นิพนธ์ต้นฉบับ

# เปรียบเทียบผลการตรวจอิเล็กโทรไลต์ในซีรัมระหว่างน้ำยาสำเร็จรูปของบริษัทและน้ำยาเตรียมเองโดยใช้เครื่องอัตโนมัติ Beckman CX-3 delta

วรรณี ชยานันต์นุกูล[1]
พิพัฒน์ชัย อภิรักษ์ธัญกร[2]
ปนัดดา มุสิกวัณณ์[3]

**A comparison of serum electrolytes in commercial and self-prepared reagents using a Beckman CX-3 delta automatic analyzer**

**Chayanunnukul W, Apirakthunyakorn P, Musigavon P.**
**Department of Pathology, Faculty of Medicine,**
**Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90110, Thailand**
**Songkla Med J 2007;25(4):295-301**

**Abstract:**

*A comparison of serum electrolytes between commercial and self-prepared reagents was performed using a Beckman CX-3 delta automatic analyzer. The precision was evaluated by analyzing three levels of control sera. The within-run coefficients of variation (%CV) of sodium, potassium, chloride and carbon dioxide for commercial reagents were 0.35-0.42%, 0.29-0.52%, 0.37-0.64% and 1.54-3.28% respectively and the between-run coefficients of variation (%CV) of the method ranged from 0.29-0.54%, 0.42-0.58%, 0.60-0.82% and 3.66-4.40% respectively, whereas those of the self-prepared reagents were 0.26-0.37%, 0.39-0.55%, 0.48-0.69% and 1.54-4.16% respectively, and between-run 0.32-0.55%, 0.41-0.81%, 0.63-0.93% and 4.31-5.03% respectively. There was also good correlation (r) of serum electrolytes*

---

[1]วท.บ. (วิทยาศาสตร์สุขภาพ), วท.ม. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ) นักวิทยาศาสตร์การแพทย์
[2]วท.บ. (เทคนิคการแพทย์) นักเทคนิคการแพทย์ [3]วท.บ. (เทคนิคการแพทย์) วท.ม. (ชีวเคมี) นักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการ ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
รับต้นฉบับวันที่ 18 กันยายน 2549 รับลงตีพิมพ์วันที่ 20 ธันวาคม 2549

*measurement in 100 patients at (0.981, y=0.996x+0.356), (0.995, y=1.042x-0.228), (0.986, y=0.979x+2.60) and (0.977, y=1.032x+0.158) respectively. In conclusion, the self-prepared reagents gave as satisfactory results for measurement of electrolytes as commercial reagents and can be reliably used for routine serum electrolytes measurement in a clinical chemistry laboratory.*

**Key words:** *electrolytes, self-prepared reagent, commercial reagent, sodium, potassium, chloride, carbon dioxide*

## บทคัดย่อ:

*จากการศึกษาเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณอิเล็กโทรไลต์ในซีรัมระหว่างการใช้น้ำยาสำเร็จรูปของบริษัทกับน้ำยาเตรียมเองโดยใช้เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Beckman CX-3 delta พบว่าความแม่นยำ (precision) ของน้ำยาทั้งสองชนิด เมื่อใช้ซีรัมควบคุมคุณภาพที่รู้ปริมาณแน่นอน 3 ระดับ เป็นดังนี้ น้ำยาสำเร็จรูปให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation, %CV) ของค่าโซเดียม, โปแตสเซียม, คลอไรด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ชนิด within-run เท่ากับร้อยละ 0.35-0.42, 0.29-0.52, 0.37-0.64 และ 1.54-3.28 ตามลำดับ ร้อยละ 0.29-0.54, 0.42-0.58, 0.60-0.82 และ 3.66-4.40 ตามลำดับ สำหรับการวิเคราะห์ชนิด between-run ส่วนน้ำยาเตรียมเองได้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation, %CV) ของโซเดียม, โปแตสเซียม, คลอไรด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับร้อยละ 0.26-0.37, 0.39-0.55, 0.48-0.69 และ 1.54-4.16 ตามลำดับ สำหรับการวิเคราะห์ชนิด within-run และร้อยละ 0.32-0.55, 0.41-0.81, 0.63-0.93 และ 4.31-5.03 ตามลำดับ สำหรับการวิเคราะห์ชนิด between-run การศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของน้ำยาทั้งสองชนิดนี้ในซีรัมของผู้ป่วยจำนวน 100 ตัวอย่าง ให้ผลเป็นที่พอใจ โดยได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และสมการถดถอยเชิงเส้นตรงเป็น 0.981, y=0.996x+0.356 สำหรับโซเดียม, 0.995, y=1.042x-0.228 สำหรับโปแตสเซียม 0.986, y=0.979x+2.60 สำหรับคลอไรด์ และ 0.977, y=1.032x-0.158 สำหรับคาร์บอนไดออกไซด์ โดยสรุปน้ำยาที่เตรียมขึ้นเองกับน้ำยาสำเร็จรูปของบริษัทให้ผลการตรวจวิเคราะห์สารโซเดียม, โปแตสเซียม, คลอไรด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใกล้เคียงกัน และให้ความสัมพันธ์เชิงสถิติที่น่าพอใจและยอมรับได้ ดังนั้นน้ำยาที่เตรียมเองนี้จึงน่าจะมีความเหมาะสมที่จะใช้แทนน้ำยาสำเร็จรูปจากบริษัทในการตรวจหาปริมาณสารโซเดียม, โปแตสเซียม, คลอไรด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ในซีรัมของห้องปฏิบัติการทั่วไปทางเคมีคลินิก*

**คำสำคัญ:** *อิเล็กโทรไลต์, น้ำยาเตรียมเอง, น้ำยาสำเร็จรูป, โซเดียม, โปแตสเซียม, คลอไรด์, คาร์บอนไดออกไซด์*

## บทนำ

อิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) ที่ตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก หมายถึง การตรวจวิเคราะห์ค่าโซเดียม (sodium, $Na^+$), โปแตสเซียม (potassium, $K^+$), คลอไรด์ (chloride, $Cl^-$) และคาร์บอนไดออกไซด์ (carbondioxide, $CO_2$) เนื่องจากอิเล็กโทรไลต์ทั้งสี่ชนิดเป็นไอออนที่สำคัญในร่างกาย หากมีการเปลี่ยนแปลงของอิเล็กโทรไลต์ชนิดใดชนิดหนึ่งจะมีผลทำให้อิเล็กโทรไลต์ชนิดอื่นเปลี่ยนแปลงด้วย อิเล็กโทรไลต์มีความสำคัญในการประเมินอาการของผู้ป่วยที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับของเหลวในร่างกาย และความสมดุลของภาวะความเป็นกรดด่างในเลือด ความเข้าใจเกี่ยวกับพยาธิสรีระวิทยาของร่างกายที่ทำให้เกิดความผิดปกติของของเหลวอิเล็กโทรไลต์ (fluid electrolyte) เป็นความจำเป็นในการแปลผลค่าอิเล็กโทรไลต์ที่ตรวจได้ เพราะว่าความผิดปกติของอิเล็กโทรไลต์ชนิดใดชนิดหนึ่งนั้นมักเกิดจากโรคหรือภาวะอื่น ๆ เสมอ ปริมาณอิเล็กโทรไลต์ที่ต่ำหรือสูงกว่าระดับปกติจะต้องได้รับการพิจารณาว่าเกิดจากสาเหตุอะไร และร่างกายตอบสนองปกติหรือไม่ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงความสัมพันธ์เกี่ยวกับอาการทางคลินิกอีกด้วย จึงจะได้การแปลผลที่ถูกต้อง และสมบูรณ์[1-2]

อิเล็กโทรไลต์ในร่างกายมีหน้าที่ปรับ osmotic pressure ให้น้ำกระจายไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ช่วยปรับภาวะความเป็นกรดด่าง (pH) ภายในร่างกายให้เหมาะสม และยังช่วยปรับการทำงานของหัวใจและกล้ามเนื้อต่าง ๆ อีกด้วย นอกจากนี้อิเล็ก-

โทรไลต์ยังเป็น cofactor สำคัญในปฏิกิริยาการออกฤทธิ์ของเอนไซม์ ดังนั้นการตรวจระดับอิเล็กโทรไลต์ในของเหลวในร่างกายจึงสามารถบ่งชี้ความผิดปกติต่าง ๆ เหล่านี้ได้ และมีความสัมพันธ์ทางคลินิก[2]

ในปัจจุบันการตรวจวิเคราะห์ปริมาณอิเล็กโทรไลต์ในซีรัมโดยใช้เครื่องอัตโนมัติที่ใช้หลักการ ion selective electrode (ISE) ซึ่งหมายถึง การตรวจวิเคราะห์โดยวัดการเคลื่อนที่ของ electron ของไอออนเฉพาะในน้ำยาเคมีที่มีประจุ (electrolytic solution)[3-5] กำลังเป็นที่นิยมและใช้กันอย่างกว้างขวาง การตรวจโดยวิธีนี้มีข้อดีหลายประการ เช่น ให้ผลการตรวจที่เร่งด่วนได้ ใช้ปริมาณซีรัมน้อย และสามารถรับภาระการตรวจสิ่งส่งตรวจในแต่ละวันได้เป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ดีการตรวจวิเคราะห์โดยวิธีนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องราคาน้ำยาที่มีราคาแพงมาก และการใช้น้ำยาต้องผูกมัดกับบริษัทผู้ผลิตเท่านั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะเตรียมน้ำยาสำหรับตรวจวิเคราะห์อิเล็กโทรไลต์ขึ้นใช้เองเพื่อลดค่าใช้จ่ายในเรื่องน้ำยาลง โดยผู้วิจัยได้เตรียมน้ำยาใช้เอง 2 ชนิด คือ ISE Electrolyte buffer reagent และ CO2 Acid reagent เนื่องจากน้ำยาทั้งสองชนิดนี้มีวิธีการเตรียมที่ไม่ยุ่งยาก สามารถเตรียมได้ไม่แตกต่างจากน้ำยาของบริษัท ส่วนน้ำยาอีกสองชนิด คือ ISE Electrolyte reference reagent มีส่วนผสมของสารเคมีหลายชนิดและบางชนิดบริษัทผู้ผลิตไม่ได้ระบุไว้ให้ชัดเจน ส่วน CO2 Alkaline buffer reagent เป็นน้ำยาที่ไม่สิ้นเปลือง ใช้สำหรับการตรวจค่าคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้น โดยสามารถใช้น้ำยาชนิดนี้ในระบบของเครื่องอัตโนมัติได้จนกระทั่งน้ำยาเสื่อมสภาพ แล้วค่อยเปลี่ยนขวดใหม่ จึงไม่จำเป็นต้องเตรียมน้ำยาชนิดนี้ จากการศึกษาเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของน้ำยาเตรียมเองมีราคาถูกกว่าน้ำยาสำเร็จรูปของบริษัท พี ซี แอล โฮลดิ้ง จำกัด โดยต้นทุนรวมของการตรวจวิเคราะห์อิเล็กโทรไลต์เมื่อใช้น้ำยาสำเร็จรูปทั้งหมดเท่ากับ 28 บาทต่อหนึ่งราย ส่วนต้นทุนของน้ำยาเตรียมใช้เอง (2 ชนิด) เท่ากับ 12 บาทต่อหนึ่งราย

## วัสดุและวิธีการ

1. เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Beckman CX-3 delta ของบริษัท พี ซี แอล โฮลดิ้ง จำกัด
2. ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา
   2.1 ซีรัมผู้ป่วยที่ส่งมาตรวจอิเล็กโทรไลต์ของหน่วยเคมีคลินิก ภาควิชาพยาธิวิทยา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ จำนวน 100 ตัวอย่าง
   2.2 ซีรัมควบคุมคุณภาพ (comprehensive chemistry control serum) ของบริษัท พี ซี แอล โฮลดิ้ง จำกัด
3. สารเคมีและน้ำยา
   3.1 น้ำยาสำเร็จรูปของบริษัท พี ซี แอล โฮลดิ้ง จำกัด ประกอบด้วย
      1) ISE Electrolyte reference reagent ประกอบด้วย
         - Sodium ความเข้มข้น 140 มิลลิโมลต่อลิตร
         - Potassium ความเข้มข้น 4.0 มิลลิโมลต่อลิตร
         - Chloride ความเข้มข้น 100 มิลลิโมลต่อลิตร
         - Carbon dioxide ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลต่อลิตร
         - Calcium ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร
      2) ISE Electrolyte buffer reagent ประกอบด้วย
         - Tris-Phosphate ความเข้มข้น 1.5 โมล
      3) CO2 Acid reagent ประกอบด้วย
         - Sulfuric acid ความเข้มข้น 0.6 โมล
      4) CO2 Alkaline buffer reagent
         - Potassium bicarbonate ความเข้มข้น 6.0 มิลลิโมลต่อลิตร
         - Potassium chloride ความเข้มข้น 10.0 มิลลิโมลต่อลิตร
   3.2 น้ำยาเตรียมเอง (เตรียมน้ำยาเพียง 2 ชนิด) และใช้น้ำที่ตรวจสอบแล้วว่าไม่มีประจุ (reverse osmosis water) สำหรับการเตรียมน้ำยาทุกครั้ง
      1) ISE Electrolyte buffer ประกอบด้วย
         - ชั่ง Tris (hydoxymethyl)-aminomethane น้ำหนัก 363.42 กรัม และเติม Orthophosphoric acid 110 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและเติมน้ำให้ละลายเข้ากันดี ปรับ pH ของน้ำยาที่เตรียมให้ได้ค่า 7.0 และปรับปริมาตรด้วยน้ำให้ได้ 2.0 ลิตร
      2) CO2 Acid reagent ประกอบด้วย
         - ใช้กรด Sulfuric acid ชนิดเข้มข้น 66.6 มิลลิลิตร ละลายในน้ำ 2.0 ลิตร

### วิธีการศึกษา

1. การทดสอบคุณภาพของน้ำยาเตรียมเองและน้ำยาสำเร็จรูปสำหรับการตรวจอิเล็กโทรไลต์ในซีรัม โดยการทดสอบความแม่นยำ (precision) ซึ่งเป็นการทดสอบความสามารถของน้ำยาในการวิเคราะห์สารเคมีชนิดหนึ่งให้ได้ค่าใกล้เคียงกันทุกครั้งที่ทำการตรวจวิเคราะห์[6]

1.1 การทดสอบความแม่นยำชนิด within-run ทำโดยตรวจวิเคราะห์ค่าอิเล็กโทรไลต์ในซีรัมควบคุมคุณภาพตัวอย่างเดียวกัน ซ้ำกัน 20 ครั้งในเวลาต่อเนื่องกัน โดยใช้น้ำยาทั้งสองชนิดนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV)

ซีรัมควบคุมคุณภาพที่ใช้มีความเข้มข้นของสารอิเล็กโทรไลต์ 3 ระดับ คือ ระดับค่าต่ำกว่าค่าปกติ ระดับค่าปกติ และระดับค่าสูงกว่าค่าปกติ

1.2 การทดสอบความแม่นยำชนิด between-run ทำโดยตรวจวิเคราะห์ค่าอิเล็กโทรไลต์ในซีรัมควบคุมคุณภาพตัวอย่างเดียวกันวันละ 1 ครั้ง ติดต่อกัน 20 วัน โดยใช้น้ำยาทั้งสองชนิดดังกล่าวแล้ว นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) ซีรัมควบคุมคุณภาพที่ใช้มีความเข้มข้นของสารอิเล็กโทรไลต์ 3 ระดับ เหมือนกับที่ระบุไว้ในข้อ 1.1

2. การหาความสัมพันธ์และเปรียบเทียบผลการตรวจอิเล็กโทรไลต์ในซีรัมผู้ป่วยโดยใช้น้ำยาเตรียมเองกับน้ำยาสำเร็จรูป

การศึกษานี้ทำได้โดยการตรวจอิเล็กโทรไลต์ในซีรัมผู้ป่วยจำนวน 100 ราย ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Beckman CX-3 delta โดยใช้น้ำยาเตรียมเองและน้ำยาสำเร็จรูป ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ถูกนำมาคำนวณหาค่าความสัมพันธ์โดยใช้ regression analysis และทดสอบความแตกต่างของน้ำยาทั้งสองชนิดด้วยวิธีของ Bland และ Altman[7]

## ผลการศึกษา

ในการศึกษาความแม่นยำ (precision) ของซีรัมควบคุมคุณภาพ 3 ระดับ คือ ระดับค่าต่ำกว่าค่าปกติ ระดับค่าปกติ และระดับค่าสูงกว่าค่าปกติ พบว่าน้ำยาสำเร็จรูปให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation, %CV) ของค่าโซเดียม, โปแตสเซียม คลอไรด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ชนิด within-run เท่ากับร้อยละ 0.35-0.42, 0.29-0.52, 0.37-0.64 และ 1.54-3.28 ตามลำดับ และชนิด between-run เท่ากับร้อยละ 0.29-0.54, 0.42-0.58, 0.60-0.82 และ 3.66-4.40 ตามลำดับ ส่วนน้ำยาที่เตรียมเองให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของค่าโซเดียม, โปแตสเซียม, คลอไรด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ชนิด within-run เท่ากับค่าร้อยละ 0.26-0.37, 0.39-0.55, 0.48-0.69 และ 1.54-4.16 ตามลำดับ และชนิด between-run เท่ากับร้อยละ 0.32-0.55, 0.41-0.81, 0.63-0.93 และ 4.31-5.03 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

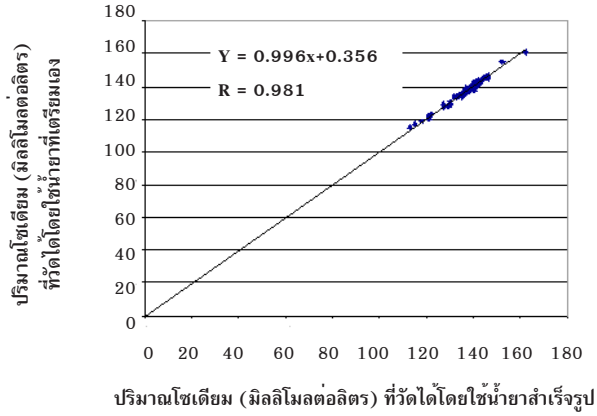
การศึกษาเปรียบเทียบผลของการตรวจอิเล็กโทรไลต์ โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูปของบริษัทกับน้ำยาที่เตรียมเองในใช้ซีรัมของผู้ป่วย 100 ราย พบว่าค่าโซเดียม, โปแตสเซียม, คลอไรด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ในซีรัมที่ตรวจวัดได้จากน้ำยาทั้งสองชนิดมีความสัมพันธ์กันดีมาก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.981, 0.995, 0.986 และ 0.977 ตามลำดับ และมีค่าสมการถดถอยเชิงเส้นตรง y=0.996x+0.356, y=1.042x-0.228, y=0.979x+2.600 และ y=1.032x-0.158 ตามลำดับ (รูปที่ 1, 2, 3, 4) ค่าความแตกต่างของการตรวจวัดค่าโซเดียม, โปแตสเซียม, คลอไรด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ของการใช้น้ำยาทั้งสองชนิดเท่ากับ 0.33±0.81, 0.06±0.09, 0.36±1.26 และ 0.60±0.67 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความแม่นยำ (precision) ชนิด within-run และชนิด between-run ของน้ำยาสำเร็จรูปและน้ำยาเตรียมเองที่ใช้ตรวจอิเล็กโทรไลต์ในซีรัมควบคุมคุณภาพ**

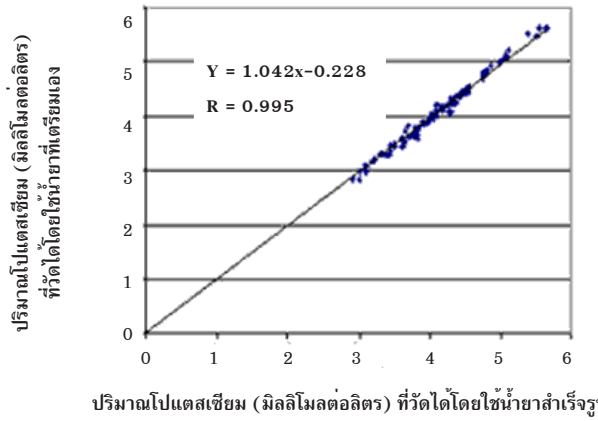
| | น้ำยาสำเร็จรูป (%CV) | น้ำยาเตรียมเอง (%CV) |
|---|---|---|
| **ชนิด within-run (n=20)** | | |
| ความเข้มข้นของโซเดียม | 0.35-0.42 | 0.26-0.37 |
| ความเข้มข้นของโปแตสเซียม | 0.29-0.52 | 0.39-0.55 |
| ความเข้มข้นของคลอไรด์ | 0.37-0.64 | 0.48-0.69 |
| ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ | 1.54-3.28 | 1.54-4.16 |
| **ชนิด between-run (n=20)** | | |
| ความเข้มข้นของโซเดียม | 0.29-0.54 | 0.32-0.55 |
| ความเข้มข้นของโปแตสเซียม | 0.42-0.58 | 0.41-0.81 |
| ความเข้มข้นของคลอไรด์ | 0.60-0.82 | 0.63-0.93 |
| ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ | 3.66-4.40 | 4.31-5.03 |

**ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างของการตรวจอิเล็กโทรไลต์ของน้ำยาสำเร็จรูปกับน้ำยาเตรียมเอง**

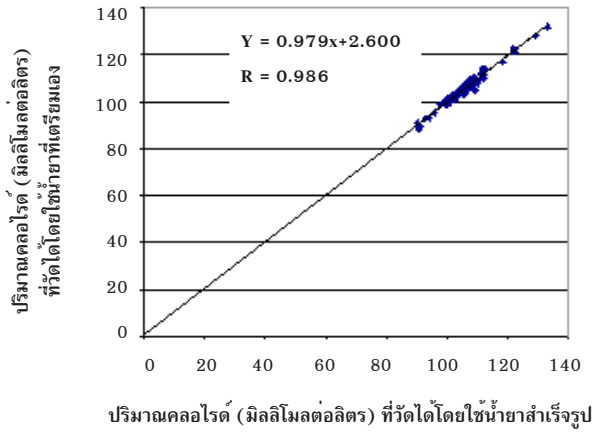
| การทดสอบ | ค่าเฉลี่ย (มิลลิโมลต่อลิตร) | | ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของสองวิธีและค่า SD |
|---|---|---|---|
| | น้ำยาสำเร็จรูป | น้ำยาที่เตรียมเอง | |
| โซเดียม | 137.7 | 138.0 | 0.33±0.81 |
| โปแตสเซียม | 4.09 | 4.03 | 0.06±0.09 |
| คลอไรด์ | 105.6 | 105.2 | 0.36±1.26 |
| คาร์บอนไดออกไซด์ | 22.8 | 23.4 | 0.60±0.67 |



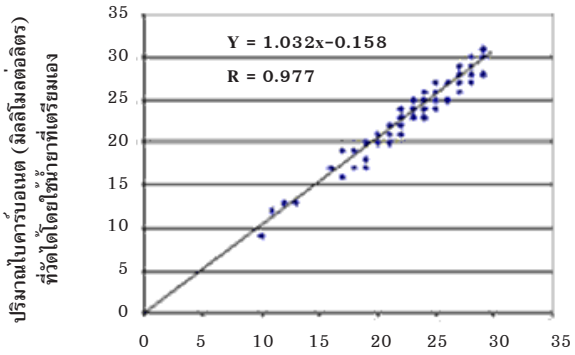

**รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าโซเดียมที่ตรวจวัดได้โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูปของบริษัทกับน้ำยาที่เตรียมใช้เอง**




**รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าโปแตสเซียมที่ตรวจวัดได้โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูปของบริษัทกับน้ำยาที่เตรียมใช้เอง**




**รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าคลอไรด์ที่ตรวจวัดได้โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูปของบริษัทกับน้ำยาที่เตรียมใช้เอง**




**รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าไบคาร์บอเนตที่ตรวจวัดได้โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูปของบริษัทกับน้ำยาที่เตรียมใช้เอง**

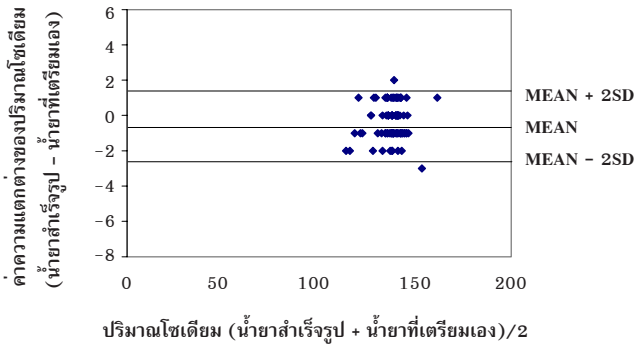
## วิจารณ์

คณะผู้วิจัยได้เตรียมน้ำยาสำหรับตรวจวิเคราะห์อิเล็กโทรไลต์ที่ใช้กับเครื่องอัตโนมัติ Beckman Cx-3 delta โดยเตรียมใช้เองเพียง 2 ชนิด (จากจำนวนน้ำยาที่ต้องใช้ในระบบการตรวจวิเคราะห์ทั้งสิ้น 4 ชนิด) เนื่องจากได้ศึกษาดูแล้วน้ำยาทั้งสองชนิดนี้ คือ ISE Electrolyte buffer reagent และ CO2 Acid reagent มีวิธีการเตรียมที่ไม่ยุ่งยาก ในขณะเดียวกันห้องปฏิบัติการเคมีคลินิกมีน้ำกรองชนิด RO (reverse osmosis) ซึ่งเป็นน้ำกรองที่สะอาด ไม่มีประจุ สามารถนำมาใช้เตรียมน้ำยาทั้งสองชนิดนี้ได้ และได้มีการทดสอบคุณภาพน้ำทุกครั้งก่อนเตรียมน้ำยาว่าไม่มีประจุ จากการศึกษาวิเคราะห์ความแม่นยำ (precision) ของน้ำยาสำเร็จรูป และน้ำยาเตรียมเอง พบว่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) ของซีรัมควบคุมคุณภาพ 3 ระดับ (ที่มีค่าความเข้มข้นของโซเดียม โปแตสเซียม คลอไรด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ต่ำกว่าปกติ ปกติ และค่าสูงกว่าปกติ) เมื่อใช้น้ำยาทั้งสองชนิดดังกล่าวแล้วจะมีค่าใกล้เคียงกันมาก และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้[8-9]

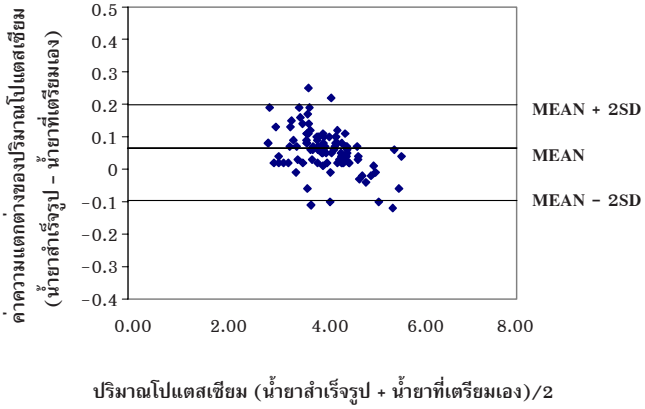
จากผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าโซเดียม โปแตสเซียม คลอไรด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ในซีรัมผู้ป่วยที่ตรวจวิเคราะห์ด้วยน้ำยาสำเร็จรูปและน้ำยาเตรียมเอง จำนวน 100 ราย พบว่าน้ำยาทั้งสองชนิดให้ผลการตรวจวัดที่มีความสัมพันธ์กันดี ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.981, 0.995, 0.986 และ 0.977 ตามลำดับ สมการถดถอยเชิงเส้นตรง (y=0.996x+0.356, y=1.042x-0.228, y=0.979x+2.600 และ y=1.032x-0.158 ตามลำดับ) โดยค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างของการตรวจโซเดียม โปแตสเซียม คลอไรด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างน้ำยาทั้งสองชนิด เท่ากับ 0.33, 0.06, 0.36 และ 0.60

มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งเป็นค่าแตกต่างที่น้อยมาก และไม่น่าจะมีผลทางคลินิก เมื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างการใช้น้ำยาทั้งสองชนิดโดยใช้วิธีของ Bland และ Altman (รูปที่ 5, 6, 7, 8) พบว่าน้ำยาทั้งสองชนิดให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งก่อนการตรวจวิเคราะห์ในซีรัมของผู้ป่วยทุกครั้งจะต้องมีการควบคุมคุณภาพภายในห้องปฏิบัติการ (internal quality control) ก่อนโดยใช้ซีรัมควบคุมคุณภาพที่มีความเข้มข้นของค่าโซเดียม โปแตสเซียม คลอไรด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 3 ระดับ ในการตรวจวิเคราะห์ทุกครั้ง สำหรับน้ำยาที่เตรียมเองได้ผ่านระบบการควบคุมคุณภาพภายในห้องปฏิบัติการ (internal quality control) โดยค่าที่ตรวจวัดได้อยู่ในเกณฑ์ที่ทางบริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้ และให้ผลการตรวจที่ใกล้เคียงกับน้ำยาสำเร็จรูปของบริษัท จากการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายพบว่าน้ำยาที่เตรียมเอง คือ ISE Electrolyte buffer และ CO2 Acid reagent ทั้งสองชนิดมีราคาถูกกว่าน้ำยาสำเร็จรูปของบริษัทประมาณ 100 เท่า แต่การตรวจวิเคราะห์อิเล็กโทรไลต์ด้วยเครื่องอัตโนมัติ Beckman CX-3 delta ต้องใช้น้ำยาในการตรวจรวม 4 ชนิด ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อน้ำยาสำเร็จรูป โดยต้นทุนการตรวจวิเคราะห์อิเล็กโทรไลต์ด้วยน้ำยาสำเร็จรูปทั้งหมดเท่ากับ 28 บาทต่อหนึ่งราย ส่วนต้นทุนเมื่อใช้น้ำยาเตรียมเอง (2 ชนิด) และน้ำยาสำเร็จรูป (2 ชนิด) เท่ากับ 12 บาทต่อรายเท่านั้น

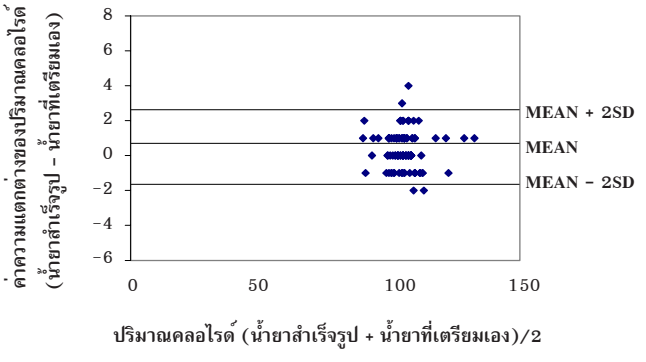
ปัจจุบันได้มีการใช้น้ำยาที่เตรียมเองในการตรวจหาปริมาณค่าโซเดียม โปแตสเซียม คลอไรด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ในการตรวจวิเคราะห์ประจำวันของห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก ภาควิชาพยาธิวิทยา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 จนถึงปัจจุบัน ยังไม่พบปัญหาใดๆ ที่จะมีผลกระทบต่อเครื่องอัตโนมัติที่ใช้น้ำยาสำหรับตรวจวิเคราะห์อิเล็กโทรไลต์ทุกชนิด หากยังไม่เปิดใช้สามารถเก็บไว้ได้นานและยังคงสภาพเดิม กรณีเปิดใช้งานแล้วจะมีที่อายุการใช้งานประมาณ 30 วัน สำหรับน้ำยาที่เตรียมเองก็ไม่พบปัญหาเสื่อมสภาพเนื่องจากน้ำยาแต่ละขวดใช้งานเพียง 3-5 วัน เท่านั้น เนื่องจากห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก ภาควิชาพยาธิวิทยา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มีจำนวนสิ่งส่งตรวจอิเล็กโทรไลต์ในแต่ละวันประมาณ 300 ราย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะทำการตรวจตัวอย่างซ้ำในกรณีที่ค่าอิเล็กโทรไลต์ผิดปกติ ซึ่งผลการตรวจวิเคราะห์ที่เชื่อถือได้ก็จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วย และช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยโรคและติดตามผลการรักษาได้เป็นอย่างดี



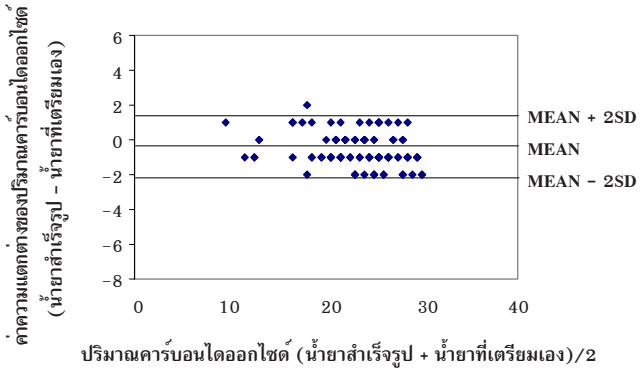

**รูปที่ 5 แสดงความแตกต่างของการตรวจปริมาณโซเดียมของน้ำยาสำเร็จรูปและน้ำยาที่เตรียมเอง**




**รูปที่ 6 แสดงความแตกต่างของการตรวจปริมาณโปแตสเซียมของน้ำยาสำเร็จรูปและน้ำยาที่เตรียมเอง**




**รูปที่ 7 แสดงความแตกต่างของการตรวจปริมาณคลอไรด์ของน้ำยาสำเร็จรูปและน้ำยาที่เตรียมเอง**




**รูปที่ 8 แสดงความแตกต่างของการตรวจปริมาณคาร์บอน-ไดออกไซด์ของน้ำยาสำเร็จรูปและน้ำยาที่เตรียมเอง**

## สรุป

จากการศึกษาเปรียบเทียบน้ำยาที่เตรียมเองกับน้ำยาสำเร็จรูปในการตรวจวัดค่าโซเดียม โปแตสเซียม คลอไรด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ สรุปได้ว่าน้ำยาที่เตรียมเองมีความแม่นยำเทียบเท่าน้ำยาสำเร็จรูปของบริษัท และให้ผลการทดสอบที่ไม่แตกต่างกัน สามารถนำน้ำยาที่เตรียมเองมาใช้ทดแทนน้ำยาสำเร็จรูปของบริษัทได้

## เอกสารอ้างอิง

1. Tietz NW. Pruden EL, Siggaard-Anderson O. Electrolyte. In: Burtis CA, Ashwood ER, editors. Textbook of Clinical Chemistry. 2nd ed. Philadelphia, Pa: WB. Saunders; 1994;1354-74.
2. พรทิพย์ โล่ห์เลขา. เคมีคลินิกประยุกต์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ชัยเจริญ; 2533.
3. Levy GB. Determination of sodium with ion-selective electrode. Clin Chem 1981;27:1435-38.
4. Bastes RS, Alfenaar M. Activity standards for ion-selective electrode. In: Durst RA, editor. Ion-selective electrode. National Burea of standards, Spectial Publication 314, U.S. Govt. Washington DC: Printing Office; 1969;191-214.
5. Anton H, Maas J, Siggaard-Andersen O, Harry F, Willem G. Ion-selective electrode for sodium and potassium: a new problem of what is measured and what should be reported. Clin Chem 1985;482-5.
6. พรรณี พิเดช. เทคนิคการควบคุมคุณภาพทางเคมีคลินิก (ฉบับปรับปรุงและเพิ่มเติม). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2534;28-40.
7. Bland JM, Altman DG. Statisical methods for assessing agreement between two method of clinical measurement. Lancet 1986;1:307-10.
8. Garber CC, Carey RN. Evaluation of methods. In : Kaplan LA, Pesce AJ, Kazmierezak SC, editors. Clinical chemistry: thoery, analysis, correlation. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2003;402-26.
9. Toffaletti JG. Electrolyte. In: Bishop ML, Duben-Engelkirk JL, Fody EP, editors. Clinical chemistry: principles, procedures. Correlations. 3rd ed. Pliladelphia: J.B. Lippincott; 1996;267-71.