Level of Serum Electrolytes in Clotted Activator Tubes After Centrifugation from Patients at Samrongthap Hospital, Surin Province, Thailand

Sakorn Anuleejun*

Medical Technology Laboratory Deparment, Samrongthap Hospital, Surin Province, Thailand

Abstract

The measurement of electrolyte levels (Na^+, K^+, Cl^-, and CO_2) is a critical process supporting patient diagnosis and treatment. In some cases, additional testing is required from the original clotted activator (primary tube) after blood collection for other initial tests. However, delayed analysis may affect result accuracy. This study aimed to investigate electrolyte stability in serum samples from 90 patients. Levels of Na^+, K^+, Cl^-, and CO_2 were measured in serum after blood centrifugation at room temperature at 0, 60, 120, 180, and 240 minutes. Results at 60, 120, 180, and 240 minutes were compared to baseline (0 minute) values using a paired t-test with a significance level of 0.05. Findings revealed no significant differences in Cl^- levels at 60 and 120 minutes compared to baseline ($p > 0.05$). Similarly, Na^+ and K^+ levels at 60, 120, 180, and 240 minutes showed no significant changes ($p > 0.05$). In contrast, CO_2 levels significantly decreased at all the time points compared to baseline ($p < 0.05$). However, when evaluated against the total allowable error limit (TEa), all electrolyte values (Na^+, K^+, Cl^-, and CO_2) at 60, 120, 180, and 240 minutes remained within clinically acceptable ranges. This study suggests that serum samples stored in clotted activator tubes can be analyzed for Na^+, K^+, Cl^-, and CO_2 levels up to 240 minutes post-centrifugation without clinically significant deviations. These findings support practical guidelines for extending the allowable processing time for electrolyte testing in routine clinical settings.

Keywords: Electrolytes, Stability, Serum, Community Hospital

***Corresponding author E-mail address:** sakorn201727@gmail.com

Received: 12 April 2025 Revised: 22 May 2025 Accepted: 4 June 2025

ความเสถียรของค่า electrolytes ในซีรัมจากหลอดเลือดชนิด clotted activator หลังการปั่นแยกเลือดที่ได้จากผู้ป่วยในโรงพยาบาลสำโรงทาบ จังหวัดสุรินทร์

สาคร อนุลีจันทร์*

กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลสำโรงทาบ จังหวัดสุรินทร์

บทคัดย่อ

การตรวจวัดระดับ electrolytes (Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2) เป็นกระบวนสำคัญที่สนับสนุนการตรวจวินิจฉัยและรักษาผู้ป่วย กลุ่มผู้ป่วยเมื่อเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจในรายการอื่นผ่านไปแล้ว และมีการขอตรวจเพิ่มจากสิ่งส่งตรวจเดิม (Primary tube) เป็นสิ่งที่จำเป็นในผู้ป่วยบางราย แต่เวลาที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลต่อค่าที่เปลี่ยนแปลงไป งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับของ electrolytes ในซีรัมจากตัวอย่างเลือดของผู้ป่วยจำนวน 90 ราย โดยทำการตรวจวัดระดับ Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2 ในซีรัมภายหลังจากปั่นแยกเลือดที่อุณหภูมิห้อง ณ เวลาที่ 0, 60, 120, 180 และ 240 นาที และเปรียบเทียบค่า Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2 ณ เวลาที่ 60, 120, 180 และ 240 นาที กับค่าที่ 0 นาที ซึ่งเป็นค่าควบคุม และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ paired t-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 พบว่า ระดับ Cl^- เวลาที่ 60 และ 120 นาที เทียบกับค่าเวลาที่ 0 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) และค่า Na^+ และ K^+ เวลาที่ 60, 120, 180 และ 240 นาที เทียบกับค่าที่ 0 นาทีก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ในขณะค่า CO_2 ที่เวลา 60, 120, 180 และ 240 นาที เทียบกับค่าที่ 0 นาทีมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ของค่า total allowable error limit (TEa) พบว่าค่าของ Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2 ที่เวลา 60, 120, 180 และ 240 นาที แตกต่างจากค่าเวลาที่ 0 นาทียังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ จากผลของการศึกษาครั้งนี้สามารถนำมาพิจารณาเพื่อกำหนดระยะเวลาของตัวอย่างซีรัมจาก primary tube ชนิด clotted activator หลังการปั่นแยกสำหรับการตรวจวิเคราะห์ Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2 ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมต่อไป

คำสำคัญ: Electrolytes ความเสถียร ซีรัม โรงพยาบาลชุมชน

***ผู้รับผิดชอบบทความ E-mail address:** sakorn201727@gmail.com

รับบทความ: 12 เมษายน 2568 แก้ไขบทความ: 22 พฤษภาคม 2568 รับตีพิมพ์บทความ: 4 มิถุนายน 2568

บทนำ

อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) หมายถึง สารประกอบที่มีประจุไฟฟ้า (Ions) ที่สามารถละลายในของเหลวในร่างกาย (เช่น เลือด น้ำในเซลล์) และนำไฟฟ้าได้เมื่ออยู่ในสารละลาย มีความสำคัญต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา[1] ทางการแพทย์การตรวจสมดุลระดับ electrolytes ชนิดต่าง ๆ ในเลือดจึงเป็นการทดสอบที่สำคัญในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ในร่างกาย electrolytes ที่สำคัญและมีบทบาทมากที่สุดจะมีอยู่ด้วยกัน 4 ตัว คือ โซเดียม (Na^+) โพแทสเซียม (K^+) คลอไรด์ (Cl^-) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) หรือไบคาร์บอเนต (HCO^-_3) โดยบทบาทที่สำคัญหลัก ๆ คือช่วยสร้างศักย์ไฟฟ้าทำให้ธาตุแต่ละตัวแสดงค่าประจุไฟฟ้าเป็นบวกหรือลบ เช่น โพแทสเซียมมีค่าประจุไฟฟ้าเป็นบวกช่วยควบคุมการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ สร้างภาวะสมดุลของเหลวในร่างกาย และส่งเสริมปฏิกิริยาชีวเคมีทั้งหลายให้ดำเนินไปอย่างปกติ[2]

ความเสถียรของค่า electrolytes ในซีรัม หมายถึง ความสามารถของ electrolytes ในการรักษาค่าในซีรัมที่สภาวะต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความดัน และสภาพแวดล้อมทางเคมี ซึ่งมีความสำคัญต่อการทำงานของระบบที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของไอออน เช่น ในกรณีของสารละลายที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางชีวเคมี หรือการรักษาในทางการแพทย์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสถียรของ electrolytes ในซีรัม ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมีในสารละลาย โดยการเลือกใช้เกลือและสารละลายที่เหมาะสมมีผลต่อความเสถียร เช่น สารบางชนิดอาจทำให้เกิดการย่อยสลายหรือทำปฏิกิริยากับสารอื่นในซีรัม ในภาวะที่อุณหภูมิสูงเกินไปหรืออุณหภูมิที่ต่ำอาจทำให้ค่า electrolytes เปลี่ยนแปลงได้ อีกทั้งสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นและการสัมผัสกับอากาศสามารถส่งผลกระทบต่อความเสถียร รวมถึงระยะเวลาการเก็บรักษา electrolytes ในระยะเวลาต่าง ๆ อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในความเข้มข้นหรือคุณสมบัติของ electrolytes ดังนั้น การรักษาความเสถียรของ electrolytes ในซีรัมจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้ได้ค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง[3-5]

การตรวจ electrolytes ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์คือกระบวนสำคัญที่สนับสนุนการตรวจวินิจฉัยและรักษาผู้ป่วย ในงานเทคนิคการแพทย์พบว่าเมื่อเก็บสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยและรายงานผลครบถ้วนแล้วจะมีการขอให้ตรวจวิเคราะห์ระดับ electrolytes เพิ่มเติม ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการเจาะเลือดซ้ำ หลังจากที่ทำการทดสอบเสร็จแล้วจะเก็บซีรัมจากหลอดเลือดชนิด clotted activator เก็บไว้ในภาชนะที่อุณหภูมิห้อง เพื่อตรวจสอบกรณีมีความผิดพลาด หรือมีผู้ป่วยบางรายมีความจำเป็นต้องส่งตรวจ electrolytes เพิ่มเพื่อต้องการค้นหาและวินิจฉัยโดยใช้สิ่งส่งตรวจเดิม (Primary tube) โดยในช่วง 1 ตุลาคม 2566 ถึง 31 กันยายน 2567 พบว่ามีการขอตรวจ electrolytes เพิ่มจาก primary tube จำนวน 351 ราย โดย 239 ราย ถูกปฏิเสธการตรวจวิเคราะห์เนื่องจากทางกลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ได้กำหนดแนวทางปฏิเสธการขอตรวจ electrolytes หลังจากปั่นแยกซีรัม 1 ชั่วโมง ทำให้ต้องเจาะเลือดใหม่อีกครั้ง และผู้ป่วยต้องเสียเวลาในการตรวจและรอผลนาน ส่งผลให้ผู้ป่วยต้องเสียเวลาและโรงพยาบาลเพิ่มต้นทุนค่าวัสดุอุปกรณ์ในการเจาะเลือดเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี ซึ่งการตรวจ electrolytes จากหลอดเลือดที่ไม่ได้แยกซีรัมออกจากเม็ดเลือดแดงนั้น ความแม่นยำของผลตรวจอาจได้รับผลกระทบจากปัจจัยก่อนการวิเคราะห์ (Preanalytical error) โดยเฉพาะการเก็บตัวอย่างเลือดในหลอด primary tube ที่ไม่ได้แยกซีรัมออกจากเซลล์เม็ดเลือดแดงทันทีซึ่งจะทำให้ K^+ ในเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ยัง

ไม่ถูกแยกออกจากซีรัมจะปล่อย K^+ สู่ภายนอกเซลล์ ผ่านกระบวนการ glycolysis และการสลายตัวของเยื่อหุ้มเซลล์ โดยเฉพาะเมื่อเก็บตัวอย่างไว้นานเกิน 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสทำให้ระดับ K^+ ในซีรัมสูงขึ้น ซึ่งอาจนำไปสู่การวินิจฉัยภาวะโพแทสเซียมสูงเทียม (Pseudohyperkalemia)[6,7] และยังพบว่า ระดับ Na^+ มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย หากเก็บตัวอย่างไว้นานเกินไปเนื่องจากการขนส่งโซเดียมเข้าเซลล์เม็ดเลือดแดงและการดูดซึมน้ำ (Cell swelling) จากกระบวนการเมแทบอลิซึมที่ยังคงดำเนินอยู่[8] ส่วนระดับ Cl^- จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าตัวอื่น ๆ แต่ถ้าเก็บตัวอย่างไว้นานเกินไปอาจส่งผลให้ระดับ Cl^- ในซีรัมคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจาก Electrolytes อื่น ๆ ที่เปลี่ยนแปลงรบกวนสมดุลประจุไฟฟ้า สำหรับระดับ CO_2 นั้น กระบวนการ glycolysis ในเซลล์เม็ดเลือดแดงมีการผลิตกรดแลคติก (Lactic acid) และไฮโดรเจนไอออน (H^+) ซึ่งทำปฏิกิริยากับ HCO^-_3 เกิดเป็น CO_2 และน้ำ ส่งผลให้ระดับ CO_2 ในซีรัมลดลงเมื่อเก็บเลือดไว้ที่อุณหภูมิห้อง[9]

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยเห็นว่าการศึกษาในประเด็นดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในโรงพยาบาลชุมชนที่ยังไม่พบข้อมูลการศึกษา ผู้วิจัยจึงศึกษาความเสถียรของค่า Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2 ในซีรัมเพื่อนำมากำหนดระยะเวลาที่เหมาะสมในกรณีต้องการส่งตรวจเพิ่มจากสิ่งส่งตรวจเดิมในโรงพยาบาลสำโรงทาบ ซึ่งเป็นโรงพยาบาลชุมชนในจังหวัดสุรินทร์

วัสดุและวิธีการ

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์โดยเปรียบเทียบการตรวจวัด electrolytes ที่เวลาต่าง ๆ หลังจากการปั่นแยกซีรัมเทียบกับชุดควบคุม (0 นาที) ซึ่งกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้คือ ตัวอย่างเลือดที่บรรจุในหลอดเลือดชนิด clotted activator ของผู้ป่วยที่ส่งตรวจค่า electrolytes และได้รับการสั่งตรวจจากแพทย์ที่ส่งตรวจที่กลุ่มเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลสำโรงทาบ ในช่วงเวลาระหว่าง 08.00-20.00 น. ของทุกวัน ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม 2567 เป็นจำนวน 90 ราย เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีผลตรวจช่วงความเข้มข้นครอบคลุมระดับต่ำ ปานกลาง และสูง[10] ด้วยเครื่องตรวจอัตโนมัติเคมีคลินิก รุ่น MINDRAY BS-600M (Shenzhen, China) ที่อุณหภูมิห้อง กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลสำโรงทาบ จังหวัดสุรินทร์

โดยการศึกษาครั้งนี้ผ่านการพิจารณาเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุรินทร์ (COA NO. 61/2567) และได้รับอนุญาตให้เก็บข้อมูลจากผู้อำนวยการโรงพยาบาลสำโรงทาบ

2. สารควบคุมคุณภาพ (Control material)

การควบคุมคุณภาพใช้สารควบคุมคุณภาพที่ทราบค่า ที่มีความเข้มข้นต่างกัน 2 ระดับ สำหรับควบคุมคุณภาพการตรวจวัดค่า Na^+, K^+ และ Cl^- คือ ยี่ห้อ Mindray (Shenzhen, China) ที่ระบุ Lot number 059324006 และ 059424006 สำหรับควบคุมคุณภาพการตรวจวัดค่า CO_2 คือ ยี่ห้อ RVL (Shenzhen, China) ที่ระบุ Lot number 150324 และ 190324 ซึ่งเป็น third party control

3. การตรวจทางห้องปฏิบัติการ

เมื่อทำการเก็บตัวอย่างเลือดบรรจุในหลอดเลือดชนิด clotted activator ยี่ห้อ Lamda (Jiangsu, China) ทิ้งเลือดให้แข็งตัวนาน 10-15 นาที และนำหลอดตัวอย่างไปปั่นแยกด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง

ความเร็ว 4,000 รอบ/นาที และทำการตรวจวัดค่า Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2 ในซีรัมทันทีหลังจากปั่นแยก (นาทีที่ 0) เพื่อเป็นค่าควบคุม และปิดฝาหลอดตัวอย่างเลือดทันที แล้วตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) หลังจากการวัดครั้งแรกให้ทำการตรวจวัดค่า Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2 ในซีรัมจาก primary tube เมื่อครบเวลา 60, 120, 180 และ 240 นาที โดยที่ระหว่างการตรวจวัดจะต้องปิดฝาหลอดเลือดตลอดเวลาเพื่อป้องกันการระเหย

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

รวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2021 และหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) วิเคราะห์ความแตกต่างของผลตรวจวัดทางสถิติด้วย paired t-test ในกรณีผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบปกติ และวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยสถิติ Wilcoxon signed-rank test หากผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบไม่ปกติ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบการกระจายตัวที่ p-value < 0.05[11] รวมถึงหาการเปลี่ยนแปลงของการตรวจวัดที่เวลาต่าง ๆ เทียบกับชุดควบคุม และวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพการตรวจวัดโดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of variation, %CV)

5. เกณฑ์ที่ยอมรับได้จากการตรวจวัด

วิเคราะห์ค่าผิดพลาดที่ยอมรับได้ทางคลินิก (Total allowable error limit, TEa) ที่กำหนดโดย Clinical Laboratory Improvement Amendments (CLIA) 2024 โดยกำหนดค่า TEa ของการตรวจวัดค่า Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2 คือ ± 4 mmol/L, ± 0.3 mmol/L, ± 5% และ ± 20% ตามลำดับ[12] ซึ่ง TEa นั้นมีความสำคัญอย่างมากต่อการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ เนื่องจากค่าที่กำหนดขอบเขตของความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ทั้งความไม่แม่นยำ (Imprecision) และความเอนเอียง (Bias) เพื่อให้ผลตรวจมีความน่าเชื่อถือทางคลินิก[13]

ผลการวิจัย

เมื่อทำการตรวจวัด Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2 จำนวน 90 ตัวอย่าง เป็นผู้ป่วยชายจำนวน 52 ราย ผู้ป่วยหญิงจำนวน 38 ราย โดยมีอายุเฉลี่ย 68 ปี 6 เดือน พบว่า มีค่า Na^+ ต่ำสุดคือ 125.2 mmol/L และค่าที่สูงสุดคือ 152.3 mmol/L ค่า K^+ ที่มีค่าต่ำสุดคือ 1.54 mmol/L และค่าที่สูงสุดคือ 6.13 mmol/L และจากการตรวจวัดค่า Cl^- พบว่า ค่าที่ต่ำสุดคือ 90.20 mmol/L และค่าที่สูงสุดคือ 119.0 mmol/L ส่วนค่า CO_2 ต่ำสุดคือ 15.8 mmol/L และค่าที่สูงสุดคือ 38.4 mmol/L (Table 1)

Table 1 Mean, SD, and differences in measurements of Na^+, K^+, Cl^-, and CO_2 from 90 samples at various time points at room temperature.

Time (min.)	Mean ± SD (mmol/L)			
	Na^+	K^+	Cl^-	CO_2
Range	125.2-152.3	1.54-6.13	90.20-119.0	15.8-38.4
0 (control)	135.63 ± 4.240	4.07 ± 0.732	101.05 ± 5.223	25.28 ± 4.288
60	135.61 ± 4.248	4.07 ± 0.734	101.13 ± 5.238	24.85 ± 4.186*
(*p*-value)	(0.581)	(0.633)	(0.160)	(< 0.001)
120	135.51 ± 4.268	4.08 ± 0.734	101.21 ± 5.418	24.24 ± 4.112*
(*p*-value)	(0.186)	(0.493)	(0.062)	(< 0.001)
180	135.48 ± 4.253	4.07 ± 0.736	101.46 ± 5.386*	23.34 ± 4.053*
(*p*-value)	(0.085)	(0.081)	(0.008)	(< 0.001)
240	135.37 ± 4.190	4.07 ± 0.734	101.51 ± 5.408*	22.89 ± 3.967*
(*p*-value)	(0.058)	(0.059)	(< 0.001)	(< 0.001)
Diff.**	-0.196 (-0.14%)	0.010 (0.26%)	0.502 (0.49%)	-2.388 (-9.40%)

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

**= ผลต่างของการตรวจวัดที่ 240 นาที เทียบกับชุดควบคุม

เนื่องจากมีจำนวนตัวอย่างมากกว่า 50 ราย จึงทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วย Kolmogorov Smirnov test ด้วยโปรแกรม IBM SPSS version 25 และพบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติทั้ง Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2 เนื่องจาก p-value > 0.05[14] จากการทดสอบเปรียบเทียบการตรวจวัดค่า electrolytes ทั้ง 4 ตัว เมื่อเวลาผ่านไป 60, 120, 180 และ 240 กับชุดควบคุม (0 นาที) ด้วยสถิติ paired t-test พบว่าการทดสอบ Na^+ และ K^+ ที่เวลา 240 นาที มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เทียบกับชุดควบคุม และค่าการตรวจวัด Cl^- ที่เวลา 120 นาที ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเทียบกับชุดควบคุม ($p > 0.05$) ส่วนค่า CO_2 จากการตรวจวัดที่ 60 นาทีขึ้นไป มีค่าที่ลดลงและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเทียบกับชุดควบคุม ($p < 0.05$) (Table 1)

จากการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับ electrolytes ทั้ง 4 ตัว พบว่า ค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดระดับ Na^+, K^+ และ Cl^- ที่เวลา 60, 120, 180 และ 240 นาที มีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงน้อยมาก (Fig. 1) เมื่อตรวจวัดที่เวลา 240 นาที การตรวจ Na^+ มีค่าเฉลี่ยที่ลดลงไม่เกิน 0.20 mmol/L คิดเป็น 0.14% การตรวจ K^+ มีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นประมาณ 0.10 mmol/L คิดเป็น 0.26% และ Cl^- มีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นประมาณ 0.50 mmol/L คิดเป็น 0.49% ส่วนการตรวจวัด CO_2 จะเห็นได้ชัดว่า เมื่อทำการตรวจวัดจาก primary tube หลังจากปั่นแยกซีรัมที่เวลา 60, 120, 180 และ 240 นาที ค่าจะมีแนวโน้มที่ลดลง โดยพบว่า ที่ 240 นาที ลดลงถึง 9.40%

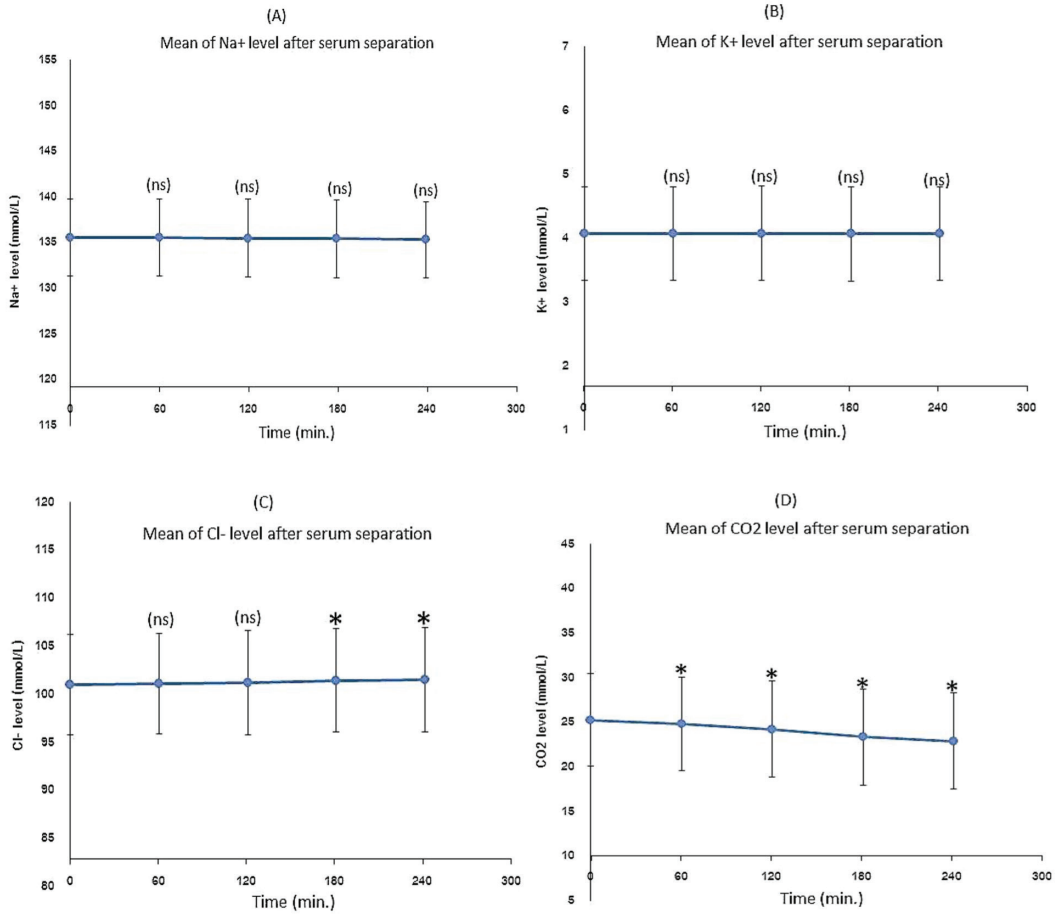


Fig. 1 Mean of Na^+(A), K^+(B), Cl^-(C), and CO_2(D) measured at various time points after blood centrifugation compared to the control group, ns = non-significant ($p > 0.05$), * = significant ($p < 0.05$)

วิจารณ์

จากการตรวจวัดสารควบคุมคุณภาพทั้งสองระดับ พบว่า ค่าการตรวจวัดอยู่ในช่วงค่าที่กำหนดทั้งสองระดับ และเมื่อพิจารณา %CV (Table 2) พบว่าการตรวจ Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2 ของสารควบคุมคุณภาพทั้งสองระดับมี %CV ที่น้อยกว่า %CV ที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าการตรวจวัดมีความน่าเชื่อถือ[15] เมื่อศึกษาความเสถียรของค่า Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2 ในซีรัมเมื่อเก็บตัวอย่างที่ปิดฝามิดชิดเป็นเวลา 60, 120, 180 และ 240 นาที จากจำนวนสิ่งส่งตรวจ 90 ราย ด้วยเครื่อง Mindray รุ่น BS-600M โดยใช้หลักการ direct ion selective electrode สำหรับการตรวจ Na^+, K^+ และ Cl^- และหลักการ enzymatic method สำหรับการตรวจ CO_2 เมื่อตรวจวัดค่าที่เวลาต่าง ๆ เทียบกับชุดควบคุม พบว่าค่า Na^+ และ K^+ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ที่เวลา 240 นาที เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Dash และคณะ[16] ที่พบว่าค่า Na^+ และ K^+ ไม่แตกต่างจากเดิมในทางสถิติเมื่อเก็บนานถึง 240 นาที โดยไม่ได้เปิดฝาหลังจากปั่นแยกซีรัมที่อุณหภูมิในช่วง 24 ถึง 26 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับการศึกษาของ Fauziah และคณะ[17] ที่พบว่าค่า Na^+ และ K^+ มีความเสถียรเมื่อเก็บตัวอย่างที่ 4 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่า กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ไม่จำเป็นต้องเก็บตัวอย่างที่ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาความเสถียรของค่า Na^+ และ K^+ ได้นาน 120 ถึง 180 นาที ในขณะที่ค่า Cl^- ปรากฏความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่เวลา 180 นาทีในการศึกษานี้ซึ่งต่างจากการศึกษาของ Fauziah และคณะ ที่ใช้หลอดเลือดชนิด gel separation[17] ที่พบว่าค่า Cl^- มีความเสถียรเกินกว่า 180 นาที ทั้งนี้เนื่องมาจากหลอดทดลองที่มีเจลคั่นกลาง เพื่อแยกเม็ดเลือดแดงออกจากซีรัมโดยไม่ให้เกิดการปนเปื้อนระหว่างกันระหว่างกระบวนการปั่นแยก[18] ส่วน CO_2 พบว่ามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บตัวอย่างนานกว่า 60 นาที การศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ พัฒนพงศ์ ชูแสงสอง และคณะ[11] ที่พบว่าค่า CO_2 ลดลง 6.3 ถึง 10.8% เมื่อเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องนาน 180 ถึง 300 นาที แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาและการเก็บตัวอย่างในสภาพที่เหมาะสมช่วยลดการสูญเสียค่า CO_2 ได้อย่างมีนัยสำคัญ

Table 2 Mean, SD and %CV of two levels of quality control materials from November 2024 to December 2024 and the TEa specified by CLIA.

Test (mmol/l)	Control materials	Target mean	Target SD	Target %CV	Mean (n = 30)	SD	%CV	TEa [6]
Na^+	MC1	121.00	3.935	3.25	120.26	2.565	2.13	±4 mmol/l
	MC2	153.00	5.033	3.29	148.15	2.285	1.54	
K^+	MC1	3.96	0.130	3.28	4.00	0.052	1.30	±0.3 mmol/l
	MC2	6.60	0.260	3.94	6.56	0.071	1.08	

Table 2 Mean, SD and %CV of two levels of quality control materials from November 2024 to December 2024 and the TEa specified by CLIA. (Cont.)

Test (mmol/l)	Control materials	Target mean	Target SD	Target %CV	Mean (n = 30)	SD	%CV	TEa [6]
Cl^-	MC1	89.90	2.925	3.25	88.13	1.649	1.87	± 5%
	MC2	111.00	4.000	3.60	112.66	1.469	1.30	
CO_2	CC1	15.00	0.900	6.00	14.10	0.209	1.47	±20%
	CC2	25.00	2.500	10.00	23.75	0.305	1.28	

MC = Multi control, CC = CO_2 control

Target SD, Target CV determined by Minday (Shenzhen, China)

จากผลการตรวจวัดแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของค่า Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมในช่วงเวลาต่าง ๆ ตั้งแต่ 60 ถึง 240 นาที โดยที่ผลต่างเฉลี่ยของค่า Na^+ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในช่วงเวลา 240 นาที อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับทางคลินิก เนื่องจากค่าที่ได้ไม่เกิน 4 mmol/L ซึ่งเป็นค่า TEa สำหรับค่า K^+ พบว่า ผลต่างเฉลี่ยมีค่าน้อยและไม่เกินเกณฑ์ยอมรับที่ 0.3 mmol/L ในเวลา 240 นาที ซึ่งสะท้อนถึงความคงตัวของการตรวจวัด ในส่วนของค่า Cl^- พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 240 นาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับที่ไม่เกิน 5% ขณะที่ค่า CO_2 แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลา แต่ยังคงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ที่ไม่เกิน 20% ในเวลา 240 นาที ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น จะพบว่าผลต่างจากการวัด CO_2 มีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงจากชุดควบคุมอย่างชัดเจน โดยพบว่าที่เวลา 60, 120, 180 และ 240 นาที มีค่าตรวจวัดที่มีการเปลี่ยนแปลงจากชุดควบคุมที่มีแนวโน้มลดลงคิดเป็น 2.25, 4.11, 7.67 และ 9.40% ตามลำดับ จากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่าของ CO_2 พบว่าเมื่อเวลาผ่านไปจะมีค่าที่ลดลงอย่างชัดเจน แต่สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า Na^+, K^+ และ Cl^- ที่เวลา 240 นาที พบว่ามีผลต่างจากชุดควบคุมที่น้อยมากซึ่งต่ำกว่า 0.5% ทั้งสามรายการตรวจวัด

TEa เป็นส่วนสำคัญในการควบคุมคุณภาพห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เพื่อกำหนดขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ เพื่อให้มั่นใจว่าผลตรวจมีความแม่นยำ (Precision) และถูกต้อง (Accuracy) ตามเกณฑ์ทางคลินิก หากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการมีความคลาดเคลื่อนเกินค่า TEa อาจนำไปสู่การตัดสินใจรักษาที่ผิดพลาด การควบคุมผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการให้อยู่ในเกณฑ์จึงมีความสำคัญในการรับประกันความปลอดภัยของผู้ป่วย[19] จากการศึกษานี้พบว่า ถึงแม้ค่า Cl^- และ CO_2 จะแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่เวลา 180 นาที และ 60 นาที ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ TEa ที่เวลา 240 นาที พบว่าค่าทั้งสองยังคงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ทางคลินิก เช่นเดียวกับค่า Na^+ และ K^+ โดยพบว่า Na^+ และ K^+ และ Cl^- มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 0.5% ส่วน CO_2 มีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่า 10% ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทางห้องปฏิบัติการสำหรับทั้ง 4 ตัว และ

มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ ปนัดดา มีประดับสุข และคณะ[15] ที่พบว่าค่า TEa ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้แม้เวลาจะนานถึง 7 ชั่วโมง ทั้งนี้การปิดฝาหลอดตัวอย่างไว้ตลอดเวลาเพื่อลดการสูญเสีย CO_2 อีกทั้งได้คุมสัดส่วนของเลือดและสารกันเลือดแข็งให้มีสัดส่วนตามที่กำหนด จึงทำให้ค่าของ Na^+ เปลี่ยนแปลงน้อยมาก ส่วนผลการตรวจวัด K^+ พบว่ามีค่าไม่เปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน จึงทำให้สามารถตรวจในระยะเวลาที่นานกว่าการศึกษาครั้งนี้ที่ไม่มีสารกันเลือดแข็งในหลอดเลือดเลย อาจเนื่องมาจาก heparin สามารถจับ electrolytes ทำให้รักษาสมดุลของน้ำทั้งในและนอกเซลล์ได้ดี จึงเหมาะสำหรับเป็นสารกันเลือดแข็งเพื่อตรวจวัดไอออนจึงรักษาความคงตัวได้นาน[20] และที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 1 องศาเซลเซียส) ในการศึกษาครั้งนี้ถือเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Boyanton และคณะ[21] และ พัฒนพงศ์ ชูแสงสอง และคณะ[11] ที่ศึกษาที่อุณหภูมิในช่วง 24 ถึง 25 องศาเซลเซียส แต่ให้ผลที่แตกต่างจากการศึกษาของ Zhang และคณะ[22] ที่พบว่าค่า K^+ เพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เนื่องจากเม็ดเลือดแดงแตก

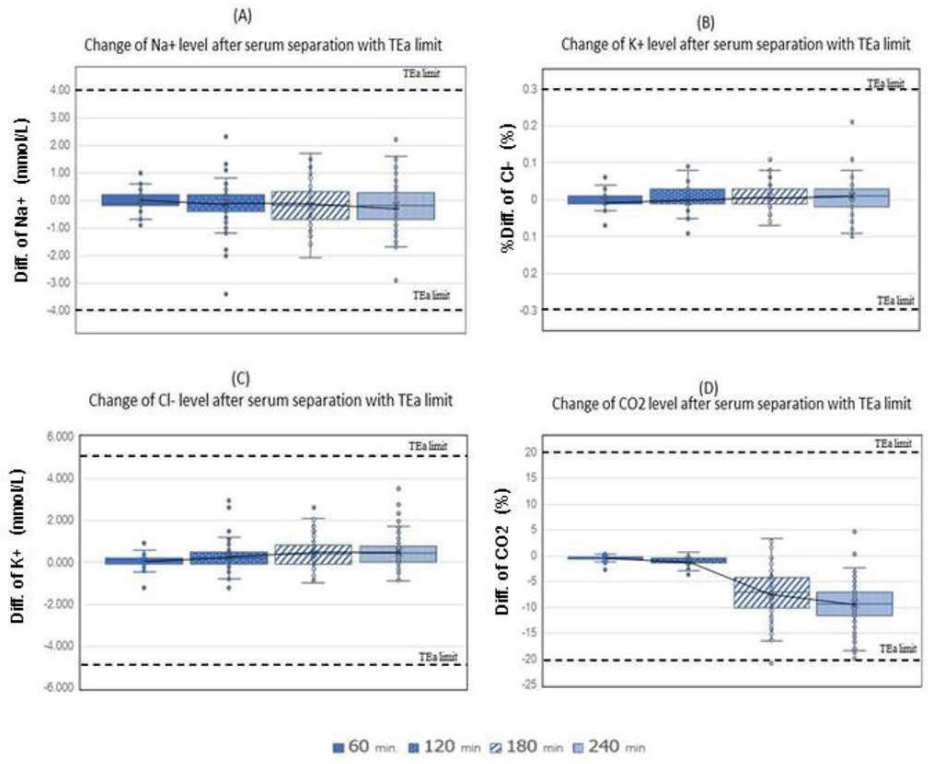


Fig. 2 Change of Na^+(A), K^+(B), Cl^- (C), and CO_2(D) level after serum separation with TEa limit.

การศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการเก็บรักษาตัวอย่างในระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำและเชื่อถือได้ในการวินิจฉัยและรักษาผู้ป่วย รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ในโรงพยาบาลชุมชน ซึ่งปริมาณงานไม่มากจนทำให้ระบบจัดการเก็บสิ่งส่งตรวจหลังเสร็จสิ้นกระบวนการตรวจด้วยเครื่องอัตโนมัติมีความรวดเร็วสามารถจัดการสิ่งส่งตรวจปิดฝาเพื่อลดระยะเวลาในการสัมผัสอากาศและอุณหภูมิที่เหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มความถูกต้องของผลการตรวจได้ และการศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นว่าการกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสมการตรวจวัด electrolytes ในซีรัมจาก primary tube ชนิด clotted activator ที่ปิดฝาไว้หลังจากการปั่นแยก จะไม่ส่งผลต่อความน่าเชื่อถือทางห้องปฏิบัติการ ซึ่งนำไปสู่การพิจารณาในการปรับปรุงแนวทางการขอส่งตรวจ electrolytes เพิ่มจาก primary tube ของผู้ป่วยที่ตรวจในรายการอื่นผ่านไปแล้ว โดยไม่ต้องเก็บตัวอย่างใหม่ทำให้ช่วยลดขั้นตอน และประหยัดทรัพยากร อย่างไรก็ตามหากเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้องและในสภาวะที่ไม่เหมาะสมส่งผลให้ค่าการตรวจวัด Na^+, K^+ และ Cl^- จะเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเวลาผ่านไป ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่เหมาะสมจะป้องกันการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว และการระเหยของตัวอย่างสามารถทำให้เมแทบอไลต์เหล่านี้เพิ่มขึ้นได้ ดังนั้นการเก็บตัวอย่างในสภาพเย็นและใช้ภาชนะหรือหลอดที่ปิดสนิทจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวรวมถึงอุณหภูมิที่ไม่สูงจนส่งผลกระทบของการยับยั้งกระบวนการไกลโคไลซิสที่ส่งผลให้ Na-K ATPase ทำงานลดลง ซึ่งทำให้ K^+ รั่วออกจากเซลล์เม็ดเลือดแดงเข้าสู่ซีรัมลดลงด้วย รวมทั้งการปิดฝาหลอดสิ่งส่งตรวจให้มิดชิดเพื่อป้องกันการสัมผัสอากาศที่มีผลต่อระดับ K^+ และ CO_2 อย่างมีนัยสำคัญ[7, 15,17]

สรุป

ค่า Na^+ และ K^+ ยังคงมีความเสถียรเมื่อเก็บตัวอย่างหลังจากปั่นแยกซีรัมแล้วปิดฝาให้มิดชิดที่เวลา 240 นาที โดยค่าการตรวจวัดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากชุดควบคุม และค่า Cl^- ที่เก็บเป็นเวลา 180 นาทีขึ้นไปมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่า CO_2 ที่เก็บเป็นเวลา 60 นาทีขึ้นไป ค่าจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าควรคำนึงถึงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างในการตรวจวัดค่า CO_2 แต่อย่างไรก็ตามการตรวจวัด Na^+, K^+, Cl^- และ CO_2 ที่เวลา 240 นาที ให้ผลการตรวจวัดที่ไม่เกิน TEa ซึ่งแสดงว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทางคลินิก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดีจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุรินทร์ กระทรวงสาธารณสุข และคณะกรรมการพัฒนาระบบการดูแลผู้ป่วยโรงพยาบาลสำโรงทาบที่ให้คำปรึกษา ตลอดจน นายแพทย์เก่ง สืบนุการณ์ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลสำโรงทาบที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Hall JE, & Guyton, AC. Textbook of medical physiology (14th ed.). Elsevier, 2020.
2. Chayananunukoon W, Pipatchaiaurak T, Musigwan P. A comparison of serum electrolytes in commercial and self-prepared reagents using a Beckman CX-3 delta automatic analyzer. Songkla Medl J 2007; 25: 295-301.
3. Sinan Y, Hilal BU, Mücahit A, *et al*. Comparison of different methods for measurement of electrolytes in patients admitted to the intensive care unit. Saudi Med J 2016; 37: 262-7.
4. Zavorsky G, Wijk XMRV, Gasparayan S, Stollenwerk NS, Brooks RA. Stability of whole blood electrolyte specimens at room temperature vs. slushed ice conditions. Appl Lab Med 2022; 7: 541-54.
5. Reece WO, Trampel DW, Koehlert KJ. Effect of storage time and temperature after blood sampling from turkeys on plasma concentrations of potassium, sodium and chloride. Poult Sci 2006; 85: 1095-7.
6. Dimeski G, Clague AE, Hickman PE. Correction and reporting of potassium results in haemolysed samples. Ann Clin Biochem 2005; 42: 119-23.
7. Kayal S, Mandal P, Chakrabarti P, Das B, Sahoo A, Rout JK. Effects of air exposure, time, temperature, and humidity on different serum electrolytes. Natl J Physiol Pharm Pharmacol 2023; 13: 363-6.
8. Aziz F, Sam R, Lew SQ, *et al*. Tzamaloukas AH. Pseudohyponatremia: Mechanism, Diagnosis, Clinical Associations and Management. J Clin Med 2023; 12: 4076.
9. Burtis CA. Ashwood ER. Bruns DE. Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics. 5th Edition. Elsevier Health, 2012.
10. Westgard SA. Westgard, JO. Quality control: Practical approaches for analytical testing (5th ed.). Westgard QC, 2023.
11. Chusaengsong P, Musigwan P, Wilairat B, Naphthiboon P. Changes in levels of biochemical in centrifuged blood after being left to stand at room temperature. Songkla Med J 2011; 29: 203-14.
12. Data Innovations. Total Allowable Error Table (Updated June 2024). [Internet] [cited 2025 Jan 12]. Available from: https://www.datainnovations.com/allowable-total-error-table.
13. Palmer J, Galior K. Defining allowable total error limits in the clinical laboratory. Adv Clin Chem 2024; 118: 205-23.
14. Habibzadeh F. Data Distribution: Normal or Abnormal? J Korean Med Sci 2024; 39: 1-8.
15. Meepradapsuk P, Kangwantrakul W, Trakulthong J, Promdee L. Stability of heparinized plasma contacting heparin with cell for clinical chemistry assays. J Med Tech Physical Ther 2012; 24: 41-50.

16. Dash P, Tiwari R, Nayak S, Mangaraj M. Impact of Time Delay in the Analysis of Serum Ionized Calcium, Sodium, and Potassium. J Lab Physicians 2022; 14: 373-6.
17. Fauziah AN, Martsiningsih MA, Setiawan B. Electrolytes levels (Na, K, Cl) in serum stored at 4°C temperature. Ind J Med Lab Sci Tech 2021; 3: 90-8.
18. Bowen R A, Remaley AT, Hortin GL. Interferences from blood collection tube components on clinical chemistry assays. Biochemia Medica 2005; 15: 145-59.
19. Lippi G, Mattiuzzi C, Guidi GC. The importance of total allowable error in clinical laboratory testing. Clin Chem Lab Med 2017; 55: 1-3.
20. Narayanan S. The pre-analytic phase. An important component of laboratory medicine. Am J Clin Pathol 2000; 113: 429-52.
21. Boyanton BL Jr, Blick KE. Stability studies of twenty-four analytes in human plasma and serum. Clin Chem 2002; 48: 2242-7.
22. Zhang DJ, Elswick RK, Miller WG, Bailey JL. Effect of serum-clot contact time on clinical chemistry laboratory results. Clin Chem 1998; 44: 1325-33.