงได้ ยาอื่น ๆ อาจให้ผลได้ในกรณีที่ยานั้นมีผลถึงการทำงานของตับ
- ผู้ป่วยตรวจพบค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงสูงโดยไม่ตรวจพบสาเหตุอื่น จำเป็นต้องได้รับการตรวจเพิ่มเติมที่เหมาะสม เพื่อหาสาเหตุ โดยเฉพาะ occult malignancy
- การตรวจหาค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงในกรณีที่มีการอักเสบ การติดเชื้อ หรือการทำลายของเนื้อเยื่อนั้นจะพบว่าค่าที่ได้จะสูง และมีประโยชน์ในการวินิจฉัยโรค ในช่วงแรก ๆ เท่านั้น เนื่องจากปัญหาเกี่ยวกับผลการตรวจที่ได้ในระยะ convalescence ดังกล่าวแล้วข้างต้น

วิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง[3-14]

การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงที่มีอยู่ในปัจจุบันมีหลายวิธีถึงแม้ว่าค่าปกติ[3-8](ตารางที่ 4) ของอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงที่ได้จากการตรวจโดยแต่ละวิธีจะแตกต่างกันไปตามปัจจัยต่าง ๆ แต่ทุกวิธีล้วนใช้หลักการของการตกตะกอนทั้งสิ้นต่างกันในรายละเอียด[3-14] (ตารางที่ 5) โดยตัวอย่างสำหรับส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการประเภทนี้ใช้เลือดที่เจาะจากเส้นเลือดดำ (venous blood) ที่ผ่านการผสมกับสารกันเลือดแข็ง (anticoagulant) เรียบร้อยแล้ว ไม่ควรใช้เลือดที่เก็บไว้ในตู้เย็นสำหรับหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงและผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องเตรียมตัวโดยการอดอาหารก่อนเจาะเลือด (fasting)[20]

ตารางที่ 4. แสดงค่าปกติของอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง(3 - 7,10)

อายุและเพศ	อัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงเมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง (มิลลิเมตร)		
	Classical Westergren*	Wintrobe Landsberg	Wide Tube
เด็กแรกเกิด	Up to 2	Up to 2	
ผู้ชาย	3 - 15	Up to 6.5	2 - 5
ผู้หญิง	3 - 20	Up to 15	3 - 8

*รวมถึงวิธี Modified Westergren method, sealed vacuum extraction method, disposable erythrocyte tube with stopper

ตารางที่ 5. แสดงข้อเปรียบเทียบของวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงที่มีใช้ในปัจจุบัน(3 - 14)

วิธีหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง	ชนิดของสารกันเลือดแข็ง	สามารถวัด Hematocrit	การปรับค่าความคลาดเคลื่อนจากภาวะโลหิตจาง
1. Classical Westergren method(3 - 7)	3.8 % Sodium citrate	ไม่ได้	ไม่จำเป็น
2. Wintrobe - Landsberg method(3 - 7)	Double oxalate หรือ EDTA	ได้	ไม่จำเป็น(6)
3. Culter method(3)	3.8 % Sodium citrate	ไม่ได้	ไม่จำเป็น
4. Bray method(3)	Sodium oxalate	ได้	จำเป็น
5. Haskins method(3)	Sodium oxalate	ไม่ได้	ไม่จำเป็น
6. Landua - Adams micromethod(6)	3.8 % Sodium citrate	ไม่ได้	ไม่จำเป็น
7. Linzenmeier's method(10)	5 % Sodium citrate	ไม่ได้	ไม่จำเป็น
8. Wide tube method(10)	3.8 % Sodium citrate	ไม่ได้	ไม่จำเป็น
9. Zetasedimentation ratio(17 - 21)		ไม่ได้	ไม่จำเป็น
10. Barett Micromethod(17,22)		ไม่ได้	ไม่จำเป็น
11. Modified Westergren method(17)	EDTA	ไม่ได้	ไม่ เป็น
12. Sealed vacuum extraction method	3.8 % Sodium citrate	ไม่ได้	ไม่จำเป็น
13. Disposable erythrocyte sedimentation tube with stopper	3.8 % Sodium citrate	ไม่ได้	ไม่จำเป็น
14. Erythrocyte sedimentation pipette with stopper	3.8 % Sodium citrate	ไม่ได้	ไม่จำเป็น

ถึงแม้ว่าจะมีวิธีการหาอัตรากรตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงหลายวิธีก็ตามแต่บางวิธีก็ไม่เป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบันแล้วเนื่องจาก อาจเป็นวิธีที่มีขั้นตอนที่ยุ่งยาก มีโอกาสสัมผัสสิ่งติดเชื้อจากเลือดได้ง่าย สำหรับวิธีที่เป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ วิธี Classical Westergren method, Wintrobe-Landsberg method และ Barette micromethod แต่วิธีที่ได้รับการยอมรับให้เป็นมาตรฐานสากลจาก International Committee for Standardization n Hematology (ICSH) ได้แก่วิธี Classical Westergren[21] ซึ่งมีวิธีทำโดยใช้อุปกรณ์เป็นหลอดทดลองทำจากแก้ว สำหรับหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงที่เรียกว่า Westergren tube มีขนาดยาว 30 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร มีมาตรวัดสำหรับอ่านผลด้านข้างของหลอด เตรียมตัวอย่างเลือดโดยเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำให้ได้ปริมาณเลือดประมาณ 4.5 ลูกบาศก์เซนติเมตรผสมกับสารกันเลือดแข็ง 3.8 % Sodium citrate 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากันดี ดูดเลือดที่ผ่านการผสมแล้วด้วยลูกยาง (rubber suction)เข้าสู่หลอดทดลองจนถึงขีด 0 ของมาตรวัดด้านข้างหลอด ได้ความสูงของระดับเลือด 20 เซนติเมตร โดยคิดเป็นปริมาณเลือด ประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตั้งหลอดทดลองไว้ในที่ตั้งหลอดทดลองตั้งอยู่กับที่ในแนวระดับ 1 ชั่วโมง อ่านค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงจากมาตรวัดด้านข้างหลอดที่ระดับรอยต่อระหว่างเม็ดเลือดแดงที่ตกตะกอนกับน้ำเหลือง (plasma) เมื่อต้องการจะทำการตรวจครั้งต่อไปสามารถนำหลอดที่ใช้แล้วไปล้าง นำมาใช้ใหม่ได้ข้อจำกัดของวิธีนี้ ได้แก่ ผู้ทำมีโอกาสสัมผัสสิ่งติดเชื้อขณะทำการทดลองและขณะล้าง นอกจากนี้วิธีการยังขาดความสะดวกรวดเร็วด้วย และเนื่องจากหลอดทดลองทำจากแก้วจึงแตกได้ สำหรับความผิดพลาดซึ่งพบได้บ่อยในการตรวจหาค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีนี้คือ การใช้สัดส่วนตัวอย่างเลือดและสารกันเลือดแข็งไม่เหมาะสม การผสมตัวอย่างเลือดและสารกันเลือดแข็งผิดวิธีทำให้มีฟองเกิดขึ้น การตั้งหลอดทดลองไม่อยู่ในแนวระดับ ความสกปรกของหลอดทดลอง ซึ่งประเด็นเหล่านี้นับว่าเป็นจุดบกพร่องส่วนหนึ่งซึ่งนำมาซึ่งการดัดแปลงไปสู่อุปกรณ์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น

ตารางที่ 6. แสดงวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยอุปกรณ์แบบใหม่

วิธีหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง	อุปกรณ์ที่ใช้	ข้อดี
1. Sealed vacuum extraction method	needle, holder, evacuated tube	• สามารถใช้หลอดเก็บตัวอย่างเลือดและหลอดทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยหลอดเดียวกัน • ลดความเสี่ยงจากการสัมผัสสิ่งปนเปื้อนติดเชื้อในเลือดเนื่องจากเป็นระบบปิด • ประหยัดเวลาในการดูดเลือดสู่หลอดทดลอง • แม้จะเป็นหลอดขนาดสั้น แต่จะมีมาตรวัดพิเศษให้เพื่อปรับค่าคลาดเคลื่อน
2. Disposable erythrocyte sedimentation tube with stopper	disposable sedimentation tube with stopper, rubber suction or syringe	• ลดความเสี่ยงจากการสัมผัสสิ่งปนเปื้อนติดเชื้อในเลือดจากการล้างหลอดทดลองและการนำมาใช้ใหม่ • หลอดทดลองทำจากพลาสติกจึงไม่มีปัญหาการแตกหัก • ค่าที่อ่านได้โดยตรงไม่แตกต่างจากวิธีมาตรฐาน
3. Erythrocyte sedimentation pipette with stopper	sedimentation pipette, stopper	• ลดความเสี่ยงจากการสัมผัสสิ่งปนเปื้อนติดเชื้อในเลือด • ประหยัดเวลาในการดูดเลือดสู่หลอดทดลอง

ทั้งนี้แม้ว่าจะมีวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงหลายวิธีแต่ยังพบข้อจำกัดของวิธีเหล่านี้อยู่มากโดยเฉพาะปัญหาเรื่องการสัมผัสตัวอย่างเลือดประกอบกับในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาปัญหาเกี่ยวกับโรคเอดส์ และโรคอื่นๆ ที่ติดต่อผ่านทางเลือด เป็นปัญหาที่ได้รับความสนใจมากขึ้น ดังนั้นจึงมีการพัฒนาวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยอุปกรณ์แบบใหม่ ๆ (ตารางที่ 6) ขึ้นมาอีกหลายวิธีโดยเป็นการดัดแปลงโดยอาศัยหลักการของวิธีมาตรฐานทั้งสิ้น ปัจจุบันอุปกรณ์เหล่านี้มีการผลิตและได้รับการยอมรับนำมาใช้จริงแล้วทั่วโลก รวมถึงในประเทศไทยด้วยจะได้กล่าวถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ต่อไป

การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยวิธีการเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ[22 - 24] (รูปที่ 1)

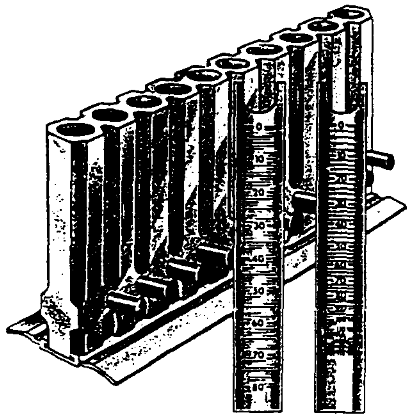
การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยวิธีการเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ (sealed vacuum extraction method) เป็นการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยใช้หลักการของการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ (evacuated blood collection system) [25 - 27] โดยใช้เครื่องมือการเจาะเลือดชนิดเดียวกับการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ ได้แก่ ด้ามจับหรือกระบอกจับ (holder) เข็มเจาะเลือด (needle) และหลอดเก็บตัวอย่างเลือดสุญญากาศ (evacuated tube) แต่ต้องใช้หลอดเก็บตัวอย่างเลือดสุญญกาศแบบพิเศษ ซึ่งสามารถใช้เป็นทั้งหลอดเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการและเป็นหลอดทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงในหลอดเดียวกัน ลักษณะของหลอดเป็นหลอดแก้วบรรจุเลือดแบบสุญญากาศซึ่งภายในบรรจุสารกันเลือดแข็งซึ่งเป็นสารละลาย Sodium citrate เข้มข้น 0.105 โมลาร์ ปริมาณ 0.25 ลูกบาศก์เซนติเมตร หลอดมีความยาวรวม 12 เซนติเมตร แต่สามารถบรรจุเลือดได้จริงถึงระดับ 10 เซนติเมตร คิดเป็นปริมาณเลือด 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรปัจจุบันหลอดสุญญากาศชนิดนี้มีการผลิตและยอมรับนำมาใช้จริงแล้วโดยเป็นหลอดสุญญากาศที่มีสีจุกหลอดซึ่งเป็นสีสากลเป็นสีดำ หลอดที่นิยมใช้กันทั่วไปผลิตจากบริษัท Becton-Dickinson เรียกว่า Seditainer สำหรับวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำหัตถการการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ
2. เมื่อได้ตัวอย่างเลือดแล้วต้องผสมเลือดให้เข้ากับสารกันเลือดแข็งโดยการพลิกหลอดเก็บตัวอย่างเลือดขึ้นลงสลับกัน (inversion mixing) ประมาณ 8 ถึง 10 ครั้งหากไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนนี้แล้วจะส่งผลให้ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการผิดพลาด
3. นำหลอดสุญญกาศเก็บตัวอย่างเลือดที่ผสมเรียบร้อยแล้วไปตั้งบนที่ตั้งหลอดทดลอง โดยต้องจัดให้ส่วนโค้งล่างสุดของระดับรอยต่อระหว่างเลือดกับอากาศ ตรงกับขีด 0 บนมาตรวัดพิเศษบนที่ตั้งหลอดทดลอง
4. วางที่ตั้งหลอดทดลองในแนวระดับ ตั้งไว้กับที่ห้ามสั่นสะเทือน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
5. เมื่อครบเวลาที่กำหนดแล้วให้อ่านค่าจากมาตรวัดที่ระดับรอยต่อระหว่างเม็ดเลือดแดงที่ตกตะกอนกับน้ำเหลือง

การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยวิธีนี้มีข้อสังเกตดังนี้

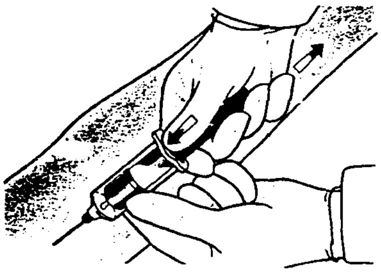
- ต้องเตรียมอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ รวมไปถึงหลอดเก็บตัวอย่างเลือดสุญญกาศแบบพิเศษสำหรับหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงและที่ตั้งหลอดทดลองพร้อมมาตรวัดพิเศษ
- ในกรณีที่ต้องการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์อื่น สามารถเก็บตัวอย่างเลือดไปพร้อมกันในการเจาะเลือดเพียงครั้งเดียวได้โดยให้เจาะเลือดเพื่อหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงเป็นหลอดต่อจากหลอดที่เก็บตัวอย่างเลือดเพื่อส่งตรวจเกี่ยวกับการแข็งตัวของเลือด (coagulation study)[25 - 27] ส่วนการเจาะเลือดเพื่อส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการอื่นให้

หลอดเก็บตัวอย่างเลือดสุญญากาศ

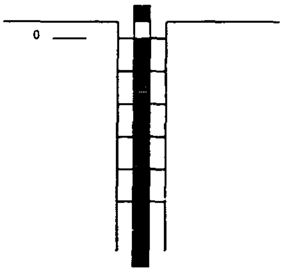


มาตรวัดพิเศษสำหรับอ่านค่า

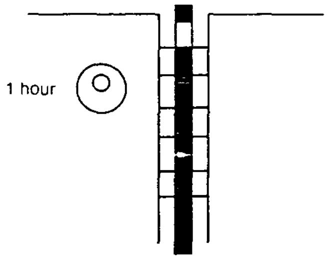
ก. เตรียมอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือดด้วยระบบสุญญากาศ



ข. ทำการเจาะเลือดจากเส้นเลือดด้วยระบบสุญญากาศ



ค. นำหลอดเก็บตัวอยาสงเลือดสุญญากาศที่บรรจุเลือดที่ผ่านการผสมกับสารกันเลือดแข็งตัวเรียบร้อยแล้วมาตั้งในที่วางหลอดทดลอง ตั้งให้นิ่งอยู่กับที่



ง. เมื่อครบ 1 ชั่วโมง อ่านค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงจากมาตรวัดบนที่ตั้งหลอดทดลอง

รูปที่ 1. แสดงวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยวิธีการเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ

ยึดลำดับการใช้หลอดสุญญากาศตามปกติ

- เนื่องจากขนาดของหลอดทดลองมีผลต่อค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงจากการศึกษาของ Patton และคณะ[23] พบว่าไม่สามารถอ่านค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงได้จากหลอดเก็บตัวอย่างเลือดสุญญากาศโดยตรงจำเป็นต้องอ่านค่าจากมาตรวัดพิเศษเพื่อปรับค่าคลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ (mathematical correction) จึงจะสามารถแปลผลการตรวจเทียบกับค่าปกติของวิธีมาตรฐานได้
- เนื่องจากผู้หาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยระบบสุญญากาศจะต้องทำหัตถการการเจาะเลือดจาก

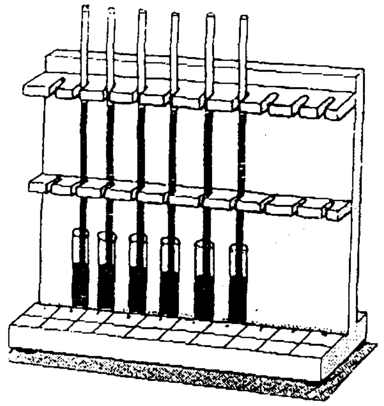
เส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ ดังนั้นผู้หาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีนี้จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญตามกฎหมาย[29] ได้แก่ แพทย์ นักเทคนิคการแพทย์ พยาบาลหรือบุคลากรทางการแพทย์ที่เจาะเลือดภายใต้การควบคุมดูแลของแพทย์ และจะต้องคำนึงและระวังความปลอดภัยตามหลักการสากล (universal precaution)[29] ได้แก่ การสวมถุงมือ แว่นตา เสื้อคลุม การใช้ที่พักเข็ม อุปกรณ์ในการปลดทำลายเข็ม (disposable box) เพื่อใช้ป้องกันอันตรายอันเกิดจากสิ่งติดเชื้อซึ่งเกิดจากเลือดที่กระเด็นจากการเจาะเลือด

- วิธีการนี้เป็นระบบสุญญากาศดังนั้นจึงมีความแปรผันจากสภาวะอุณหภูมิและความดันบรรยากาศ ห้ามใช้หลอดที่เสื่อมสภาพหรือนำจุกหลอดออกแล้ว และเนื่องจากหลอดเก็บตัวอย่างเลือดสุญญากาศทำจากแก้วสามารถแตกได้ ดังนั้นต้องระวังในการขนย้าย และไม่ควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส
- การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีนี้ต้องทำภายใน 6 ชั่วโมงหลังจากเก็บตัวอย่างเลือดได้แล้ว โดยต้องเก็บตัวอย่างเลือดไว้ที่อุณหภูมิห้อง
- ต้องเก็บตัวอย่างเลือดโดยตรงโดยการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ ห้ามใช้กระบอกดูดดูดเลือด (syringe) แล้วถ่ายเข้าสู่หลอดสุญญากาศ เนื่องจากจะไม่ได้ปริมาณที่ถูกต้อง ทำให้สัดส่วนระหว่างสารกันเลือดแข็งกับเลือดผิดไปส่งผลให้อัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงที่วัดได้ผิดพลาดและอาจเกิดอันตรายจากการโดนเข็มตำขณะถ่ายเลือดสู่หลอดสุญญากาศได้ นอกจากนี้การถ่ายเลือดจากกระบอกดูดเลือดจะทำให้มีการปนเปื้อนของเลือดที่บริเวณจุกหลอดทำให้มีโอกาสได้รับสิ่งติดเชื้อจากเลือดนั้นได้
- ข้อดีของการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีนี้มีหลายประการ โดยวิธีการนี้สามารถเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการอื่นพร้อมกับการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงได้โดยการเจาะเลือดเพียงครั้งเดียว นอกจากนี้วิธีการนี้ยังสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุเข็มตำหรือ การสัมผัสสิ่งติดเชื้อจากการปนเปื้อนของเลือดได้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ เนื่องจากวิธีการนี้เป็นระบบปิด สามารถใช้หลอดเก็บตัวอย่างเลือดสุญญากาศเป็นหลอดทดลองการตกตะกอนของเลือดได้ ไม่จำเป็นต้องทำการถ่ายเลือดจากหลอดเก็บตัวอย่างเลือดสู่หลอดทดลองอีกขั้นขั้นตอนหนึ่ง จึงเป็นการประหยัดทั้งเวลา และค่าใช้จ่าย
- วิธีนี้สามารถลดความผิดพลาดที่อาจเกิดจากสัดส่วนที่ไม่เหมาะสมระหว่างตัวอย่างเลือดและสารกันเลือดแข็ง เนื่องจากเลือดที่เจาะจากเส้นเลือดดำจะไหลเข้าสู่หลอดและหยุดเองเมื่อถึงปริมาณที่เหมาะสม นอกจากนี้ภายในหลอดยังเป็น สุญญากาศจึงทำให้ปัญหาความผิดพลาดจากความสกปรกของหลอดทดลองลดลง
- ข้อจำกัดที่อาจพบได้ของวิธีนี้ ได้แก่ การขาดความชำนาญในการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ รวมถึงความแปรผันของระบบสุญญากาศจากอุณหภูมิและความดันบรรยากาศ
- ในปัจจุบันมีการผลิตหลอดสุญญากาศสำหรับบรรจุตัวอย่างเลือดและทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงขนาดพิเศษบรรจุเลือดได้ถึงระดับ 20 เซนติเมตร สามารถบรรจุ เลือดได้เท่ากับหลอด Westergren วิธีนี้สามารถอ่านค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงได้โดยไม่ต้องใช้มาตรวัดพิเศษ[30]

การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยการใช้หลอดทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงชนิดใช้ครั้งเดียวทิ้งที่มีจุกยางบรรจุอยู่ (รูปที่ 2)

การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยการใช้หลอดทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงชนิดใช้ครั้งเดียวทิ้งที่มีจุกยางบรรจุอยู่ (disposable erythrocyte sedimentation rate tube with stopper) เป็นการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงที่ดัดแปลงมาจากหลักการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธี Classical Westergren โดยใช้อุปกรณ์ได้แก่หลอดทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงที่ทำจากพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่างเลือดเพื่อหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือด

ก. ใช้กระบอกดูดหรือลูกยางดูดนำเลือดขึ้นมาจากหลอดเก็บ



ข. ตั้งหลอดทดลองการตะตะกอน พร้อมหลอดเก็บตัวอย่างเลือดให้อยู่ในแนวระดับ 1 ชั่วโมงอ่านค่า

รูปที่ 2. แสดงวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยการใช้หลอดทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงชนิดใช้ครั้งเดียวทิ้งที่มีจุกยางบรรจุอยู่

แดงโดยภายในหลอดมีจุกยาง (stopper) และด้านข้างของหลอดจะมีมาตรวัดสำหรับอ่านค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง โดยขีด 0 ของมาตรวัดนี้จะตรงกับจุกยางพอดี หลอดนี้มีความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับหลอดทดลองการตกตะกอนของ เม็ดเลือดแดงแบบ Classical Westergren ดังนั้นปริมาณเลือดที่ใช้จึงเท่ากัน ปัจจุบันหลอดชนิดนี้มีการผลิตและเป็นที่ยอมรับใช้กันโดยทั่วไปแล้ว อุปกรณ์ที่สำคัญอีกอย่างคือ กระบอกดูดหรือลูกยาง สำหรับดูด โดยวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยวิธีนี้มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เตรียมอุปกรณ์ในการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง ได้แก่ หลอดทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงพลาสติกชนิดใช้ครั้งเดียวทิ้ง กระบอกดูดหรือลูกยางดูด รวมถึงต้องเตรียมที่ตั้งหลอดทดลองและหลอดเก็บตัวอย่างเลือดที่บรรจุสารกันเลือดแข็ง Sodium citrate

2. เจาะเลือดใส่ในหลอดเก็บตัวอย่างเลือด ผสมเลือดให้เข้ากับสารกันเลือดแข็ง

3. เปิดจุกหลอดเก็บตัวอย่างเลือดที่บรรจุเลือดตัวอย่างที่ผสมกับสารกันเลือดแข็งเรียบร้อยแล้ว จุ่มหลอดทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงพลาสติกลงไปภายในตัวอย่างเลือด

4.ใช้กระบอกดูดหรือลูกยางดูดดูดอากาศจากหลอดทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง เลือดจะไหลตามขึ้นมาเองจนถึงระดับ 0 ซึ่งมีจุกยางกั้นอยู่

5. ตั้งหลอดเก็บตัวอย่างเลือดพร้อมหลอดทดลองไว้กับที่ตั้งหลอดทดลองที่อยู่ในแนวระดับและอยู่นิ่งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ไม่มีความจำเป็นต้องปิดจุกหลอดเก็บตัวอย่างเลือด

6. เมื่อครบกำหนดเวลา อ่านค่าการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงได้โดยตรงจากมาตรวัดด้านข้างของหลอดทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงพลาสติกการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีนี้มีข้อสังเกตดังต่อไปนี้

• หลอดทดลองการตกตะกอน ของเม็ดเลือดแดงชนิดนี้ทำจากพลาสติก จึงทำให้ไม่มีปัญหาการแตกหักง่ายเหมือนการใช้หลอดแก้ว และยังสามารถลดปัญหาการปนเปื้อนสิ่งติดเชื้อจากเลือดเนื่องจากเป็นหลอดทดลองชนิดใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้ ยังคงเป็นระบบเปิด โอกาสสัมผัสสิ่งติดเชื้อจึงสูงกว่าวิธีการใช้หลอดสุญญากาศที่กล่าวมาแล้ว

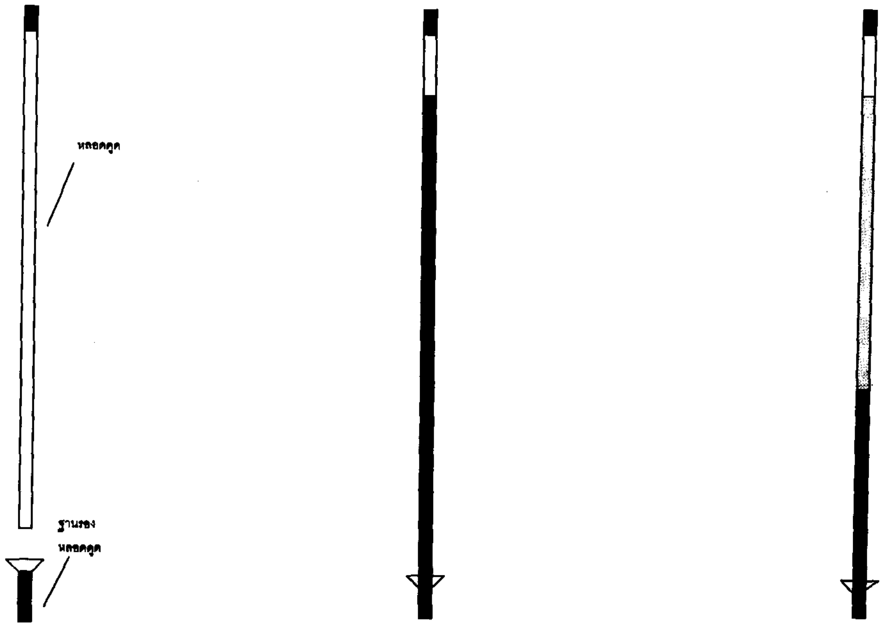
• อย่างไรก็ตามในกรณีที่อัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงสูงมาก ๆ จะทำให้รอยต่อระหว่างเม็ดเลือดแดงที่ตกตะกอนกับน้ำเหลืองอยู่ในระดับที่ถูกบังด้วยตัวอย่างเลือดในหลอดเก็บตัวอย่าง จะทำให้การอ่านผลทำได้ลำบาก

• การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีนี้จะเห็นได้ว่าใช้วิธีการคล้ายกับ Classical Westergren แต่มีข้อแตกต่างที่สำคัญคือ วัสดุที่ใช้ทำหลอดทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงและวิธีการบรรจุเลือดตัวอย่างใส่ในหลอดทดลอง

• หลอดทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงชนิดนี้สามารถอ่านค่าได้จากมาตรวัดด้านข้างของหลอดได้โดยตรง จากการศึกษาของ Yoshida และคณะพบว่าค่าที่อ่านได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากค่าที่อ่านได้จากมาตรวัดของหลอดทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธี Classical Westergren[31 - 32] ค่าที่อ่านได้จึงแปลผลเทียบกับค่าปกติของวิธีมาตรฐานได้โดยตรง

การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีการใช้หลอดดูดพร้อมฐานรองสำหรับหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง[33] (รูปที่ 3)

การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีการใช้หลอดดูดสำหรับหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงพร้อมฐานรอง (erythrocyte sedimentation pipette with stopper) เป็นการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยอากาศหลักการของหลอดดูด (pipette)



ก. เทตัวอย่างเลือดลงในฐานรองหลอดดูดระวังอย่าให้เลือดหก

ข. สวมหลอดดูดเข้ากับฐานรอง ต้องสวมให้หลอดดูดแน่นชิดก้นของฐาน ตั้งทิ้งไว้กับที่

ค. เมื่อครบ 1 ชั่วโมงอ่านค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงจากมาตรวัดข้างหลอด

รูปที่ 3. แสดงวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีการใช้หลอดดูดพร้อมฐานรองสำหรับหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง

โดยอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีนี้ได้แก่ หลอดดูดสำหรับหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงเป็นหลอดดูดแบบใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้งยาว 22 เซนติเมตรและมีมาตรวัดด้านข้างของหลอด ฐานรอง (stopper) ทำจากพลาสติกสำหรับรองรับหลอดดูด อุปกรณ์ชุดนี้เป็นที่ยอมรับและมีการนำมาใช้จริงแล้วในชุดอุปกรณ์ที่เรียกว่า Sediplast โดยวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีนี้มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เตรียมอุปกรณ์ในการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง ได้แก่ หลอดดูดสำหรับหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง ฐานรองหลอดดูด รวมถึงต้องเตรียมที่ตั้งหลอดและหลอดเก็บตัวอย่างเลือดที่บรรจุสารกันเลือดแข็ง Sodium citrate
2. เจาะเลือดใส่ในหลอดเก็บตัวอย่างเลือด ผสมเลือดให้เข้ากับสารกันเลือดแข็ง
3. ถ่ายเลือดจากหลอดเก็บตัวอย่างเลือดลงไปในฐานรองหลอดดูดให้ระดับเลือดอยู่ตรงขีดที่กำหนดไว้บนฐานรอง เสียบหลอดดูดสำหรับหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงลงไปในฐานรองหลอดดูดที่บรรจุเลือดอยู่แล้วโดยหันปลายด้านที่มีมาตรวัดระดับขีด 0 อยู่ด้านบน ดันลงไปให้แน่นจนชิดก้นของฐานรองหลอดดูด เลือดจะค่อย ๆ เพิ่มระดับขึ้นมาใน หลอดดูดสำหรับหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงจนถึงระดับขีด 0
4. ตั้งหลอดดูดพร้อมฐานรองหลอดดูดไว้กับที่ตั้งหลอดทดลองที่อยู่ในแนวระดับและอยู่นิ่ง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
5. เมื่อครบกำหนดเวลาอ่านค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงได้จากมาตรวัดด้านข้างของหลอดดูด

การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีนี้มีข้อสังเกตดังนี้

- เป็นวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงที่ทำได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องใช้หลอดดูด หรือ ลูกยางสำหรับดูดเลือด เลือดสามารถเข้าสู่หลอดดูดสำหรับหาอัตราการตกตะกอน ได้โดยตรงโดยใช้หลักการของความดันของของเหลวช่วยให้เลือดไหลขึ้นไปตามหลอดดูดสำหรับหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือด สามารถลดความเสี่ยงจากการสัมผัสสิ่งติดเชื้อ จากเลือดได้เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ออกแบบเพื่อใช้เพียงครั้งเดียวแล้วทิ้ง
- สามารถอ่านค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงได้จากมาตรวัดด้านข้างของหลอด ไม่ต้องเตรียมมาตรวัดเพื่ออ่านค่าอัตรากรตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงต่างหาก
- วิธีนี้ใช้ฐานรองหลอดดูด เป็นตัวช่วยรองรับหลอดทดลอง ทำให้การจัดตั้งหลอดทดลองให้อยู่ในแนวระดับทำได้ง่ายกว่าวิธีอื่น ๆ
- หากไม่สวมหลอดดูดสำหรับหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงให้แน่นหรือสวมไม่ชิดกับก้นฐานรองหลอดดูด ย่อมส่งผลให้เลือดไหลขึ้นสู่หลอดดูดสำหรับหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงไม่สะดวกและยังส่งผลให้ค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงที่ได้ผิดพลาดนอกจากนี้ ขั้นตอนการใส่เลือดลงในฐานรองหลอดดูดอาจมีเลือดหกหรือกระเด็นได้ ดังนั้นในขั้นตอนนี้ต้องทำอย่างระมัดระวัง

แนวโน้มของการพัฒนาวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง

เนื่องจากวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงจะมีความไม่จำเพาะสูงและมีประโยชน์ค่อนข้างจำกัด การพัฒนาจึงมุ่งเน้นไปในด้านการหาการตรวจชนิดอื่นที่มีความจำเพาะเจาะจงสูง มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า แต่อย่างไรก็ตามวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงยังคงได้รับการพัฒนาต่อเนื่องกันมาโดยตลอดด้วยพื้นฐานหลักสำคัญในการพัฒนาคือ การพัฒนาให้เป็นระบบที่ใช้ง่ายสะดวก ไม่เสียเวลา และต้องเป็นระบบที่ลดอัตราความเสี่ยงของการสัมผัสสิ่งติดเชื้อที่ปนเปื้อนจากเลือด แนวโน้มในอนาคตจึงมีการประยุกต์หลักการทางฟิสิกส์ชั้นสูงมาใช้เพื่อหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง เช่น

- การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีการวัดแสง (rapid photometric determination)[34] เป็นการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยอาศัยหลักการของการวัดแสง (photometric) โดยเครื่องมือจะวัด

ค่า optical density ของเลือดที่เปลี่ยนแปลงไปขณะเกิดการตกตะกอนของเม็ดเลือดโดยวิธีจลนศาสตร์ (kinetic determination) โดยวัดที่ระยะทาง 0.0002 เมตร โดยใช้เวลาในการวัดเพียงไม่กี่นาทีนำค่าที่ได้มาคำนวณด้วย microprocessor โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า linear regression analysis transformation จะได้ค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง

- การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของตัวอย่างเลือด (density tracking)[35] เป็นวิธีการที่ใช้หลักการวัดความเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของเลือด โดยวัดความแตกต่างกันของความหนาแน่นระหว่างเลือดและเม็ดเลือดขณะที่เลือดตกตะกอน โดยใช้หลอดทดลองการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงแบบพิเศษรูปตัวยูวางเอียง 60 องศาที่มีคุณสมบัติมีความถี่ของการสั่นสะเทือนกำทอน (resonance frequency) สัมพันธ์กับความหนาแน่นของ (density) ของเหลวที่บรรจุอยู่ในหลอด นำมาคำนวณหาค่าโดยใช้หลักของกลศาสตร์การสั่นสะเทือน (mechanical oscillator technique) วิธีการนี้ใช้เวลาในการหาค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงเพียง 15 นาที นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีนี้เพื่อหาค่าของ Hematocrit ได้พร้อมกันกับการหาค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง
- การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยอาศัยหลักการทางไฟฟ้าชีวภาพ (bioelectrical impedance)[36] เป็นวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยใช้การวัดความเปลี่ยนแปลงของความต้านทานไฟฟ้า (electrical resistance) ของเลือดที่บรรจุในหลอดพลาสติกพิเศษที่มีขั้วไฟฟ้า (electrode) ประกบอยู่บนและล่าง เนื่องจากเม็ดเลือดแดง มีคุณสมบัติต้านทานกระแสไฟฟ้า ดังนั้นเมื่อเกิดการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงลงสู่ก้น หลอดทดลองย่อมทำให้เลือดส่วนบนของหลอดมีความต้านทานไฟฟ้าลดลง สามารถวัดความต้านทานไฟฟ้าที่เปลี่ยนไปของเลือดด้านบนของหลอดทดลองนำมาคำนวณความเร็วของการตกตะกอน (settling velocity) ของเม็ดเลือดแดงได้

มีการผลิตเครื่องอัตโนมัติมากมายหลายชนิดโดยอาศัยหลักการดังกล่าวข้างต้น เครื่องอัตโนมัติเหล่านี้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและแม่นยำของเครื่องแล้ว [37,38] และนำมาใช้ในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์หลายแห่งทั่วโลก แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังไม่พบว่ามีการนำเครื่องอัตโนมัติเหล่านี้มาใช้ในประเทศไทย[39] เห็นได้ว่าวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยใช้เครื่องอัตโนมัติใช้ตัวอย่างเลือดน้อยมากและประหยัดเวลา แต่เนื่องจากเป็นวิธีการที่ต้อง อาศัยเครื่องมือที่สลับซับซ้อน ดูแลรักษายาก ราคาสูง จึงไม่สะดวกที่จะนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ทั่วไป

สรุป

การหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงจัดเป็นการตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ยังใช้กันอยู่ในปัจจุบันแม้ว่าค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงจะไม่สามารถใช้บ่งบอกโรคใดโรคหนึ่งได้เฉพาะเจาะจง แต่ก็ยังมีประโยชน์ในการช่วยวินิจฉัยแยกโรค และการติดตามผลการรักษา แม้ว่าการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงสามารถกระทำได้หลายวิธี ปัจจุบันก็ยังคงมีการพัฒนาวิธีการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงแบบใหม่ขึ้นมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทดลองทางห้องปฏิบัติการ โดยวิธีการที่ได้รับการีพัฒนาขึ้นใหม่เหล่านี้โดยมากจะอยู่บนพื้นฐานของวิธีมาตรฐานดั้งเดิม ปรับปรุงมุ่งเน้นทางด้านความสะดวกรวดเร็วและปลอดภัย โดยพัฒนาเป็นอุปกรณ์ชนิดใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง เป็นการช่วยลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสสิ่งติดเชื้อซึ่งอาจปนเปื้อนมากับเลือด นอกจากนี้ยังมีการผลิตเครื่องอัตโนมัติสำหรับหาค่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงโดยประยุกต์หลักการทางฟิสิกส์มาใช้ เช่นการวัด การดูดซับลำแสง การตรวจวัดการสั่นสะเทือน การวัดการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนไป เป็นต้น แต่ทั้งนี้แม้ว่าจะมีการพัฒนาวิธีการใหม่ขึ้นมาหลายวิธีก็ตามยังคงพบว่ามีข้อจำกัดสำหรับแต่ละวิธี ดังนั้นการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงจึงยังต้องมีการพัฒนาต่อไปเพื่อหาวิธีที่ดียิ่งขึ้น มีประสิทธิภาพ และประโยชน์สูงสุดต่อไป

อ้างอิง

1. Saadeh C. The erythrocyte sedimentation rate: old and new clinical applications. South Med J 1998 Mar; 91(3): 220 - 5
2. Talkers R. Erythrocyte sedimentation rate. Emerg Med Clin North Am 1986 Feb; 4(1): 87 - 93
3. Bray WE. Sedimentation velocity of red blood cells. In: Bray WE, eds. Clinical Laboratory Methods. 5th ed. St Louis: Mosby, 1957:190- 2
4. Ravel R. Miscellaneous diagnostic procedures. In: Richard R, eds. Clinical Laboratory Medicine: Clinical Application of Laboratory Data. 6th ed. St Louis: Mosby,1995:639 - 49
5. Noe DA, Rock RC. Geriatrics. In: Noe DA, Rock RC, eds. Laboratory Medicine. 1st ed. Maryland: William & Wilkins, 1994: 179 - 82
6. Diggs. Sedimentation rate. In: Miller SE, eds. A Textbook of Clinical Pathology. 6th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1960: 47 - 50
7. Frankel S, Reitman S, Sonnenwirth AC. Numerical evaluation of red blood cells, white blood cells and platelets. In: Bauer JD, eds. Clinical Laboratory Methods & Diagnosis. 7th ed. St Louis: Mosby, 1970: 483 - 505
8. Diem K, Lentnez C. Body fluids. In: Diem K, Lentnez C, eds. Scientific Tables. 7th ed. Basel: Ciba-Geigy, 1973 : 557 - 689
9. Nelson DA, Morris MW. Basic examination of blood. In: Henry JB, eds. Clinical Diagnosis & Management by Laboratory Methods. 18th ed. Philadelphia: WB Saunders, 1991: 553 - 603
10. Bull BS, Brailsford JD. The zeta sedimentation ratio. Blood 1972 Oct; 40(4): 550 - 9
11. Morris MW, Skrodzki Z, Nelson DA. Zeta sedimentation ration (ZSA), a replacement for the erythrocyte sedimentation rate (ESR). Am J Clin Pathol 1975 Aug; 64(2): 254 - 6
12. Bucher WC, Gall EP, Becker PT. The zeta sedimentation ratio (ZSR) as the routione monitor of disease activity in general hospital. Am J Clin Pathol 1979 Jul; 72(1): 65 - 7
13. Saleem A, Jatari A, Yapit MK. Comparision of zetasedimentation ratio with Westergren sedimentation rate. Ann Clin Lab Sci 1977 Jul; 7(4): 357 - 60
14. Barrett BA, Hill PT. A micromethod for erythrocyte sedimentation rate suiable for use on venous or capillary blood. J Clin Pathol 1980 Nov; 33(11): 1118
15. Giles RV. Theory and Problems of Fluid Mechanics and Hydraulics. Singapore: Kin Keong Printing, 1983:1 - 269
16. Jacques W. Core blood analytes-alterations by disease. In: Jacques W, eds. Interpretation of Diagnostic Tests. 5th ed. Boston: Little, Brown, 1986: 38 - 81
17. Crook L, Liu PI, Gadsden RH, Turner RE 3d. Erythrocyte sedimentation, viscosity, and plasma protein in disease detection. Ann Clin Lab Sci 1980 Sep; 10(5): 368 - 76
18. Allen BV. Relationships between the erythrocyte sedimentation rate, plasma proteins and viscosity, and leukocyte count in thoroughbred racehorses. Vet Rec 1988 Apr; 122(14): 329 - 32
19. Shearn MA. Effect of age and sex on the erythrocyte sedimentation rate. J Rheumatol 1986 Apr; 13(2): 297 - 8

20. Fischbach FT. Blood studies. In: Fischbach FT, eds. A Mamual of Laboratory & Diagnostic test. 5[th]ed. Philadelphia: Lippincott, 1992: 23 - 146
21. Thomas RD, Westengard JC, Hay KL, Bull BS. Calibration and validation for erythrocyte sedimentation rate tests. Role of the International Committee on Standardization in Hematology Reference Procedure. Arch Pathol Lab Med 1993 Jul; 117(7): 719 - 23
22. Kallner A. On the temporal development of erythrocyte sedimentation rate using sealed vacuum tube. Am J Hematol 1991 Jul; 37(3): 186-9
23. Patton WN, Meyer PJ, Stuart J. Evaluation of sealed vacuum extraction method (Seditainer) for measurement of erythrocyte sedimentation rate. J Clin Pathol 1989 Mar; 42(3): 313 - 7
24. Staubli M. Stability of blood sedimentation rate following repeat mixing of the blood in a vacutainer tube. Schweiz Med Wochenschr 1993 May 15; 123(19): 977 - 81
25. Young DS, Bermes EW. Specimen collection and processing: source of biological variation. In: Burtis CA, Ashwood ER, eds. Clinical Chemistry. 2[nd]ed. Philadelphia: WB Saunders, 1984: 58 - 102
26. Koebke J, McFarland E, Mein M, Winkler B, Slockbower JM. Venipuncture procedure. In: Slockbower JM, Blumenfeld TA, eds. Collection and Handling of Laboratory Specimens: a practical guide. Philadelphia: Lippincott, 1983:3 - 45
27. Pickard NA. Collection and handling of patient specimens. In: Kaplan LA, Pesce AJ, eds. Clinical Chemistry: Theory, Analysis, and Correlation. Missouri: Mosby, 1984: 43 - 50
28. ถวัลย์ อาศนะเสน, พิศาล เทพสิทธา.กฎหมายเกี่ยวกับวิชาชีพและสถานบริการทางสาธารณสุข ใน: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, บรรณาธิการ. กฎหมายสาธารณสุขและนิติเวชศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8.กรุงเทพ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2534: 121 - 217
29. สถาพร มานัสสถิตย์. โรคเอดส์กับบุคลากรทางการแพทย์ ใน: มัทนา หาญวนิชย์, อุษา ทิสยากร, บรรณาธิการ เอดส์การดูแลรักษา. กรุงเทพ: ดีไซร์, 2535: 256 - 73
30. Caswell M, Stuart J. Evaluation of a 200 mm Long vacuum aspiration tube for measurement of erythrocyte sedimentation rate. J Clin Pathol 1991 May; 44(5): 429 - 30
31. Yoshida H, Suzuki I. Designing of a disposable plastic tube for blood sedimentation and its efficacy. Kango Gijutsu 1987 Jan; 33(1): 78 - 81
32. Roddie AN, Pollock A. Plastic ESR tube: does static electricity affect the results? Clin Lab Hematol 1997; 9(2): 175 - 80
33. Amilachwari M, Barra V, Soriano G, Barra M, Regalado ME. Theoretical and practical aspects of globular sedimentation velocity. Bol Med Hosp Infant Mex 1990 May; 47(5): 355 - 60
34. Wagner H, Mirzaie H, Kurz H. Description and assessment of a rapid new method for measuring erythrocyte sedimentation Rate. Med Klin 1989 Jan 15; 84(1): 15 - 22
35. Schneditz D, Kenner T, Gallasch E, Rainer F. Quick measurement of hematocrit and

erythrocyte sedimentation rate by mean of a density tracking method. Blut 1987 Sep; 55(3): 153 - 63

36. Cha K, Brown EF, Wilmore DW. A new bioelectrical impedance method for measure ment of the erythrocyte sedimentation rate. Physiol Meas 1994 Nov; 15(4): 499 - 508

37. Besson I, Kinder M, Jou JM, Vives Corrons JL. Evaluation of 3 automatic systems for measurement of the erythrocyte sedimentation rate. Sangre(Barc) 1995 Apr; 40(2): 103 - 7

38. Imafuku Y, Yoshida H, Greenfield S, Rabinovitch A. Automated measurement of erythrocyte sedimentation rate and its relation to red blood cell concentration and plasma proteins. Hematol Cell Ther 1998 Feb; 40(1): 27 - 32

39. C Sy ME. MIMS medex 98. 1st ed. Bangkok: Medi & Media, 1998