

## ความแตกต่างของข้อมูลทางโลหิตวิทยาในตัวอย่างเลือดผู้ป่วยที่เก็บรักษาไว้ เพื่อการควบคุมคุณภาพเครื่องตรวจวิเคราะห์เม็ดเลือดอัตโนมัติภายในห้องปฏิบัติการ

ศศิศ บุญมี

### บทคัดย่อ

การควบคุมคุณภาพเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ ในงานประจำวันตามปกติทำวันละ 2 ครั้งในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ด้วยการใช้สารควบคุมคุณภาพที่ซื้อจากบริษัทซึ่งมีราคาแพง ผู้วิจัยจึงได้ประเมินการควบคุมคุณภาพด้วยการใช้ตัวอย่างเลือดผู้ป่วยที่ผ่านการตรวจแล้วในช่วงเช้ามาตรวจซ้ำในช่วงบ่าย เพื่อประเมินความแตกต่างของค่าทางโลหิตวิทยา 6 พารามิเตอร์ ได้แก่ White blood cells (WBC), Red blood cells (RBC), Hemoglobin (HGB), Hematocrit (HCT), Mean cell volume (MCV) และ Platelets (PLT) ระหว่างช่วงเช้าและช่วงบ่าย ถ้าผลการตรวจในช่วงบ่ายไม่มีความแตกต่างไปจากช่วงเช้าแสดงว่า เครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติช่วงบ่ายยังคงมีประสิทธิภาพดีเช่นเดิม ผลการศึกษาในระยะเวลา 1 เดือน เมื่อนำตัวอย่างเลือดของผู้ป่วย 204 ราย (ค่าปกติ 69 ราย, ค่าสูง 62 ราย และ ค่าต่ำ 73 ราย) มาตรวจซ้ำในช่วงบ่าย พบว่า ตัวอย่างเลือดค่าปกติและค่าต่ำ มี 5 พารามิเตอร์ ได้แก่ WBC, RBC, HGB, HCT และ MCV ให้ผลการวิเคราะห์ในช่วงบ่ายไม่แตกต่างไปจากผลที่ได้ในช่วงเช้า ( $P > 0.10$ ) แต่ค่า PLT ระหว่างช่วงเช้าและช่วงบ่าย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) สำหรับตัวอย่างเลือดค่าสูง พบว่าทั้ง 6 พารามิเตอร์ ได้แก่ WBC, RBC, HGB, HCT, MCV และ PLT ให้ผลการวิเคราะห์ในช่วงบ่ายไม่แตกต่างกับผลที่ได้ในช่วงเช้า ( $P > 0.10$ ) แสดงว่าตัวอย่างเลือดผู้ป่วยที่ผ่านการตรวจแล้วในช่วงเช้าสามารถนำมาใช้เป็นตัวอย่างควบคุมคุณภาพเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติสำหรับการตรวจ WBC, RBC, HGB, HCT, MCV และ PLT ภายในห้องปฏิบัติการในช่วงบ่ายได้

**คำสำคัญ :** ข้อมูลทางโลหิตวิทยา, ตัวอย่างเลือดผู้ป่วยที่เก็บรักษาไว้, การควบคุมคุณภาพ, เครื่องตรวจวิเคราะห์เม็ดเลือดอัตโนมัติ



## Differences in hematological data for patient blood samples stored to control the quality of automated cell counter in laboratories

Sasis Boonmee

### Abstract

Routine quality control for automated cell counter is generally performed twice daily, in the morning and the afternoon by using expensive commercial control materials. To evaluate the use of patient samples as quality control materials, some tested patient samples from the morning were re-analyzed during a re-check period in the afternoon to evaluate the differences in 6 hematological parameters including white blood cells (WBC), red blood cells (RBC), hemoglobin (HGB), hematocrit (HCT), mean cell volume (MCV) and platelets (PLT) between the morning and the afternoon values. Study was performed over a period of one month using 204 patient blood samples (69 normal level, 62 high level and 73 low level). It was found that for 5 parameters, i.e. WBC, RBC, HGB, HCT, and MCV, analysis in the afternoon from normal level and low level samples were not different from the morning results ( $P > 0.10$ ). However, the PLT values were statistically significant difference ( $P < 0.01$ ) between morning and afternoon. No difference was observed on all six parameters for samples with high levels ( $P > 0.10$ ). Thus, patients samples analyzed in the morning can be used as quality control samples for automated cell counter in the afternoon testing of WBC, RBC, HGB, HCT, MCV and PLT.

**Keywords :** Hematological data , Patient blood samples stored, Quality control, Automated cell counter

---

Clinical Hematology and Microscopy, Maesot Hospital, Tak Province

Corresponding author: (e-mail : sasis567@yahoo.co.th)

## บทนำ

การควบคุมคุณภาพเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติเป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับห้องปฏิบัติการโลหิตวิทยาคลินิก เพื่อให้การตรวจนับเม็ดเลือดอย่างสมบูรณ์ มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ โดยทั่วไปการควบคุมคุณภาพเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติจะใช้สารควบคุมคุณภาพที่ซื้อจากบริษัทซึ่งมีราคาแพงและอายุการใช้งานสั้น ในแต่ละปีรัฐบาลต้องสูญเสียเงินตราในการซื้อสารควบคุมคุณภาพเป็นจำนวนมาก<sup>(1)</sup> และยังส่งผลให้ต้นทุนการตรวจ CBC มีราคาแพงขึ้น จึงมีหน่วยงานของรัฐพยายามหาวิธีการลดต้นทุนในการซื้อสารควบคุมคุณภาพ เช่น การเตรียมขึ้นมาเองจากเลือดรวมหลายแหล่ง<sup>(2)</sup> หรือเลือกใช้สารควบคุมคุณภาพเพียง 1-2 ระดับ ไม่ครอบคลุมทั้ง 3 ระดับ ซึ่งได้แก่ ระดับปกติ (normal level) ระดับต่ำ (low level) และ ระดับสูง (high level) หรือใช้สารควบคุมคุณภาพเพียง 1 ครั้ง ในเวลาเข้าเท่านั้น แม้จะเปิดเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดไว้มากกว่า 8 ชั่วโมง

ห้องปฏิบัติการโลหิตวิทยาโรงพยาบาลแม่สอด เป็นหนึ่งในโรงพยาบาลของรัฐทั่วประเทศที่ต้องซื้อสารควบคุมคุณภาพ 5 C control<sup>TM</sup> มาใช้ เดือนละ 4 ชุด ราคาชุดละ 4,520 บาท รวมเป็นเงิน 18,080 บาท เพื่อใช้ควบคุมคุณภาพเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Coulter HmX จำนวน 2 เครื่องๆ ละ 1 ครั้งต่อวันในช่วงเช้าเท่านั้น อย่างไรก็ตามสภากาชาดไทยได้แนะนำให้ใช้สารควบคุมคุณภาพเพิ่มขึ้นอีก 1 ช่วงเวลา คือ ช่วงบ่าย สำหรับเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Coulter HmX ที่เปิดให้บริการที่ห้องตรวจผู้ป่วยนอก ตามที่ Nancy Grove เขียนใน CLIA Corner<sup>(3)</sup> ระบุให้ห้องปฏิบัติการใช้ control materials ทั้ง 3 ระดับ มากกว่า 1 ครั้งต่อวัน ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการซื้อสารควบคุมคุณภาพเพิ่มขึ้นเดือนละ 9,040 บาท หรือ ปีละ 108,480 บาท ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการใช้ตัวอย่างเลือดผู้ป่วยที่ผ่านการตรวจแล้วในช่วงเช้ามาทำการตรวจซ้ำในช่วงบ่าย เพื่อประเมินค่าทางโลหิตวิทยาทั้ง 6 พารามิเตอร์ ได้แก่ White blood cells (WBC), Red blood cells (RBC), Hemoglobin (HGB), Hematocrit (HCT), Mean cell volume (MCV) และ Platelets (PLT) ที่ตรวจวิเคราะห์ได้ในช่วงเช้าและช่วงบ่ายว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ หากค่าในช่วงเช้าและช่วงบ่ายไม่แตกต่างกัน แสดงว่า ตัวอย่างเลือดที่ผ่านการตรวจแล้วในช่วงเช้า น่าจะนำมาใช้เป็นตัวอย่างควบคุมคุณภาพเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติภายในห้องปฏิบัติการในช่วงบ่ายได้

## วัสดุและวิธีการศึกษา

### ตัวอย่างเลือดที่ใช้ศึกษา

ในระยะเวลา 1 เดือนใช้ตัวอย่างเลือด EDTA ของผู้ป่วยจำนวน 204 ราย ที่ผ่านการตรวจ CBC ด้วยเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Coulter HmX แล้ว ในช่วงเช้าทุกๆ วัน วันละ 6 - 9 ราย โดยเลือกตัวอย่างที่เจาะใหม่ในแต่ละวัน ในเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมงหลังเจาะเลือด<sup>(4)</sup> และเลือกตัวอย่างเลือดที่มีค่าทางโลหิตวิทยา 6 พารามิเตอร์ต่อไปนี้ WBC, RBC, HGB, HCT, MCV และ PLT ให้มีค่าครอบคลุมทั้ง 3 ระดับ คือ ค่าปกติ (Normal level) ค่าสูง (High level) และ ค่าต่ำ (Low level) โดยที่ ค่าปกติ เลือกค่าที่อยู่ในช่วง WBC  $5-10 \times 10^9/L$ , RBC  $4-5 \times 10^{12}/L$ , HGB 12-19 g/dL, HCT 36-57 %, MCV 80-94 fL และ PLT  $130-400 \times 10^9/L$ <sup>(5)</sup> สำหรับค่าสูง เลือกค่า WBC  $> 10 \times 10^9/L$ , RBC  $> 5 \times 10^{12}/L$ , HGB  $> 19$  g/dL, HCT  $> 57$  %, MCV  $> 94$  fL และ PLT  $> 400 \times 10^9/L$  และ ค่าต่ำ เลือกค่า WBC  $< 5 \times 10^9/L$ , RBC  $< 4 \times 10^{12}/L$ , HGB  $< 12$  g/dL, HCT  $< 36$  %, MCV  $< 80$  fL และ PLT  $< 130 \times 10^9/L$  ระดับละ 2-3 ราย

### วิธีการศึกษา

ในช่วงเช้า เวลา 8.30 – 16.30 น. ของทุกวัน หลังจากทำการควบคุมคุณภาพเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Coulter HmX ด้วยการใช้สารควบคุมคุณภาพ 5 C control<sup>TM</sup> ทั้ง 3 ระดับ คือ ค่าปกติ ค่าสูง และค่าต่ำ แล้ว จึงทำการตรวจตัวอย่างเลือดของผู้ป่วยตามปกติ จากนั้นเลือกตัวอย่างเลือดผู้ป่วยที่ตรวจแล้วให้ได้ครบตามจำนวนที่ต้องการและเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสทันที เพื่อรักษาสภาพเซลล์เม็ดเลือด<sup>(6)</sup> หลังจากนั้นเวลา 16.00 น. นำตัวอย่างเลือดผู้ป่วยที่เลือกไว้ออกจากตู้เย็นแล้วนำไปวางบนเครื่องผสมเลือด Hema - Tex® Aliquot mixer Miles เป็นเวลา 30 นาที

ในช่วงบ่ายเวลา 16.30 น. ทำการควบคุมคุณภาพเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Coulter HmX ด้วยการใช้สารควบคุมคุณภาพ 5 C control<sup>TM</sup> ทั้ง 3 ระดับ คือ ค่าปกติ ค่าสูง และค่าต่ำ จากนั้นนำตัวอย่างเลือดที่ผสมเข้ากันเป็นอย่างดีแล้วใส่เครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Coulter HmX เพื่อวิเคราะห์ค่า WBC, RBC, HGB, HCT, MCV และ PLT บันทึกผลเพื่อเปรียบเทียบค่าระหว่างช่วงเช้าและช่วงบ่าย วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลทั้ง 6 พารามิเตอร์

ที่ได้ในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ด้วยการทดสอบ paired t-test

## ผลการศึกษา

จากการศึกษา เมื่อนำตัวอย่างเลือด EDTA ของผู้ป่วย จำนวน 204 แบ่งเป็น ตัวอย่างเลือดค่าปกติ จำนวน 69 ราย ตัวอย่างเลือดค่าสูง จำนวน 62 ราย และ ตัวอย่างเลือดค่าต่ำ จำนวน 73 ราย ที่ผ่านการตรวจ CBC ด้วยเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Coulter HmX แล้วในช่วงเช้า มาตรวจซ้ำอีกครั้งในช่วงบ่ายของวันเดียวกัน พบว่า ตัวอย่างเลือดค่า

ปกติและตัวอย่างเลือดค่าต่ำ มี 5 พารามิเตอร์ ได้แก่ WBC, RBC, HGB , HCT และ MCV ให้ผลการวิเคราะห์ในช่วงบ่ายไม่แตกต่างกับผลที่ได้ในช่วงเช้า ( $P > 0.10$ ) แต่ค่า PLT ให้ผลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) สำหรับ ตัวอย่างเลือดค่าสูง กลับพบว่าทั้ง 6 พารามิเตอร์ ได้แก่ WBC, RBC, HGB, HCT, MCV และ PLT ให้ผลการวิเคราะห์ในช่วงบ่ายไม่แตกต่างกับผลที่ได้ในช่วงเช้า ( $P > 0.10$ ) ดังแสดงใน ตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดในช่วงเช้าและบ่ายจำนวน 204 ตัวอย่าง แสดงค่าเป็น mean  $\pm$  SD

| Parameters                    | Normal level ( N = 69 ) |                  |                | High level ( N = 62 ) |                   |           | Low level ( N = 73 ) |                 |                |
|-------------------------------|-------------------------|------------------|----------------|-----------------------|-------------------|-----------|----------------------|-----------------|----------------|
|                               | ช่วงเช้า                | ช่วงบ่าย         | P - value      | ช่วงเช้า              | ช่วงบ่าย          | P - value | ช่วงเช้า             | ช่วงบ่าย        | P - value      |
| WBC<br>( $\times 10^9/L$ )    | 7.4 $\pm$ 1.5           | 7.4 $\pm$ 1.5    | 0.483          | 19.7 $\pm$ 6.9        | 19.8 $\pm$ 6.9    | 0.102     | 4.6 $\pm$ 2.9        | 4.6 $\pm$ 2.9   | 0.516          |
| RBC<br>( $\times 10^{12}/L$ ) | 4.6 $\pm$ 0.4           | 4.6 $\pm$ 0.5    | 0.274          | 5.6 $\pm$ 0.5         | 5.7 $\pm$ 0.5     | 0.122     | 3.8 $\pm$ 1.1        | 3.8 $\pm$ 1.1   | 1.000          |
| HGB<br>(g/dL)                 | 13.3 $\pm$ 1.8          | 13.3 $\pm$ 1.8   | 0.606          | 11.5 $\pm$ 2.1        | 11.6 $\pm$ 2.1    | 0.172     | 10.9 $\pm$ 2.9       | 10.9 $\pm$ 2.9  | 0.869          |
| HCT<br>(%)                    | 39.6 $\pm$ 4.7          | 39.7 $\pm$ 4.6   | 0.519          | 33.5 $\pm$ 7.1        | 33.5 $\pm$ 7.2    | 0.930     | 32.5 $\pm$ 8.6       | 32.4 $\pm$ 8.4  | 0.575          |
| MCV<br>(fL)                   | 86.1 $\pm$ 2.6          | 86.2 $\pm$ 2.4   | 0.711          | 100.4 $\pm$ 6.1       | 100.6 $\pm$ 6.3   | 0.570     | 73.9 $\pm$ 7.6       | 74.0 $\pm$ 7.6  | 0.629          |
| PLT<br>( $\times 10^9/L$ )    | 262.1 $\pm$ 50.9        | 254.1 $\pm$ 51.4 | <b>0.000 *</b> | 588.4 $\pm$ 171.6     | 578.0 $\pm$ 173.0 | 0.110     | 61.6 $\pm$ 38.1      | 59.0 $\pm$ 37.6 | <b>0.007 *</b> |

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

## วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้ต้องการแสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างเลือดของผู้ป่วยที่ผ่านการตรวจแล้วในช่วงเช้า สามารถนำมาใช้ควบคุมคุณภาพเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Coulter HmX แทนการใช้สารควบคุมคุณภาพ 5 C control™ ในช่วงบ่ายได้ โดยพิจารณาจากค่า P - value ของค่าทางโลหิตวิทยา 6 พารามิเตอร์ ได้แก่ WBC, RBC, HGB, HCT, MCV และ PLT ว่าค่าที่ได้แสดงความแตกต่างของผลวิเคราะห์เลือดผู้ป่วยระหว่างช่วงเช้ากับช่วงบ่ายอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติหรือไม่ ถ้าผลการศึกษาได้ค่า P - value  $> 0.10$  แสดงว่าค่าที่ได้ในช่วงบ่ายไม่แตกต่างไปจากค่าที่ได้ในช่วงเช้า นั่นก็คือคุณภาพการทำงานของเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Coulter HmX ในช่วงบ่าย ยังคงมีประสิทธิภาพดีเช่นเดียวกับในช่วงเช้า ในทางตรงกันข้าม ถ้าค่า P - value ที่ได้  $< 0.01$  แสดงว่าค่าที่ได้ในช่วงบ่ายมีความแตกต่างไปจากช่วงเช้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คุณภาพของเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ Coulter HmX ในช่วงบ่ายอาจมีปัญหากรณีเช่นนี้ห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องใช้สารควบคุมคุณภาพ

5C control™ ทดสอบเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติซ้ำอีกครั้ง เพื่อยืนยันว่าการทดสอบออกนอกช่วงค่ากำหนดที่ยอมรับ (out of control) จริงหรือไม่ หากผลการทดสอบออกนอกช่วงจริง ห้องปฏิบัติการต้องทำการแก้ไขต่อไป

ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ค่า  $P$  - value ทั้ง 6 พารามิเตอร์ ของตัวอย่างเลือดทุกระดับที่ได้ในช่วงบ่ายไม่แตกต่างไปจากช่วงเช้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.10$ ) ยกเว้นค่า  $P$  - value ของ PLT ในตัวอย่างเลือดค่าปกติ และค่าต่ำ เท่านั้น ที่ผลในช่วงบ่ายแตกต่างไปจากช่วงเช้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) แสดงว่าตัวอย่างเลือดของผู้ป่วยในตอนเช้าสามารถนำมาใช้แทนสารควบคุมคุณภาพ 5 C control™ สำหรับการตรวจ WBC, RBC, HGB, HCT, MCV และ PLT ภายในห้องปฏิบัติการในช่วงบ่ายได้

กรณีค่า PLT ที่ได้ในช่วงบ่ายแตกต่างไปจากช่วงเช้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) ในตัวอย่างเลือดค่าปกติ และค่าต่ำ นั้น สาเหตุอาจมาจากธรรมชาติของเกล็ดเลือดที่สามารถเกาะกลุ่มกันที่อุณหภูมิต่ำ การเก็บเลือดไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นวิธีเก็บรักษาเซลล์เพื่อการตรวจทางโลหิตวิทยาวิธีหนึ่ง<sup>(7)</sup> อุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการเสื่อมสภาพเซลล์ตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตามอุณหภูมิต่ำก็อาจจะกระตุ้นเกล็ดเลือดให้เกาะกลุ่มกันได้ ดังเห็นได้จากค่าเฉลี่ยของ PLT ในตัวอย่างเลือดทุกระดับ ในช่วงบ่ายลดลง แสดงว่า PLT มีการเกาะกลุ่มกันมากขึ้น กรณีนี้ การผสมเลือดที่ดีพอก่อนการตรวจวิเคราะห์น่าจะช่วยลดปัญหานี้ได้ โดยการศึกษาวิธีการผสมที่เหมาะสมเพิ่มเติม และกำหนดเป็นระเบียบปฏิบัติที่ดีในการควบคุมคุณภาพเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติด้วยตัวอย่างผู้ป่วย

การศึกษานี้มีข้อจำกัดทางการวิจัยที่น่าจะนำไปปรับปรุงแก้ไข คือ การคัดเลือกตัวอย่างเลือดที่นำมาศึกษา ซึ่งพบว่ากลุ่มตัวอย่างเลือดค่าสูงสำหรับพารามิเตอร์ HGB และ HCT มีค่าต่ำกว่าที่กำหนด เนื่องจากในงานประจำวันกลุ่มผู้ป่วยที่มี ค่า HGB  $> 19$  g/dL และ HCT  $> 57$  % มีน้อยมากดังนั้นจึงยากที่จะเลือกให้ได้ตามที่ต้องการ แนวทางแก้ไขสำหรับการเลือกค่า HGB และ HCT คือ อาจจะเลือกใช้เกณฑ์ของสารควบคุมคุณภาพ 5 C control™ High level เพิ่มเติมในกรณีที่พบตัวอย่างที่มีค่า HGB และ HCT สูง ผลของการศึกษานี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานควบคุมคุณภาพเครื่องตรวจนับเม็ดเลือดอัตโนมัติในงานประจำวันได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก เหมาะสำหรับโรงพยาบาลที่ใช้เครื่องตรวจนับ

เม็ดเลือดอัตโนมัติ แต่ยังไม่สามารถใช้สารควบคุมคุณภาพในช่วงบ่าย หากนำไปประยุกต์ใช้จะทำให้คุณภาพการตรวจนับเม็ดเลือดอย่างสมบูรณ์ มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากขึ้นอีกทั้งยังทำให้โรงพยาบาลลดต้นทุนในการซื้อสารควบคุมคุณภาพได้ด้วย

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์กุลนารี สิริสาลี ภาควิชาเคมีคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล และประธานโครงการพัฒนาศักยภาพบุคลากรทางห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง, รองศาสตราจารย์ พ.อ.โสภณ สิริสาลี ภาควิชาสรีรวิทยา กองการศึกษา วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า และ รองศาสตราจารย์ ดร.ปานทิพย์ วัฒนวิบูลย์ ภาควิชาจุลทรรศน์ศาสตร์คลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาตรวจสอบและแก้ไขงานวิจัยนี้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โลหิตวิทยาและจุลทรรศน์ศาสตร์คลินิก โรงพยาบาลแม่สอด ทุกท่านที่ได้ช่วยกันเก็บตัวอย่างเลือดผู้ป่วย และบันทึกข้อมูล

## เอกสารอ้างอิง

1. Vattanaviboon P, Sirisali K, Manochiopini S, Tankeyul B. Quality up and cost down of Thai clinical laboratory by the in – house control cell. Clin Chem Lab Med 2002; 40 (suppl.): S141.
2. ปานทิพย์ วัฒนวิบูลย์, พิมพ์วิมล ศรีสุชาติ, จิตภา เกียรติพิรุฬห์, ประมิตร วีระศิลป์, วิทยา สีโย. วัสดุควบคุมคุณภาพการตรวจนับเม็ดเลือดจากเลือดรวมหลายแหล่ง. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2546; 17: 25-35.
3. Grove N. Calibration vs calibration verification. CLIA Corner, The University of Iowa Hygienic Laboratory, Second quarter 2008. Available at [www.uhl.uiowa.edu/publications/cliacorner/20082/2008q2.pdf](http://www.uhl.uiowa.edu/publications/cliacorner/20082/2008q2.pdf)
4. Mahmoodi M, Hajizadeh MR, Rashidinejad HR, Asadikaram GR, Khaksari M, Mirzaee MR, et al. Survey of changes in complete blood count and red cell indices of whole blood incubated in vitro at different temperatures up to 48 hours. J

- Ayub Med Coll Abbottabad 2006; 18: 14-6.
5. งานโลหิตวิทยาและจุลทรรศน์ศาสตร์คลินิก โรงพยาบาลแม่สอด. คู่มือวิธีปฏิบัติงานการตรวจ CBC. 2551.
  6. Wood BL, Andrews J, Miller S, Sabath DE. Refrigerated storage improves the stability of the complete blood cell count and automated differential. Am J Clin Pathol 1999; 112: 687-95
  7. Lewis SM., Tatsumi N. Collection and handling of blood. In Lewis SM, Bain BJ & Bates I (eds.) Dacie and Lewis Practical Haematology, 10<sup>th</sup> ed. Churchill Livingstone, Elsevier 2006: 1-10.