นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินคุณสมบัติวิธีหาค่าอัลบูมินในซีรัม โดยบรอมเครซอลเพอร์เพิลวิธีที่ปรับปรุงใหม่*

หัทยา วุฒิพงศ์วรกิจ** นฤดี โภไคศวรรย์***
นารา ผริตโภคี*** รัชนา ศานติยานนท์****

Wuttipongworakit H, Bhokaisawan N, Paritpokee N, Santiyanont R. Evaluation of performance characteristics of the modified bromcresol purple technique for serum albumin determination. Chula Med J 1986 Oct; 30 (10) : 967-975

We report the modified bromcresol purple (BCP) - binding method for serum albumin determination using 0.1225 M sodium citrate, 0.05% Tween 20, 60 μM BCP buffer (pH 5.45). The method was simple and gave good correlation with the reference method (cellulose acetate electrophoresis, CAE), $r = 0.93$; $y = 1.06 X + 0.06$. Statistical analysis showed no difference in the results when compared with the reference method ($p > 0.01$). No interference from hemoglobin (< 250 mg/dl), bilirubin (< 15.71 mg/dl), ascorbic acid (< 0.50 mg/dl) as well as penicillin G, paracetamol and salicylate at therapeutic levels were observed. In addition to serum, heparinized plasma can be satisfactorily used.

* ได้รับทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี พ.ศ. 2526

** นิสิตภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*** ภาควิชาเวชศาสตร์ชันสูตร คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**** ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อัลบูมินเป็นโปรตีนที่สำคัญและเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของโปรตีนในซีรัม ระดับของอัลบูมินในซีรัมสามารถช่วยในการวินิจฉัยและติดตามการรักษาของโรคได้หลายชนิด เช่น โรคเกี่ยวกับตับ ไต และโรคมะเร็ง[1] เป็นต้น การตรวจหาความเข้มข้นของอัลบูมินในเลือดจึงมีความสำคัญทางคลินิก และเป็นการตรวจประจำวันชนิดหนึ่งในห้องปฏิบัติการเคมีคลินิกทั่วไป ซึ่งทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว และประหยัด คือ วิธีที่ให้อัลบูมินจับตัวกับสี ที่นิยมใช้กันทั่วไปในขณะนี้ คือ บรอมเครซอล กรีน (bromcresol green, BCG), แต่วิธีนี้มีข้อจำกัด เนื่องจากจะมีการจับแบบไม่จำเพาะของ BCG กับโปรตีนชนิดอื่นในซีรัมได้ด้วย เช่น เซรูโลพลาสมิน (ceruloplasmin) แฮบโตโกลบิน (haptoglobin) ทรานสเฟอริน (transferrin) และคอมพลีเมนต์ ซี 3 (complement C_3) เป็นต้น ทำให้ได้ค่าสูงกว่าความเป็นจริง[2] โดยเฉพาะเมื่ออัตราส่วนระหว่างอัลบูมินต่อกลอบูลินต่ำ จึงได้มีผู้ปรับปรุงวิธีการตรวจหาอัลบูมินโดยใช้สี BCG ให้ได้ค่าถูกต้องที่สุด แต่ยังไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร จึงได้ทดลองใช้สีอื่น และพบว่าสีที่น่าจะนำมาใช้แทน BCG ได้ดีที่สุด คือ บรอมเครซอล เพอร์เพิล (bromcresol purple, BCP)[3] เพราะมีความจำเพาะในการจับตัวกับอัลบูมินสูง แต่ก็ยังไม่มีการกำหนดสภาวะการทดลองซึ่งเหมาะสมที่สุด สำหรับในประเทศไทยยังมิได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้อย่างละเอียด การวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาหาค่าอัลบูมินโดยวิธี BCP เปรียบเทียบกับวิธี BCG ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยใช้วิธี cellulose acetate electrophoresis (CAE) เป็นวิธีอ้างอิง พร้อมได้ปรับปรุงเทคนิควิเคราะห์และประเมินผลวิธี BCP โดยใช้ปัจจัยที่อาจเป็นตัวแปรต่าง ๆ

วัสดุและวิธีการ

1. **สารเคมี** Bromcresol green และ bromcresol purple เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Merck, Darmstadt, Germany; Brij 35, citric acid และ Tween 20 เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Sigma, ST. Louis, Mo. 63178, U.S.A; Sodium citrate (reagent grade) เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท BDH Chemicals, Poole, England; Validate (Lyophilized normal human serum) เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท General Diagnositics, Morris Plains, New Jersey 07950, U.S.A.; Biuret reagent เป็นน้ำยาชุดของบริษัท Biotechnical, กรุงเทพฯ; Electrophoresis control เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Gelman Sciences, Ann Arbor, Michigan; Beckman B-12 buffer และ fixative dye solution เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Beckman, Palo alto, California 94304, U.S.A.

2. **เครื่องมือ** Microzone electrophoresis cell และ Microzone densitometer เป็นของบริษัท Beckman ส่วน Spectrophotometer คือ Perkin - Elmer 35

3. **วิธีดำเนินการ**

การหาค่าอัลบูมินโดยวิธี BCP ในการศึกษานี้ได้ปรับปรุงมาจากวิธีของ Pinnell และ Northam[3] โดยการใช้ 0.122M sodium citrate, 0.05% Tween 20,60 μM BCP buffer มี pH 5.45 ปริมาณ 3.0 ml ผสมกับซีรัม 0.05 ml แล้ววัดค่าการดูดแสงทันทีหรือภายในหนึ่งชั่วโมง โดยใช้ความยาวคลื่น 603 nm. ส่วนวิธี BCG ใช้วิธีของ Doumas[4] และวิธีอ้างอิง CAE ใช้วิธีของ Gebott[5] ซึ่งโปรตีนในซีรัมจะถูกแยกเป็นแถบ ๆ ในสนามไฟฟ้าโดยขึ้นกับประจุ อัลบูมินมีประจุลบมากที่สุดจะเคลื่อนที่เร็วที่สุด คำนวณหาปริมาณของแต่ละแถบโปรตีนได้ด้วยเครื่อง Densitometer และคำนวณเทียบกับค่าโปรตีนรวมที่หาได้จากวิธี Biuret[6] ออกมาเป็นความเข้มข้นของอัลบูมิน

3.1 การเตรียมตัวอย่างสำหรับตรวจหาค่าอัลบูมิน ใช้ pooled serum โดยเก็บซีรัมจากผู้ป่วยที่ส่งตรวจเลือดที่ห้องปฏิบัติการกลาง โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ เมื่อได้ซีรัมที่มีค่าอัลบูมินระดับต่าง ๆ แล้ว เก็บแยกเป็นส่วน ๆ โดยแบ่งใส่ในภาชนะเล็ก ๆ ที่มีฝาปิด นำไปแช่แข็งที่ -20℃ จนกว่าจะใช้ ส่วนซีรัมตัวอย่างนั้นเก็บแต่ละราย

3.2 การศึกษาความเที่ยงตรงของการทดสอบหาอัลบูมินวิธีต่าง ๆ นำ pooled serum มาทดสอบหาค่าอัลบูมินโดยวิธีที่ปรับปรุงใหม่ภายในวันเดียวกัน โดยใช้วิธี BCG และวิธี CAE pooled serum เดียววิเคราะห์ซ้ำ 20 ครั้ง เป็นการหาค่า within day variation สำหรับ between day variation ใช้ pooled serum นำมาทดสอบหาค่าอัลบูมินวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 20 วัน แล้วจึงคำนวณหาค่า mean ($\bar{X}$), standard deviation (SD), และ % coefficient of variation (CV%)

3.3 การศึกษาความแม่นยำของวิธีที่ปรับปรุงใหม่ นำซีรัมตัวอย่างที่มีระดับอัลบูมินปกติ (3.0-4.4 mg/dl) จำนวน 16 ราย และที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (< 3.0 mg/dl) จำนวน 11 ราย มาทดสอบหาค่าอัลบูมินด้วยวิธีที่ปรับปรุงใหม่ และวิธีอ้างอิง (CAE) โดยทำการวิเคราะห์ซ้ำสองครั้ง แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Student's t-test นอกจากนี้ยังได้นำ standard serum albumin มาทดสอบหาช่วงความเข้มข้นที่จะให้กราฟมาตรฐานเป็นเส้นตรง (linear range) ศึกษาการวิเคราะห์กลับคืน (recovery studies) โดยการทดสอบหาค่าอัลบูมินใน pooled serum ก่อนและหลังการเติม standard serum albumin อีกทั้งยังได้ศึกษาผลรบกวนของสารต่าง ๆ (interference studies) สารที่ใช้ศึกษาได้แก่ ฮีโมโกลบิน บิลิรูบิน ซาลิซัยเลต เพ็นนิซิลลิน จี กรดแอสคอร์บิก และพาราเซตามอล

3.4 การเปรียบเทียบวิธีหาค่าอัลบูมินวิธีต่าง ๆ นำซีรัมที่มีความเข้มข้นของอัลบูมินระดับต่าง ๆ มาทดสอบหาค่าอัลบูมินโดยวิธี BCP ที่ปรับปรุงใหม่, วิธี BCG ที่นิยมใช้กันทั่วไปในห้องปฏิบัติการ และวิธี CAE ซึ่งใช้เป็นวิธีอ้างอิงโดยใช้จำนวนตัวอย่าง 27 ราย การทดลองนี้เป็นการศึกษาความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ด้วย ช่วงค่าอัลบูมินที่ศึกษาอยู่ระหว่าง 1.55 ถึง 4.32 g/dl

3.5 การทดลองหาองค์ประกอบที่เหมาะสมของวิธีที่ปรับปรุงใหม่ ได้ทดลองเพื่อตรวจหาภาวะที่ให้ผลการทดลองดีที่สุด เช่นใช้ซีรัม 0.025 และ 0.05 ml ส่วนบัฟเฟอร์ได้ลองใช้ปริมาตร 3.0 และ 4.0 ml นอกจากนี้ยังได้ทดลองใช้พลาสมาแทนซีรัมในการหาค่าอัลบูมินโดยใช้ heparin, EDTA และ NaF เป็นสารกันเลือดแข็ง

ผลการทดลอง

1. ความเที่ยงตรงของการทดสอบหาค่าอัลบูมิน

ผลการทดลองแสดงว่าการตรวจหาค่าอัลบูมินโดยวิธี BCP ที่ปรับปรุงใหม่ วิธี BCG และวิธี CAE ทุกวิธีมีความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยมี within day variation (CV%) เป็น 2.12, 2.82 และ 4.89 ตามลำดับ และมี between day variation (CV%) เป็น 3.00, 2.84 และ 4.95 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

Table 1 Precision studies of serum albumin determination by different methods (modified BCP, BCG and CAE)

precision	modified BCP	BCG	electrophoresis
Within day :			
mean	3.30 g/dl	3.90 g/dl	3.27 g/dl
SD	0.07 g/dl	0.11 g/dl	0.16 g/dl
CV%	2.12	2.82	4.89
n	26	30	8
Between day :			
mean	3.33 g/dl	3.88 g/dl	3.23 g/dl
SD	0.10 g/dl	0.11 g/dl	0.16 g/dl
CV%	3.00	2.84	4.95
n	42	36	29

2. ความแม่นยำของวิธีที่ปรับปรุงใหม่

พบว่าค่าของอัลบูมินในระดับปกติจำนวน 16 ราย และระดับต่ำจำนวน 11 ราย ที่ทดสอบโดยวิธี BCP ที่ปรับปรุงใหม่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากค่าที่ได้โดยวิธีอิเล็คโตรฟอริซิส ($P > 0.01$) โดยค่าอัลบูมินในระดับปกติได้ค่า mean $\pm$ SD จากวิธี BCP และ CAE เป็น 3.69 ± 0.39 g/dl และ 3.38 ± 0.44 g/dl ตามลำดับ สำหรับค่าอัลบูมินระดับต่ำ มีค่า mean $\pm$ SD จากวิธี BCP และ CAE เป็น 2.37 ± 0.63 g/dl และ 2.27 ± 0.45 g/dl ตามลำดับ ผลการทดสอบ linear range โดยใช้ Validate และ Gelman เป็นสารละลายอัลบูมินมาตรฐาน พบว่าวิธีปรับปรุงใหม่นี้จะให้กราฟมาตรฐานเป็นเส้นตรงถึงความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 4.5 g/dl (รูปที่ 1) ผลของการวิเคราะห์กลับคืนเมื่อใช้สารละลายอัลบูมินมาตรฐานความเข้มข้น 0.09, 0.18 และ 0.36 g/dl เติมลงไปในซีรัม ได้ค่าเฉลี่ยของ %recovery = 111.1 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ สำหรับการศึกษาผลรบกวนของสารต่าง ๆ พบว่าฮีโมโกลบินที่ความเข้มข้น < 250 mg/dl ไม่รบกวนการหาค่าอัลบูมิน แต่ถ้าความเข้มข้นมากกว่า 250 mg/dl แล้วจะมีผลรบกวนในลักษณะกราฟเส้นตรง (รูปที่ 2) บิลิรูบินที่ความเข้มข้น < 15.71 mg/dl ไม่มีผลรบกวน (ตารางที่ 2) ในทำนองเดียวกัน กรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้น 0.50 mg/dl ตลอดจนยาซาลิซัยเลต, พาราเซตามอล และเพ็นนิซิลลิน จีที่ระดับความเข้มข้นที่ปรากฏในเลือดเมื่อใช้ยาขนาดรักษาก็ไม่มีผลรบกวนการหาค่าอัลบูมินโดยวิธีนี้ (ตารางที่ 3)

3. การทดลองหาองค์ประกอบที่เหมาะสมของวิธีที่ปรับปรุงใหม่

ผลจากการทดลองพบว่า ซีรัมปริมาณ 0.05 ml ผสมกับบัฟเฟอร์ 3 ml จะให้ค่าการดูดแสงดีที่สุด (มิได้แสดงข้อมูล) และพบว่าสามารถใช้พลาสมาที่มีเฮพารินเป็นสารกันเลือดแข็งแทนซีรัมได้ ในขณะที่วิธี BCP เดิมของ Pinnell และ Northam จะให้ค่าสูงเกินไป[7,8] แต่พลาสมาที่ใช้ NaF เป็นสารกันเลือดแข็งจะให้ค่าอัลบูมินต่ำกว่าค่าที่ได้จากซีรัม เมื่อทดสอบโดยทั้งสองวิธี (ตารางที่ 4)

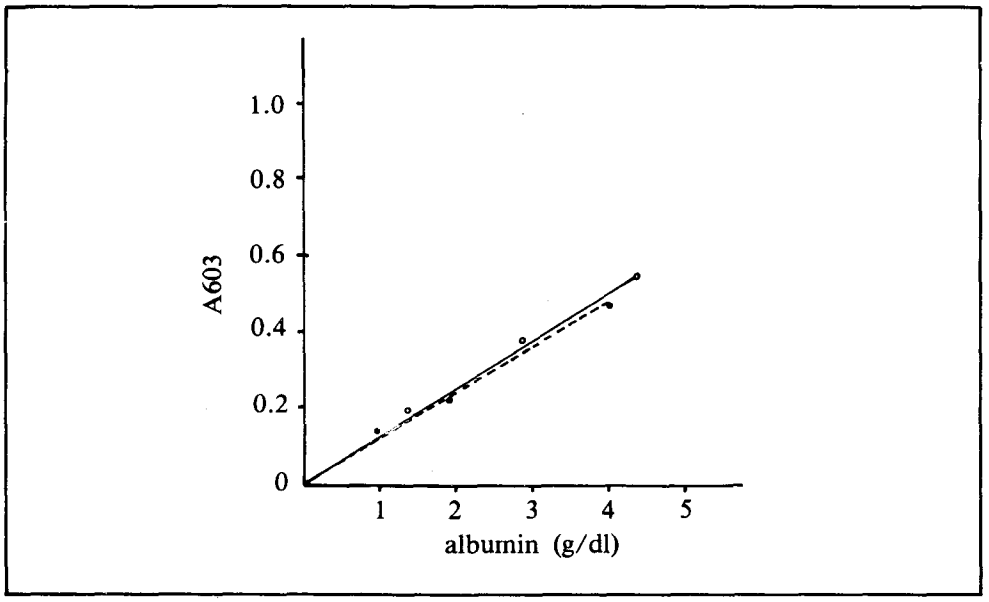

Figure 1 Linear range of serum albumin determination using modified BCP method. o—o and •—• represent standard curves when Validate and Gelman were used as standards.

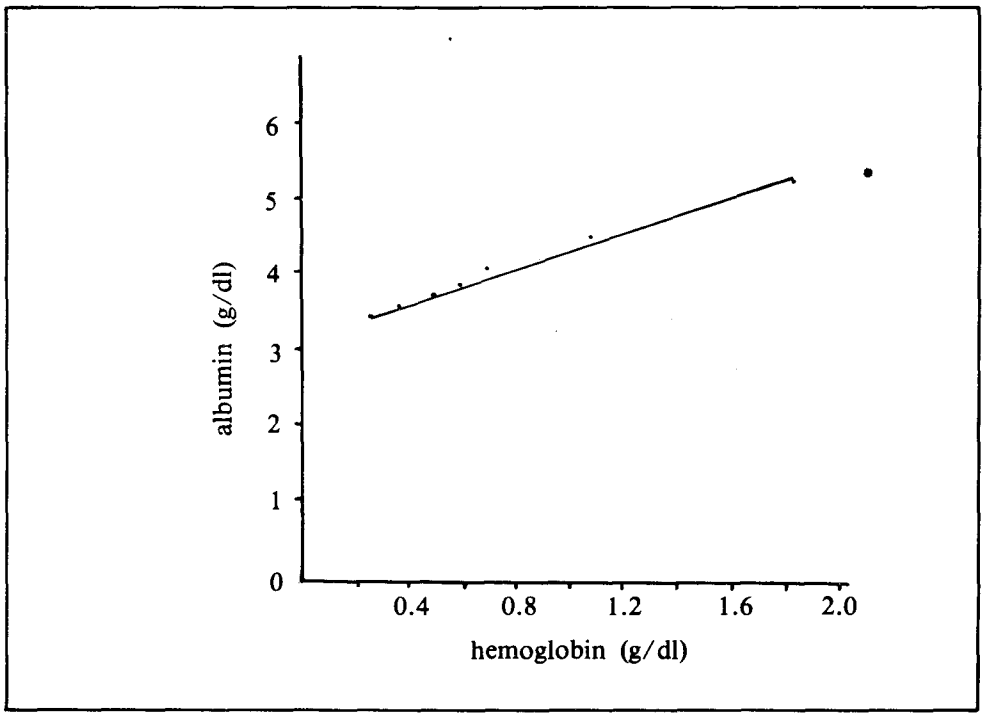

Figure 2 Interference of hemoglobin at concentration over 250 mg/dl on serum albumin determination using modified BCP method.

Table 2 Studies of interfering effect of various concentration of bilirubin on serum albumin determination using modified BCP method.

Bilirubin (mg/dl)	Albumin (g/dl)	Interference (g/dl)
0.00	3.30	0.00
6.98	3.30	0.00
8.57	3.29	0.01
10.10	3.29	0.01
11.58	3.34	0.04
13.00	3.34	0.04
14.38	3.29	0.01
15.71	3.29	0.01

Table 3 Interference of various drugs on serum albumin determination using modified BCP method.

Drugs	Therapeutic levels in blood	Albumin concentration (g/dl)
Serum	–	3.30
Ascorbic acid	0.50 mg/dl	3.35
Salicylate	0.25 mg/dl	3.26
Paracetamol	0.05 mg/dl	3.30
Penicillin G	8 Units/ml	3.35

Table 4 Albumin concentration determined triplicately from serum and plasma by modified BCP and Pinnell's methods.

Sample	Albumin concentration (g/dl)	
	Modified BCP	Pinnell and Northam
Serum	3.80	4.60
Heparinized plasma	3.80	4.83
EDTA plasma	3.65	4.50
NaF plasma	3.10	4.00

4. ผลการเปรียบเทียบการหาค่าอัลบูมินโดยวิธีต่าง ๆ

พบว่าวิธี BCG ให้ค่าเฉลี่ยของอัลบูมินทั้งที่ระดับปกติและระดับต่ำแตกต่างจากวิธีอ้างอิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Student's t-test, $p<0.05$) ในขณะที่ค่าที่ได้จากวิธี BCP ที่ปรับปรุงใหม่ไม่แตกต่างจากวิธีอ้างอิงอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.01$) แต่ทั้งสองวิธีมีความสัมพันธ์กับวิธีอ้างอิง (รูปที่ 3) โดยวิธี BCG มีค่า $r = 0.92$ ($p < 0.001$); $y = 1.02x + 0.74$ ส่วนวิธี BCP ที่ปรับปรุงใหม่มีค่า $r = 0.93$; $y = 1.06x + 0.06$

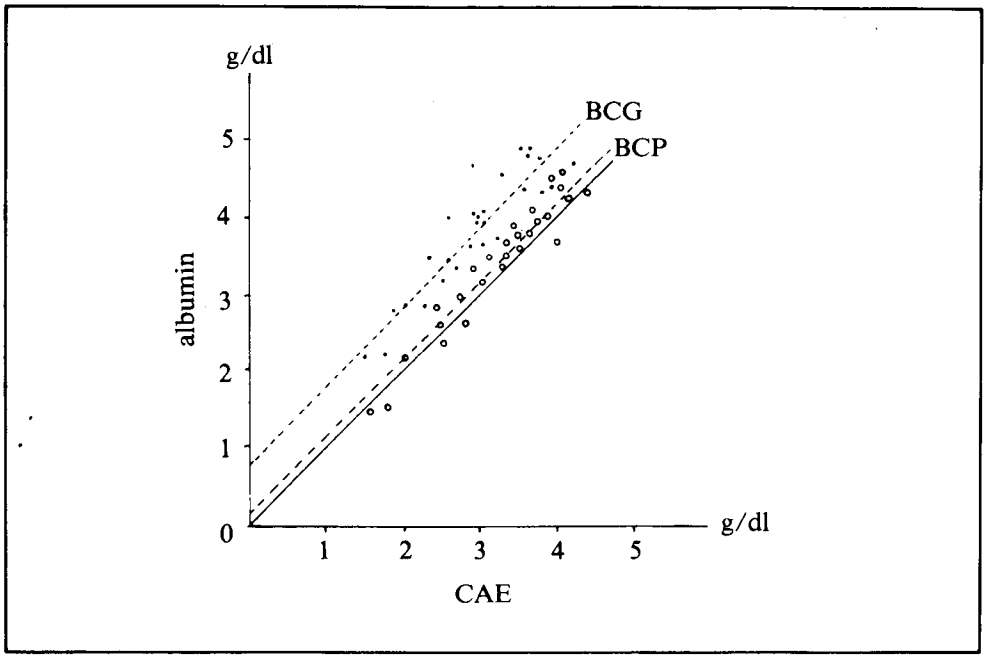

Figure 3 Comparison of albumin concentration determined by BCG and CAE methods (n = 27), y = 1.02 x + 0.74, r = 0.92 ($p < 0.001$); modified BCP and CAE methods (n = 27), y = 1.06 x + 0.06, r = 0.93 ($p < 0.001$). (____ is line of slope 1)

วิจารณ์

การหาค่าอัลบูมินในซีรัมโดยวิธีการให้จับตัวกับสีนั้นเป็นที่นิยมแพร่หลาย โดยเฉพาะสี BCG ซึ่งนิยมใช้กันมากในปัจจุบัน แต่วิธี BCG นี้มีข้อเสีย คือ มักจะให้ค่าอัลบูมินสูงเกินจริง โดยเฉพาะในรายที่มีระดับอัลบูมินต่ำ เนื่องจากมีการจับแบบไม่จำเพาะของสีกับโปรตีนชนิดอื่น จึงมีผู้เปลี่ยนมาใช้สี BCP ซึ่งให้ผลใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น แต่ก็ยังไม่มีภาวะการทดสอบใดที่เหมาะสมอย่างแท้จริง ในการเลือกภาวะที่เหมาะสมสำหรับการตรวจหาความเข้มข้นของอัลบูมินในซีรัมนั้น นอกจากจะต้องพิจารณาวิธีที่ให้ผลถูกต้องแม่นยำแล้ว ยังต้องทำได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว ปลอดภัย และประหยัดอีกด้วย ในการศึกษานี้ได้ปรับปรุงวิธี BCP ให้สามารถให้ค่าที่ถูกต้องใกล้เคียงกับวิธีอ้างอิงทั้งที่ระดับความเข้มข้นปกติและต่ำ และมีคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นครบถ้วน น้ำยาที่เตรียมสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นานไม่น้อยกว่าสองเดือน โดยไม่ทำให้ผลเปลี่ยนแปลง ซึ่งสะดวกมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีของ Pinnell และ Northam ซึ่งใช้สี BCP เช่นกัน แต่น้ำยามีอายุสั้นต้องเตรียมใหม่ทุกสัปดาห์[3] และความสะดวกที่เพิ่มขึ้นคือ หลังจาก

ผสมซีรัมกันน้ำยาทดสอบแล้วสามารถนำไปอ่านผลได้ทันทีหรือภายในหนึ่งชั่วโมงโดยผลไม่คลาดเคลื่อน ในขณะที่วิธี BCG ต้องรีบอ่านผลทันที มิฉะนั้นค่าจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากมีการจับแบบไม่จำเพาะของโปรตีนชนิดอื่นในซีรัมกับสีด้วย โดยเฉพาะบัฟเฟอร์ที่ใช้มี pH ต่ำ ทำให้โปรตีนบางชนิดในซีรัม เช่น กลอบูลินเสียสภาพธรรมชาติ จึงจับกับสี BCG ได้มากขึ้น

วิธี BCP ที่ปรับปรุงใหม่นี้มีค่าความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (Within day variation = 2.12%; between day variation = 3.00%) และยังมีความเที่ยงตรงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอ้างอิงโดย Student's t-test ให้ค่า $p > 0.01$ และมี linearity อยู่ในช่วงความเข้มข้นอย่างน้อย 4.5 mg/dl และ recovery studies มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ คือ 111.1% นอกจากนี้สารต่าง ๆ หลายชนิดที่อาจมีอยู่ในซีรัมที่ส่งตรวจก็ไม่มีผลรบกวนที่ความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบ เช่น ฮีโมโกลบิน < 250 mg/dl, บิลิรูบิน < 15.71 mg/dl กรดแอสคอร์บิก < 0.05 mg/dl ตลอดจนยาต่าง ๆ ที่อาจปรากฏอยู่ในเลือด เช่น ซาลิซัยเลต, พาราเซตามอลและเพ็นนิซิลลิน จี ก็ไม่มีผลรบกวนการหาค่าอัลบูมินโดยวิธีที่ปรับปรุงใหม่นี้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้พลาสมาที่มีเฮพารินเป็นสารกันเลือดแข็งแทนซีรัมได้ โดยไม่มีผลแต่กต่างใด แต่ถ้าใช้วิธี BCP ของ Pinnell และ Northan จะให้ค่าอัลบูมินสูงกว่าปกติ[7,8]

เมื่อเปรียบเทียบวิธี BCP ที่ปรับปรุงใหม่กับวิธีอ้างอิงพบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($r = 0.93$) และ $y = 1.06x + 0.06$ แสดงว่ามี constant systematic error เล็กน้อย ในขณะที่วิธี BCG มีความสัมพันธ์กับวิธีอ้างอิง ($r = 0.92$) แต่ $y = 1.02x + 0.74$ แสดงถึง constant systematic error อย่างชัดเจน ซึ่งผลการทดลองนี้ก็สนับสนุนกับรายงานที่มีผู้เคยเสนอว่าวิธี BCG จะให้ค่าอัลบูมินสูงเกินจริง[9] นอกจากนั้นค่า r ยังแสดงว่าทั้งวิธี BCP และ BCG เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอ้างอิงแล้ว มีความเที่ยงตรงดี และแสดงว่าช่วงความเข้มข้นของอัลบูมินที่ศึกษานั้นเหมาะสม

ดังนั้นวิธี BCP ที่ปรับปรุงใหม่นี้จึงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการหาค่าอัลบูมินในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้การที่สามารถใช้พลาสมาที่ได้จากการใช้เฮพารินเป็นสารกันเลือดแข็งแทนซีรัมยังมีประโยชน์ในกรณีที่สิ่งส่งตรวจมีปริมาณน้อย เช่น ในเด็กอ่อนก็อาจใช้พลาสมาที่ได้หลังจากการตรวจหาค่าฮีมาโตคริตแล้วก็ได้ หรืออาจใช้กรณีผู้ใหญ่ที่ต้องส่งพลาสมาตรวจหาระดับของสารอื่นอยู่แล้วโดยไม่จำเป็นต้องเก็บโลหิตแยกเป็นซีรัมเพิ่มอีก

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.พญ.สมพงษ์ จินายน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่มีประโยชน์ยิ่ง ขอขอบพระคุณ ผศ.เอมอร จันทรเวคิน ที่กรุณาเอื้อเฟื้อซีรัมตัวอย่าง และขอขอบคุณคุณสมใจ ตัญศิริ สำหรับงานพิมพ์ต้นฉบับ ในการศึกษานี้ น.ส.หัทยา วุฒิพงศ์วรกิจ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยส่วนหนึ่งจากทุนโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ประจำปี พ.ศ. 2528 จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อ้างอิง

1. Frankel S. Clinical chemistry : nitrogen. In : Frankel S, Reitman S, Sonnewirth AC, eds. Gradwohl's Clinical Laboratory Methods and Diagnosis. St. Louis : C.V. Mosby, 1970. 45
2. Duggan J, Duggan PF. Albumin by bromcresol-green-a case of laboratory conservatism. Clin Chem 1982 Jun ; 28 (6) : 1407-1408

3. Pinnell AE, Northam BE. New automated dye-binding method for serum albumin determination with bromcresol purple. Clin Chem 1978 Jan; 24 (1) : 80-85
4. Doumas BT, Biggs HG. Determination of serum albumin. In : Coaper GA, ed. Standard Methods of Clinical Chemistry. New York : Academic Press, 1972. 175-188
5. Gebott MD. A microzone method for serum proteins. In : Gebott MD ed. Microzone(R) Electrophoresis Manual. Fullerton : Beckman Instruments, 1973. 1-13
6. Henry RJ, Sobel C, Berkman S. Determination of serum protein by the Biuret reaction. Anal Chem 1957 ; 92 : 1491-1494
7. Bonvicini P, Ceriotti G, Plebani M, Volpe G. Heparin interferes with albumin determination by dye-binding methods. Clin Chem 1979 Aug; 25 (8) : 1459-1460
8. Perry BW, Doumas BT. Effect of heparin on albumin determination by use of bromcresol green and bromcresol purple. Clin Chem 1979 Aug; 25 (8) : 1520-1522
9. Gustafsson JEC. Improved specificity of serum albumin determination and estimation of "acute phase reactants" by use of the bromcresol green reaction. Clin Chem 1966 May; 22 (5) : 616-622

จุฬาลงกรณ์เวชสารได้รับต้นฉบับเมื่อวันที่ 4 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2529