

การพัฒนาชุดสาธิตการแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟน ด้วยแอปพลิเคชันอินเวนเตอร์

The development of demonstration kit for intramuscular injection needle display via smartphone inventor application

วาสนา เกษมสินธ์^{1*} และ จุลศักดิ์ โยลัย¹
Wassana Kasemsin^{1*} and Julasak Yolai¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนา 2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานชุดสาธิตการแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนด้วยแอปพลิเคชันอินเวนเตอร์ ซึ่งเป็นการพัฒนาชุดสาธิตที่มีอยู่เดิม โดยประยุกต์ใช้ผ้านำไฟฟ้าเป็นเซนเซอร์ตรวจจับการแทงเข็มฉีดยาแต่ละจุด ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเอวีอาร์ในการประมวลผลการทำงาน ประกอบเข้ากับหุ่นไฟเบอร์ครีตตัวชาย ตัดคอ มีแขนติดตั้งบนฐานที่สามารถปรับความสูง-ต่ำได้ ชุดสาธิตฯ สามารถแสดงผลของการแทงเข็มด้วยหลอดแอลอีดี และสามารถแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้ด้วยเทคโนโลยีบลูทูธ ผลการวิจัยพบว่า ความคล้อยทางกายวิภาคศาสตร์ อยู่ในระดับมากค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 (คะแนนเต็ม 5.00) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.17 ประสิทธิภาพด้านความเที่ยงตรงของการแสดงผลด้วยแอลอีดี การเตือนด้วยเสียง และการแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ คิดเป็นร้อยละ 100 ความพึงพอใจของผู้นำไปใช้งาน มีความพึงพอใจระดับมากค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ชุดสาธิตการแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟน ด้วยแอปพลิเคชันอินเวนเตอร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริงและสามารถนำไปใช้กับการเรียนการสอนในหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาวิทยาลัราชภัฏสกลนคร ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องได้

คำสำคัญ: เข็มฉีดยา เซ็นเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน แอปพลิเคชันอินเวนเตอร์

Abstract

This research aimed to 1) develop 2) test the efficiency and 3) study the user satisfaction with the demonstration kit for intramuscular injection needle display via smartphone works by the inventor application which was the development of an existing demonstration set by using conductive fabric as a needle-detecting sensor at each point and AVR microcontrollers for processing combined with half-fiber fiber mannequins, neck-cut, with arms mounted on the base that could be adjusted the height. The demonstration set could display the result of needle

¹ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร สกลนคร 47000

¹ Faculty of Industrial Technology, Sakon Nakhon Rajaphat University, Sakon Nakhon 47000

* Corresponding author. E-mail: wassana_kasemsin@hotmail.com

Received: March 31, 2020; Revised: May 27, 2020; Accepted: June 2, 2020

stabbing with LED (Light Emitting Diode) and could be displayed via a smartphone in the Android operating system with Bluetooth technology. The results showed that anatomical resemblance had a high level of satisfaction with mean value 4.36 (Full score is 5.00) and the standard deviation was 0.17. The LED display, sound alarm and the smartphone display in the Android operating system were 100 percent accuracy and had a high satisfaction score with mean value 4.36 and the standard deviation was 0.55. This developed demonstration kit can be assessed and applied in the public health program at Sakon Nakhon Rajabhat University.

Keywords: injection needle, sensor, microcontroller, Arduino, inventor application

บทนำ

รัฐบาลมีนโยบายที่จะขับเคลื่อนเศรษฐกิจประเทศไทยให้เป็นไปตามกลไกที่เหมาะสมเข้ากับยุคสมัย โดยเฉพาะเรื่องของเทคโนโลยี (Kovindha, 2017) กล่าวว่าในโลกปัจจุบันเทคโนโลยีได้แทรกซึมเข้าไปสู่ทุกกิจกรรมในชีวิตประจำวันของมนุษย์ และการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการ ที่อาจเป็นการปรับใช้ของเดิมเพื่อการใช้งานในรูปแบบใหม่ หรือการใช้เทคโนโลยีที่เป็นของใหม่ และส่งผลให้เกิดการเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างก้าวกระโดด ทางด้านผลิตภัณฑ์ กระบวนการทำงาน รวมถึงเครื่องมือทางการแพทย์ เป็นต้น การประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมรูปแบบของบอร์ด AVR ที่มีบทบาทอย่างมากในการขับเคลื่อนด้านนวัตกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านยานยนต์ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านพลังงาน และด้านการแพทย์ ซึ่งในด้านการแพทย์ นั้น (Boonnuddar, 2016) ได้นำบอร์ด AVR ไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการแจ้งเตือนและติดตามการรับประทานยาของผู้ป่วยผ่านระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์โดยใช้บอร์ดอาดูโนและเซ็นเซอร์ และหลอดเซลล์ในการตรวจสอบการรับประทานยาโดยใช้หลักการตรวจสอบจากน้ำหนักของยาที่รับประทานซึ่งทำให้ผู้ดูแลผู้ป่วยสามารถได้รับข้อมูลการรับประทานยาที่

ถูกต้องและช่วยให้ผู้ป่วยได้รับประทานยาตรงตามเวลาที่เหมาะสม อีกทั้ง (Joampak, 2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องนับเม็ดยาที่ได้นำไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO ต่อร่วมกับเซ็นเซอร์เพื่อทำการอ่านค่าของเม็ดยาที่ผ่านช่องการไหลแบบสามเหลี่ยม

ในสถาบันการศึกษาที่มีการเรียนการสอน ทางด้านการแพทย์ต้องมีการฝึกปฏิบัติการฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อให้กับนักศึกษาซึ่ง (Ekknithiset, 2017) กล่าวถึงกล้ามเนื้อว่าเป็นระบบที่ประกอบขึ้นด้วยเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อเป็นก้อนเส้นใย (fiber) ที่ยืดและหดได้ ซึ่งกล้ามเนื้อในคนนั้นมีประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหนักตัว โดยกล้ามเนื้อจะทำงานร่วมกับกระดูก เอ็น ข้อต่อ และระบบประสาทจึงทำให้ร่างกายเคลื่อนไหวได้ และช่วยให้มีการเคลื่อนไหวของอวัยวะภายในด้วย และกล้ามเนื้อเป็นที่เก็บสะสมโปรตีนและเป็นตัวกำหนดรูปร่าง รูปทรงภายนอก ทรวดทรงของมนุษย์ด้วยส่วนหนึ่ง (Nakhon Pathom Rajabhat University, 2017; Wontaisong, 2017) กล่าวถึงการฉีดยาว่าเป็นการให้ยาในรูปแบบสารละลายเข้าสู่เนื้อเยื่อหรือหลอดเลือด หลักระบาดวิทยาปัจจุบันใช้หุ่นจำลองต้นแขนที่นำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูง จำนวนไม่เพียงพอต่อการฝึกของนักศึกษา อีกทั้งในการฝึกนั้นทำให้หุ่นจำลองเกิดการชำรุด ส่งผลให้การฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับการฉีดยา

นั้นทำได้ไม่เต็มที่ (Berman, Snyder, Kozier, & Erb, 2012; Potter, Perry, Stockert, & Hall, 2012) ได้กล่าวว่าการจิตยานั้นเป็นการปฏิบัติที่พยาบาลต้องใช้ความสามารถ และมีความสำคัญต่อความปลอดภัยของผู้ป่วยที่นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติจริง ซึ่งต้องใช้ทักษะการฝึกฝน และความชำนาญเฉพาะบุคคล เพื่อความถูกต้องแม่นยำ ในการจิตยาโดยขาดความชำนาญนั้น อาจก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนและเป็นอันตรายต่อผู้ป่วยได้ เช่น เป็นอันตรายต่อเส้นประสาท ทำให้เนื้อเยื่อเปลี่ยนแปลง และก่อให้เกิดการติดเชื้อ ดังนั้นการฝึกปฏิบัติการจิตยาเข้ากล้ามเนื้อของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ จ.อยุธยา เป็นแหล่งฝึกที่ดี ทำให้ได้ฝึกทดลองการจิตยาผ่านเข้าทางกล้ามเนื้อเทียม ในการฝึกในปัจจุบันนั้นจะใช้หุ่นจำลองต้นแขน ซึ่งการฝึกแทงเข็มจิตยาเข้ากล้ามเนื้อโดยไม่มีการปล่อยน้ำยานั้นมีความจำเป็นอย่างมากต่อการฝึกการแทงเข็มจิตยา การจิตยาหรือการฝึกการแทงเข็มผู้ปฏิบัติจะต้องมีทักษะและความแม่นยำในการแทงเข็มจิตยาเข้าชั้นกล้ามเนื้อ ในกรณีที่มีการปล่อยน้ำยานั้น ยาที่ถูกฉีดเข้าไปจะถูกดูดซึมเร็วกว่าการฉีดเข้าชั้นใต้ผิวหนัง เนื่องจากชั้นของกล้ามเนื้อจะมีหลอดเลือดเลี้ยงที่มากกว่าชั้นใต้ผิวหนัง ถ้าทำการจิตยาเข้ากล้ามเนื้อลึกเกินไปจะมีโอกาสที่จะเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อน้อยกว่าการจิตยาเข้ากล้ามเนื้อชั้นตื้น แต่มีความเสี่ยงที่ปลายเข็มจะไปโดนหลอดเลือดมีมากกว่า

จากข้อมูลและแนวคิดข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษา ที่จะพัฒนาชุดสาธิตการแทงเข็มจิตยาเข้ากล้ามเนื้อที่สามารถแสดงผลผ่านสมาร์ตโฟน ด้วยการประยุกต์ใช้แอปพลิเคชันอินเวนเตอร์ โดยในการพัฒนาครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่

สามารถหาได้ภายในประเทศ อีกทั้งการพัฒนาดังกล่าวจะใช้เพื่อเป็นแนวทางให้นักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิตวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ได้ใช้ในการฝึกทักษะการปฏิบัติการพยาบาลเกี่ยวกับการแทงเข็มจิตยาเข้ากล้ามเนื้อเนื้อต้นแขนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น Craven, Hirnle, & Jensen (2000) และ Malkin (2008) กล่าวว่าเนื้อหาบางส่วนของรายวิชาการปฐมพยาบาลเบื้องต้นนั้นผู้เรียนต้องมีความรู้เกี่ยวกับขนาดของยาที่ใช้ อุปกรณ์ที่ใช้ในการให้ยา เทคนิคการให้ยาและตำแหน่งที่เหมาะสมในการจิตยาเข้ากล้ามเนื้อไม่ว่าจะเป็นบริเวณหัวไหล่ สะโพก หรือ ต้นขาเด็กเล็ก ทั้งนี้ยังสามารถนำมาใช้ทดแทนการใช้ชุดสาธิตราคาแพงที่นำเข้าจากต่างประเทศ อันจะนำไปสู่การพัฒนาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิตวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ให้มีทักษะการปฏิบัติการพยาบาลการแทงเข็มจิตยาเข้ากล้ามเนื้อ ที่ถูกต้องแม่นยำ สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom (1956) ได้กล่าวไว้ว่า การใช้ชุดฝึกจิตยาทางกล้ามเนื้อจะช่วยให้ นักศึกษามีพัฒนาการทางด้านทักษะความชำนาญมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อความปลอดภัยแก่ผู้รับบริการ และชุดฝึกที่พัฒนาขึ้นนี้ยังสามารถนำมาใช้เป็นต้นแบบของการพัฒนาชุดฝึกทักษะการแทงเข็มจิตยาเข้ากล้ามเนื้อของจุดต่างๆ ในร่างกายต่อไป

วิธีการศึกษา

1. การออกแบบส่วนของโครงสร้าง

1.1 โครงสร้างของชุดสาธิตการแทงเข็มจิตยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่านสมาร์ตโฟนด้วยแอปพลิเคชันอินเวนเตอร์นั้นได้นำหุ่นไฟเบอร์ครึ่งตัวชาย ตัดคอ มีแขน

มาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งหุ่นดังกล่าวมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับเพศชาย น้ำหนักเบา ภายในกลวง จึงทำให้ตัดหรือเจาะเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ได้ง่าย และแขนทั้งสองข้างสามารถถอดออกจากตัวหุ่นได้

1.2 ออกแบบและสร้างฐานในการติดตั้งหุ่นนั้น ก่อนทำการสร้างจริงคณะผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ จากนั้นทำการสร้างตามการออกแบบ ใช้เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2×2 เซนติเมตร นำมาตัดให้ได้ความยาวขนาด 50 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน ความยาวขนาด 30 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน ความยาวขนาด 15 เซนติเมตร จำนวน 1 ท่อน ความยาวขนาด 41.20 เซนติเมตร จำนวน 1 ท่อน และนำเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสความยาวขนาด 1.80×1.80 เซนติเมตร และความยาวขนาด 43.50 เซนติเมตร จำนวน 1 ท่อน นำเหล็กแผ่นที่มีความหนาขนาด 0.50 เซนติเมตร มาตัดทำเป็นแผ่นเพลทให้มีความกว้างขนาด 12 เซนติเมตร และความยาวขนาด 12.50 เซนติเมตร เพื่อใช้ยึดระหว่างตัวหุ่นกับโครงสร้างฐาน จากนั้นนำเหล็กที่ตัดแต่ละขนาดมาทำการเชื่อมเพื่อทำเป็นโครงสร้างตามการออกแบบ จากนั้นทำการประกอบเข้ากับหุ่นไฟเบอร์ครั้งตัวชาย ตัดคอ มีแขน แสดงใน (Figure 1)

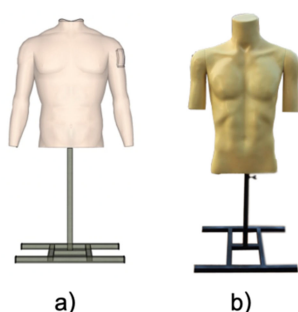


Figure 1 a) Designing with software packages, b) Creating an actual work pieces.

1.3 ทำการตัดและเจาะจุดต่างๆ ของหุ่น เพื่อติดตั้งอุปกรณ์ ซึ่งบริเวณส่วนบนของคอใช้สำหรับติดตั้งสวิตช์เปิด-ปิดการทำงานของชุดสาธิตฯ และหน้าจอแสดงผลของปริมาณแบตเตอรี่ที่ใช้ บริเวณต้นแขนด้านซ้ายใช้ติดตั้งชุดเซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจสอบสำหรับการแทงเข็มฉีดยา บริเวณหน้าอกด้านซ้ายติดตั้งหลอด LED เพื่อแสดงผลการแทงเข็มฉีดยาในแต่ละครั้ง ด้านหลังของหุ่นทำการตัดเป็นช่องที่มีความกว้าง 14 เซนติเมตร และความยาว 16 เซนติเมตร ให้สามารถเปิด-ปิดได้ เพื่อใช้สำหรับการติดตั้งวงจรควบคุม แบตเตอรี่ ใ้ภายในตัวหุ่น และบริเวณสะโพกด้านซ้ายของหุ่นติดตั้งจุดชาร์ตแบตเตอรี่ แสดงจำนวน 1 จุด แสดงใน (Figure 2)

2. การออกแบบส่วนของเซ็นเซอร์จุดแทงเข็มฉีดยา

2.1 ทำการออกแบบเซ็นเซอร์ของจุดแทงเข็มฉีดยา เขากล้ามเนื้อ ซึ่งชุดสาธิตฯ นี้ จะใช้กล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่ เป็นจุดที่ใช้ในการแทงเข็มฉีดยา โดยได้ทำการกำหนดระยะความห่างของการวางตำแหน่งของผ้านำไฟฟ้า โดยที่ผ้านำไฟฟ้างดกล่าวจะทำหน้าที่เป็นเซ็นเซอร์ให้กับชุดสาธิตฯ ที่สร้างขึ้น ชั้นของการวางผ้านำไฟฟ้าทั้งหมด 5 ชั้น ประกอบด้วย ชั้น 0 ชั้น 1 ชั้น 2 ชั้น 3 และชั้น 4 แสดงใน (Figure 3)

2.2 ทำการตัดผ้านำไฟฟ้าตามการออกแบบ เพื่อใช้เป็นเซ็นเซอร์ โดยมีขนาดความกว้าง 5 เซนติเมตร ขนาดความยาว 9 เซนติเมตร จำนวน 4 ชั้น และขนาดความกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร จำนวน 1 ชั้น โดยแต่ละชั้นจะถูกเชื่อมต่อด้วยสายไฟ เพื่อนำมาใช้งาน หลังจากการหล่อจุดแทงเข็มฉีดยารวมเข้าด้วยกัน แสดงใน (Figure 4)

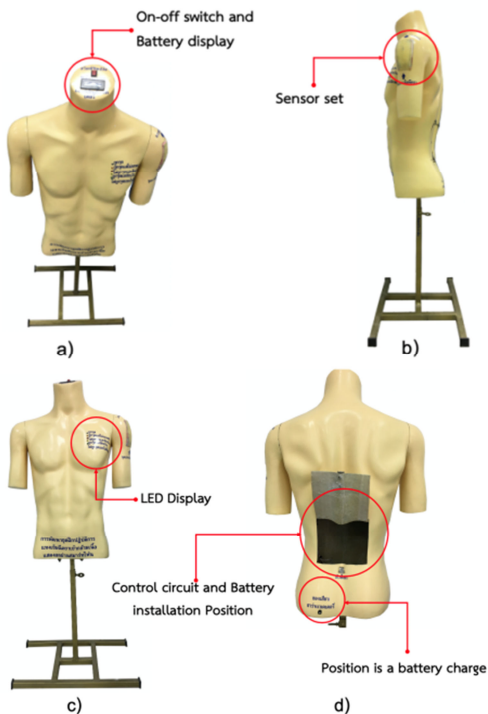


Figure 2 The positions of the installation equipment a) on-off switch and battery display, b) Sensor set, c) LED Display, d) Control circuit and positions for battery installation and a battery charger.

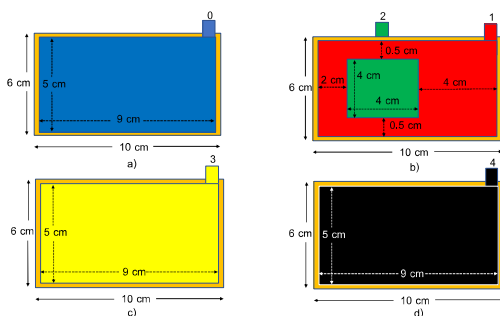


Figure 3 The layers of conductive fabric laying a) Layer 0, b) Layer 1, 2, c) Layer 3 and d) Layer 4.

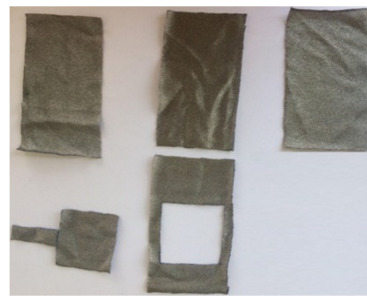


Figure 4 The sizes of the conductive fabrics.

2.3 การสร้างจุดแทงเข็มฉีดยาเพื่อติดตั้งบริเวณหัวไหล่ของหุ่นนั้นจะใช้ยางซิลิโคน RTV2-230MW พร้อมตัวเร่งการแข็งตัว RTV2-230MW ผสมในอัตราส่วน 100:2 กรัม พร้อมกับการผสมกับสีผสมยางซิลิโคน 2 สีประกอบด้วย สีเหลืองและสีแดง โดยในการผสมสีนั้นสามารถผสมได้ทั้งในตัวเร่งการแข็งตัวและยางซิลิโคนซึ่งจะไม่มีผลต่อการใช้งานยางซิลิโคนแต่อย่างใด เมื่อทำการผสมเรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปนำยางซิลิโคนที่ผสมกับตัวเร่งการแข็งตัวลงในบล็อกดินน้ำมันที่เตรียมไว้ที่มีความหนา 0.50 เซนติเมตร เพื่อเป็นชั้นนอกสุด (Figure 5a) รอให้ซิลิโคนเซตตัว จากนั้นทำการวางผ้านำไฟฟ้าชั้นที่ 0 ลงไป (Figure 5b) แล้วเททับด้วยยางซิลิโคนที่มีความหนา 1.00 เซนติเมตร รอให้ซิลิโคนเซตตัวแล้ววางผ้านำไฟฟ้าชั้นที่ 1 ลง (Figure 5c) เททับด้วยยางซิลิโคนที่มีความหนา 1.50 เซนติเมตร รอให้ซิลิโคนเซตตัวแล้ววางผ้านำไฟฟ้าชั้นที่ 2 (Figure 5d) เททับด้วยยางซิลิโคนที่มีความหนา 1.00 เซนติเมตร รอให้ซิลิโคนเซตตัวแล้ววางผ้านำไฟฟ้าชั้นที่ 3 (Figure 5d) เททับด้วยยางซิลิโคนที่มีความหนา 0.50 เซนติเมตร รอให้ซิลิโคนเซตตัว (Figure 5e) จากนั้นทำการเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับผ้านำไฟฟ้าในทุกๆ ชั้น พร้อมบัดกรีปลายสายไฟเข้ากับหัวต่อ USB จากนั้นเทยางซิลิโคนที่ผสมแล้วลง

เพื่อปิดจุดเชื่อมต่อสายไฟ (Figure 5f) จะได้จุดแทงเข็มฉีดยาที่พร้อมนำไปใช้ประกอบเข้ากับแขนหุ่นและชุดควบคุมต่อไป (Figure 6)

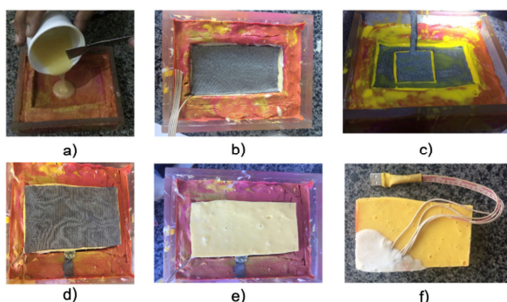


Figure 5 Creating a needle stabbing point.



Figure 6 Intramuscular injection needle kit.

3. การออกแบบและสร้างวงจรควบคุม

ในการออกแบบและสร้างชุดสถานีการแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนด้วยแอปพลิเคชันอินเวนเตอร์ ประกอบไปด้วยเซนเซอร์ (Figure 6) การแสดงผลที่ตัวหุ่นด้วยแอลอีดี ระบบเสียงเตือน โมดูลบลูทูธ (Bluetooth module) และแหล่งจ่ายไฟ (power supply) วงจรและอุปกรณ์ทั้งหมดนี้ จะใช้บอร์ดอาดูโน ยูโน อาร์ 3 (Arduino UNO R3 board) เพื่อควบคุมการทำงาน โดยได้ออกแบบวงจรควบคุม แสดงใน (Figure 7)

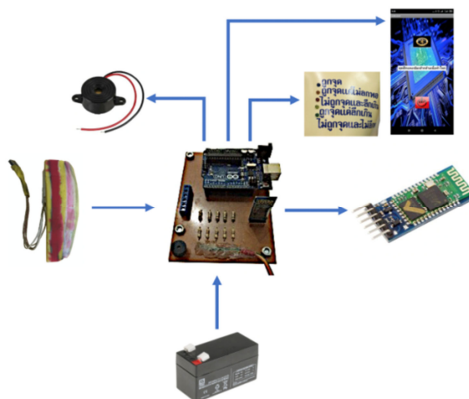


Figure 7 Block diagram illustrating demo set with the smartphone application.

3.1 การออกแบบวงจรควบคุม

การออกแบบวงจรควบคุมนี้คณะผู้วิจัยได้ออกแบบโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สำหรับการออกแบบวงจร โดยทำการสร้างครีเมทริกซ์เพื่อเป็นการกำหนดการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบเป็นวงจร (Figure 8a) ต่อมาสร้างลายวงจรพิมพ์จากครีเมทริกซ์ที่สร้างขึ้น (Figure 8b) เมื่อได้ลายวงจรพิมพ์แล้วนำไปสร้างเป็นแผ่นวงจรพิมพ์และทำการติดตั้งอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ที่สร้างขึ้นตามการออกแบบ (Figure 8c)

3.2 การออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการทำงาน

ในการออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาชุดสถานีการแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนด้วยแอปพลิเคชันอินเวนเตอร์ ดำเนินการตามเงื่อนไข แสดงใน (Table 1)

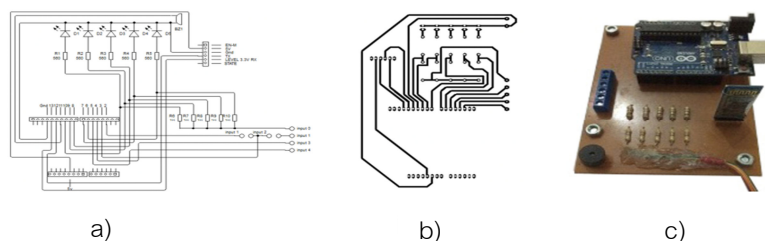


Figure 8 a) Schematic diagram b) Circuit and c) Installing the equipment into the circuit board.

Table 1 Defining working conditions of the development of demonstration kit for intramuscular injection needle display via smartphone works by the inventor application.

case of stabbing the needle	LED display	sound alerts	show results via smartphone
correct	green	no warning	ถูกจุด
correct, but not deep enough	yellow	warning	ถูกจุดแต่ไม่ลึกพอ
incorrect and deep enough	blue	warning	ไม่ถูกจุดและไม่ลึกพอ
correct, but too deep	orange	warning	ถูกจุดแต่ลึกเกิน
incorrect and too deep	red	warning	ไม่ถูกจุดและลึกเกิน

จากนั้นทำการสร้างโปรเจกต์และเขียนโปรแกรมบนเว็บเบรเวร์เซอร์ที่สามารถเชื่อมต่อไปยัง App inventor servers เมื่อได้โปรแกรมแล้ว นำมาทดสอบกับโปรแกรมมือถือจำลอง (Android emulator) หรือโทรศัพท์มือถือ Android โดยการวิจัยในครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ inventor application ในการรับข้อมูลของการแสดงผล

ผ่านโทรศัพท์มือถือด้วยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่ถูกเชื่อมต่อด้วย Bluetooth ในการทำงานเมื่อได้รับค่าจากเซนเซอร์และถูกประมวลผลด้วยบอร์ดอาดูโน-ยูโน อาร์ 3 ข้อมูลจะแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนด้วยแอปพลิเคชันอินเวนต์เตอร์ โดยขั้นตอนการทำงานแสดงในผังงาน (Figure 9)

Table 2 Physical performance test for demonstration kit for intramuscular injection needle display via smartphone works by the inventor application.

issues	average	standard deviation	satisfaction levels
1. size of the demonstration set	4.80	0.45	highest level
2. position of the hypodermic needle	4.80	0.45	highest level
3. toughness of the needle stabbing point	4.80	0.45	highest level
4. flexibility of the needle stabbing point	3.80	0.45	high level
5. resistance to needle stabbing	3.60	0.55	high level
total average	4.36	0.17	high level

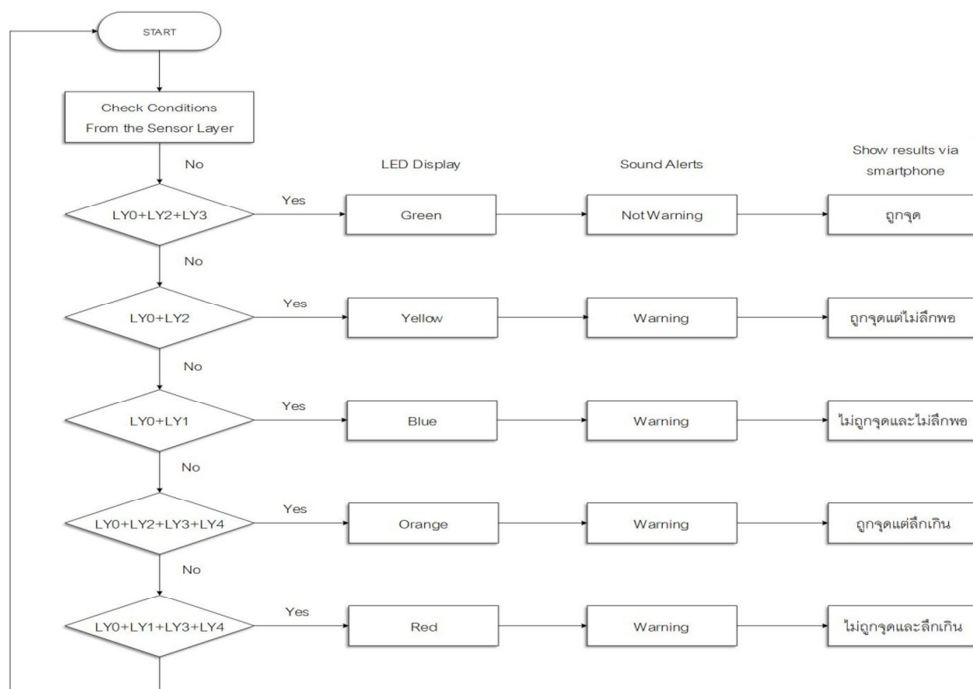


Figure 9 Flowchart demonstration kit for intramuscular injection needle display by inventor application.

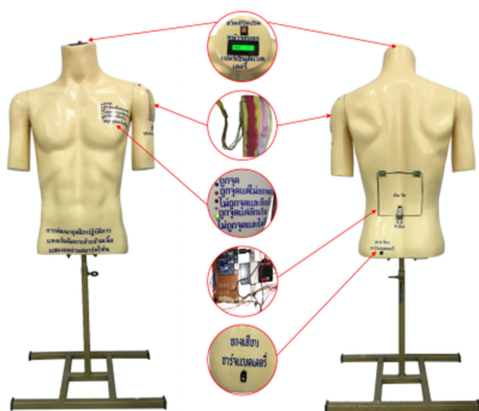


Figure 10 The final assembly of the development of demonstration kit for intramuscular injection needle display via smartphone works by the inventor application.

ผลการศึกษา

1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านกายภาพ

จาก (Table 2) การประเมินความคล้ยทางกายวิภาคศาสตร์ของชุดสาริการแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่านสมาร์ตโฟน ด้วยแอปพลิเคชันอินเวนเตอร์ ซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน โดยทำการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งมี 5 ประเด็นความคิดเห็น โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระดับ 4.51 – 5.00 มีความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระดับ 3.51 – 4.50 มีความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ยระดับ 2.51 – 3.50 มีความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระดับ 1.51 – 2.50 มีความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ยระดับ 1.00 – 1.50 มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ผลปรากฏว่าขนาดของชุดสาธิต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ความพึงพอใจอยู่ระดับมากที่สุด ตำแหน่งของจุดแทงเข็มฉีดยา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ความเหนียวของจุดแทงเข็มฉีดยา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ความยืดหยุ่นของจุดแทงเข็มฉีดยา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และแรงต้านต่อการแทงเข็มฉีดยา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งค่าเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 4.36 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

1.1 ประสิทธิภาพด้านความเที่ยงตรง

1.1.1 ประสิทธิภาพด้านความเที่ยงตรง

ด้านการแสดงผลของ LED แสดงใน (Figure 10)



Figure 11 Efficiency of LED display for demonstration kit for intramuscular injection needle display via smartphone works by the inventor application.

จาก (Figure 11) ประสิทธิภาพด้านความเที่ยงตรงด้านการแสดงผล LED ของชุดสาธิตการแทงเข็มฉีดยา เข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟน ด้วยแอปพลิเคชัน อินเวนเตอร์ โดยที่ความไวในการตอบสนอง (sensitivity) ต่อการแทงเข็มฉีดยาอยู่ที่ 3 วินาที และเมื่อทำการถอดเข็มฉีดยาออก ระบบจะทำการรีเซ็ต (reset) ข้อมูลก่อนหน้านั้นจากการทดสอบปรากฏว่า เมื่อทำการทดสอบ

แทงเข็มฉีดยาถูกจุดจำนวน 20 ครั้ง LED สีเขียวติด 20 ครั้ง ทดสอบแทงเข็มฉีดยาถูกจุดแต่ไม่ลึกพอจำนวน 20 ครั้ง LED สีเหลืองติด 20 ครั้ง ทดสอบแทงเข็มฉีดยาไม่ถูกจุดและไม่ลึกพอจำนวน 20 ครั้ง LED สีน้ำเงินติด 20 ครั้ง ทดสอบแทงเข็มฉีดยาถูกจุดแต่ลึกเกินจำนวน 20 ครั้ง LED สีส้มติด 20 ครั้ง และทดสอบแทงเข็มฉีดยาไม่ถูกจุดและลึกเกินจำนวน 20 ครั้ง LED สีแดงติด 20 ครั้ง จะเห็นได้ว่าผลจากการแทงเข็มฉีดยาทั้ง 5 กรณีนั้นความเที่ยงตรงในการแสดงผลของ LED ที่ถูกติดตั้งในชุดสาธิตการแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟน ด้วยแอปพลิเคชันอินเวนเตอร์ มีความเที่ยงตรง คิดเป็นร้อยละ 100

1.1.2 ประสิทธิภาพด้านความเที่ยงตรง

ด้านการเตือนด้วยเสียง แสดงใน (Table 3)

จาก (Table 3) ประสิทธิภาพด้านความเที่ยงตรงในการเตือนด้วยเสียงของชุดสาธิตการแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟน ด้วยแอปพลิเคชัน อินเวนเตอร์ โดยที่ความไวในการตอบสนอง (sensitivity) ต่อการแทงเข็มฉีดยาอยู่ที่ 3 วินาที และเมื่อทำการถอดเข็มฉีดยาออก ระบบจะทำการรีเซ็ต (reset) ข้อมูลก่อนหน้านั้น จากการทดสอบปรากฏว่า เมื่อทำการแทงเข็มฉีดยาถูกจุดจำนวน 20 ครั้ง ไม่มีเสียงเตือน 20 ครั้ง ทดสอบแทงเข็มฉีดยาถูกจุดแต่ไม่ลึกพอจำนวน 20 ครั้ง มีเสียงเตือน 20 ครั้ง ทดสอบแทงเข็มฉีดยาไม่ถูกจุดและไม่ลึกพอจำนวน 20 ครั้ง มีเสียงเตือน 20 ครั้ง ทดสอบแทงเข็มฉีดยาถูกจุดแต่ลึกเกินจำนวน 20 ครั้ง มีเสียงเตือน 20 ครั้ง และทดสอบแทงเข็มฉีดยาไม่ถูกจุดและลึกเกินจำนวน 20 ครั้ง มีเสียงเตือน 20 ครั้ง จะเห็นได้ว่าจากการแทงเข็มฉีดยาทั้ง 5 กรณีนั้นความเที่ยงตรงในการเตือนด้วยเสียงที่ถูก

ติดตั้งในชุดสาธิตการแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อ
แสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนด้วยแอปพลิเคชันอินเวนเตอร์
มีความเที่ยงตรงคิดเป็นร้อยละ 100

1.1.3 ประสิทธิภาพด้านความเที่ยงตรง
ด้านแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนในระบบปฏิบัติการ
Android แสดงใน (Figure 11)



Figure 12 Efficiency of display results via smartphone works by the inventor application.

จาก (Figure 12) ประสิทธิภาพด้านความ
เที่ยงตรงการแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนใน
ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยทำการทดสอบ
ชุดสาธิตการแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผล
ผ่านสมาร์ทโฟน ด้วยแอปพลิเคชันอินเวนเตอร์
โดยที่ความไวในการตอบสนอง (sensitivity) ต่อการ
แทงเข็มฉีดยาอยู่ที่ 3 วินาที และเมื่อทำการถอด
เข็มฉีดยาออกระบบจะทำการรีเซ็ต (reset) ข้อมูล
ก่อนหน้านั้น จากการทดสอบปรากฏว่า เมื่อทำการ
ทดสอบแทงถูกจุดจำนวน 20 ครั้ง แสดงข้อความ
“ถูกจุด” 20 ครั้ง ทดสอบแทงเข็มฉีดยาถูกจุดแต่ไม่ลึก
พอจำนวน 20 ครั้ง แสดงข้อความ “ถูกจุดแต่ไม่ลึก
พอ” 20 ครั้ง ทดสอบแทงเข็มฉีดยาไม่ถูกจุดและไม่ลึก
พอจำนวน 20 ครั้ง แสดงข้อความ “ไม่ถูกจุดและ

ไม่ลึกพอ” 20 ครั้ง ทดสอบแทงเข็มฉีดยาถูกจุดแต่ลึก
เกินจำนวน 20 ครั้ง แสดงข้อความ “ถูกจุดแต่ลึกเกิน”
20 ครั้ง และทดสอบแทงเข็มฉีดยาไม่ถูกจุดและลึก
เกินจำนวน 20 ครั้ง แสดงข้อความ “ไม่ถูกจุดและลึก
เกิน” 20 ครั้ง ซึ่งผลจากการแทงเข็มฉีดยาทั้ง 5 กรณี
นั้นความเที่ยงตรงในการแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนใน
ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ของชุดสาธิตการแทงเข็ม
ฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนด้วย
แอปพลิเคชันอินเวนเตอร์มีความเที่ยงตรงคิดเป็น
ร้อยละ 100

1.1.4 ความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดสาธิต
การแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่าน
สมาร์ทโฟน ด้วยแอปพลิเคชันอินเวนเตอร์
แสดงใน (Table 4)

Table 3 Efficiency of sound alerts for demonstration kit for intramuscular injection needle display via smartphone works by the inventor application.

No.	sound alerts				
	correct (warning)	correct, but not deep enough (warning)	incorrect and deep enough (warning)	correct, but too deep (warning)	incorrect and too deep (warning)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
total	20	20	20	20	20

Annotation: "" not showing results, "" show results

Table 4 Gender and status of assessment respondents.

status and basic information of respondents		amount	percentage
gender	male	1	2.04
	female	48	97.95
total		49	100.00
status	instructor	2	4.08
	students	47	95.91
total		49	100.00

จาก (Table 4) ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดจำนวน 49 คน โดยทำการเลือกแบบเจาะจง พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชายจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.04 และเป็นเพศหญิงจำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 97.95 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม จากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดจำนวน 49 คน พบว่า เป็นอาจารย์ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4.08 และเป็นนักศึกษา 47 คน คิดเป็นร้อยละ 95.91 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

จาก (Table 5) ความพึงพอใจของอาจารย์และนักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาวิทยาลัราชภัฏสกลนคร ที่มีต่อชุดสัทธิการแทงเซ็มฉิดยาเข้ากลัมนื่อแสดงผลผ่านสมาร์ตโฟน ด้วยแอปพลิเคชันอินเวนเตอร์ ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 49 คน พบว่าด้านขนาดของชุดสัทธิเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านความคงทนแข็งแรง มีค่าเฉลี่ย 4.37 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านเคลื่อนย้ายได้สะดวก มีค่าเฉลี่ย 4.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.84 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านใช้งานได้จริง มีค่าเฉลี่ย 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน มีค่าเฉลี่ย 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.54 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านแสดงผลแม่นยำ มีค่าเฉลี่ย 4.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านประหยัดพลังงาน มีค่าเฉลี่ย 4.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านการทำความสะอาดและซ่อมแซมได้สะดวก มีค่าเฉลี่ย 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64

ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านผู้ที่มีความมั่นใจในการแทงเซ็มฉิดยา มีค่าเฉลี่ย 4.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.68 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และด้านผู้ใช้เกิดความชำนาญในการแทงเซ็มฉิดยา มีค่าเฉลี่ย 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งค่าเฉลี่ยในภาพรวมคือ 4.36 ส่วนเบี่ยงเบน-มาตรฐาน 0.55 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

ชุดสัทธิการแทงเซ็มฉิดยาเข้ากลัมนื่อแสดงผลผ่านสมาร์ตโฟนด้วยแอปพลิเคชันอินเวนเตอร์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมกับการใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก เนื่องด้วยได้รับการออกแบบและพัฒนาขึ้นจากความต้องการสื่อการเรียนที่จำเป็นในหลักสูตรสาธารณสุขศาสตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Wontaisong, 2017) ซึ่งพบว่า 1) ความคล้ายทางกายวิภาคศาสตร์ อยู่ในระดับมากค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.17 จากการนำแนวคิดของ (Ekmathiset, 2017) มาเป็นแนวคิดในการออกแบบทั้งในส่วนของ ตัวหุ่น รวมถึงส่วนสำหรับทดสอบฉิดยาที่สร้างจากยางซิลิโคนที่มีความหนาแน่นคล้ายผิวหนังและ กลัมนื่อของมนุษย์ 2) ประสิทธิภาพด้านความเที่ยงตรงของการแสดงผลด้วยแอลอีดี การเตือนด้วยเสียง และการแสดงผลผ่านสมาร์ตโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ คิดเป็นร้อยละ 100 เนื่องด้วยชุดสัทธินี้ได้ทำการออกแบบที่มุ่งเน้นไปที่ความปลอดภัยของผู้ใช้งาน ความถูกต้องแม่นยำในการฉิดยาเพื่อลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนและเป็น

อันตรายต่อผู้ป่วยจริงซึ่งสอดคล้องกับ (Berman, Snyder, Kozier, & Erb, 2012; Potter, Perry, Stockert, & Hall, 2012) 3) ความพึงพอใจของผู้นำไปใช้งาน มีความพึงพอใจระดับมากค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 เนื่องด้วยชุดสาธิต การแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่าน

สมาร์ทโฟน ด้วยแอปพลิเคชันอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้งานได้จริงและสามารถนำไปใช้กับการเรียนการสอนในหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครได้เป็นอย่างดี มีความสะดวกและมีการแจ้งผลการฝึกปฏิบัติได้อย่างชัดเจน เป็นรูปธรรม

Table 5 Satisfaction of respondents for demonstration kit for intramuscular injection needle display via smartphone works by the inventor application.

issues	average	standard deviation	satisfaction levels
1. the size of the demonstration set is appropriate	4.33	0.52	high level
2. durable	4.37	0.53	high level
3. easy to move	4.14	0.84	high level
4. actually works	4.61	0.57	highest level
5. easy to use, not complicated	4.55	0.54	highest level
6. show accurate results	4.08	0.67	high level
7. save energy	4.22	0.59	high level
8. convenient to clean and repair	4.39	0.64	high level
9. users have the confidence to stab a syringe	4.43	0.68	high level
10. the resulting expertise to stab a syringe	4.45	0.61	high level
average total	4.36	0.55	high level

สรุป

ชุดสาธิตการแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนด้วยแอปพลิเคชันอินเทอร์เน็ตเป็นการพัฒนาชุดสาธิตที่มีอยู่เดิม โดยประยุกต์ใช้ไฟ้นำไฟฟ้าร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเอวีอาร์ ในการประมวลผลการทำงาน สามารถแสดงผลของการแทงเข็มด้วยหลอดแอลอีดี และสามารถแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้ด้วยเทคโนโลยีบลูทูธ โดยที่ความไวในการตอบสนอง

(sensitivity) ต่อการแทงเข็มฉีดยาอยู่ที่ 3 วินาที และเมื่อทำการถอดเข็มฉีดยาออกระบบจะทำการรีเซ็ต (reset) ข้อมูลก่อนหน้านั้น เมื่อประกอบเข้ากับหุ่นไฟเบอร์ครึ่งตัวชาย ตัดคอ มีแขนที่ถูกติดตั้งบนฐานที่สามารถปรับความสูง-ต่ำได้ จึงมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้เป็นการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้นจากการวิจัยพบว่า ความคล้ายทางกายวิภาคศาสตร์ของชุดสาธิตการแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนด้วยแอปพลิเคชันอินเทอร์เน็ต อยู่ใน

ระดับมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.17 ประสิทธิภาพด้านความเที่ยงตรงของการแสดงผลด้วยแอลอีดี การเตือนด้วยเสียง และการแสดงผลผ่านสมาร์ตโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ คิดเป็นร้อยละ 100 ความพึงพอใจของผู้นำไปใช้งาน มีความพึงพอใจระดับมากค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ชุดสาธิตการแทงเข็มฉีดยาเข้ากล้ามเนื้อแสดงผลผ่านสมาร์ตโฟน ด้วยแอปพลิเคชันอินเวนเตอร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้งานได้จริงและสามารถนำไปใช้กับการเรียนการสอนในหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain* (2nd ed.). New York: Longmans.
- Kovindha, A. (2017). Innovation for medical rehabilitation. *Rehabilitation Medicine*, 27(1), A. (in Thai)
- Boonnuddar, N. (2016). *Mobile application: Patients' adherence for medicine in-take schedules* (Master's thesis). King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok. (in Thai)
- Craven, R. F., Hirnle, C. J., Jensen, S. (2007). *Fundamental of nursing: Human health and function* (7th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Eknithiset, R. (2017). *Muscular system*. Retrieved 15 January 2020, from http://www.elfit.ssru.ac.th/rapat_ek/pluginfile.php/63/mod_page/content/89/Subject-Muscles.pdf (in Thai)
- Joampak, O. (2018). Study characteristic photo sensor of tablet and capsule counting machine. In *Proceeding of the Mechanical Engineering Network of Thailand Conference 32th (ME-NET 2018)* (pp. 123-131). Mukdahan: Rajamangala University of Technology Isan.
- Berman, A., Snyder, S., Kozier, B., & Erb, G. (2012). *Kozier & Erb's Fundamentals of Nursing: Concepts, process, and practice* (8th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Malkin B. (2008). Are techniques used for intramuscular injection based on research evidence?. *Nurs Times*, 12(104), 48-51.
- Nakhon Pathom Rajabhat University.(2017). *Chapter 11 injectable drugs*. Retrieved 6 March 2020, from http://courseware.npru.ac.th/admin/files/20170115134640_5c4f76fc95a0fd5f085706f931e74c5e.pdf (in Thai)
- Potter, P. A., Perry, A. G., Stockert, P., & Hall, A. (2012). *Fundamentals of nursing* (8th ed.). St. Louis: Elsevier.
- Wontaisong, N. (2017). The innovation of deltoid muscle model. *SNRU Journal of Science and Technology*, 9(2), 483-490. (in Thai)