วารสารวิชาการสาธารณสุข
ปีที่ 32 ฉบับที่ 6 พฤศจิกายน - ธันวาคม 2566

Journal of Health Science
Vol. 32 No. 6, November - December 2023

นิพนธ์ต้นฉบับ *Original article*

นวัตกรรมระบบติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์ (Smart Cold Chain System)

วันรับ: 30 ธ.ค. 2565
วันแก้ไข: 27 ต.ค. 2566
วันตอบรับ: 7 พ.ย. 2566

วีณา มัจฉากุล วท.บ. สาธารณสุขศาสตร์
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านกลาง อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่

บทคัดย่อ การบริหารจัดการวัคซีนและระบบลูกโซ่ความเย็นที่ดีมีประสิทธิภาพ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการคงคุณภาพของวัคซีน หากเกิดปัญหาในระบบลูกโซ่ความเย็นแล้ว อาจส่งผลให้วัคซีนเสื่อมคุณภาพได้ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบการจัดเก็บข้อมูล การติดตาม การแจ้งเตือนและวิเคราะห์ข้อมูลแบบอัตโนมัติ และเพื่อศึกษาอุณหภูมิตู้เย็นจัดเก็บวัคซีนของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านกลาง อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ ว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมหรือไม่ การศึกษาครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ จัดเก็บข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ในหน่วยบริการ ช่วงเดือนมกราคม - กันยายน 2565 โดยใช้แบบสัมภาษณ์ แบบประเมิน เครื่องมือบันทึกอุณหภูมิ data logger และ “ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์” (Smart Cold Chain System) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา จำนวนและร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 8 คน ส่วนใหญ่มีอายุ 30-40 ปี ผ่านการอบรม มีความรู้เรื่องการบริหารจัดการวัคซีน ร้อยละ 75.0 และเป็นผู้รับผิดชอบงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค ร้อยละ 37.5 การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม พบว่า ระบบงานแบบเดิม มีเครื่องวัดอุณหภูมิแสดงค่าแบบอัตโนมัติ ตัวเลขมีขนาดเล็ก จดบันทึกข้อมูลด้วยตัวเอง ระบบงานใหม่ “ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์” ตัวเครื่องแสดงค่าอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ มองเห็นตัวเลขชัดเจน มีแอปพลิเคชั่น ตรวจสอบอุณหภูมิได้ตลอดเวลา ระบบมีการจัดเก็บข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง ระบบมีการติดตาม แจ้งเตือนผ่านไลน์กลุ่ม ระบบตรวจพบว่ามีค่าอุณหภูมิอยู่นอกช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม ได้รับการแก้ไขภายใน 20 นาที การประเมินความพึงพอใจ ผู้ใช้ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์ โดยสรุป นวัตกรรม Smart Cold Chain System สามารถนำไปใช้ได้จริง ลดภาระการทำงาน ควรมีการจัดบริการครอบคลุมทุกหน่วยงาน

คำสำคัญ: **วัคซีน; ระบบห่วงโซ่ความเย็น; ติดตาม; แจ้งเตือน; ออนไลน์**

บทนำ

วัคซีนเป็นผลิตภัณฑ์ยาชีววัตถุ ที่จัดเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจและสังคม เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมป้องกันโรคระบาดที่เป็นปัญหาสาธารณสุข[1] การจัดเก็บและกระจายวัคซีนจากผู้ผลิตถึงผู้รับบริการหรือที่เรียกว่า “ระบบลูกโซ่ความเย็น”เป็นระบบที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากวัคซีนแต่ละชนิดจำเป็นต้องอยู่ในอุณหภูมิที่เหมาะสม ทั้งขณะเก็บรักษาและขนส่งจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง[2]เพื่อรักษาให้วัคซีนนั้นคงคุณภาพอยู่ได้ ปัจจัยต่าง ๆ ทั้งความร้อน ความเย็นและแสงล้วนส่งผลต่อคุณภาพของวัคซีน วัคซีนแต่ละชนิดมีความไวแตกต่างกัน เช่น อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ความแรงของวัคซีนลดลง แต่วัคซีนบางตัวจะสูญเสียความแรงหากอยู่ในอุณหภูมิ

ที่ทำให้เกิดการแข็งตัว โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมในการจัดเก็บวัคซีนโปลิโอ (OPV) ที่ไวต่อความร้อนมากที่สุดไว้ในช่องแช่แข็ง -15 ถึง -25 องศาเซลเซียส วัคซีนเชื้อเป็นชนิดผงแห้ง ได้แก่ วัคซีนวัณโรค (BCG) วัคซีนหัด (M) และ วัคซีนรวม หัด-คางทูม-หัดเยอรมัน (MMR) ซึ่งไวต่อความร้อนรองลงมาจากวัคซีน OPV นั้น ไม่จำเป็นต้องเก็บในช่องแช่แข็ง แต่ให้เก็บในอุณหภูมิ +2 ถึง +8 องศาเซลเซียส ทั้งในระดับคลังและสถานบริการ สำหรับวัคซีนเชื้อตายได้แก่ วัคซีนไวรัสตับอักเสบ บี (HB) วัคซีนรวม คอตีบ-บาดทะยัก-ไอกรน (DTP) วัคซีนรวม คอตีบ-บาดทะยัก-ไอกรน-ไวรัสตับอักเสบบี (DTP-HB) วัคซีนรวมคอตีบ-บาดทะยัก (dT) วัคซีนไข้สมองอักเสบ เจอี (JE) และวัคซีนบาดทะยัก (T) ให้เก็บในอุณหภูมิ +2 ถึง +8 ºC เท่านั้น (ห้ามแช่แข็ง) สำหรับน้ำยาละลายวัคซีนห้ามแช่แข็งเช่นกัน[3,4]

การดำเนินงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านกลาง ได้มีการประเมินการปฏิบัติงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคในระดับหน่วยบริการ (โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล/ ศูนย์สุขภาพชุมชน (PCU)/สถานีอนามัย) ปี 2565 ด้านการบริหารจัดการวัคซีนและระบบลูกโซ่ความเย็น การให้บริการวัคซีน และการบริหารจัดการข้อมูลวัคซีน[5] พบว่า ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการปฏิบัติงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคในระดับหน่วยบริการกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุขกำหนด โดยมีการประเมินทั้งหมด 3 ตอน ผ่านการประเมิน ตอนที่ 1 ด้านการบริหารจัดการวัคซีนและระบบลูกโซ่ความเย็น และตอนที่ 2 ด้านการให้บริการวัคซีน ส่วนตอนที่ 3 ด้านการบริหารจัดการข้อมูลวัคซีน เช่น ผู้รับผิดชอบงานบริหารจัดการวัคซีนเป็นน้องใหม่ยังไม่ผ่านการอบรม เรื่องการบริหารจัดการวัคซีนและระบบลูกโซ่ความเย็น การตรวจสอบอุณหภูมิของตู้เย็น คือการติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ เพื่อแสดงค่าการบันทึกอุณหภูมิตู้เย็นโดยการจดบันทึกวันละ 2 ครั้ง ตอนเช้า เวลา 09.00 น. และตอนบ่าย เวลา 15.00 น. เพื่อให้มั่นใจวัคซีนอยู่ในอุณหภูมิที่เหมาะสมตลอดเวลา (ช่องเย็นธรรมดา +2 ถึง +8 องศาเซลเซียส ช่องแช่แข็ง -15 ถึง -25 องศาเซลเซียส) ถ้ามีระดับต่ำกว่าหรือสูงกว่าที่กำหนด ก็จะมีการตรวจสอบและปรับปุ่ม thermostat ของตู้เย็น จากวิธีการที่กล่าวมาข้างต้น การควบคุมอุณหภูมิไม่สามารถทำงานได้ตลอดเวลาเนื่องจากบางครั้ง ผู้ดูแลรับผิดชอบงานติดภารกิจ ประกอบกับวันหยุดราชการหรือหยุดนักขัตฤกษ์ ไม่มีเจ้าหน้าที่อยู่ปฏิบัติงานเวรนอกเวลา จึงไม่สามารถที่จะตรวจสอบอุณหภูมิตู้เย็นจัดเก็บวัคซีนได้ ส่งผลให้มีความเสี่ยงสูงกับการบริหารจัดการวัคซีน ที่ไม่สามารถทราบถึงอุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพวัคซีน หากเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคไม่ตระหนักถึงความสำคัญ การบริหารจัดการวัคซีนและระบบลูกโซ่ความเย็นที่ดีแล้ว จะส่งผลให้คุณภาพและประสิทธิภาพของวัคซีนที่นำไปให้บริการแก่กลุ่มเป้าหมายไม่สามารถป้องกันโรคได้ หรืออาจเกิดผลข้างเคียงและอาการไม่พึงประสงค์จากการใช้บริการวัคซีนดังกล่าวได้[4]

จากสภาพปัญหาดังกล่าว โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านกลาง จึงได้คิดค้นพัฒนานวัตกรรม “ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์” (smart cold chain system) ขึ้นภายใต้แนวคิดของ Internet of Thing คือการทำให้ระบบมีความสามารถในการเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบอินเตอร์เน็ต สามารถเข้าดูข้อมูลจากที่ใดเวลาใดก็ได้ (real time) มีการแจ้งเตือนเมื่อมีความผิดปกติของอุณหภูมิ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันท่วงที อีกทั้งระบบยังมีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลไว้บนระบบคลาวด์ (ระบบการจัดเก็บข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต) สามารถเรียกข้อมูลย้อนหลังกลับมาตรวจสอบและวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบลูกโซ่ความเย็น ก่อนการให้บริการในแต่ละครั้งได้ นอกจากนี้ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์ (smart cold chain system) ยังมีจุดเด่นของระบบที่สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ครบถ้วน ข้อมูลมีความถูกต้อง ตรงตามเวลา ตามความเป็นจริง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างนวัตกรรม เครื่องวัดอุณหภูมิตู้เย็นจัดเก็บวัคซีนแบบอัตโนมัติ “Smart

Cold Chain System" ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์ เพื่อพัฒนาระบบให้มีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูล การติดตาม การแจ้งเตือนและการวิเคราะห์ข้อมูล ตอบสนองได้ทันท่วงทีและเพื่อศึกษาอุณหภูมิตู้เย็นจัดเก็บวัคซีนของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านกลาง อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ ว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมหรือไม่

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ทำการศึกษาโดยเก็บข้อมูลย้อนหลังเพื่อศึกษาสถานการณ์ จากนั้นเป็นการสร้างเครื่องมือจากบอร์ดสำเร็จรูป "KidBright" ติดตั้งอุปกรณ์เสริมเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ออกแบบระบบการจัดเก็บ การติดตาม การแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เย็นจัดเก็บวัคซีนแบบอัตโนมัติ และการวิเคราะห์ข้อมูล กำหนดความต้องการของระบบ เขียนโปรแกรมควบคุมและกำหนดค่าการแสดงผลลัพธ์ การนำไปใช้ โดยนำตัวบอร์ดติดตั้งภายนอกของตู้เย็นแล้วตัวเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิไว้ภายในของตู้เย็นจัดเก็บวัคซีนที่ช่องเย็นธรรมดาและช่องแช่แข็ง

กลุ่มตัวอย่างคือเจ้าหน้าที่ประจำโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านกลาง จำนวน 8 คน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงจากเจ้าหน้าที่ทุกคน การจัดเก็บข้อมูลโดย (1) ข้อมูลทั่วไป (2) วัดผลโดยการศึกษาเก็บข้อมูลย้อนหลังเปรียบเทียบระบบการทำงานเดิมกับระบบการทำงานแบบใหม่ และ (3) แบบประเมินความพึงพอใจในนวัตกรรม

วัสดุ/อุปกรณ์สำหรับทำสิ่งประดิษฐ์

1.บอร์ด KidBright คือ บอร์ดสมองกลฝังตัว (embedded board) ขนาดเล็ก ที่พูดง่าย ๆ ก็คือ คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (ภาพที่ 1) ประกอบไปด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทำหน้าที่ ประมวลผล และควบคุมสั่งงานอุปกรณ์ที่ประกอบอยู่บนบอร์ด (ภาพที่ 1) ซึ่งได้แก่หน้าจอแสดงผลแบบ Matrix LED ขนาด 16×8 จุด และเซ็นเซอร์ตรวจจับพื้นฐาน ที่สามารถปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้แก่ เซ็นเซอร์วัดระดับความเข้มของแสง และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

2. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ SHT21/GY-21 พร้อมสายแพร (ภาพที่ 2)

ให้สัญญาณเป็น แบบดิจิตอลวัดอุณหภูมิได้ในช่วง -40 ถึง +125 องศาเซลเซียส

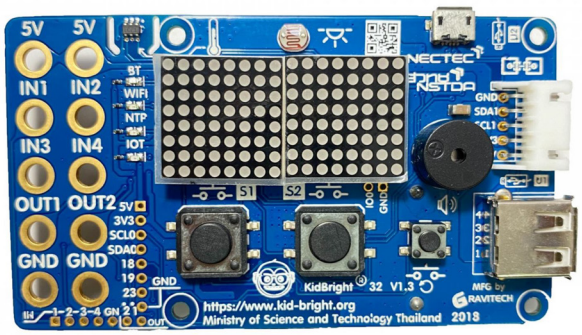
3. ชุดหัวชาร์จพร้อมสายชาร์จ micro usb ใช้ในการอัพโหลดโปรแกรมและต่อเข้าไฟบ้าน เพื่อให้ตัวบอร์ดสามารถทำงานได้ปกติ

4. คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค สำหรับการเขียนโปรแกรมการดาวน์โหลดข้อมูลเข้าสู่ตัวบอร์ด KidBright

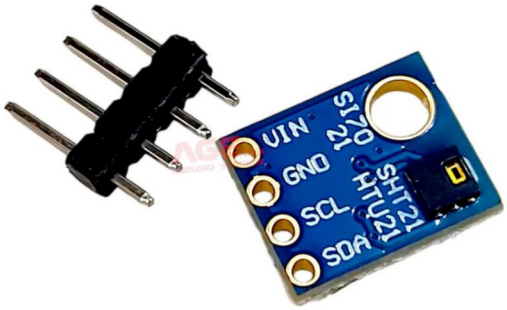
วิธีดำเนินการศึกษา

ประยุกต์ใช้วงจรเดมมิ่ง (Deming Cycle)[6] ซึ่งมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง 4 ขั้นตอน คือ PDCA (Plan, Do, Check and Act) ที่เป็นกิจกรรมพื้นฐานในการพัฒนาประสิทธิภาพและคุณภาพในการดำเนินงานขององค์กรมีขั้นตอนการพัฒนานวัตกรรม"ระบบการติดตามห่วงโซ่

ภาพที่ 1 บอร์ด KidBright



ภาพที่ 2 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ SHT21



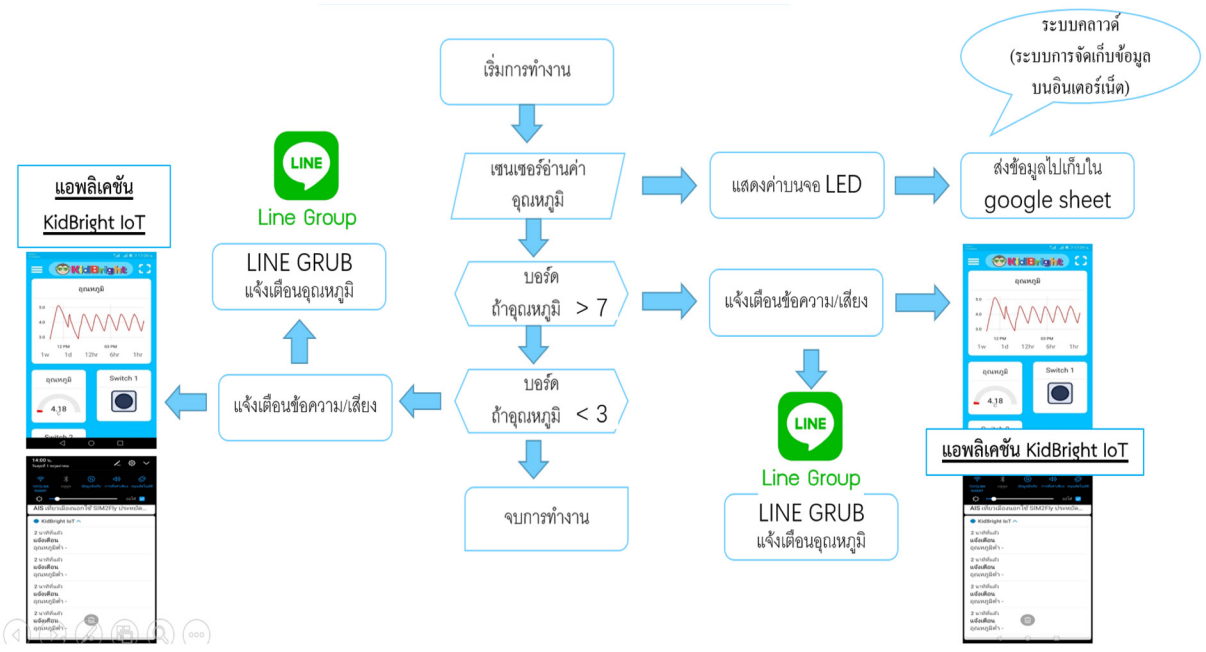
ความเย็นแบบออนไลน์"(Smart Cold Chain System)" ดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ก่อนพัฒนาโดยการทบทวนศึกษารูปแบบองค์ความรู้มาตรฐานการดำเนินงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค[5] ทบทวนระบบงานเดิมพบว่า การบันทึกอุณหภูมิตู้เย็นจัดเก็บวัคซีนใช้การบันทึกมือ วันละ 2 ครั้ง เวลา 09.00 น. และตอนบ่ายเวลา 15.00 น. บางครั้งภารกิจงานมาก การบันทึกไม่เป็นไปตามเวลาที่กำหนด วันหยุดราชการหรือหยุดนักขัตฤกษ์ไม่มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานเวรนอกเวลา จึงไม่สามารถที่จะตรวจสอบอุณหภูมิตู้เย็นได้ตลอดเวลา การกำหนดความต้องการของระบบงานใหม่ ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์ พัฒนาระบบการจัดเก็บข้อมูลให้สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ ถูกต้อง ตรงเวลา ตามความเป็นจริง มีแอพพลิเคชั่นตรวจสอบอุณหภูมิออนไลน์จากที่ใดเวลาใดก็ได้ (real time) มีระบบติดตาม การแจ้งเตือนและการวิเคราะห์ข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูลเข้าสู่อินเตอร์เน็ตออนไลน์ ซึ่งสามารถเรียกข้อมูลย้อนหลังกลับมาดูและวิเคราะห์ข้อมูลได้ อีกทั้งระบบยังสามารถแจ้งเตือนทันทีเมื่อมีอุณหภูมิผิดปกติ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันท่วงที และมีการทบทวนนวัตกรรมเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นตู้เย็นวัคซีนและระบบยาออนไลน์ที่เชื่อมโยงเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต[7] เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางการออกแบบนวัตกรรม ประยุกต์ใช้กับแบบรูปที่เป็นความต้องการของพื้นที่

2. ออกแบบอุปกรณ์ กำหนดความต้องการของระบบเขียนโปรแกรมควบคุม กำหนดค่าการแสดงผลลัพธ์ของข้อมูล และป้อนชุดคำสั่งเข้าสู่ตัวบอร์ด เพื่อให้บอร์ดพร้อมทำงาน ดังภาพที่ 3

3. การทดลองประสิทธิภาพนวัตกรรม "ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์" จะมีการติดตั้งเครื่องมือกับตู้เย็นจัดเก็บวัคซีน ตรวจสอบอุณหภูมิช่องปกติธรรมดากับช่องแช่แข็ง เพื่อประเมินนวัตกรรมโดยเปรียบเทียบระบบการทำงานกับเครื่องวัดอุณหภูมิแบบเดิม ในการทดลองครั้งแรกพบว่า ระบบการทำงานแบบเดิมต้องใช้ระบบเขียนมือ มีบุคลากรเจ้าหน้าที่ในการ

ภาพที่ 3 การทำงานของโปรแกรม ระบบติดตาม ห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์ (Smart Cold Chain System)



จัดการทั้งหมด แต่ระบบการทำงานแบบใหม่ มีระบบการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ หน้าจอ LED แสดงค่าอุณหภูมิเป็นตัวเลขมองเห็นชัดเจน ระบบติดตามและการแจ้งเตือน ระบบมีการแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิผิดปกติ มีเสียงแจ้งเตือนจากตัวเครื่องและการส่งสัญญาณ ข้อมูลการแจ้งเตือนเข้าไลน์กลุ่ม (Line notify) มีการตรวจสอบข้อมูลเรียลไทม์ผ่านแอพพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ แอปพลิเคชัน Kidbright IDE หากข้อมูลความผิดปกติก็สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงทีภายในเวลา 20 นาที

ระบบการจัดเก็บและการวิเคราะห์ข้อมูล ระบบมีการจัดเก็บข้อมูลทุก 6 ชั่วโมง ข้อมูลที่ได้ ถูกต้อง ตรงเวลาตามความเป็นจริง อีกทั้งระบบยังมีการจัดเก็บที่ดี บน Cloud service ให้บริการเก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูลที่ถูกต้องส่งเข้ามาจากระบบ สามารถแสดงผลได้หลากหลายทั้งกราฟ แผนภูมิ ข้อมูลดิบ อีกทั้งยังสามารถเรียกข้อมูลย้อนหลังกลับมาดูและวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบลูกโซ่ความเย็นก่อนการให้บริการในแต่ละครั้งได้อีก แต่เมื่อนำข้อมูลจากการจัดเก็บมาวิเคราะห์หาความเสี่ยง พบว่าห้วงเวลาของการจัดเก็บข้อมูลกว้างเกินไป อาจเกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ จึงได้มีการปรับในวงล้อที่ 2 ให้มีช่วงเวลาของการจัดเก็บข้อมูลจากทุก 6 ชั่วโมง มาเป็นจัดเก็บทุก 1 ชั่วโมง เพื่อให้สอดคล้องกับคุณภาพการบริหารจัดการวัคซีนที่ดี เมื่อมีการปรับจนระบบคงที่แล้ว ก็นำนวัตกรรมมาติดตั้งกับตู้เย็นจัดเก็บวัคซีนของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านกลาง เพื่อเปรียบเทียบการทำงานของระบบ ในช่วงเดือนมกราคม - เดือนกันยายน 2565

ประเมินประสิทธิภาพ นวัตกรรมต่อการทำงานของ “ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์” ใช้แบบประเมินความถูกต้องเหมาะสม ของการทำงานระบบงานเดิมกับระบบงานใหม่ แบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับสูง เท่ากับ 3 คะแนน ระดับปานกลาง เท่ากับ 2 คะแนน และระดับต่ำ เท่ากับ 1 คะแนน ประเมินความพึงพอใจของบุคลากรผู้ใช้นวัตกรรม “ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์” โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ประเมินระบบการทำงานแบบเดิมกับระบบการทำงานใหม่ แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้ รู้สึกพึงพอใจน้อยที่สุด เท่ากับ 1 คะแนน รู้สึกพึงพอใจน้อย เท่ากับ 2 คะแนน รู้สึกพึงพอใจปานกลางเท่ากับ 3 คะแนน รู้สึกพึงพอใจมาก เท่ากับ 4 คะแนน และรู้สึกพึงพอใจมากที่สุด เท่ากับ 5 คะแนน การนำนวัตกรรมไปเผยแพร่ใช้ในหน่วยงานที่ใกล้เคียงกัน เช่น โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านอ่าวลึกน้อย โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านหนองหลุมพอ และต่อยอดไปปรับปรุงใช้กับระบบคลังยาคุณภาพ และการเก็บข้อมูลความพึงพอใจของใช้งานเพื่อนำข้อมูลมาพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

ผลการศึกษา

การศึกษาผลการพัฒนาระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์ของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านกลาง กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ประชากรกลุ่มที่ 1 เป็นเจ้าหน้าที่ประจำโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านกลาง จำนวน 8 คน แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 8 คน ส่วนใหญ่มีอายุ 30-40 ปี ร้อยละ 37.5 ส่วนใหญ่ผ่านการอบรม มีความรู้เรื่องการบริหารจัดการวัคซีน ร้อยละ 75.0 และเป็นผู้รับผิดชอบงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค ร้อยละ 37.5

ส่วนที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพนวัตกรรมสำหรับผู้ใช้นวัตกรรม (N=8)

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพนวัตกรรมสำหรับผู้ใช้นวัตกรรม พบว่า มีผู้ใช้นวัตกรรม จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 100.0 พบว่า ระบบงานเดิม เครื่องวัดอุณหภูมิตู้เย็นจัดเก็บวัคซีน แสดงค่าตัวเลขแบบดิจิตอล แต่ตัวเลขมีขนาดเล็ก มองเห็นไม่ชัดเจนมากสุด 1 คะแนน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 62.5 รองลงมา 2 คะแนน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 37.5 ระบบการจัดเก็บใช้ระบบจดบันทึกมือ วันละ 2 ครั้ง เวลา

ตารางที่ 1 การประเมินประสิทธิภาพนวัตกรรมสำหรับผู้ใช้นวัตกรรม (n=8) แสดงค่าเป็นจำนวน (ร้อยละ)

ประเด็น	เครื่องวัดอุณหภูมิตู้เย็นจัดเก็บวัคซีน			ระบบการติดตามและแจ้งเตือน			ระบบจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล		
คะแนน	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ระบบงานเดิม	5 (62.5)	3 (37.5)	0	8 (100)	0	0	8 (100)	0	0
ระบบงานใหม่ ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์" (Smart Cold Chain System)	0	3 (37.5)	5 (62.5)	0	2 (25.0)	6 (75.0)	0	2 (25.0)	6 (75.0)

09.00 น. และตอนบ่ายเวลา 15.00 น. บางครั้ง ภาระกิจงานเยอะทำให้การจัดบันทึกไม่ทันเวลา ประกอบกับวันหยุดราชการ ไม่มีเจ้าหน้าที่อยู่ปฏิบัติงานนอกเวลา จึงไม่สามารถที่จะตรวจสอบอุณหภูมิตู้เย็นได้ทำให้ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างทันท่วงที ในส่วนของระบบงานเดิมยังขาดการติดตามและแจ้งเตือน อาจเกิดความเสี่ยงกับการบริหารจัดการวัคซีนได้ ผลจากระบบงานแบบเดิม พบว่ามีค่าอุณหภูมิอยู่นอกช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม (ช่องปกตินอกช่วง +2 ถึง +8 องศาเซลเซียสและช่องแช่แข็ง นอกช่วง -15 ถึง -25 องศาเซลเซียส) จำนวน 18 ครั้ง ตั้งแต่เดือนมกราคม - กันยายน 2565 แต่ในช่วงของเวลาอื่นเราไม่สามารถทราบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้เลย นอกจากจะมาตรวจสอบที่ตัวเครื่องอยู่ตลอดเวลาเช่นกัน ในส่วนของระบบการทำงานใหม่ ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์ (Smart Cold Chain System) เครื่องวัดอุณหภูมิการแสดงค่าอุณหภูมิตัวเลขแบบดิจิตอล หน้าจอ LED ตัวเลขมีขนาดใหญ่ มองเห็นชัดเจน มากสุด 3 คะแนน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 62.5 รองลงมา 2 คะแนน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 37.5 ระบบการติดตามและแจ้งเตือน ระบบการตรวจสอบอุณหภูมิได้ตลอดเวลา (real time) มีระบบการแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิผิดปกติ มีเสียงแจ้งเตือนจากตัวเครื่องและการส่งข้อมูลแจ้งเตือนเข้าไลน์กลุ่ม (Line notify) ทางแอปพลิเคชั่น Kidbright IDE เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถทราบข้อมูลความผิดปกติและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงที มากสุด 3 คะแนน จำนวน 6 คน (ร้อยละ 75.0) รองลงมา 2 คะแนน จำนวน 2 คน (ร้อยละ 25.0) ระบบการจัดเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ระบบมีการจัดเก็บข้อมูลแบบอัตโนมัติ บนอินเทอร์เน็ตออนไลน์ ทุก 1 ชั่วโมง ข้อมูลถูกต้อง ตรงเวลา ตามความเป็นจริง สามารถประมวลผลแสดงเป็นข้อมูลดิบ กราฟ และสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังเพื่อการวิเคราะห์ความเสี่ยงได้ ค่าคะแนนมากสุดอยู่ที่ 3 คะแนน จำนวน 6 คน (ร้อยละ 75.0) รองลงมา 2 คะแนน จำนวน 2 คน (ร้อยละ 25.0) ผลจากระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์ พบว่ามีค่าอุณหภูมิอยู่นอกช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม (ช่องปกตินอกช่วง +2 ถึง +8 องศาเซลเซียส และช่องแช่แข็ง นอกช่วง -15 ถึง -25 องศาเซลเซียส) จำนวน 48 ครั้ง ตั้งแต่เดือนมกราคม - กันยายน 2565 ทุกคนสามารถตรวจสอบความผิดปกติและได้รับการแก้ไขภายใน 20 นาที (ร้อยละ 100.0)

ส่วนที่ 3 การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรม

ระบบงานเดิม ผู้ใช้มีความพึงพอใจน้อย ระบบเดิมใช้ระบบบันทึกมือ ภารกิจงาน ต้องบันทึกข้อมูลให้ตรงตามเวลาที่กำหนด

ระบบงานใหม่ "ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์" มีความพึงพอใจสูง นวัตกรรมสามรถนำไป

ใช้ได้จริง ลดภาระงาน ลดความผิดพลาดจากการบันทึกข้อมูล นวัตกรรมมีความคุ้มค่า คุ้มทุน มีความเร้าใจ น่าใช้ โดยมีความพึงพอใจอยู่ในระดับสูงร้อยละ 100 .0 ส่วนในด้านความปลอดภัย ความเรียบง่าย ของนวัตกรรม มีความพึงพอใจ คิดเป็นร้อยละ 77.50

ผลการตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรม

การทดสอบเครื่องเทอร์โมมิเตอร์ของตู้เย็นจัดเก็บวัคซีน smart cold chain system ได้ผ่านการรับรองมาตรฐานเครื่องมือจากกองวิศวกรรมทางการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข เป็นที่เรียบร้อยแล้วผลการตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ตู้เย็นได้รับการสอบเทียบโดยเปรียบเทียบกับโพรบเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานใน ผลบันทึก STD = มาตรฐาน หน่วยภายใต้การสอบเทียบ กองวิศวกรรมการแพทย์ (ภาพที่ 4)

ภาพที่ 4 ผลการตรวจคุณภาพของนวัตกรรม Smart Cold Chain System

ผลการประเมิน

อุณหภูมิ

Setting Point °C	STD Reading °C	UUC Reading °C	Correction °C	Uncertainty ± °C	coverage factor *k*
2	1.94	1.8981	0.0419	0.60	2.00
4	3.95	3.8965	0.0535	0.60	2.00
8	8.41	8.2634	0.1466	0.60	2.00

Note: STD = standard; UUC: unit under calibration

วิจารณ์

จากผลการวิจัย นวัตกรรม“ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์” (Smart Cold Chain System) พบมีการสร้างเครื่องมือตรวจวัดอุณหภูมิตู้เย็นจัดเก็บวัคซีนแบบอัตโนมัติ มีการติดตั้งเครื่องมือที่ตู้เย็นจัดเก็บวัคซีนช่องเย็นธรรมดา ค่าอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (+2 ถึง +8 องศาเซลเซียส) และช่องแช่แข็ง ค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (-15 ถึง -25 องศาเซลเซียส) นวัตกรรม “ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์” มีความเหมาะสมในการตรวจสอบ ติดตามอุณหภูมิของตู้เย็นจัดเก็บวัคซีน ระบบมีการจัดเก็บข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง แสดงค่าอุณหภูมิได้ตลอดเวลาแบบเรียลไทม์ ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้อง ตรงเวลา ตามความเป็นจริง ระบบการแจ้งเตือนผ่านตัวเครื่อง มีหน้าจอ LED แสดงค่าอุณหภูมิเป็นตัวเลขมองเห็นชัดเจน ระบบมีการแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิผิดปกติจากตัวเครื่อง มีการส่งข้อมูลเข้าทางไลน์กลุ่ม (Line notify) เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถทราบข้อมูลความผิดปกติและแก้ไขปัญหาได้อย่างทันท่วงที มีการตรวจสอบข้อมูลเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ อีกทั้งระบบยังมีการจัดเก็บที่ดี มี Cloud service ให้บริการเก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูลที่ถูกส่งเข้ามาจากระบบ มีการแสดงผลได้หลากหลายทั้งกราฟ แผนภูมิ ข้อมูลดิบ อีกทั้งยังสามารถเรียกข้อมูลย้อนหลังกลับมาดูและวิเคราะห์ความเสี่ยงของวัคซีนก่อนการให้บริการในแต่ละครั้งได้อีก ผลจาก “ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์” พบว่า มีค่าอุณหภูมิอยู่นอกช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม (ช่องปกตินอกช่วง +2 ถึง +8 องศาเซลเซียสและช่องแช่แข็ง นอกช่วง -15 ถึง -25 องศาเซลเซียส) จำนวน 48 ครั้ง ช่วงเดือนมกราคม - กันยายน 2565 ทุกคนสามารถตรวจสอบความผิดปกติและได้รับการแก้ไขภายใน 20 นาที คิดเป็นร้อยละ 100.0

ความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรม “ระบบการติดตาม

ห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์” กลุ่มตัวอย่างมีความพึง-พอใจต่อการใช้กล่าวคือนวัตกรรมสามารถนำไปใช้ได้จริง ลดภาระงาน ลดความผิดพลาดจากการบันทึกข้อมูล นวัตกรรมมีความคุ้มค่า คุ้มทุน มีความเร้าใจ น่าใช้ มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน มีประโยชน์และมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า มีประสิทธิภาพไม่ฟุ่มเฟือย คิดเป็นร้อยละ 100.0 เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน มีเวลาในการปฏิบัติงานส่วนอื่นได้เพิ่มมากขึ้น ในส่วนของความปลอดภัยและความสวยงาม เรียบง่าย ยังต้องมีการปรับปรุงในบางส่วน จากการค้นพบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า

การพัฒนานวัตกรรม เครื่องวัดอุณหภูมิตู้เย็นจัดเก็บวัคซีนแบบอัตโนมัติ “SMART Cold chain system” ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์ เพื่อพัฒนาระบบให้มีความสามารถตอบสนองได้ทันท่วงทีและเพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงาน ของนวัตกรรม โดยใช้วงจร PDSA (Plan-Do-Study-Act) เป็นเครื่องมือในการพัฒนาคุณภาพด้วยการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้รับผิดชอบงานและผู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. การวางแผน (Plan) เป็นการหาองค์ประกอบของปัญหาโดยวิธีการระดมความคิด การเลือก หาสาเหตุและหาวิธีแก้ปัญหา ซึ่งจะใช้เทคนิคผังแสดงเหตุและผลหรือผังก้างปลาและการระดมสมอง

2. การปฏิบัติตามแผน (Do) เป็นการลงมือตามแผนปฏิบัติที่กำหนดไว้ในแผนงาน

3. การศึกษาหรือตรวจสอบ (Study) เป็นการวัดผลดูว่าเมื่อปฏิบัติตามแผนแล้วผลลัพธ์เป็นอย่างไร

4. การดำเนินการให้เหมาะสม (Act) เป็นการนำเอาผลจากขั้นตอนการศึกษามาดำเนินการปฏิบัติให้เหมาะ-สมหรือเป็นมาตรฐานต่อไป กรณีไม่เป็นตามแผนที่ตั้งไว้ให้เอาข้อมูลที่รวบรวมไว้มาวิเคราะห์และพิจารณาว่าควรทำอย่างไรต่อไป เป็นวงจรอย่างนี้เรื่อย ๆ จนกว่าจะสำเร็จเป้าหมายที่ตั้งไว้

จากการพัฒนานวัตกรรมและการใช้นวัตกรรม “ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์” (Smart Cold Chain System) ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมนี้มีระบบการทำงานที่ดี มีความความเหมาะสมในการตรวจสอบ ติดตาม ค่าของอุณหภูมิตู้เย็นจัดเก็บวัคซีน ระบบมีการติดตามแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิมีความผิดปกติ อีกทั้งระบบยังมีความสามารถในการจัดเก็บที่ดี สามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังเพื่อการวิเคราะห์ความเสี่ยงก่อนการให้บริการในแต่ละครั้งได้อีก ในส่วนของผลการประเมินความพึงพอใจ ผู้ใช้นวัตกรรมมีความพึงพอใจสูงมาก เนื่องจากนวัตกรรมสามารถนำไปใช้ได้จริง ลดภาระงาน ลดความผิดพลาดจากการบันทึกข้อมูล นวัตกรรมมีความคุ้มค่า คุ้มทุน มีความเร้าใจ น่าใช้ ในส่วนของความ-ปลอดภัยและความสวยงาม เรียบง่าย ของชิ้นงาน ควรมีการปรับปรุงพัฒนาต่อ เพื่อให้ตัวบอร์ดมีความปลอดภัยมิดชิดและไม่ให้เกิดความเสียหายกับระบบ ปัจจัยความ-สำเร็จของการพัฒนางานในครั้งนี้ การสะท้อนปัญหาจากผู้รับผิดชอบงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ให้ปัญหานั้นได้รับการแก้ไข ปรับปรุง พัฒนา การสร้างเสริมพลัง ให้แก่ทีม ทำให้เกิดความรู้สึกถึงการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการ อีกทั้งผู้บริหารยังเห็นความสำคัญ คอยอำนวยความสะดวกทำให้นวัตกรรม “ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์” สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ข้อเสนอแนะ

1. ตัวนวัตกรรมยังมีข้อจำกัดในเรื่องของการจัดเก็บข้อมูลว่าจะต้องมีการเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเตอร์เน็ตเท่านั้น ควรเพิ่มระบบจัดเก็บแบบออฟไลน์

2. ควรมีการเก็บข้อมูลความพึงพอใจของผู้ใช้นวัตกรรมและผู้ที่เกี่ยวข้อง เป็นระยะ เพื่อนำข้อมูลมาพัฒนางานให้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

3. การนำนวัตกรรม “ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์” (Smart Cold Chain System) ไปเผยแพร่และนำไปใช้ในหน่วยงานที่ใกล้เคียงกันคลอบคลุมในระดับอำเภอและจังหวัดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ช่วยแนะนำและชี้แนะแนวทางในการจัดทำนวัตกรรม“ระบบการติดตามห่วงโซ่ความเย็นแบบออนไลน์” (Smart Cold Chain System) ขอบคุณอาจารย์เอกรัตน์ มัจฉากุล ช่างเทคนิคผู้เขียนโปรมแกรมและผลิตเครื่องมือตรวจวัดอุณหภูมิ ผู้อำนวยการกองวิศวกรรมทางการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข อำนวยความสะดวกในเรื่องการสอบเทียบเครื่อง รวมถึงขอบคุณทีมสุขภาพ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านกลางและเครือข่ายบริการสุขภาพอำเภออ่าวลึก ที่ทำให้เกิดนวัตกรรมชิ้นนี้ขึ้นมา เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและเพิ่มศักยภาพการทำงานของเจ้าหน้าที่ ดูแลสุขภาพของประชาชน

เอกสารอ้างอิง

1. ธีรนารถ จิวะไพศาลพงศ์, ประภัสสร ธนะผลเลิศ. การเขียนรายการอ้างอิงในเอกสารตำราวัคซีน สมาคมโรคติดเชื้อในเด็กแห่งประเทศไทย [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [สืบค้นเมื่อ 15 มี.ค.2565]. แหล่งข้อมูล: http://pidst.or.th/userfiles/65_ระบบการควบคุมกำกับวัคซีน.pdf
2. ลิขิต กิจขุนทด, อนุพันธ์ สุวรรณพันธ์. การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการวัคซีนและระบบลูกโซ่ความเย็นในเครือข่ายหน่วยบริการปฐมภูมิ อำเภอสำโรงทาบ จังหวัดสุรินทร์. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น 2558; 22(2):63-74.
3. สถาบันวัคซีนแห่งชาติ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. หลักสูตรเชิงปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่สร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค 2555. นนทบุรี: สถาบันวัคซีนแห่งชาติ; 2555.
4. กองโรคป้องกันด้วยวัคซีน กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. ตำราวัคซีนและการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค พ.ศ.2562; กรุงเทพมหานคร: เวิร์คพริ้นติ้ง; 2562.
5. สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. มาตรฐานการดำเนินงานด้านคลังและการเก็บรักษาวัคซีน. [อินเทอร์เน็ต].2565 [สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ก.พ.2565]. แหล่งข้อมูล: http://www.govesite.com/uploads/20171115 1101589sMwKjB/store/20171204141416gvWa8JY.pdf
6. ณัฏฐ์ณพัชร์ อ่อนตาม. เทคนิคการบริหารงานแบบ PDCA (Deming Cycle) PDA (Deming Cycle) management techniques. วารสารสมาคมพัฒนาวิชาชีพการบริหารการศึกษาแห่งประเทศไทย 2562:1(3):40-6.
7. วทัญญู เหล็บหนู. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นตู้เย็นวัคซีนและระบบยาออนไลน์ [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 15 ม.ค. 2565]. แหล่งข้อมูล: https://www.sph.go.th/images/cqi/14.pdf

Abstract: Innovative Online Cold Chain Tracking System (Smart Cold Chain System)

Weena Matchakool, B.Sc. (Public Health)

Ban Klang Subdistrict Health Promoting Hospital, Ao Luek District, Krabi Province, Thailand

Journal of Health Science 2023;32(6):1152-61.

Good and efficient vaccine management and cold chain system are extremely important to maintain the quality of the vaccine. If there is a problem in the system, it may result in the deterioration of vaccine quality. The objective of this study was to create an automatic data collection, tracking, notification and analysis system for vaccine, and to study the appropriateness of the temperature of vaccine storage refrigerators at Ban Klang Subdistrict Health Promoting Hospital, Ao Luek District, Krabi Province. It was conducted as an action research. Data were collected from staff in the service unit during the months of January - September 2022 using interviews, assessment forms, temperature recording tools, data loggers, and the "Smart Cold Chain System" (online cold chain monitoring system). The data were analyzed using descriptive statistics: number and percentage. It was found that: (1) general information: the sample group consisted of 8 people, 75% of whom were 30-40 years old, who had completed training, had knowledge about vaccine management; and 37.5% of them were responsible for immunization work. (2) Evaluation of innovation efficiency found that the traditional work system utilyzed a thermometer that showed the values automatically with small numbers. Staff had to record the data by themselves. As for the new system: "Online Cold Chain Tracking System" (Smart Cold Chain System), the unit showed the temperature values automatically with clearly visible numbers. The temperature could be check at any time, and data were stored every 1 hour. The system has tracking function through Line group notification. If temperature value was at outside the appropriate temperature range, it would be resolved within 20 minutes. (3) Satisfaction assessment: Users of the online cold chain tracking system were satisfied with the SMART Cold Chain System. Thus, this innovation should be put into practice to reduce work load; and the services should be provided to cover all departments.

Keywords: vaccine; cold chain system; monitoring; alert; online