

การพัฒนาวิธีจัดส่งวัคซีนของโรงพยาบาลในจังหวัดนครนายก

Development of vaccine delivery method of hospitals in Nakhonnayok province

ศิริลักษณ์ ทวีรัตน์ ภ.บ.*

บุญญาลิป คหาวงษ์ ภ.บ.**

เกศแก้ว บุญแสง ภ.บ.***

สามารถ แสนโคตร ภ.บ.****

ลลิตา วีระเสถียร ปร.ด.*****

ณัฐพร อยู่ปาน ปร.ด.*****

สมหญิง พุ่มทอง ปร.ด.*****

Siriluk Thaweerat B.Pharm*

Boonyalip Kahawong B.Pharm**

Katekaew Boonsang B.Pharm***

Samart Saenkhon B.Pharm****

Lalita Wirasathien Ph.D. (Pharmaceutical chemistry and natural products)*****

Nattaporn Yoopan Ph.D. (Toxicology)*****

Somying Puntong Ph.D. (Pharmacy)*****

*โรงพยาบาลนครนายก จังหวัดนครนายก

**โรงพยาบาลปากพลี จังหวัดนครนายก

***สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครราชสีมา

****โรงพยาบาลมหาราชยโสธร จังหวัดยโสธร

*****คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

*Nakhonnayok Hospital, Nakhonnayok Province

**Pakplee Hospital, Nakhonnayok Province

***Nakhon Ratchasima Provincial Public Health Office

****Mahachachana Hospital, Yasothon Province

*****Faculty of Pharmacy, Mahidol University

บทคัดย่อ

การขนส่งวัคซีนจากโรงพยาบาลไปยังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) ในจังหวัดนครนายกมักพบปัญหาอุณหภูมิออกนอกช่วงที่เหมาะสม คือ $2-8^{\circ}\text{C}$ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความแรงของวัคซีน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานการจัดส่งวัคซีนของโรงพยาบาลในจังหวัดนครนายก ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดำเนินการในพื้นที่ 4 อำเภอ (เมืองนครนายก องค์รักษ์ บ้านนา และปากพลี) จังหวัดนครนายก ระหว่างเดือนมกราคม 2556 ถึงเมษายน 2557 (16 เดือน) มีการวางแผนปฏิบัติ สังเกต และสะท้อนกลับข้อมูลในการจัดส่งวัคซีนในพื้นที่จริง เพื่อให้ได้มาตรฐานการปฏิบัติงานที่เหมาะสม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ผลการศึกษาพบว่า จากการจัดส่งวัคซีนตามมาตรฐานการปฏิบัติงานที่จัดทำขึ้นนั้น เส้นทางการจัดส่งจากโรงพยาบาลแม่ข่ายไปยัง รพ.สต. จำนวน 518 เส้นทางจากทั้งหมด 669 เส้นทาง (ร้อยละ 77.43) สามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง $2-8^{\circ}\text{C}$ ตลอดเส้นทาง มีเพียงร้อยละ 4.33 ที่สัมผัสอุณหภูมิต่ำกว่า 2°C ไม่มีเส้นทางใดที่สัมผัสอุณหภูมิต่ำกว่า 0°C และร้อยละ 18.24 สัมผัสอุณหภูมิสูงกว่า 8°C อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุด คือ 0.7 และ 13.6°C อุปกรณ์ที่จำเป็นในการจัดส่งวัคซีนคือ กล่องโฟม ($30 \times 37 \times 35$ ซม.) อุปกรณ์บันทึกและติดตามอุณหภูมิ (data logger รุ่น TRED 30-7R) แผ่นพลาสติกถูกฟูกหรือฟิวท์บอร์ดและช่องน้ำแข็ง จำนวนและขนาดของน้ำแข็งที่ใช้ในแต่ละแห่งแตกต่างกันในโรงพยาบาลแต่ละแห่งโดยมีปริมาตรของน้ำแข็งประมาณ $3,123-5,200$ ซม.³ ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตลอดระยะเวลาการขนส่งประมาณ 5 ชั่วโมง โดยสรุป การจัดส่งวัคซีนตามวิธีการที่พัฒนาขึ้น สามารถควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งส่วนใหญ่ให้อยู่ระหว่าง $2-8^{\circ}\text{C}$ ได้ดีขึ้น โรงพยาบาลอื่นสามารถนำมาตรฐานการปฏิบัติงานของจังหวัดนครนายกไปปรับใช้เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละแห่ง

คำสำคัญ: วัคซีน การจัดส่งวัคซีน ลูกโซ่ความเย็น

Abstract

Vaccine transportation from hospitals to health facilities in Nakhonnayok province was often exposed to temperature outside the recommended range of 2–8 °C. This might affect the potency of vaccines. This research aims to develop a vaccine delivery standard operating practice (SOP) of hospitals in Nakhonnayok. Action research was conducted in four districts (Muang, Ongkharak, Baan-na, and Pakplee) between January 2013 and April 2014 (16 months). Planning, acting, observing and reflecting of this study were done in order to develop an appropriate SOP. Descriptive statistic was use for analysis. Results showed that, according to the vaccine delivery SOP, 518 out of 669 (77.43%) were between 2 and 8 °C throughout the shipments. Only 4.33% of them has, at least, one record point below 2 °C and none of them exposed to sub-zero temperatures. Temperature above 8 °C were found on 18.24%. The lowest and highest temperature reached were 0.7 and 13.6 °C respectively. There were equipment needed to be used as follows; a foam box (30x37x35 cm.), a temperature monitoring equipment (data logger model TRED 30–7R), Corrugated plastic or PP board, and ice packs. Uses of the numbers and sizes of ice packs varied in each hospital. Volume of ice packs used varied from 3,123 cm³ to 5,200cm³ and this was able to keep the appropriate temperature in the box for 5 hours. It can be concluded that following the SOP instruction can help improve the temperature range of vaccine transport during 2–8 °C. Other hospitals can adopt the SOP for vaccine transport and revise it to fit their context.

Keywords: vaccine, vaccine delivery, cold chain

บทนำ

การจัดหาและกระจายวัคซีนสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคของโรงพยาบาลเป็นการดำเนินการผ่านระบบ Vendor Management Inventory (VMI) ขององค์การเภสัชกรรมเพื่อประกันคุณภาพวัคซีนในกระบวนการจัดส่งและกระจายวัคซีนในระบบลูกโซ่ความเย็นจากองค์การเภสัชกรรมถึงโรงพยาบาลแม่ข่าย แต่ยังไม่ครอบคลุมการจัดส่งจากโรงพยาบาลแม่ข่ายสู่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) ซึ่งเป็นหน่วยบริการปฐมภูมิที่ให้บริการวัคซีนแก่ประชาชน จากรายงานวิจัยการประเมินผลโครงการนำร่องการควบคุมคุณภาพระบบลูกโซ่ความเย็นด้วยระบบ Computerized data logger ของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ เขต 4 สระบุรี 8 จังหวัด คือนครนายก นนทบุรี ปทุมธานี อ่างทอง สิงห์บุรี ลพบุรี สระบุรีและพระนครศรีอยุธยาในปี 2554⁽¹⁾ พบว่ามีเพียง 14 เส้นทาง จากจำนวนทั้งหมด 590 เส้นทาง (ร้อยละ 2.4) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิอยู่ในช่วง 2–8 °C ตลอดเส้นทางการขนส่งระหว่างโรงพยาบาลแม่ข่ายและ

รพ.สต.และการเก็บรักษาวัคซีนในหน่วยบริการสำหรับผลการประเมินของจังหวัดนครนายกซึ่งเก็บข้อมูลจากหน่วยบริการ 27 แห่ง จำนวน 58 เส้นทาง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน 2554 พบว่ามีเพียง 1 เส้นทาง (ร้อยละ 1.7) ที่อุณหภูมิอยู่ในช่วง 2–8 °C ตลอดเส้นทางการขนส่งต่ำสุดและสูงสุดที่พบ คือ -9.3 °C และ 33.4 °C ผลการศึกษาข้างต้น แสดงให้เห็นปัญหาการควบคุมอุณหภูมิภายในระบบลูกโซ่ความเย็นทั้งการขนส่งและการจัดเก็บวัคซีนของจังหวัดนครนายกและจังหวัดอื่นๆ ในเขตสุขภาพที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายเรื่องที่ผ่านมาที่ศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพการขนส่งวัคซีนในประเทศไทยแล้วพบว่าการจัดส่งวัคซีนไปยังหน่วยบริการยังไม่ได้มาตรฐาน⁽²⁻⁴⁾

ปัญหาคุณภาพการขนส่งวัคซีนไม่ได้มาตรฐานอาจจะส่งผลต่อคุณภาพและความแรงของวัคซีนทำให้โรงพยาบาลจำนวนมากเริ่มพัฒนาและปรับปรุงระบบการจัดส่งวัคซีน⁽⁵⁻⁸⁾ เช่นกำหนดแนวทางปฏิบัติการบริหาร

ลูกโซ่ความเย็น การใช้อุปกรณ์บันทึกและติดตามอุณหภูมิ และโรงพยาบาลจัดส่งวัคซีนให้ รพ.สต.โดยตรง สำหรับ จังหวัดนครนายกโรงพยาบาลแม่ข่ายทั้ง 4 แห่ง คือ โรงพยาบาลนครนายก องค์รักษ์ บ้านนา และปากพลี ได้ร่วมมือกันพัฒนาและดำเนินการระบบการจัดส่งวัคซีน แบบใหม่คือ โรงพยาบาลแม่ข่ายจัดส่งวัคซีนแก่ รพ.สต. ซึ่งแตกต่างจากระบบเดิมที่ รพ.สต. บางแห่ง มารับวัคซีน เองที่โรงพยาบาล

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานการจัดส่งวัคซีน ของโรงพยาบาลในจังหวัดนครนายก

วิธีดำเนินการวิจัย

เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ดำเนินการระหว่างเดือนมกราคม 2556 ถึงเมษายน 2557 เริ่มจากขั้นที่ 1 การวางแผน ผู้วิจัยหารือร่วมกัน เพื่อออกแบบงานวิจัยเครื่องมือและการเก็บรวบรวม ข้อมูล รวมทั้งจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงาน (Standard Operating Procedure: SOP) การจัดส่งวัคซีนจาก โรงพยาบาลแม่ข่ายไปยัง รพ.สต. (vaccine delivery method) ขั้นที่ 2 เป็นการปฏิบัติจริง คือโรงพยาบาล แม่ข่ายจัดส่งวัคซีนไปยัง รพ.สต. ที่รับผิดชอบ แต่ละ อำเภอ ตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน (SOP) ที่กำหนดไว้ ขั้นที่ 3 เป็นการสังเกตและบันทึกข้อมูล ขั้นที่ 4 การ สะท้อนกลับ โดยการนำข้อมูลจากขั้นที่ 3 มาวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุที่อุณหภูมิออกนอกช่วงและแนวทางการ แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละอำเภอ จากนั้น ปรับปรุงวิธี การจัดส่งวัคซีนและแบบบันทึกข้อมูลเพื่อให้มีความ เหมาะสมยิ่งขึ้น

ผลจากการดำเนินการทั้ง 4 ขั้นตอน ในระยะแรก (มกราคม ถึง มีนาคม 2556) ทำให้ได้มาตรฐานการ ปฏิบัติงานการจัดส่งวัคซีนจากโรงพยาบาลแม่ข่ายไปยัง รพ.สต. (vaccine delivery method SOP) ซึ่งโรงพยาบาล ทั้ง 4 แห่ง ต้องปฏิบัติตามขั้นตอนหลักที่เหมือนกัน จากนั้นจึงเก็บข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกันต่อไป (เมษายน 2556 ถึงเมษายน 2557) SOP ดังกล่าว ประกอบด้วย

2 ส่วน คือ การเตรียมอุปกรณ์สำหรับบรรจุวัคซีน และ กระบวนการจัดส่งวัคซีน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การเตรียมอุปกรณ์สำหรับบรรจุวัคซีน ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การเตรียมวัคซีน และการเตรียม กล่องโฟมเพื่อบรรจุวัคซีน

1.1 การเตรียมวัคซีน

ขั้นตอนและรูปแบบการจัดวัคซีน ต้องมีการ บันทึกเลขรุ่นและวันหมดอายุของวัคซีนแต่ละชนิด และ จัดวัคซีนบรรจุในซองซิปลิสหรือสีขาขึ้นกับชนิดของวัคซีน (เช่น MMR และ JE บรรจุในซองซิปลิส) เขียนชื่อ รพ.สต. ไว้บนหน้าซองซิปลิสที่บรรจุวัคซีน จากนั้นเก็บใน ตู้เย็นเพื่อรอการจัดลงกล่องโฟม ในข้อ 1.2

1.2 การเตรียมกล่องโฟมเพื่อบรรจุวัคซีน

1.2.1 อุปกรณ์พื้นฐานสำคัญที่ใช้ในการขนส่ง วัคซีนซึ่งโรงพยาบาลทุกแห่งใช้เหมือนกัน คือ

- กล่องโฟม (ขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 30x37x35 ซม.)
- เครื่องมือติดตามอุณหภูมิ (computerized data logger รุ่น TRED 30-7R) ในการศึกษานี้เรียกว่า data logger
- แผ่นพลาสติกลูกฟูก (PP board) สำหรับวาง ในกล่องโฟม
- ชองน้ำแข็ง (ice pack) โรงพยาบาลแต่ละ แห่งใช้ขนาดตามที่มีอยู่แล้วในโรงพยาบาล
- เทอร์โมมิเตอร์กลม มีโรงพยาบาล 2 แห่ง ที่ใช้คือ โรงพยาบาลองค์รักษ์ และโรงพยาบาลบ้านนา

1.2.2 ขั้นตอนการเตรียมกล่องโฟม

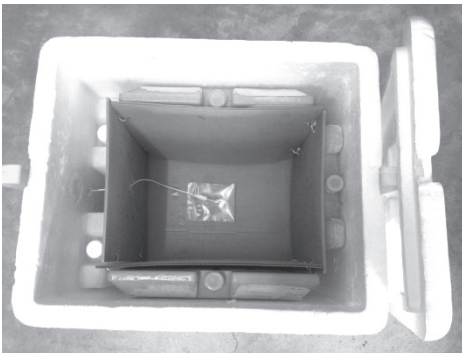
- 1) นำชองน้ำแข็งออกจากชองแช่แข็ง
- 2) วางแผ่นพลาสติกลูกฟูกด้านล่างบริเวณก้น กล่องด้านใน
- 3) วาง probe สำหรับใช้วัดอุณหภูมิ โดยมีการ หุ้มด้วยชองพลาสติกบริเวณกึ่งกลางบนแผ่นพลาสติก ลูกฟูกยึดด้วยกระดาษทาสองหน้าหรือเทปใสให้แน่นนำ สายที่ติดกับ probe ลอดผ่านรูของกล่องโฟมที่เจาะรู เตรียมไว้ออกไปด้านนอกเพื่อติด data logger ไว้ด้านนอก กล่อง เพื่อให้สามารถอ่านอุณหภูมิได้โดยไม่ต้องเปิดฝา กล่องดังรูป 1

4) วางช่องน้ำแข็งบริเวณด้านข้างรอบกล่อง 3 หรือ 4 ด้าน (ในการศึกษาครั้งนี้ โรงพยาบาลองค์กรักและปากพลีวาง 3 ด้าน ส่วนโรงพยาบาลนครนายกและบ้านนาวาง 4 ด้าน) แล้วกันด้วยแผ่นพลาสติกกลูฟูก ดังรูป 1

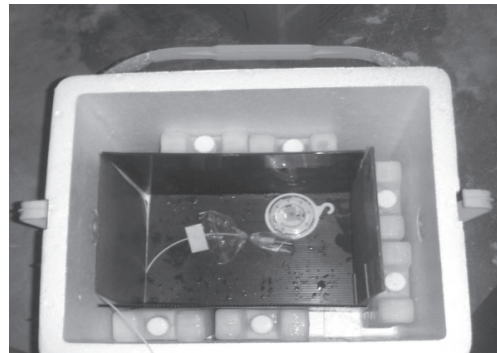
5) ตรวจสอบอุณหภูมิในกล่องให้อยู่ในช่วง $3-5^{\circ}\text{C}$ ก่อน บรรจุวัคซีนที่เตรียมไว้ ใน 1.1 แล้วจึงปิดด้านบนด้วยแผ่นพลาสติกกลูฟูกและช่องน้ำแข็ง จากนั้นปิดฝากล่องโฟม และปิดด้วยเทปสีน้ำตาลโดยรอบ ดังรูป 2-4

ส่วนที่ 2 กระบวนการขนส่งวัคซีน

พาหนะที่ใช้ในการขนส่งวัคซีน คือรถยนต์กระบะแบบมีหลังคาและเครื่องปรับอากาศโดยมีบุคลากร 2 คน คือ พนักงานขับรถและเจ้าพนักงานเภสัชกรรม/หรือผู้ช่วยเภสัชกรซึ่งทำหน้าที่รับผิดชอบดูแลการจัดส่งวัคซีนจากโรงพยาบาลไปยัง รพ.สต.รวมทั้งการบันทึกข้อมูลได้แก่ อุณหภูมิภายในกล่องโฟม อุณหภูมิภายนอก ระยะทาง และเวลาในการเดินทาง และเหตุการณ์ระหว่างการเดินทางที่อาจส่งผลต่ออุณหภูมิ



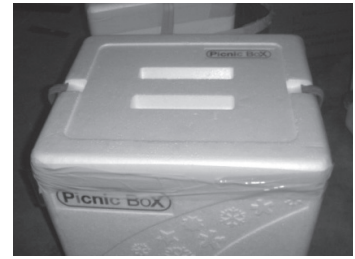
รูปที่ 1 การจัดเรียงช่องน้ำแข็งและแผ่นพลาสติกกลูฟูกในกล่องโฟมสำหรับการขนส่งวัคซีน (รูปซ้าย วางช่องน้ำแข็ง 4 ด้าน และ รูปขวา 3 ด้าน)



รูปที่ 2 data logger ที่ติดอยู่ด้านนอกกล่อง



รูปที่ 3 วางช่องน้ำแข็งด้านบน



รูปที่ 4 ปิดฝากล่องด้วยเทปสีน้ำตาล



รูปที่ 5 ตัวอย่างรถยนต์สำหรับขนส่งวัคซีนจากโรงพยาบาลแม่ข่ายไปยัง รพ.สต.

เก็บข้อมูลการจัดส่งวัคซีนระหว่างเดือนเมษายน 2556 ถึงเมษายน 2557 (13 เดือน) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ผลการวิจัย

วิธีการจัดส่งวัคซีนแบบใหม่ที่กำหนดขึ้นนั้น โรงพยาบาลแม่ข่ายทั้ง 4 แห่ง ซึ่งรับผิดชอบการจัดส่งวัคซีนให้แก่ รพ.สต. ที่อยู่ในอำเภอนั้นๆ โดยแต่ละอำเภอมียานวน รพ.สต. แตกต่างกัน การจัดส่งวัคซีนจะดำเนินการเดือนละ 1 ครั้ง ในแต่ละอำเภอมีการแบ่งสายการจัดส่งเพื่อความสะดวกในการเดินทาง โดยจัดกลุ่ม

รพ.สต. ที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันเป็นสายเดียวกัน (ในที่นี้จะเรียกว่า “สาย” สำหรับ รพ.สต. ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจัดส่งวัคซีนในเส้นทางเดียวกัน) โรงพยาบาลนครนายก แบ่งเป็น 4 สาย โรงพยาบาลองครักษ์ 3 สาย โรงพยาบาลบ้านนา 2 สาย และโรงพยาบาลปากพลี มีเพียง 1 สาย (ตารางที่ 1) กล่องโฟมสำหรับบรรจุวัคซีนจะแบ่งตามสายการขนส่งเช่นเดียวกัน เช่น โรงพยาบาลบ้านนามีการจัดส่งวัคซีน 2 สาย แต่ละสายจัดส่งไปยัง รพ.สต. 7 แห่ง รวม 14 แห่ง ดังนั้น สายที่ 1 จัดส่ง 7 แห่ง นับเป็น 7 เส้นทางและสายที่ 2 จัดส่ง 7 แห่ง นับเป็น 7 เส้นทาง รวมทั้งหมด 14 เส้นทาง ในแต่ละเดือน

ตารางที่ 1 จำนวนสายและเส้นทางการขนส่งวัคซีนแยกตามโรงพยาบาล

ด้าน	รพ.นครนายก	รพ.องครักษ์	รพ.บ้านนา	รพ.ปากพลี	รวม
จำนวน รพ.สต. ทั้งหมด (แห่ง)	19	14	14	9	56
จำนวนสายการขนส่ง (สาย)	4	3	2	1	10
จำนวนเส้นทางการจัดส่ง (เส้นทาง)	247	126	182	114	669

รพ. นครนายก รพ.สต.19 แห่ง x 13 เดือน รวม 247 เส้นทาง

รพ. องครักษ์ รพ.สต.14 แห่ง x 9 เดือน รวม 126 เส้นทาง

รพ. บ้านนา รพ.สต.14 แห่ง x 13 เดือน รวม 182 เส้นทาง

รพ. ปากพลี รพ.สต. 9 แห่ง x 10 เดือน และ 8 แห่ง x 3 เดือน รวม 114 เส้นทาง

ระยะทางและเวลาเฉลี่ยของสายการขนส่งของโรงพยาบาลแต่ละแห่งมีความแตกต่างกัน ระยะทางอยู่ในช่วง 24-150 กิโลเมตร ส่วนระยะเวลาการขนส่งประมาณ 1-4 ชั่วโมง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ระยะทางและเวลาเฉลี่ยในการขนส่งวัคซีนแยกตามโรงพยาบาล

ด้าน	รพ.นครนายก	รพ.องครักษ์	รพ.บ้านนา	รพ.ปากพลี
สายที่ 1				
ระยะทางเฉลี่ย (กิโลเมตร)	36.15±10.48	84.00±1.41	55.19±3.82	58.80±3.55
ระยะเวลาเฉลี่ย (นาที)	62.58±12.42	127.00±1.30	118.56±14.18	198.38±74.06
จำนวน รพ.สต. (แห่ง)	5	5	7	9
จำนวนวัคซีนเฉลี่ย (ขวด)	66.31±11.32	64.00±1.33	73.43±27.65	73±10.16

ตารางที่ 2 ระยะทางและเวลาเฉลี่ยในการขนส่งวัคซีนแยกตามโรงพยาบาล (ต่อ)

ด้าน	รพ.นครนายก	รพ.องครักษ์	รพ.บ้านนา	รพ.ปากพลี
สายที่ 2				
ระยะทางเฉลี่ย (กิโลเมตร)	27.69±4.39	112.00±2.19	64.00±10.81	
ระยะเวลาเฉลี่ย (นาที)	56.62±8.66	225.00±3.05	114.50±16.40	
จำนวน รพ.สต. (แห่ง)	5	5	7	
จำนวนวัคซีนเฉลี่ย (ขวด)	42.92±15.29	62.00±1.54	100.14±32.88	
สายที่ 3				
ระยะทางเฉลี่ย (กิโลเมตร)	24.31±7.94	150.00±2.74		
ระยะเวลาเฉลี่ย (นาที)	87.38±33.92	323.00±5.04		
จำนวน รพ.สต. (แห่ง)	4	4		
จำนวนวัคซีนเฉลี่ย (ขวด)	50.08±12.20	54.00±1.49		
สายที่ 4				
ระยะทางเฉลี่ย (กิโลเมตร)	47.92±8.76			
ระยะเวลาเฉลี่ย (นาที)	83.38±21.63			
จำนวน รพ.สต. (แห่ง)	5			
จำนวนวัคซีนเฉลี่ย (ขวด)	55.92±15.44			

ส่วนขั้นตอนและกระบวนการเตรียมวัคซีนเพื่อจัดส่งไปยัง รพ.สต. เป็นไปตามมาตรฐานการปฏิบัติงานดังกล่าว ในวิธีการดำเนินงานวิจัย (ส่วนที่ 1.2) อุปกรณ์สำคัญที่ทุกแห่งใช้เหมือนกัน คือ กล้องโฟม และ data logger รุ่น TRED 30-7R สิ่งที่แตกต่างกัน ได้แก่ จำนวนและขนาดของน้ำแข็ง จำนวนด้านของการจัดวางของน้ำแข็ง รวมทั้ง การเตรียมก่อนใช้งาน และเทอร์โมมิเตอร์ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมกล่องโฟมสำหรับบรรจุวัคซีนของโรงพยาบาลแม่ข่าย

อุปกรณ์	รพ.นครนายก	รพ.องครักษ์	รพ.บ้านนา	รพ.ปากพลี
จำนวนและขนาดของของน้ำแข็งที่ใช้ต่อกล่อง				
ด้านข้าง				
ขนาดเล็ก (จำนวนอัน)	9x16.5x3* (4)	-	9x16x3* (2)	9x16x3 (6)
ขนาดกลาง (จำนวนอัน)	17x19.5x3 (3)	14.5x21x2 (6)	14.5x21.5x2 (2)	15x15x2 (2)
ขนาดใหญ่ (จำนวนอัน)	-	-	22.5x22.5x2 (1)	-

ตารางที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมกล่องโฟมสำหรับบรรจุวัคซีนของโรงพยาบาลแม่ข่าย (ต่อ)

อุปกรณ์	รพ.นครนายก	รพ.องครักษ์	รพ.บ้านนา	รพ.ปากพลี
ด้านบน ขนาดเล็ก (จำนวนอัน)	-	-	-	9x16x3** (4)
จำนวนด้านที่จัดวางของน้ำแข็ง (ด้าน)	ด้านข้าง 4 ด้าน	ด้านข้าง 3 ด้าน (ยกเว้นด้านที่มี data logger ติดนอกกล่อง)	ด้านข้าง 4 ด้าน	4 ด้าน คือด้านบน และด้านข้าง 3 ด้าน (ยกเว้นด้านที่มี data logger ติดนอกกล่อง)
ปริมาตรน้ำแข็งทั้งหมด (ชม. ³)	4,765.5	3,654.0	3,123.5	5,220.0
การเตรียมของน้ำแข็งก่อนใช้	นำออกจากช่องแข็งมาแช่น้ำ 10 นาทีก่อนบรรจุกล่อง	นำออกจากช่องแข็งมาบรรจุกล่อง	นำออกจากช่องแข็งมาบรรจุกล่อง	นำออกจากช่องแข็งมาแช่น้ำ 5 นาที ก่อนบรรจุกล่อง
เทอร์โมมิเตอร์กลม	ไม่ใช่	ใช่	ใช่	ไม่ใช่

*หมายถึง ช่องน้ำแข็งแบบเจล

การขนส่งวัคซีนของโรงพยาบาลแม่ข่าย 4 แห่ง จำนวน 10 สาย รวมทั้งสิ้น 669 เส้นทาง พบว่าประมาณร้อยละ 77 อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 2-8 °C ตลอดระยะเวลาการขนส่ง ในขณะที่ร้อยละ 18.24 สัมผัสอุณหภูมิสูงกว่า 8 °C มีเพียงร้อยละ 4.33 เท่านั้น ที่สัมผัสอุณหภูมิต่ำกว่า 2°C (ตารางที่ 4) และไม่มีเส้นทางใดเลยที่สัมผัสอุณหภูมิต่ำกว่า 0 °C สำหรับอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดที่ออกนอกช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม (2-8 °C) ในการศึกษาครั้งนี้ คือ 0.7 และ 13.6 °C ซึ่งพบในเส้นทางการขนส่งของโรงพยาบาลนครนายก ดังตารางที่ 5

เมื่อพิจารณาแยกรายโรงพยาบาล พบว่า โรงพยาบาลองครักษ์มีสัดส่วนของเส้นทางที่มีอุณหภูมิเหมาะสม คือ 2-8 °C จำนวนมากที่สุด (จำนวน 122 จาก 126 เส้นทาง คิดเป็น ร้อยละ 97)

ตารางที่ 4 จำนวนเส้นทางการขนส่งวัคซีนที่สัมผัสอุณหภูมิในช่วงต่างๆ

โรงพยาบาลแม่ข่าย	จำนวนเส้นทางทั้งหมด (ร้อยละ)	จำนวนเส้นทาง (ร้อยละ)		
		ต่ำกว่า 2°C	2-8 °C	สูงกว่า 8°C
นครนายก	247 (36.92)	15 (2.24)	196 (29.30)	36 (5.38)
องครักษ์	126 (18.83)	-	122 (18.23)	4 (0.60)
บ้านนา	182 (27.20)	14 (2.09)	105 (15.70)	63 (9.42)
ปากพลี	114 (17.04)	-	95 (14.20)	19 (2.84)
รวม	669 (100.00)	29 (4.33)	518 (77.43)	122 (18.24)

ตารางที่ 5 อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดพบในเส้นทางการขนส่งวัคซีนแยกตามโรงพยาบาล

โรงพยาบาลแม่ข่าย	อุณหภูมิที่พบในเส้นทางการขนส่ง	
	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิสูงสุด (°C)
รพ.นครนายก	0.7	13.6
รพ.องครักษ์	2.0	9.0
รพ.บ้านนา	1.1	10.4
รพ.ปากพลี	2.9	9.4

การอภิปรายผล

การจัดส่งวัคซีนจากโรงพยาบาลแม่ข่ายทั้ง 4 แห่งไปยัง รพ.สต. ภายในจังหวัดนครนายกด้วยวิธีใหม่พบว่าเส้นทางการขนส่งร้อยละ 77.43 (จากทั้งหมด 669 เส้นทาง) สามารถควบคุมอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่เหมาะสมคือ 2–8 °C ในขณะที่ร้อยละ 18.24 มีการสัมผัสอุณหภูมิสูงกว่า 8 °C อุณหภูมิสูงสุด คือ 13.6 °C เพียงร้อยละ 4.33 เท่านั้น ที่สัมผัสอุณหภูมิต่ำกว่า 2 °C ซึ่งอุณหภูมิต่ำสุด คือ 0.7 °C และไม่มีเส้นทางใดเลยที่สัมผัสความเย็นจัดที่ต่ำกว่า 0 °C การควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งวัคซีนด้วยวิธีใหม่มีสัดส่วนที่ดีขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับผลจากการประเมินโครงการนำร่องการควบคุมอุณหภูมิระบบลูกโซ่ความเย็นด้วย computerized data logger ในเขต 4 เมื่อปี 2554⁽¹⁾ ซึ่งพบว่าในจังหวัดนครนายกมีเพียง 1 เส้นทาง ที่อุณหภูมิอยู่ในช่วง 2–8 °C ตลอดเส้นทางการเดินทางจากจำนวนทั้งหมด 58 เส้นทาง (ร้อยละ 1.7) อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดที่พบในเส้นทางคือ -9.3 และ 33.4 °C และเมื่อเทียบกับภาพรวม 8 จังหวัดในเขต 4 ซึ่งเก็บข้อมูลทั้งหมด 590 เส้นทางมีเพียงร้อยละ 2.4 เท่านั้นที่อุณหภูมิอยู่ในช่วง 2–8 °C ตลอดเส้นทางการขนส่งและจัดเก็บในหน่วยบริการ

ปัญหาสำคัญในระบบลูกโซ่ความเย็นทั้งในและต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศแถบร้อน^(2-4, 9-12) คือไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมซึ่งวัคซีนส่วนใหญ่ควรอยู่ระหว่าง 2–8 °C ตัวอย่างการศึกษาในประเทศไทย เรื่องการสำรวจคุณภาพของวัคซีนและระบบลูกโซ่ความเย็นของหน่วยงานสาธารณสุขของ

รัฐในเขตพื้นที่สาธารณสุข 12 เขต ปี 2547 ของ ศิริรัตน์และคณะ⁽²⁾ พบว่า จากเส้นทางการขนส่งและเก็บรักษาวัคซีน 43 เส้นทาง พบ อุณหภูมิต่ำกว่า 0 °C ร้อยละ 74.4 และ สูงกว่า 22 °C ร้อยละ 11.6 และการติดตามอุณหภูมิระบบลูกโซ่ความเย็นในคลังวัคซีนระดับอำเภอและตำบลในปี 2553–2554 โดยพิชญาและคณะ⁽⁴⁾ พบว่าจากเส้นทางการขนส่งวัคซีน 44 เส้นทาง พบ อุณหภูมิต่ำกว่า 2 °C ร้อยละ 11.36 และสูงกว่า 8 °C ร้อยละ 52.27 จากงานวิจัยหลายเรื่องที่ผ่านมา⁽⁹⁻¹³⁾ สรุปสาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิในระบบลูกโซ่ความเย็นไม่อยู่ในช่วงที่เหมาะสม คือ การปฏิบัติงานของบุคลากร ซึ่งอาจเกิดจากความไม่ตระหนักถึงความสำคัญของการดูแลวัคซีนหรือมีความรู้ความเข้าใจไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการบริหารจัดการระบบลูกโซ่ความเย็น อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาวัคซีนเสื่อมสภาพหรือไม่ได้มาตรฐาน และความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศภายนอกส่งผลให้ควบคุมยากขึ้น การสัมผัสกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 2 °C หรือความเย็นจัดเกิดได้จากวัคซีนสัมผัสโดยตรงกับช่องน้ำแข็งซึ่งอาจเกิดจากไม่มีฉนวนกันระหว่างช่องน้ำแข็งและขวดวัคซีน ช่องน้ำแข็งเย็นเกินไปหรือความเย็นในภาชนะบรรจุวัคซีน (เช่น กระติกวัดขึ้น) เย็นเกินไปเพราะอุณหภูมิลดลงอันเกิดจากจ่ายวัคซีนบางส่วนออกไปให้หน่วยบริการทำให้ปริมาณวัคซีนที่เหลือในภาชนะลดลงในขณะที่ การสัมผัสกับอุณหภูมิที่สูงกว่า 8 °C มักเกิดจาก การเปิด-ปิด ภาชนะบรรจุวัคซีนบ่อย ๆ หรืออาจเกิดเพราะการลืมนิดฝากล่องโฟม และสภาพอากาศภายนอกร้อน ทำให้อุณหภูมิช่องน้ำแข็งละลายระหว่างการขนส่ง ดังนั้นในการศึกษาดังนี้จึงใช้แผ่นพลาสติกถูกผูกเพื่อทำหน้าที่เป็นฉนวนกันระหว่างวัคซีนและช่องน้ำแข็งระหว่าง

การขนส่งส่วนเทปใสสีน้ำตาลพันรอบฝากล่องเพื่อให้มั่นใจว่ากล่องปิดสนิท (ดังแสดงในรูปที่ 4)

จากปัญหาข้างต้น องค์การที่เกี่ยวข้องจึงร่วมมือกันเพื่อหาแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าว เช่น ความร่วมมือระหว่างองค์การเภสัชกรรมและสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) นำระบบ VMI มาใช้ตั้งแต่ปี 2553 เพื่อให้ระบบการจัดหา กระจายวัคซีน และการควบคุมอุณหภูมิระบบลูกโซ่ความเย็นในหน่วยบริการสาธารณสุขเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยองค์การเภสัชกรรมจัดส่งวัคซีนไปยังโรงพยาบาลแต่ไม่ครอบคลุมการขนส่งไปสู่ตำบลโดย รพ.สต. ส่วนใหญ่ใช้วิธีมารับวัคซีนที่โรงพยาบาลแม่ข่าย ดังนั้น ยังคงพบปัญหาอุณหภูมิในระบบลูกโซ่ความเย็นไม่เหมาะสมในระดับตำบลและอำเภอ ทำให้โรงพยาบาลจำนวนมากโดยเฉพาะโรงพยาบาลชุมชน ได้มีการพัฒนาวิธีการหรือรูปแบบการขนส่งและจัดเก็บวัคซีนซึ่งพบว่าการควบคุมอุณหภูมิมีสัดส่วนที่ดีขึ้น ดังตัวอย่างการศึกษาหลายเรื่อง เช่น การพัฒนาคุณภาพระบบลูกโซ่ความเย็นวัคซีนของงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค คปสอ. พุทธโธสง ของโมขีด และสุภารัตน์⁽⁶⁾ สรุปว่า กิจกรรมการพัฒนากระบวนการที่ทำให้วัคซีน DTP-HB เสี่ยงต่อการสูญเสียความคงตัวลดลงได้ เช่นเดียวกับเรื่องอุณหภูมิระบบลูกโซ่ความเย็นวัคซีนของงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคเขตนครชัยบุรินทร์ ของดวงจันทร์และคณะ⁽⁵⁾ ที่พบว่า หลังพัฒนาระบบ มีหน่วยบริการที่มีอุณหภูมิของระบบลูกโซ่ความเย็นวัคซีนที่เหมาะสม ($2-8^{\circ}\text{C}$) เพิ่มขึ้นจาก 97 แห่ง เป็น 108 แห่ง อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวไม่ได้แยกศึกษากิจกรรมการขนส่งและการจัดเก็บวัคซีนในหน่วยบริการ

การพัฒนากระบวนการจัดส่งวัคซีนจากโรงพยาบาลแม่ข่ายไปยัง รพ.สต. ของจังหวัดนครนายกเพื่อควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งวัคซีนให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ($2-8^{\circ}\text{C}$) ตลอดเส้นทาง ได้จัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานการจัดส่งวัคซีนจากโรงพยาบาลแม่ข่ายไปยัง รพ.สต. (Vaccine delivery method SOP) เพื่อใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติงานในการประกันคุณภาพของวัคซีนเพื่อให้บริการแก่ประชาชน การศึกษานี้เก็บข้อมูลปฐมภูมิในสถานการณ์การจัดส่งวัคซีนจริงจากทั้ง 4 อำเภอในจังหวัดนครนายก

ในการดำเนินงานมีการออกแบบวิธีการและทดลองปฏิบัติจริงตามวิธีที่ร่วมกันพัฒนาขึ้น มีการศึกษาคุณสมบัติและความสามารถของอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการขนส่งและสร้างแบบบันทึกการติดตามอุณหภูมิในการขนส่งวัคซีน ในระยะแรกได้ข้อสรุปเบื้องต้น คือ ขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับกระบวนการบรรจุและขนส่งวัคซีน อุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ กล่องโฟม อุปกรณ์ติดตามและบันทึกอุณหภูมิ (data logger) แผ่นพลาสติกถูกฟูก ชองน้ำแข็ง อย่างไรก็ตาม ชองน้ำแข็งที่โรงพยาบาลแต่ละแห่งใช้มีความแตกต่างกันทั้งขนาดและจำนวน ตลอดจนการเตรียมงานก่อนใช้จริง จากนั้น เก็บข้อมูลประมาณ 1 ปี เพื่อให้ครอบคลุมทุกฤดูกาล คือ ฤดูร้อน ฝน และหนาว ซึ่งอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายนอกแตกต่างกัน

การเตรียมภาชนะสำหรับบรรจุวัคซีนเพื่อขนส่งไปยัง รพ.สต. เลือกใช้กล่องโฟมเนื่องจากมีคุณสมบัติเหมาะสมหลายประการ คือ เบา ราคาถูก มีคุณสมบัติเก็บความเย็นได้ และสามารถดัดแปลงโดยการเจาะรูเพื่อสอดสาย probe ได้ ในการทดลองครั้งนี้ใช้ data logger ชนิดที่มีสายต่อ probe เพื่อให้อ่านหน้าจอแสดงอุณหภูมิได้ โดยนำหน้าจอติดไว้ที่ข้างกล่อง เพื่อลดจำนวนครั้งในการเปิด-ปิดฝากล่องเพราะการเปิด-ปิดฝากล่องโฟมบ่อยๆ จะส่งผลให้อุณหภูมิภายในกล่องสูงขึ้น นอกจากนี้ เมื่อมีไฟกระพริบเตือน (alert) จาก data logger จะทำให้ผู้รับผิดชอบเห็นได้ชัดเจนและแก้ไขปัญหาได้ทันทีซึ่งต่างจากการศึกษาครั้งก่อนที่ใช้ data logger แบบไม่มี probe ทำให้มีการเปิด-ปิด ภาชนะบรรจุวัคซีนบ่อยกว่า⁽¹⁾ ขนาดของกล่องโฟมที่ใช้ในครั้งนี้ คือ $30 \times 37 \times 35$ ซม. เป็นขนาดที่เหมาะสม เนื่องจากสะดวกต่อการยกเพื่อเคลื่อนย้ายและสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ดีเมื่อเทียบกับกล่องขนาดใหญ่กว่าที่เคยใช้ในช่วงเดือนแรกของการศึกษา จะควบคุมอุณหภูมิได้ยากกว่า คือ สูงกว่า 8°C ตลอดระยะเวลาที่ขนส่ง ขนาดดังกล่าวใกล้เคียงกับการศึกษาของวิเชียร ณะชัย⁽⁷⁾ คือ $35 \times 48 \times 36$ ซม.

การเตรียมชองน้ำแข็งก่อนใช้งานนั้น โรงพยาบาล 2 แห่ง คือ โรงพยาบาลปากพลีและนครนายก มีการเตรียมโดยหลังจากนำชองน้ำแข็งออกจากช่องแช่แข็งของตู้เย็นแล้วจะนำไปแช่น้ำก่อนใช้งานเป็นเวลา 5 และ 10 นาที

ตามลำดับส่วนโรงพยาบาลอีก 2 แห่ง ไม่ได้แช่น้ำก่อนใช้ เพราะในช่วงการทดลองสามเดือนแรก ผู้วิจัยในโรงพยาบาลทั้ง 2 แห่งนี้ พบว่า การนำของน้ำแข็งแช่น้ำก่อนใช้งานจริง จะทำให้กล่องโฟมไม่สามารถรักษาความเย็นไว้ได้ตลอดระยะทางการขนส่งจึงเปลี่ยนวิธีการเตรียมโดยนำของน้ำแข็งออกจากช่องแข็งของตู้เย็นแล้วมาจัดวางในกล่องโฟมรจนอุณหภูมิมีค่า 5°C จึงทำการบรรจุวัคซีนลงในกล่องโฟม โรงพยาบาลบางแห่งมีการนำของน้ำแข็งวางด้านบนหลังจากปิดทับด้วยแผ่นพลาสติกลูกฟูกประมาณ 10 นาที เพื่อช่วยให้อุณหภูมิในกล่องเย็นลงจนถึง $3-5^{\circ}\text{C}$ จากนั้นจึงนำของน้ำแข็งด้านบนออกแล้วปิดกล่องโฟมตามด้วยเทปสีน้ำตาล มาตรฐานการดำเนินงานด้านคลังและการเก็บรักษาวัคซีนปี 2556⁽¹⁴⁾ แนะนำให้เตรียมของน้ำแข็งก่อนใช้งาน (conditioning) นั่นคือการนำของน้ำแข็งออกมาวางในอุณหภูมิห้องในช่วงเวลาหนึ่งเพื่อให้ น้ำแข็งที่อยู่ตรงกลางของของน้ำแข็งมีอุณหภูมิกลับไปที่ 0°C แต่การนำของน้ำแข็งออกมาวางบนโต๊ะจะทำให้เกิดสภาพอากาศรอบตัวของน้ำแข็งที่ทำให้ระยะเวลาในการทำ conditioning นานขึ้น องค์การอนามัยโรคจึงแนะนำให้ทำ conditioning ดังนี้วางของน้ำแข็งบนโต๊ะหรือเคาน์เตอร์ เรียงเป็นแถวเดี่ยว แต่ไม่ควรมากกว่า 2 แถว วางให้มีพื้นที่ว่างรอบ ๆ แต่ละก้อนประมาณ 5 ซม. เขย่าของน้ำแข็งแต่ละก้อนทุก 2-3 นาที รจนกระทั่งมีน้ำจำนวนเล็กน้อย ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1 ชม. ในอุณหภูมิ 20°C และใช้เวลาอย่างน้อยลงในอุณหภูมิที่สูงกว่า น้ำแข็งในของน้ำแข็งจะมีอุณหภูมิกลับไปที่ 0°C ทันทีที่น้ำแข็งเริ่มเคลื่อนไหวเล็กน้อย เมื่อของน้ำแข็งที่นำออกมาจากช่องน้ำแข็งของตู้เย็น จะมีอุณหภูมิต่ำกว่า -20°C การใช้ของน้ำแข็งทันทีที่ออกจากช่องน้ำแข็งจึงมีความเสี่ยงต่อวัคซีนที่ไวต่อความเย็น ในการศึกษาครั้งนี้แผ่นพลาสติกลูกฟูกจึงช่วยป้องกันไม่ให้วัคซีนสัมผัสโดยตรงกับของน้ำแข็ง

งานวิจัยหลายเรื่องศึกษาถึงจำนวนและขนาดของของน้ำแข็งที่เหมาะสมในระบบลูกโซ่ความเย็น เช่น การพัฒนาวิธีการบรรจุและขนส่งวัคซีนเพื่อประกันคุณภาพวัคซีนโรงพยาบาลเทพสถิต⁽⁷⁾ สรุปว่า ในการขนส่งวัคซีนหากใช้กล่องโฟมขนาด $35 \times 48 \times 36$ ซม. ขนาดของน้ำแข็ง

ที่เหมาะสม คือ $14 \times 26.5 \times 2$ ซม. จำนวน 7 ก้อน ซึ่งสามารถรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง $2-8^{\circ}\text{C}$ ได้ร้อยละ 89.94 และเวลาในการทำ conditioning คือ 15 นาที ส่วนการพัฒนาคุณภาพระบบลูกโซ่ความเย็นวัคซีนของงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค คปสอ. พุทโธสง⁽⁶⁾ สรุปเป็นข้อกำหนดว่า ใช้ของน้ำแข็งจำนวน 3 ก้อนกำหนดระยะเวลาในการทำ conditioning 5 นาที ด้วยการนำของน้ำแข็งไปแช่น้ำที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ $2-8^{\circ}\text{C}$ การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการวัคซีนและระบบลูกโซ่ความเย็นในเครือข่ายหน่วยบริการปฐมภูมิ อำเภอสำโรงทาบ จังหวัดสุรินทร์⁽⁸⁾ สรุปว่าเวลาที่เหมาะสมในการทำ conditioning คือ 50 นาที สำหรับของน้ำแข็ง 4 อัน และใช้แผ่นพลาสติกลูกฟูกกั้นกลางระหว่างของน้ำแข็งทั้ง 4 ก้อน โดยระยะทางเฉลี่ยจากโรงพยาบาลถึงหน่วยบริการปฐมภูมิคือ 9.62 ± 3.43 กม. ส่วนการศึกษาเรื่องอุณหภูมิระบบลูกโซ่ความเย็นวัคซีนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคเขตนครชัยบุรีนทร์ของดวงจันทร์และคณะ⁽⁵⁾ ไม่ได้ระบุเวลาสำหรับการทำ conditioning ที่ชัดเจน แต่สรุปไว้ว่า เวลาที่เหมาะสมคือ 15-60 นาที ขึ้นอยู่กับระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางมารับวัคซีนหรือวิธีการเตรียมของน้ำแข็งก่อนใช้งานของแต่ละหน่วยบริการ เนื่องจากร้อยละ 84 ของหน่วยบริการ ใช้วิธีมารับวัคซีนที่โรงพยาบาล สำหรับการศึกษาในจังหวัดนครนายกครั้งนี้พบว่ามาตรฐานการปฏิบัติงานที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมอุณหภูมิขณะขนส่งได้ดี ถึงแม้จะมีการสัมผัสวัคซีนที่อยู่นอกช่วง $2-8^{\circ}\text{C}$ บ้างก็ตาม แต่อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดอยู่ระหว่าง $0.7-13.6^{\circ}\text{C}$ ซึ่งจากข้อมูลที่บันทึกเหตุการณ์ขณะจัดส่งเพิ่มเติมพบว่าเกิดจากสภาพอากาศภายนอกร้อน ประมาณหนึ่งในสามของเส้นทางที่สัมผัสวัคซีนสูงกว่า 8°C เกิดขึ้นในเดือนเมษายนและมีเหตุการณ์เครื่องปรับอากาศในรถยนต์เสียบางเดือนจำนวนวัคซีนที่จัดส่งแก่ รพ.สต. มีจำนวนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเกิดจากความผิดพลาดของบุคลากร เช่น หลังจากเปิดกล่องเพื่อส่งวัคซีนให้ รพ.สต. แล้วปิดฝากล่องไม่สนิท ซึ่งมีการแก้ไขโดยให้ปิดเทปสีน้ำตาลทุกครั้งหลังจากมีการปิดกล่องเพื่อให้มีการตรวจตราว่าปิดแน่นสนิท การศึกษาโรงพยาบาลเทพสถิต⁽⁷⁾

สรุปได้ว่า ใช้ชองน้ำแข็ง ขนาด 14x26.5x2 ซม. จำนวน 7 ก้อน ซึ่งปริมาตร 5,194 ซม³ หากทำ conditioning นาน 15 นาทีจะทำให้อุณหภูมิภายในกล่องโฟมอยู่ในช่วง 2-8 °C ได้นานถึง 18 ชั่วโมง ปริมาตรของน้ำแข็งของการศึกษาในโรงพยาบาลเทพสถิตมีค่าใกล้เคียงกับโรงพยาบาลปากพลี คือ 5,220 ซม³ ซึ่งเส้นทางการขนส่งวัคซีนใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง (198.38 นาที) สามารถควบคุมอุณหภูมิในช่วง 2-8 °C ได้จำนวน 95 เส้นทางจากทั้งหมด 114 เส้นทาง (ร้อยละ 83.33) ส่วนเส้นทางที่มีระยะเวลาในการขนส่งนานที่สุดในจังหวัดนครนายก คือ โรงพยาบาลองครักษ์ (สายที่ 3) ประมาณ 5 ชั่วโมง (323 นาที) ปริมาตรของน้ำแข็งที่ใช้คือ 3,654 ซม³ งานวิจัยเรื่องการติดตามอุณหภูมิระบบลูกโซ่ความเย็นในคลังวัคซีนระดับอำเภอและตำบลของพิษณุ และคณะ⁽⁴⁾ สรุปได้ว่า พบว่าปริมาตรของน้ำแข็ง ปริมาตรขวดวัคซีน และระยะเวลาการขนส่งมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิการขนส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การกำหนดตัวแปรที่ศึกษาและบริบทของพื้นที่ทำวิจัยจากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นมีความแตกต่างกันทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบผลการศึกษาดังกล่าวได้อย่างชัดเจน แต่ผลการวิจัยดังกล่าวรวมทั้งการศึกษาของจังหวัดนครนายกสามารถเป็นแนวทางให้โรงพยาบาลที่สนใจนำไปใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติได้เช่น ขนาดกล่องโฟมและจำนวนชองน้ำแข็งที่เหมาะสมกับระยะทางและระยะเวลาในการขนส่งวัคซีน โรงพยาบาลที่ต้องการพัฒนาระบบการจัดส่งวัคซีนควรออกแบบแนวทางการปฏิบัติงานที่เหมาะสมกับโรงพยาบาลของตนเอง จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ โดยเฉพาะการติดตามอุณหภูมิเพื่อวิเคราะห์และจัดทำข้อสรุปเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงานของโรงพยาบาล สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ บุคลากรที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดส่งวัคซีนจำเป็นต้องเข้าใจขั้นตอนและกระบวนการจัดส่งวัคซีนและสามารถแก้ไขสถานการณ์เมื่อเกิดเหตุการณ์ต่างๆ

สรุปผล

การปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติงานการจัดส่งวัคซีนจากโรงพยาบาลแม่ข่ายไปยัง รพ.สต. ในจังหวัดนครนายกที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งวัคซีนให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม คือ 2-8 °C ได้ร้อยละ 77.43 อุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการขนส่งวัคซีน ได้แก่ กล่องโฟม (30x37x35 ซม.) อุปกรณ์บันทึกและติดตามอุณหภูมิ (data logger รุ่น TRED 30-7R) แผ่นพลาสติกฉนวนกันความร้อน ขนาดและจำนวนของน้ำแข็งที่ใช้แตกต่างกันในโรงพยาบาลแต่ละแห่ง มีปริมาตรของน้ำแข็งประมาณ 3,125-5,200 ซม³ ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตลอดระยะเวลาการขนส่งประมาณ 5 ชั่วโมง โรงพยาบาลอื่นสามารถนำมาตรฐานของจังหวัดนครนายกไปปรับใช้เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละแห่ง

เอกสารอ้างอิง

1. สมหญิง พุ่มทอง, ลลิตา วีระเสถียร, พัชรិ ดวงจันทร์, ณัฐพร อยู่ปาน, ประสาท ลิมตูลย์. การประเมินผลโครงการนำร่องการควบคุมคุณภาพระบบลูกโซ่ความเย็นด้วย Computerized Data Logger ของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ เขต 4 สระบุรี. นครนายก: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ; 2554.
2. ศิริรัตน์ เตชะธวัช, พงพิศ วรินทร์เสถียร, เอมอร ราชบุรีจำเริญสุข, ปิยนิตย์ ธรรมภรณ์พิลาศ. การสำรวจคุณภาพของวัคซีนและระบบลูกโซ่ความเย็นของหน่วยสาธารณสุขของรัฐในเขตพื้นที่สาธารณสุข 12 เขต ปี 2547. วารสารควบคุมโรค 2549; 32(1): 20-30.
3. Sooksriwong C. Bussaparoek W. Quality of cold chain storage drugs transportation and delivery to Thai hospitals. J Med Assoc Thai 2009; 92(12): 1681-5.

4. พิชญานวลได้ศรี, กรกมล รุกขพันธ์, วีรศักดิ์ จงส์วิวัฒน์วงศ์. การติดตามอุณหภูมิระบบลูกโซ่ความเย็นวัคซีนในคลังวัคซีนระดับอำเภอและตำบล. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 23 วันที่ 23-24 ธันวาคม 2554: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี; 2554.
5. ดวงจันทร์จันทร์เมือง, ผงศ์พกา ภักดิ์ลักษณ์, มังกร อังสนันท์, อีร์อิวัช รัตนวรวิเศษ, วิเชียร ชนะชัย. อุณหภูมิระบบลูกโซ่ความเย็นวัคซีนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคเขตนครชัยบุรินทร์. วารสารวิชาการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา 2555;18(3):37-45.
6. โฆษิต อร่ามโสภาก, สุภารัตน์ อร่ามโสภาก. การพัฒนาคุณภาพระบบลูกโซ่ความเย็นวัคซีนของงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค คปอ.ส. พุทโธสง. วารสารองค์การเภสัชกรรม 2556; 39(4): 3-13.
7. วิเชียร ชนะชัย. การพัฒนาวิธีการบรรจุและขนส่งเพื่อการประกันคุณภาพวัคซีน โรงพยาบาลเทพสถิต. วารสารวิชาการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา 2557;20(1):5-15.
8. ลิขิต กิจขุนทด, วรพจน์ พรหมสัถยพรด, อนุพันธ์ สุวรรณพันธ์. การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการวัคซีนและระบบลูกโซ่ความเย็นในเครือข่ายหน่วยบริการปฐมภูมิ อำเภอสำโรงทาบ จังหวัดสุรินทร์. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 ขอนแก่น 2558; 22(2):63-74.
9. Nelson CM, Wibisono H, Purwanto H. Hepatitis B vaccine freezing in the Indonesian cold chain:evidence and solutions. BullWHO 2004; 82:99-105.
10. Nelson C, Fores P, Mie Van Dyck A, Chavarria J, Boda E, Coca A, et al. Monitoring temperature in the vaccine cold chain in Bolivia. Vaccine 2007;25: 433-7.
11. Wirkas T, Toikilik S, Miller N, Morgan C, Clements CJ. A vaccine cold chain freezing study in PNG highlights technology needs for hot climate countries. Vaccine 2007;25:691-7.
12. Matthias DM, Robertson J, Garrison MM, Newland S, Nelson C. Freezing temperatures in the vaccine cold chain: a systematic literature review. Vaccine 2007;25:3980-6.
13. Techathawat S, Varinsathien P, Rasdjarmrearnsook A, Tharmaphornpilas P. Exposure to heat and freezing in the vaccine cold chain in Thailand. Vaccine 2007;25:1328-33.
14. ศิริรัตน์ เตชะธวัช, บรรณาธิการ. มาตรฐานการดำเนินงานด้านการคลังและการเก็บรักษาวัคซีน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์พระพุทธศาสนาแห่งชาติ; 2556.