

การเปลี่ยนแปลงของระดับสารเคมี Glucose, BUN, Creatinine, Na⁺, K⁺, Cl⁻ และ TCO₂ ในเลือดเมื่อทิ้งไว้หลังจากปั่นแยกน้ำเหลืองกับเม็ดเลือดที่อุณหภูมิห้อง

พัฒนพงศ์ ชูส่งแสง*
 ปนัดดา มุสิกวัฒน์
 บุญเลิศ วิไลรัตน์
 พิทยา นัถ์ถอบุญ

Changes in Levels of Glucose, BUN, Creatinine, Na⁺, K⁺, Cl⁻ and TCO₂ in Centrifuged Blood After Being Left to Stand at Room Temperature.

Phattanapong Choosongsang, Panudda Musigavon, Boonlert Wilairat, Pittaya Nubtueboon
 Chemistry Unit, Department of Pathology, Faculty of Medicine,
 Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90110, Thailand

*E-mail: phattanapong.c@psu.ac.th

Songkla Med J 2011;29(5):203-214

บทคัดย่อ:

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับสารเคมีในซีรัม ได้แก่ glucose, blood urea nitrogen (BUN), creatinine, sodium (Na⁺), potassium (K⁺), chloride (Cl⁻) และ Total CO₂ (TCO₂) หลังจากปั่นแยกเม็ดเลือดกับน้ำเหลืองและตั้งหลอดเก็บเลือดไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 °ซ) นาน 7 ชั่วโมง การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองและเปรียบเทียบ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเลือดจากผู้ป่วยที่มารับบริการตรวจที่หน่วยเคมีคลินิก ภาควิชาพยาธิวิทยา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา จำนวน 120 ราย ตัวอย่างเลือดที่เก็บได้นำมาปั่นแยกซีรัมและตรวจวัดสารเคมีทันทีภายในเวลาไม่เกิน 30 นาที แล้วตั้งหลอดเก็บเลือดไว้ที่อุณหภูมิห้อง และนำมาตรวจเมื่อเวลาครบ 1, 3, 5 และ 7 ชั่วโมง นำผลการตรวจวัดที่ได้เทียบกับผลการตรวจวัดทันที ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับ BUN และ creatinine ในซีรัมหลังตั้งไว้ 7 ชั่วโมงไม่แตกต่างกับค่าที่ตรวจวัดทันที ค่าเฉลี่ยระดับ potassium ที่ตั้งไว้ 1 ชั่วโมงไม่แตกต่างกับค่าที่ตรวจวัดทันที ส่วนค่าเฉลี่ยระดับ glucose,

หน่วยเคมีคลินิก ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
 รับผิดชอบวันที่ 1 มิถุนายน 2554 รับผิดชอบวันที่ 19 ตุลาคม 2554

sodium, chloride และ Total CO₂ ที่ตั้งไว้ 1 ชั่วโมง มีค่าแตกต่างกับค่าที่ตรวจวัดทันทีอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยความแตกต่างจากค่าที่ตรวจวัดทันทีของสารเคมีทุกชนิดไม่มากกว่าเกณฑ์การยอมรับทางคลินิกและไม่เกินความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของการตรวจวัดแต่ละชนิด

คำสำคัญ: ค่าคงตัว, ระดับสารเคมี, เวลา, อุณหภูมิ

Abstract:

The purpose of this study was to examine changes in levels of biochemical markers such as glucose, blood urea nitrogen (BUN), creatinine, sodium (Na⁺), potassium (K⁺), chloride (Cl⁻), Total CO₂ (TCO₂) in blood serum after centrifugation and standing the blood collecting tubes at room temperature (25 °C) for up to seven hours. In this experimental and comparative study, the 120 samples were collected from patients who underwent examination in the Clinical Chemistry Unit, Department of Pathology, Songklanagarind Hospital, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University. The blood samples were centrifuged and analyzed within 30 minutes after collecting and left standing for 1, 3, 5 and 7 hours at room temperature. After standing, the samples were analyzed again. The results showed that the mean averages of serum BUN and creatinine in blood samples left to stand for 7 hours were not different from the immediately measured samples. The mean average of serum potassium in blood samples left to stand for 1 hour was not different. After 1-hour standing, the means of serum glucose, sodium, chloride and Total CO₂ were significantly different from the immediately measured blood samples ($p < 0.05$). However the average changes of all chemicals after centrifugation and standing at room temperature for up to seven hours were not exceed the clinical acceptance limit and the allowable error limit of these tests.

Key words: blood chemical levels, stability, temperature, time

บทนำ

สิ่งส่งตรวจในหน่วยเคมีคลินิก ภาควิชาพยาธิวิทยา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ แต่ละวันมีประมาณ 800-1,200 ราย (เฉลี่ย 1,000 ราย) ประมาณร้อยละ 1 (10 ราย/วัน) มีการส่งตรวจการทดสอบบางรายการเพิ่มเติม โดยแพทย์ขอใช้สิ่งส่งตรวจ (เลือด) เดิมที่ใช้ตรวจตอนแรก แต่พบปัญหาว่าบางการทดสอบไม่สามารถทำการทดสอบเพิ่มให้ได้ เนื่องจากถ้า

สิ่งส่งตรวจทิ้งไว้นานกว่า 2 ชั่วโมงหลังจากเจาะเลือดตามข้อกำหนดข้อตกลงของหน่วยงาน (Work instruction; WI) ของหน่วยเคมีคลินิก ภาควิชาพยาธิวิทยา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ต้องเจาะเลือดผู้ป่วยที่ต้องการเพิ่มการทดสอบหลัง 2 ชั่วโมง ส่งมาใหม่จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับสารเคมีในเลือดที่มีผู้ศึกษาไว้พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในเวลาต่างๆ กันของแต่ละการทดสอบ

จะมีการเปลี่ยนแปลงไม่เท่ากัน¹⁻⁶ แต่ถ้าแยกเก็บซีรัมออกจากเม็ดเลือดแล้วเก็บไว้ที่ตู้เย็น สามารถทำการทดสอบได้เกือบทุกการทดสอบยกเว้นการทดสอบ glucose ต้องตรวจภายใน 1 ชั่วโมง¹ แต่หน่วยเคมีคลินิกไม่ได้แยกปั่นเก็บซีรัม เนื่องจากปริมาณงานมีจำนวนมากดังที่ได้กล่าวมาแล้ว การเก็บซีรัมปัจจุบันใช้การเก็บทั้งหลอดเลือดใส่ไว้ใน rack ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องที่ 25 °ซ หลังจากทำการทดสอบเสร็จแล้ว และเก็บไว้ในตู้เย็น 3 วัน เพื่อรอตรวจสอบกรณีมีความผิดพลาด และทิ้งในวันที่ 4 ของการเจาะเลือด การทดสอบที่จำเป็นต้องตรวจเพิ่มบ่อยๆ ได้แก่ glucose, BUN, creatinine, electrolytes (Na⁺, K⁺, Cl⁻, TCO₂) ต้องเจาะเลือดใหม่อีกครั้ง ทำให้ผู้ป่วยต้องเสียเวลาในการตรวจ และรอผลนาน หรือบางครั้งแพทย์ต้องนัดเจาะเลือดใหม่อีกวัน ทำให้ผู้ป่วยต้องเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้นในการมาโรงพยาบาลอีกครั้ง เพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงคิดโครงการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับสารเคมี ได้แก่ glucose, BUN, creatinine, Na⁺, K⁺, Cl⁻ และ TCO₂ ในเลือดในกรณีที่ไม่ได้แยกเก็บซีรัม เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเพิ่มการทดสอบดังกล่าวข้างต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับสารเคมี glucose, BUN, creatinine, Na⁺, K⁺, Cl⁻ และ TCO₂ ในเลือด หลังจากปั่นแยกเม็ดเลือดกับน้ำเหลืองและทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 7 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์และวิธีการ

รูปแบบการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองและเปรียบเทียบ รูปแบบการศึกษาคือการศึกษาแบบไปข้างหน้า ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการทดสอบ 7 รายการ ได้แก่ glucose, BUN, creatinine, Na⁺, K⁺, Cl⁻ และ TCO₂ ภายใน 30 นาที หลังจากเจาะเลือดและเมื่อทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยปั่นแยกชั้นน้ำเหลืองและเม็ดเลือดแล้วเป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 ชั่วโมงหลังจากเจาะเลือด

กลุ่มประชากรศึกษา

กลุ่มผู้ป่วยนอกที่มารับบริการตรวจที่หน่วยเคมีคลินิก ภาควิชาพยาธิวิทยา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา จำนวน 120 ราย โดยคำนวณขนาดตัวอย่างจากความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง 2 กลุ่ม (detecting the difference between 2 population means)⁷ เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลและความถูกต้องของการศึกษาครั้งนี้ โดยใช้เลือดที่เหลือจากการตรวจวิเคราะห์และเลือกช่วงค่าต่ำ ค่ากลาง และค่าสูงครอบคลุมเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจของแพทย์ (Medical Decision Levels)⁸ วันละประมาณ 3-4 ตัวอย่าง

สารควบคุมคุณภาพ

สารควบคุมคุณภาพ (Control material) เพื่อศึกษาความแม่นยำและความถูกต้องคือ ระดับปกติ (Precinorm; PN) lot 18152800 และระดับผิดปกติ (Precipath; PP) lot 18066700 ของบริษัทโรช ไโดแอกโนสติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด ใช้กับการทดสอบ glucose, BUN และ creatinine สำหรับการทดสอบ electrolytes ใช้ Control Multiquel Levels 1 (MQ1) lot 45571 เป็นระดับต่ำกว่าปกติ และ Multiquel Levels 3 (MQ3) lot 45573 เป็นระดับสูงกว่าปกติ ของบริษัท BIO-RAD โดยทำการตรวจทุกวันเป็นเวลา 31 วัน ในช่วงการศึกษานี้

ขั้นตอนการทดสอบ

1. ใช้สิ่งส่งตรวจที่เป็นเลือด โดยใช้หลอดเลือดขนาด 13x100 มิลลิเมตร ที่เป็นหลอดแก้วที่ล้างสะอาด ไม่มีสารกันเลือดแข็งในการเก็บเลือด ปริมาตรเลือด 5 มิลลิลิตร จำนวน 120 ราย โดยบันทึกเวลาที่เจาะเลือดเป็นการเริ่มนับเวลาของตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ แล้วนำตัวอย่างมาปั่นแยกชั้นน้ำเหลืองและเม็ดเลือดโดยใช้ความเร็ว 3,000 รอบ/นาที ใช้เวลาปั่นนาน 10 นาที หลังจากปั่นแยกชั้นระหว่างน้ำเหลืองกับเม็ดเลือด

นำซีรัมมาตรวจ glucose, BUN, creatinine, Na⁺, K⁺, Cl⁻ และ TCO₂ ทันทีภายใน 30 นาที ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Modular P800 โดยควบคุมคุณภาพการตรวจวัดด้วยสารควบคุมคุณภาพ (Control material) ทุกครั้งก่อนทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง

2. ทำการวิเคราะห์ glucose, BUN, creatinine, Na⁺, K⁺, Cl⁻ และ TCO₂ ซ้ำอีกครั้ง เมื่อวางไว้โดยไม่ได้ปิดฝาหลอดเลือดที่อุณหภูมิห้องโดยปั่นแยกชั้นน้ำเหลืองและเม็ดเลือดแล้วที่ 1, 3, 5 และ 7 ชั่วโมง เริ่มนับเวลาหลังจากเจาะเลือด

3. วิธีการตรวจวัดของแต่ละการทดสอบ

3.1 การทดสอบ glucose เป็นวิธี Enzymatic method ใช้ enzyme Hexokinase และ G-6-PDH โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูปของบริษัทโรช ไตแอก-โนสติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นน้ำยาผลิตจากประเทศเยอรมัน

3.2 การทดสอบ BUN เป็นวิธี Kenetic UV assay โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูปของบริษัทโรช ไตแอก-โนสติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นน้ำยาผลิตจากประเทศเยอรมัน

3.3 การทดสอบ creatinine เป็นวิธี Jaffe (kinetic) ชนิดไม่ต้องตกตะกอนโปรตีน โดยใช้น้ำยาเตรียมเองของหน่วยเคมีคลินิก โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

3.4 การทดสอบ Na⁺, K⁺ และ Cl⁻ เป็นวิธี Ion Selective Electrode (ISE) โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูปของบริษัทโรช ไตแอกโนสติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นน้ำยาผลิตจากประเทศเยอรมัน

3.5 การทดสอบ TCO₂ เป็นวิธี Enzymatic method โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูปของบริษัทโรช ไตแอก-โนสติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นน้ำยาผลิตจากประเทศเยอรมัน

4. เปรียบเทียบค่าผลการตรวจที่ได้ในเวลาต่างๆ กับค่าที่วิเคราะห์ทันที (ภายใน 30 นาที หลังจากเจาะเลือด) โดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่า Usual Standard Deviation (USD) คือค่า Standard Deviation (SD) ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้โดยค่าที่ได้มาจากการคำนวณค่าเฉลี่ยของ SD ของสารควบคุมคุณภาพ ค่าปกติสำหรับการทดสอบ glucose, BUN, creatinine และสำหรับการทดสอบ electrolytes ใช้สารควบคุมคุณภาพระดับต่ำกว่าปกติ ในระยะ 7 เดือนที่ผ่านมาของแต่ละการทดสอบมาเป็นค่า USD^{2,9} ค่า paired t-test และเกณฑ์การยอมรับทางคลินิก (significant change limit; SCL) คือค่าเฉลี่ย 0 ชั่วโมง \pm 3 USD^{2,9} และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าผลตรวจค่าที่วิเคราะห์ทันทีที่ 0 ชั่วโมง กับเวลาต่างๆ คือ 1, 3, 5 และ 7 ชั่วโมงหลังจากเจาะเลือด และค่าความแตกต่างไม่เกิน Allowable Total Error¹⁰

ผลการศึกษา

การทดสอบสารควบคุมคุณภาพของ glucose, BUN, creatinine และ electrolytes พบว่าทุกการทดสอบสารควบคุมคุณภาพ (Control material) ค่าอยู่ในช่วงค่า target range ทั้ง 7 การทดสอบ และค่าความแม่นยำของการทดสอบซึ่งดูผลจากค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of variation; %CV) ไม่เกิน 1 ใน 3 ของ Allowable Total Error (ตารางที่ 1)

ผลการศึกษาของตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีทั้งหมด 120 ตัวอย่าง โดยได้เลือกช่วงค่าต่ำสุดและสูงสุดดังนี้ glucose 69-339 มิลลิกรัม/เดซิลิตร BUN 6.4-199.0 มิลลิกรัม/เดซิลิตร creatinine 0.27-15.50 มิลลิกรัม/เดซิลิตร Na⁺ 125.0-156.7 มิลลิโมล/ลิตร K⁺ 2.79-7.17 มิลลิโมล/ลิตร Cl⁻ 85.7-121.7 มิลลิโมล/ลิตร และ TCO₂ 11.1-44.6 มิลลิโมล/ลิตร ผลการทดสอบ glucose การเปลี่ยนแปลงในชั่วโมงที่ 1 เฉลี่ยลดลงร้อยละ 0.4 ชั่วโมงที่ 3 เฉลี่ยลดลงร้อยละ 0.8 ชั่วโมงที่ 5 เฉลี่ยลดลงร้อยละ 2.7 และ ชั่วโมงที่ 7 เฉลี่ยลดลงร้อยละ 4.7 สำหรับผลการตรวจที่ 0 ชั่วโมงเฉลี่ยเท่ากับ 126.3 มิลลิกรัม/เดซิลิตร เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติกับที่เวลาต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) หลังตั้งไว้นาน 1, 3, 5 และ 7 ชั่วโมง แต่ค่าอยู่ในช่วง

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และ %CV ของสารควบคุมคุณภาพระดับปกติ และระดับผิดปกติ และค่า Allowable Total Error¹⁰

การทดสอบ	สารควบคุม	Target mean	Target SD	Total Allowable Error	Mean (n=31)	SD	%CV	Medical decision levels		
Glucose	PN	92.7	3.5	10%	91.8	1.8	2.0	45	120	180
(มิลลิกรัม/เดซิลิตร)	PP	243.0	6.0		240.0	4.7	2.0			
BUN	PN	20.4	1.0	9%	19.8	0.4	2.0	6	26	50
(มิลลิกรัม/เดซิลิตร)	PP	70.7	2.0		69.3	0.8	1.2			
Creatinine	PN	1.29	0.10	15%	1.27	0.04	3.1	0.6	1.6	6.0
(มิลลิกรัม/เดซิลิตร)	PP	4.13	0.14		4.14	0.04	1.0			
Sodium	MQ1	108.5	1.0	± 4 มิลลิโมล/ลิตร	108.5	0.6	0.6	115	135	150
(มิลลิโมล/ลิตร)	MQ3	157.2	1.5		157.3	0.7	0.4			
Potassium	MQ1	2.37	0.04	± 0.5 มิลลิโมล/ลิตร	2.36	0.02	0.8	3	5.8	7.5
(มิลลิโมล/ลิตร)	MQ3	7.07	0.07		7.1	0.03	0.4			
Chloride	MQ1	73.9	0.8	5%	73.7	0.6	0.8	90	112	
(มิลลิโมล/ลิตร)	MQ3	118.4	1.0		118.3	0.7	0.6			
Total CO ₂	MQ1	14.3	1.0	20%	14.3	0.9	6.3	6	20	33
(มิลลิโมล/ลิตร)	MQ3	24.3	1.3		24.3	1.3	5.3			

PN=Precinorm, PP=Prepath, MQ=Multiqual level, %CV=Coefficient of variation

เกณฑ์ยอมรับทางคลินิกภายใน 5 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) และไม่เกิน Allowable Total Error ภายใน 3 ชั่วโมง สำหรับชั่วโมงที่ 5 ค่าเกิน Allowable Total Error 3 ราย (ร้อยละ 2.5) ค่าที่เกินอยู่ในช่วง Medical Decision Levels⁹ (รูปที่ 1ก)

การทดสอบ BUN การเปลี่ยนแปลงในชั่วโมงที่ 1 เฉลี่ยลดลงร้อยละ 0.2 ชั่วโมงที่ 3 เฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.4 ชั่วโมงที่ 5 เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.8 ชั่วโมงที่ 7 เฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.5 ค่าผลการตรวจที่ 0 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.7 มิลลิกรัม/เดซิลิตร เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติกับที่เวลาต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) หลังตั้งไว้นาน 7 ชั่วโมง และค่าอยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับทางคลินิกภายใน 7 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) และมีค่าเกิน Allowable Total Error ในชั่วโมงที่ 1 และ 3 ชั่วโมง มี 3 ราย (ร้อยละ 2.5) ชั่วโมงที่ 5 มี 5 ราย (ร้อยละ

4.1) ชั่วโมงที่ 7 มี 4 ราย (ร้อยละ 3.3) (รูปที่ 1ข) และค่าที่เกิน Allowable Total Error ไม่อยู่ในช่วง Medical Decision Levels⁹

การทดสอบ Creatinine การเปลี่ยนแปลงในชั่วโมงที่ 1 เฉลี่ยลดลงร้อยละ 0.35 ชั่วโมงที่ 3 เฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.39 ชั่วโมงที่ 5 เฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.13 และชั่วโมงที่ 7 เฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.59 สำหรับผลการตรวจที่ 0 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.52 มิลลิกรัม/เดซิลิตร เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติกับที่เวลาต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) หลังตั้งไว้นาน 7 ชั่วโมง และค่าอยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับทางคลินิกภายใน 7 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) และมีค่าเกิน Allowable Total Error ในชั่วโมงที่ 1, 3 และ 7 ชั่วโมง มี 1 ราย (ร้อยละ 0.83) (รูปที่ 2ก) และค่าที่เกิน Allowable Total Error ไม่อยู่ในช่วง Medical Decision Levels⁹

ตารางที่ 2 แสดงค่า USD, SCL range และค่าเฉลี่ยของผลการตรวจที่เวลาต่างๆ ของ Glucose, BUN, Creatinine และ Electrolytes

การทดสอบ	หน่วย	ค่าเฉลี่ยผลตรวจหลังเก็บเลือดนาน (ชั่วโมง)					USD value	SCL range
		0 (SD)	1 (SD)	3 (SD)	5 (SD)	7 (SD)		
Glucose	มิลลิกรัม/เดซิลิตร	126.3 (49.4)	125.8 ^b (49.0)	125.5 ^b (49.6)	123.2 ^b (49.8)	120.8 ^{a,b} (48.0)	1.66	121.5-131.1
BUN	มิลลิกรัม/เดซิลิตร	41.7 (43.2)	41.7 (43.3)	41.8 (43.3)	41.8 (43.3)	41.6 (43.0)	0.74	39.5-43.9
Creatinine	มิลลิกรัม/เดซิลิตร	2.52 (3.0)	2.51 (3.0)	2.53 (3.0)	2.52 (3.0)	2.52 (3.0)	0.04	2.40-2.64
Sodium	มิลลิโมล/ลิตร	139.0 (6.8)	138.6 ^b (6.8)	138.7 ^b (7.1)	138.9 (7.0)	139.3 ^b (6.8)	0.88	136.4-141.6
Potassium	มิลลิโมล/ลิตร	4.23 (0.9)	4.24 (0.9)	4.24 ^b (0.9)	4.26 ^b (0.9)	4.28 ^b (0.9)	0.05	4.08-4.38
Chloride	มิลลิโมล/ลิตร	103.7 (6.6)	103.2 ^b (6.7)	103.3 ^b (6.9)	103.3 ^b (6.8)	103.4 ^b (6.7)	0.81	101.3-106.6
Total CO ₂	มิลลิโมล/ลิตร	22.7 (5.5)	22.2 ^b (5.5)	21.3 ^b (5.3)	20.2 ^b (5.0)	19.8 ^b (5.0)	1.14	19.3-25.6

^a = SCL range (Mean at 0 hour \pm 3 USD, USD = ค่า SD สารควบคุมคุณภาพหย่อนหลัง 7 เดือน)

^b = p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลตรวจระหว่างการเก็บเลือดไว้วันเวลาต่างๆ หลังจากเจาะเลือดกับผลตรวจที่เวลา 0 ชั่วโมง

การทดสอบ Na⁺ การเปลี่ยนแปลงในชั่วโมงที่ 1 เฉลี่ยเท่ากับ -0.4 มิลลิโมล/ลิตร ชั่วโมงที่ 3 เฉลี่ยเท่ากับ -0.3 มิลลิโมล/ลิตร ชั่วโมงที่ 5 เฉลี่ยเท่ากับ -0.05 มิลลิโมล/ลิตร และชั่วโมงที่ 7 เฉลี่ยเท่ากับ 0.4 มิลลิโมล/ลิตร (SD=1.2) สำหรับผลการตรวจที่ 0 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 139.0 มิลลิโมล/ลิตร เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติกับที่เวลาต่างๆพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) หลังตั้งไว้นาน 1, 3 และ 7 ชั่วโมง และค่าอยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับทางคลินิกภายใน 7 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) และมีค่าเกิน Allowable Total Error ในชั่วโมงที่ 1 มีจำนวน 1 ราย (ร้อยละ 0.83) (รูปที่ 2ข) และค่าที่เกิน Allowable Total Error ไม่อยู่ในช่วง Medical Decision Levels^๑

การทดสอบ K⁺ การเปลี่ยนแปลงในชั่วโมงที่ 1 เฉลี่ยเท่ากับ 0.01 มิลลิโมล/ลิตร ชั่วโมงที่ 3 เฉลี่ย

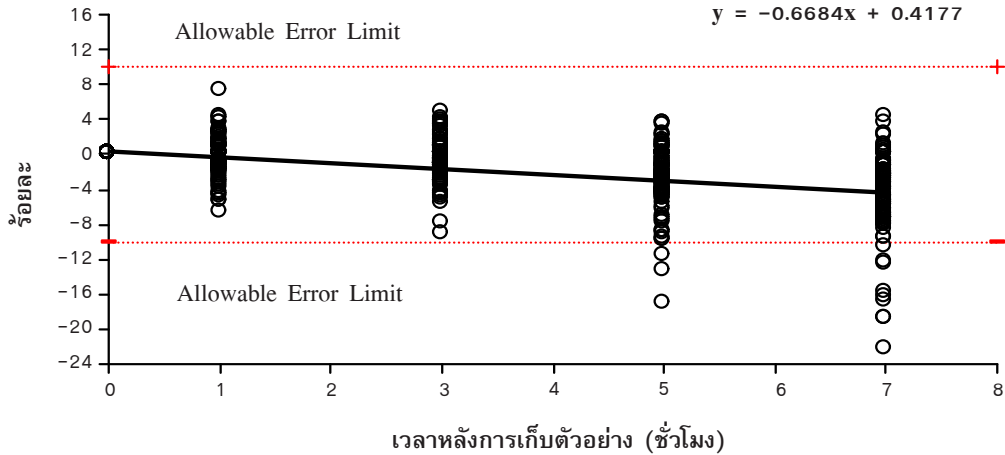
เท่ากับ 0.02 มิลลิโมล/ลิตร ชั่วโมงที่ 5 เฉลี่ยเท่ากับ 0.03 มิลลิโมล/ลิตร และชั่วโมงที่ 7 เฉลี่ยเท่ากับ 0.05 มิลลิโมล/ลิตร สำหรับผลการตรวจที่ 0 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 มิลลิโมล/ลิตร เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติกับที่เวลาต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) หลังตั้งไว้นาน 3, 5 และ 7 ชั่วโมง และค่าอยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับทางคลินิกภายใน 7 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) และไม่เกิน Allowable Total Error ทั้ง 7 ชั่วโมง (รูปที่ 3ก)

การทดสอบ Cl⁻ การเปลี่ยนแปลงในชั่วโมงที่ 1 เฉลี่ยลดลงร้อยละ 0.5 ชั่วโมงที่ 3 เฉลี่ยลดลงร้อยละ 0.4 ชั่วโมงที่ 5 เฉลี่ยลดลงร้อยละ 0.4 และชั่วโมงที่ 7 เฉลี่ยลดลงร้อยละ 0.3 สำหรับผลการตรวจที่ 0 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 103.7 มิลลิโมล/ลิตร เมื่อนำมาทดสอบ

ทางสถิติกับที่เวลาต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) หลังตั้งไว้นาน 1, 3, 5 และ 7 ชั่วโมง และค่าอยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับทางคลินิกภายใน 7 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) และเกิน Allowable

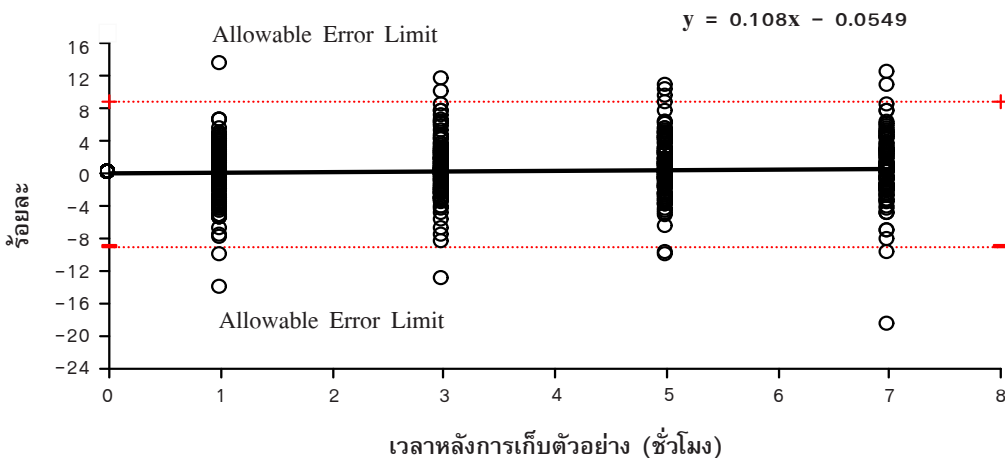
Total Error ใน ชั่วโมงที่ 1, 3 และ 7 ชั่วโมง มีจำนวน 1 ราย (ร้อยละ 0.83) ค่าที่เกิน Allowable Total Error ไม่อยู่ในช่วง Medical Decision Levels^o (รูปที่ 3ข)

การเปลี่ยนแปลงค่าผลตรวจ glucose หลังการเก็บตัวอย่างที่เวลาต่างๆ



รูปที่ 1ก

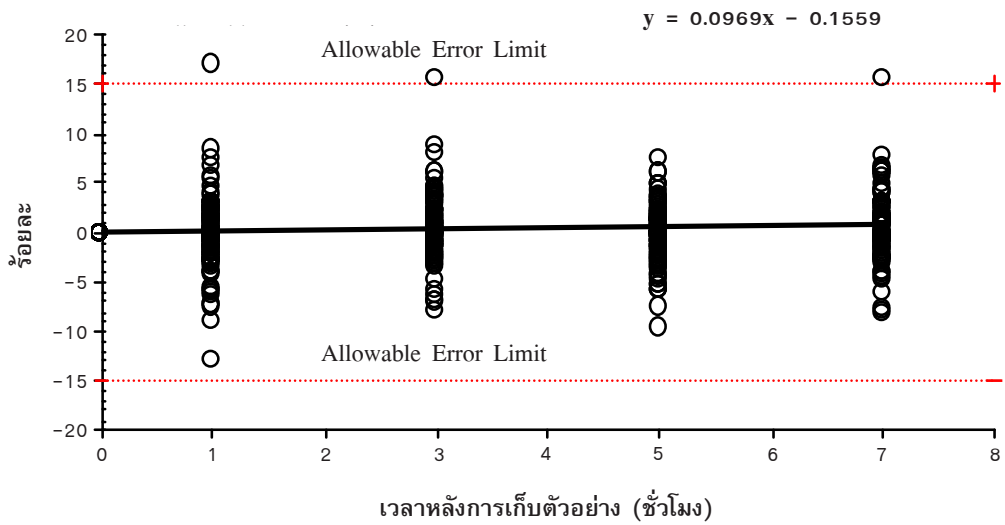
การเปลี่ยนแปลงค่าผลตรวจ BUN หลังการเก็บตัวอย่างที่เวลาต่างๆ



รูปที่ 1ข

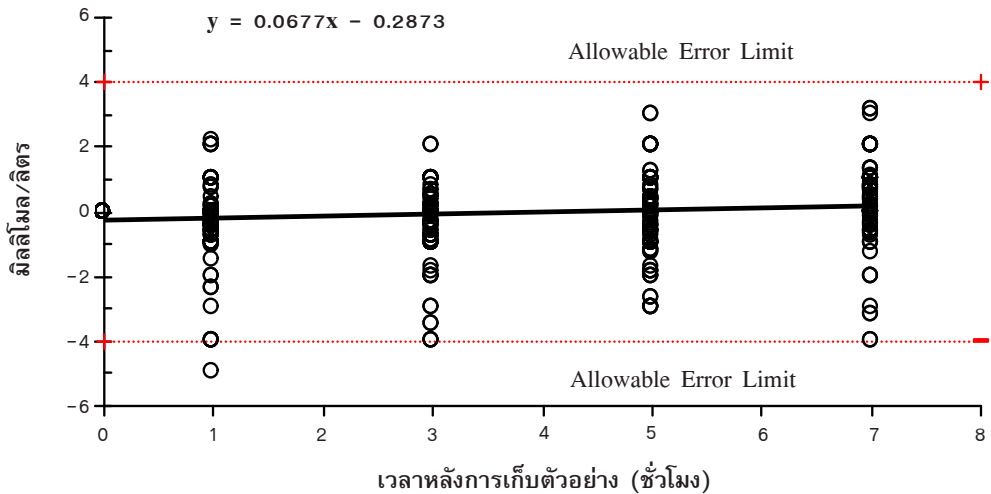
รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่าผลการตรวจ glucose และ BUN หลังการเก็บตัวอย่างที่เวลาต่างๆ

การเปลี่ยนแปลงค่าผลตรวจ creatinine หลังการเก็บตัวอย่างที่เวลาต่าง ๆ



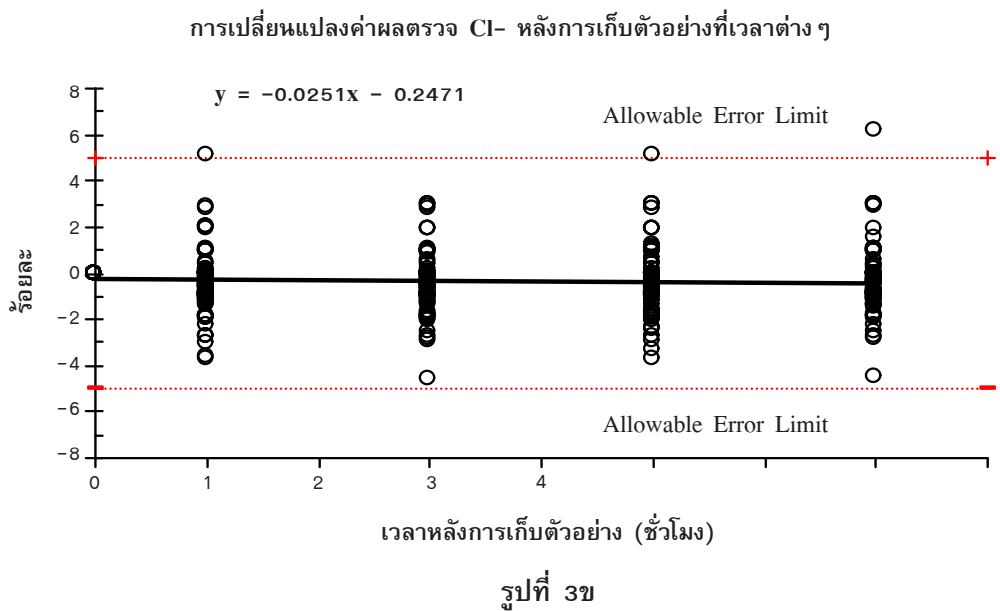
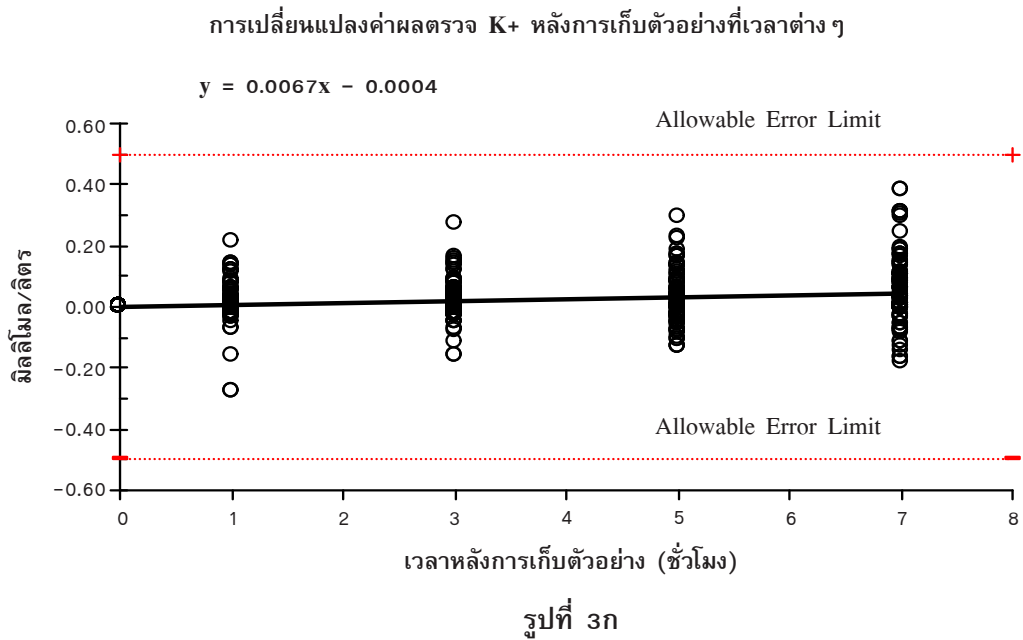
รูปที่ 2ก

การเปลี่ยนแปลงค่าผลตรวจ Na⁺ หลังการเก็บตัวอย่างที่เวลาต่าง ๆ



รูปที่ 2ข

รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าผลการตรวจ creatinine และ Na⁺ หลังการเก็บตัวอย่างที่เวลาต่าง ๆ



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าผลการตรวจ K⁺ และ Cl⁻ หลังการเก็บตัวอย่างที่เวลาต่าง ๆ

การทดสอบ TCO₂ การเปลี่ยนแปลงในชั่วโมง
ที่ 1 เฉลี่ยลดลงร้อยละ 2.6 ชั่วโมงที่ 3 เฉลี่ยลดลง
ร้อยละ 6.3 ชั่วโมงที่ 5 เฉลี่ยลดลงร้อยละ 10.8
และชั่วโมงที่ 7 เฉลี่ยลดลงร้อยละ 13.0 สำหรับค่า
ผลการตรวจที่ 0 ชั่วโมงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.7 มิลลิโมล/
ลิตร เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติกับที่เวลาต่างๆ พบว่า
มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)
หลังตั้งไว้นาน 1, 3, 5 และ 7 ชั่วโมง และค่าอยู่ในช่วง
เกณฑ์ยอมรับทางคลินิกภายใน 7 ชั่วโมง (ตารางที่ 2)
และไม่เกิน Allowable Total Error ภายใน
3 ชั่วโมง ในชั่วโมงที่ 5 และ 7 มีค่าเกิน Allow-
able Total Error จำนวน 2 ราย (ร้อยละ 2.5)
ค่าที่เกิน Allowable Total Error อยู่ในช่วง Medical
Decision Levels^๑ (รูปที่ 4)

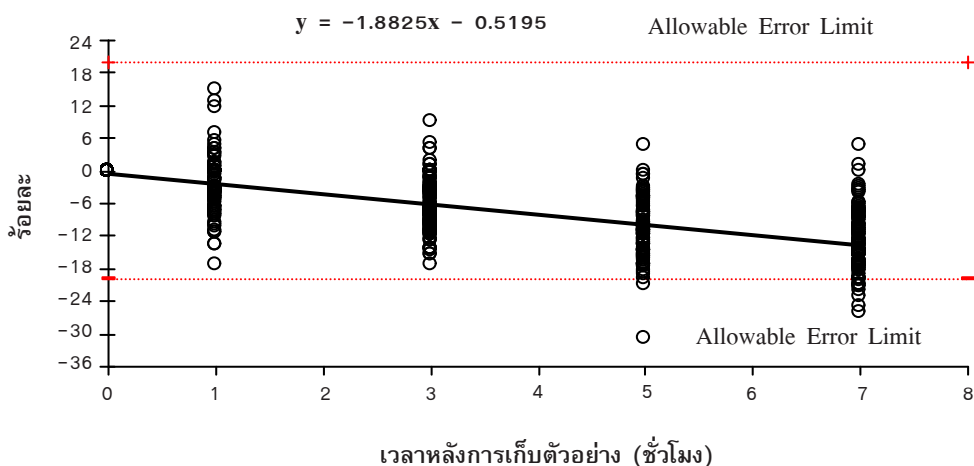
วิจารณ์

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับสารเคมี
glucose, BUN, creatinine, Na⁺, K⁺, Cl⁻ และ TCO₂
ในเลือดหลังปั่นแยกชั้นน้ำเหลืองกับเม็ดเลือดแดงพบว่า

1. การทดสอบ glucose มีการเปลี่ยนแปลง
ของค่าเฉลี่ยที่ลดลงเนื่องมาจากไม่มีสารที่ไปยับยั้งการ

ใช้น้ำตาล glucose ของเซลล์ แต่ค่าที่เปลี่ยนแปลง
ไม่เกิน Allowable Total Error ภายใน 3 ชั่วโมงและ
อยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับทางคลินิกภายใน 5 ชั่วโมง
สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhang และคณะ^๓ ได้ศึกษา
ความเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในเลือดที่ยังไม่ได้ปั่นแยก
ซีรัมทิ้งไว้ 3, 6 และ 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับ 30
นาทีที่อุณหภูมิ 32 °ซ ซึ่งค่าอยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับ
ทางคลินิก ภายใน 3 ชั่วโมง และงานวิจัยของ Boyanton
และคณะ^๒ ได้ศึกษาความเปลี่ยนแปลงของพลาสมา
ที่ใช้หลอดลิเทียมเฮปารินและซีรัมที่ใช้หลอด Serum
Separator Tubes (SST) ทิ้งไว้โดยไม่ปั่นที่อุณหภูมิ
ห้อง (25 °ซ) ในเวลา 0, 4, 8, 16, 24, 32, 40,
48 และ 56 ชั่วโมง โดยเปรียบเทียบกับผลที่ 0 ชั่วโมง
ค่าอยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับทางคลินิกภายใน 4 ชั่วโมง

2. การทดสอบ BUN มีระดับการเปลี่ยนแปลง
ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อาจมีสาเหตุมาจากการวาง
หลอดเลือดทิ้งไว้โดยไม่ปิดฝา ทำให้มีการระเหยของ
ซีรัม ทำให้ค่าสูงขึ้น แต่ค่าที่ได้ไม่เกิน Allowable
Total Error และอยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับทางคลินิก
ภายใน 7 ชั่วโมง แต่งานวิจัยของ Zhang และคณะ^๓
ค่าไม่เปลี่ยนแปลงภายใน 3 ชั่วโมง ซึ่งความแตกต่าง



รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าผลการตรวจ TCO₂ หลังการเก็บตัวอย่างที่เวลาต่างๆ

ของระยะเวลา น่าจะมีสาเหตุมาจากงานวิจัยครั้งนี้ปั่นแยกเม็ดเลือดแดงกับซีรัมทันที แต่งานวิจัยของ Zhang และคณะ³ ไม่ได้ปั่นแยกเลือดแดงกับซีรัมทันที

3. การทดสอบ creatinine มีระดับการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สาเหตุเหมือนกับการทดสอบ BUN โดยค่าที่ได้ไม่เกิน Allowable Total Error และอยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับทางคลินิกภายใน 7 ชั่วโมง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Boyanton และคณะ² ซึ่งค่าไม่เปลี่ยนแปลงภายใน 32 ชั่วโมง งานวิจัยของ Zhang และคณะ³ และงานวิจัยของ Heins และคณะ⁶ ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในซีรัม ค่าไม่เปลี่ยนแปลงภายใน 24 ชั่วโมง

4. การทดสอบ Na⁺ มีระดับการเปลี่ยนแปลงโดยค่าที่ได้ไม่เกิน Allowable Total Error และอยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับทางคลินิกภายใน 7 ชั่วโมง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhang และคณะ³ กับงานวิจัยของ Heins และคณะ⁶ ซึ่งค่าไม่เปลี่ยนแปลงภายใน 24 ชั่วโมง

5. การทดสอบ K⁺ มีระดับการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจมีสาเหตุจากการออกนอกเซลล์เม็ดเลือดแดงทำให้ค่าในซีรัมสูงขึ้นโดยค่าที่เพิ่มขึ้นไม่เกิน Allowable Total Error และอยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับทางคลินิกภายใน 7 ชั่วโมง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Boyanton และคณะ² ซึ่งค่าไม่เปลี่ยนแปลงภายใน 24 ชั่วโมง แต่งานวิจัย Zhang และคณะ³ ค่าไม่เปลี่ยนแปลงภายใน 3 ชั่วโมง ซึ่งความแตกต่างของระยะเวลาอาจมีสาเหตุมาจากงานวิจัยครั้งนี้กับงานของ Boyanton และคณะ² ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง (25 °ซ) แต่งานวิจัยของ Zhang และคณะ³ ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 32 °ซ อาจเป็นสาเหตุทำให้ค่าเฉลี่ยของ K⁺ สูงขึ้น

6. การทดสอบ Cl⁻ มีระดับการเปลี่ยนแปลงโดยค่าที่ได้ไม่เกิน Allowable Total Error และอยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับทางคลินิกภายใน 7 ชั่วโมง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhang และคณะ³ ซึ่งค่าไม่เปลี่ยนแปลงภายใน 24 ชั่วโมง

7. การทดสอบ TCO₂ มีระดับการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยลดลง อาจมีสาเหตุจากการวางหลอดเลือด

ทิ้งไว้โดยไม่ปิดฝา ทำให้มีการระเหยของซีรัมโดยค่าที่ลดลงไม่เกิน Allowable Total Error ภายใน 3 ชั่วโมง และอยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับทางคลินิกภายใน 7 ชั่วโมง ซึ่งงานของ Zhang และคณะ³ พบค่าไม่เปลี่ยนแปลงภายใน 6 ชั่วโมง แต่งานของ Boyanton และคณะ² พบค่าไม่เปลี่ยนแปลงภายใน 16 ชั่วโมง ซึ่งค่านานกว่างานวิจัยครั้งนี้เพราะไม่ได้ปั่นแยกเม็ดเลือดทันที รวมทั้งปิดฝาหลอดเลือดขณะทิ้งไว้

สรุป

การทดสอบ BUN และ creatinine หลังตั้งทิ้งไว้ 7 ชั่วโมงค่าไม่แตกต่างกับค่าที่ตรวจวัดทันที การทดสอบ K⁺ หลังทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ค่าไม่แตกต่างกับค่าที่ตรวจวัดทันที แต่การทดสอบ Na⁺, Cl⁻ และ TCO₂ ค่าแตกต่างกับค่าที่ตรวจวัดทันทีอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) แต่ค่าไม่เกิน Allowable Total Error และค่าอยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับทางคลินิก ดังนั้นสามารถทำการทดสอบ BUN, creatinine, Na⁺, K⁺ และ Cl⁻ เพิ่มได้ภายใน 7 ชั่วโมง แต่สำหรับ glucose และ TCO₂ ตรวจเพิ่มได้ภายใน 3 ชั่วโมง หลังเจาะเลือด

เอกสารอ้างอิง

1. Lolekha P. Applied clinical chemistry. Bangkok: Chaicharoen; 1990; 18 - 214.
2. Boyanton BL Jr, Blick KE. Stability studies of twenty-four analytes in human plasma and serum. Clin Chem 2002; 48: 2242 - 7.
3. Zhang DJ, Elswick RK, Miller WG, et al. Effect of serum-clot contact time on clinical chemistry laboratory results. Clin Chem 1998; 44: 1325 - 33.
4. Clark S, Youngman LD, Palmer A, et al. Stability of plasma analytes after delayed separation of whole blood: implications for epidemiological studies. Int J Epidemiol 2003; 32: 125 - 30.
5. Gislefoss RE, Grimsrud TK, Mørkrid L. Long-

- term stability of serum components in the Janus Serum Bank. *Scand J Clin Lab Invest* 2008; 68: 402 - 9.
6. Heins M, Heil W, Withold W. Storage of serum or whole blood sample? Effect of time and temperature on 22 serum analytes. *Eur J Clin Chem Biochem* 1995; 33: 231 - 8.
 7. Survey Project for Researcher Development. Sample size determination [monograph on the Internet]. Bangkok: Bureau of Disease Control and Veterinary Services; 2009 [cite 2009 Nov 20]. Available from: http://www.dld.go.th/dcontrol/04Knowledge/Reserchperson/docs/6_Sample%20Size.pdf.
 8. westgard.com [homepage on the Internet]. Wisconsin: Medical decision Levels Online Resources, Inc; 2010 [updated 2010 July 1; cited 2010 Jul 20]. Available from: <http://www.westgard.com/>
 9. Passey RB. Quality control for the clinical chemistry laboratory. In: Kaplan LA, Pesce JA, editors. *Clinical chemistry: theory, analysis, and correlation*. 3rd ed. St. Louis: Mosby; 1996; p.385 - 91.
 10. dgrhoads.com [homepage on the Internet]. South Burlington: Allowable Total Error Table Online Resources, Inc.; c2004 [updated 2009 Jul 1; cited 2010 Jul 9]. Available from: <http://www.dgrhoads.com/db2004/ae2004.php>