

การออกแบบและสร้างเครื่องวัดมุมมองสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมอง
เพื่อป้องกันภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูง

DESIGN AND BUILD THE ANGLE METER FOR THE BED OF
TRAUMATIC BRAIN INJURY PATIENTS TO PREVENT
INCREASED INTRACRANIAL PRESSURE

อภิรักษ์ ทัดสอน และกิตติศักดิ์ คงสีไพร*

Apirak Tudsorn and Kittisak Khongseeprai*

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างเครื่องวัดมุมมองสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมอง เพื่อป้องกันภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูง มีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่เจ้าหน้าที่พยาบาลในการปรับมุมหัวเตียงให้ได้ 30 องศา ตามหลักการป้องกันผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองไม่ให้เกิดภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูง โดยเครื่องวัดมุมมองประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ อุปกรณ์วัดมุมมอง ซึ่งเป็นส่วนที่ยึดกับหัวเตียงเพื่อวัดมุมมอง และส่วนอ่านค่ามุมมองแบ่งออกเป็น 2 อุปกรณ์ ตามลักษณะการเชื่อมต่อ คือ อุปกรณ์อ่านค่ามุมมองที่ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์วัดมุมมอง เชื่อมต่อกันด้วยสายตัวนำ และสมาร์ตโฟนที่ติดตั้งแอปพลิเคชันสำหรับอ่านค่ามุมมองที่ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์วัดมุมมอง เชื่อมต่อกันด้วยระบบสัญญาณไร้สายบลูทูธ ดังนั้นผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานเครื่องวัดมุมมองได้ 2 วิธี สำหรับวิธีการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องวัดมุมมอง ได้แก่ การทดสอบความแรงของสัญญาณบลูทูธที่ระยะทาง 3 เมตร การทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำด้วยการสอบเทียบกับเครื่องวัดที่ผ่านการสอบเทียบเครื่องวัดจากห้องปฏิบัติการสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO 17025 และการทดสอบความเที่ยงตรงจากการวัดซ้ำที่มุม 30 องศา จำนวน 5 ครั้ง ขั้นตอนที่ 2 เป็นการสำรวจความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่พยาบาลที่มีต่อการใช้งานเครื่องวัดมุมมอง

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang District, Phitsanulok Province 65000

*corresponding author e-mail: Kittisak_nat@hotmail.com

Received: 1 July 2021; Revised: 30 August 2021; Accepted: 1 September 2021

DOI: <https://doi.org/10.14456/lsej.2021.10>

จำนวน 10 คน ผลจากการวิจัย พบว่า เครื่องวัดมุมมองสามีระดับความแรงสัญญาณบลูทูธมากกว่า -86 dBm มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำอยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ และมีความเที่ยงตรงอยู่ที่ 1 นอกจากนี้เจ้าหน้าที่พยาบาลมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดต่อการใช้งานเครื่องวัดมุมมองสาม โดยมีความเฉลี่ยอยู่ที่ 4.615

คำสำคัญ: เครื่องวัดมุมมองสาม เตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมอง ภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูง

Abstract

This research aimed to design and build the angle meter for the bed of traumatic brain injury patients to prevent increased intracranial pressure. The objective is to facilitate the nurses to adjust the bed head angle to 30 degrees, according to the medical guideline for preventing increased intracranial pressure. The angle meter consists of 2 main parts: the angle measuring device and the angle reading device. The first part is attached to the head of the bed to measure angles. The second part is divided into 2 units depending on the connection types, connected by wiring system and by smartphone with the application installed and Bluetooth enabled. Therefore, users can choose to use the angle meter in 2 ways. The research method was divided into 2 steps. The first step was to test the performance of the angle meter, which consists of the Bluetooth signal strength test at a distance of 3 meters. Accuracy percentage test with calibration was conducted by calibrating meter from a calibration laboratory according to ISO 17025. Precision test was performed by repeating measurements at a 30-degree angle for 5 times. The second step was a survey of the satisfaction of 10 nurses after using an angle meter. It was found that the angle meter has a Bluetooth signal strength of more than -86 dBm. It has a 100% accuracy percentage and the precision of 1. In addition, the nurses had the highest level of satisfaction at the average score of 4.615 after using the angle meter.

Keywords: Angle meter, Bed of traumatic brain injury patients, Increased intracranial pressure

บทนำ

ภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูง (Increased Intracranial Pressure; IICP) เป็นสภาวะแทรกซ้อนที่อันตรายและพบได้บ่อยในผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บรุนแรงที่ศีรษะ ซึ่งมีโอกาสเกิดมากกว่าร้อยละ 70 (Shafi et al., 2008 อ้างถึงใน Chunbang et al., 2013) โดยสาเหตุเกิดจากการเพิ่มขึ้นของปริมาตรชิ้นส่วนอย่างใดอย่างหนึ่งที่อยู่ในกะโหลกศีรษะ ไม่ว่าจะเป็นเนื้อสมอง น้ำหล่อสมองไขสันหลังและเลือด (Konmun et al., 2017) ทั้งนี้ภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูงเกิดขึ้นได้หลายกรณี เช่น เกิดกับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเฉียบพลัน ผู้ป่วยบาดเจ็บที่ศีรษะ ผู้ป่วยศัลยกรรมสมอง เป็นต้น โดยผู้ป่วยจะมีระดับความรู้สึกตัวที่เปลี่ยนแปลงไป คลื่นไส้ อาเจียน ตาพร่ามัว อาจมองเห็นเป็นภาพซ้อน บางรายอาจมีอาการของ cushing's triad ได้แก่ ความดันโลหิตสูงขึ้น หัวใจเต้นช้าลง และหายใจไม่สม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามผู้ป่วยที่มีภาวะ hemispheric stroke อาจมีภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูงเฉพาะที่และทำให้เกิด brain herniation ได้ อาการทางระบบประสาทที่เกิดขึ้นใหม่ในผู้ป่วย เช่น ภาวะรูม่านตาต่างขนาด (anisocoria) หรืออัมพาตครึ่งซีก (hemiplegia) ด้านเดียวกับพยาธิสภาพของสมอง (Suwatharangkoon, 2015)

ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีบทความทางวิชาการหลายบทความได้อธิบายถึงแนวทางการป้องกันภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูงของผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมอง และหนึ่งในวิธีการป้องกันก็คือการจัดทำให้คอผู้ป่วยตรงและนอนยกศีรษะให้สูงกว่าระดับหัวใจประมาณ 30 องศา เพื่อช่วยเพิ่มการไหลเวียนออกของระบบเลือดดำจากศีรษะ (Suwatharangkoon, 2015; Feldman et al., 1992 & Winkelman, 2000 อ้างอิงใน Ponglaohapun et al., 2009; Khiewchaum et al., 2017; Ragland et al., 2016) ดังนั้นการปรับมุมองศาหัวเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองให้ได้ 30 องศาจึงมีความสำคัญ และด้วยหลักการป้องกันง่ายๆ นี้ เครื่องวัดมุมองศาจึงถือได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยให้เจ้าหน้าที่พยาบาลสามารถปรับมุมองศาหัวเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองให้ได้มุมองศาตามต้องการ ถึงแม้ปัจจุบันจะมีเตียงพยาบาลที่มีเครื่องวัดมุมองศาติดอยู่กับเตียงแล้วก็ตาม แต่ก็มีอาจปฏิเสธได้ว่าเตียงพยาบาลเหล่านี้ยังมีจำนวนจำกัดเมื่อเทียบกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการการรักษา ประกอบกับเตียงพยาบาลส่วนใหญ่โดยเฉพาะเตียงในโรงพยาบาลรัฐที่ยังคงเป็นเพียงเตียงพยาบาลแบบธรรมดา ไม่มีเครื่องวัดมุมองศาติดอยู่กับเตียง ทำให้เจ้าหน้าที่พยาบาลเกิดความลำบากต่อการปรับมุมหัวเตียงให้ได้องศาตามต้องการ กล่าวคือ เตียงพยาบาลแบบธรรมดามักจะมีไถ่มือสำหรับปรับมุมองศาหัวเตียงอยู่ที่ปลายเตียง ดังนั้นในการปรับมุมองศาหัวเตียงแต่ละครั้งจึงต้องใช้เจ้าหน้าที่พยาบาลคอยทำหน้าที่หมุนปรับเตียง 1 คน และคอยสังเกตระดับมุมองศาหัวเตียงอีก 1 คน ซึ่งนั่นย่อมส่งผลทำให้เสียกำลังคนและเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์

จากเหตุผลดังกล่าว เครื่องวัดมุมองศาจึงถูกออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่เจ้าหน้าที่พยาบาลในการนำไปใช้ปรับมุมองศาหัวเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองเพื่อป้องกันภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูง โดยเครื่องวัดมุมองศาดังกล่าวสามารถเคลื่อนย้ายได้อย่างสะดวกเพื่อให้สามารถนำไปติดตั้งกับเตียงผู้ป่วยได้หลาย ๆ เตียงตามความต้องการ ทั้งนี้เครื่องวัดมุมองศา

สามารถใช้งานได้ 2 วิธี คือ แบบใช้สายตัวนำกับแบบไร้สาย ซึ่งการใช้งานแบบไร้สายนี้สามารถดูค่ามุมมองผ่านสมาร์ตโฟน ซึ่งเป็นการเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน อีกทั้งการทำงานของเครื่องวัดมุมมองศาเป็นลักษณะแบบทันที (real time) ทำให้เจ้าหน้าที่พยาบาลสามารถปรับมุมมองศาหัตถ์เพียงผู้ป่วยได้เพียงคนเดียว โดยสามารถรู้ได้ทันทีว่าหัตถ์เพียงทำมุมกี่องศาแล้ว ด้วยเหตุนี้เองเครื่องวัดมุมมองศาจึงถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่เจ้าหน้าที่พยาบาลในการปรับมุมมองศาหัตถ์เพียงผู้ป่วยให้ได้ 30 องศา ซึ่งเป็นหลักการป้องกันผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมอง เพื่อไม่ให้เกิดภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูงนั่นเอง

วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับการออกแบบและสร้างเครื่องวัดมุมมองศาสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองเพื่อป้องกันภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูง จะแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

การออกแบบและสร้างเครื่องวัดมุมมองศา

เครื่องวัดมุมมองศาสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองจะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. อุปกรณ์วัดมุมมองศา (Angle measuring device)

เป็นอุปกรณ์วัดมุมมองศาที่ยึดติดกับหัตถ์เพียงผู้ป่วยสำหรับวัดค่ามุมมองศาหัตถ์เพียงผู้ป่วยในแนวแกนเอ็กซ์ จากการใช้เซนเซอร์แม่เหล็กโรสโคปที่ติดตั้งอยู่ในอุปกรณ์วัดมุมมองศาซึ่งเป็นเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับวัดทิศทางและความเร็วเชิงมุม โดยอาศัยหลักการหมุนเซนเซอร์แม่เหล็กโรสโคปที่สามารถคำนวณได้จากตำแหน่งที่ปรากฏของเวกเตอร์ความเร็วในแนวแกนเอ็กซ์ ดังแสดงในภาพที่ 1 (Figure 1) (Debra, 2013)

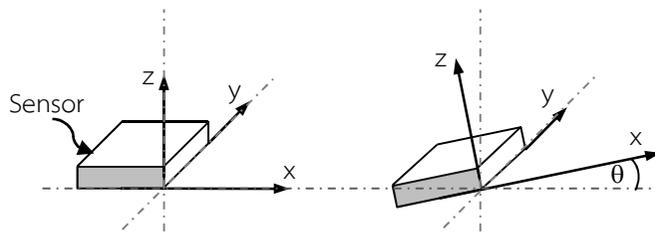


Figure 1 The object is tilted in the X-Axis

จากภาพที่ 1 (Figure 1) เมื่อเซนเซอร์แม่เหล็กโรสโคปหมุนในแนวแกนเอ็กซ์ สามารถคำนวณมุมเอียง (θ) จากเวกเตอร์ความเร็ว (\vec{A}) ที่วัดได้ในแนวแกนเอ็กซ์ได้เป็นสมการดังนี้

$$\theta = \arctan \left(\frac{\vec{A}_x}{\sqrt{\vec{A}_y^2 + \vec{A}_z^2}} \right) \quad (1)$$

และเนื่องด้วยเซนเซอร์เมมส์โรสโคปตรวจวัดความเอียงด้วยการวัดความเร็วเชิงมุม (ω) รอบแกนเอ็กซ์ ซึ่งเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของมุมเดิมตามเวลาที่วัดได้ (Δt) ซึ่งจากสมการ (1) สามารถเขียนเป็นสมการเพื่อหาค่าความเร็วเชิงมุมได้เป็น

$$\omega = \frac{\theta}{\Delta t} \quad (2)$$

จากหลักการคำนวณดังกล่าวนี้จึงต้องเริ่มต้นตำแหน่งเซนเซอร์เมมส์โรสโคปด้วยค่าที่ทราบ ซึ่งในที่นี้คือหัวเตียงผู้ป่วยอยู่ในระนาบที่ขนานกับพื้น จากนั้นจึงวัดความเร็วเชิงมุมรอบแกนเอ็กซ์ตามเวลาที่วัดได้ ซึ่งนั่นหมายถึงมุมมองคาที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการปรับมุมมองคาหัวเตียงผู้ป่วย

2. ส่วนอ่านค่ามุมมองคา (The part of angle reading)

สำหรับในส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย ตามลักษณะการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดมุมมองคา ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานวิธีใดก็ได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 อุปกรณ์อ่านค่ามุมมองคา (Angle reading device) เป็นอุปกรณ์ที่แสดงผลค่ามุมมองคาผ่านโมดูล LCD เชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดมุมมองคาด้วยสายตัวนำความยาว 3 เมตร ซึ่งเป็นความยาวที่เพียงพอต่อการใช้งานกับเตียงผู้ป่วยในโรงพยาบาลที่มีความยาวของเตียงประมาณ 2 เมตร

2.2 สมาร์ทโฟนที่ติดตั้งแอปพลิเคชันสำหรับอ่านค่ามุมมองคา เชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดมุมมองคาด้วยสัญญาณไร้สายบลูทูธ

ทั้งนี้ผู้ใช้ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่พยาบาลสามารถเลือกใช้งานเครื่องวัดมุมมองคาได้ 2 วิธี กล่าวคือ ถ้าต้องการความสะดวกสบายไม่ต้องเดินลากสายตัวนำให้ยุ่งยาก ผู้ใช้ก็อาจเลือกใช้สมาร์ทโฟนที่ติดตั้งแอปพลิเคชันสำหรับอ่านค่ามุมมองคา อย่างไรก็ตามจากการทดลองในโรงพยาบาลหลายแห่งซึ่งตีพิมพ์ในวารสารคริติคัลแคร์ฉบับออนไลน์ พบว่า สัญญาณจากโทรศัพท์มือถืออาจรบกวนการทำงานของอุปกรณ์ช่วยชีวิตระบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ เครื่องมือตรวจวัดคลื่นหัวใจ และเครื่องกระตุ้นหัวใจภายนอก (Manager Online, 2007) ดังนั้นอุปกรณ์อ่านค่ามุมมองคาจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ใช้สามารถเลือกใช้งานได้ในกรณีดังกล่าว ส่วนการใช้สมาร์ทโฟนก็อาจจะใช้กับเตียงผู้ป่วยที่ไม่มีอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์อยู่ใกล้ๆ กับเตียงผู้ป่วยก็ได้

และสำหรับโครงสร้างแสดงหลักการการทำงานของเครื่องวัดมุมมองคาสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองเพื่อป้องกันภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูง แสดงไว้ในภาพที่ 2 (Figure 2)

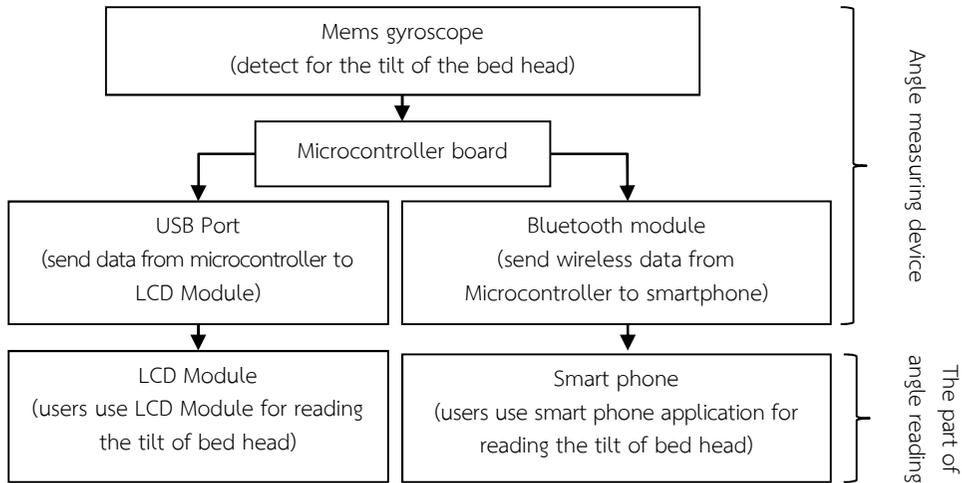


Figure 2 Structure of the angle meter for the bed of traumatic brain injury patients to prevent IICP

จากภาพที่ 2 (Figure 2) เมื่อติดตั้งอุปกรณ์วัดมุมองศากับหัวเตียงผู้ป่วย เมมส์ไจโรสโคป จะตรวจจับความเอียงหัวเตียงผู้ป่วยในแนวแกนเอ็กซ์ แล้วส่งสัญญาณข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลที่ถูส่งมาจากเมมส์ไจโรสโคป จากนั้นจะส่งข้อมูลไปยังส่วนอ่านค่ามุมองศา ประกอบด้วย อุปกรณ์อ่านค่ามุมองศาที่แสดงผลผ่านโมดูล LCD เชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดมุมองศาด้วยสายตัวนำ และสมาร์ทโฟนที่ติดตั้งแอปพลิเคชันสำหรับอ่านค่ามุมองศา เชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดมุมองศาด้วยสัญญาณไร้สายบลูทูธ เพื่อแสดงค่ามุมองศาหัวเตียงผู้ป่วยแก่ผู้ใช้งาน

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องวัดมุมองศา

1. การทดสอบความแรงของสัญญาณบลูทูธ

สำหรับขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบความแรงสัญญาณบลูทูธที่อุปกรณ์วัดมุมองศาส่งออกมา ด้วยดัชนีที่ใช้วัดความดังหรือการได้ยินคลื่นสัญญาณของตัวรับสัญญาณ (Received Signal Strength Indicator: RSSI) ที่ระยะห่างจากตัวรับสัญญาณ 2 เมตร กับ 3 เมตร ซึ่งอยู่ในช่วงมาตรฐานความยาวของเตียงพยาบาล โดยการทดสอบครั้งนี้ไม่มีสิ่งกีดขวางระหว่างตัวส่งสัญญาณกับตัวรับสัญญาณ

2. การทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของเครื่องวัดมุมองศา

เครื่องวัดมุมองศาจะถูกนำไปวัดสอบเทียบกับเครื่องวัดที่ผ่านการสอบเทียบเครื่องวัด จากห้องปฏิบัติการสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO 17025 ด้วยการนำเครื่องวัดทั้งสองไปวัดมุมองศาที่กำหนดได้แก่ 20, 25, 30, 35 และ 40 องศา โดยขั้นตอนนี้จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 รูปแบบ คือการทดสอบเครื่องวัดมุมองศาแบบใช้สายตัวนำที่มีความยาว 3 เมตร และการทดสอบเครื่องวัดมุมองศาแบบไร้สาย ตัวนำที่ตัวรับและตัวส่งสัญญาณมีระยะห่างกัน 3 เมตร ทั้งนี้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของเครื่องวัดมุมองศาสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองหาได้จากสมการ (3) (Morris et al., 2020) ดังนี้

$$\%Accuracy = 100 - \left| \frac{y-x}{y} \right| \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ x คือ ค่ามุมที่อ่านได้จากเครื่องวัดมุมองศาสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมอง และ y คือ ค่ามุมที่อ่านได้จากเครื่องวัดที่ผ่านการสอบเทียบเครื่องวัดจากห้องปฏิบัติการสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO 17025

3. การทดสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดมุมองศา

สำหรับการทดสอบความเที่ยงตรงของเครื่องวัดมุมองศา จะทำการวัดซ้ำที่มุมองศาเดิม คือ 30 องศา จำนวน 5 ครั้ง โดยขั้นตอนนี้จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การทดสอบเครื่องวัดมุมองศาแบบใช้สายตัวนำความยาว 3 เมตร และการทดสอบเครื่องวัดมุมองศาแบบไร้สายตัวนำที่ตัวรับและตัวส่งสัญญาณมีระยะห่างกัน 3 เมตร ทั้งนี้ค่าความเที่ยงตรงของเครื่องวัดมุมองศาสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองหาได้จากสมการ (4) ดังนี้ (Morris et al., 2020)

$$Precision = 1 - \frac{\left| x_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \right|}{\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}} \quad \text{เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (4)$$

เมื่อ x_i คือ ค่ามุมองศาที่อ่านได้ในแต่ละครั้งจากเครื่องวัดมุมองศาสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมอง และ n คือ จำนวนการวัดทั้งหมด

การสำรวจความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่พยาบาลที่มีต่อการใช้งานเครื่องวัดมุมองศา

เมื่อเครื่องวัดมุมองศาผ่านกระบวนการทดสอบประสิทธิภาพเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการสำรวจความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่พยาบาลที่มีต่อการใช้งานเครื่องวัดมุมองศา ทั้งนี้เจ้าหน้าที่พยาบาลที่ใช้ในการศึกษาเป็นเจ้าหน้าที่พยาบาลที่ปฏิบัติงานอยู่ในสถานพยาบาลที่ผ่านการเรียนรู้จากการสาธิตวิธีการใช้เครื่องวัดมุมองศามาแล้ว จำนวน 10 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างนี้ใช้วิธีการสุ่มแบบบังเอิญ (accidental sampling) (Silpcharu, 2017) และสำหรับจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้หาได้จากสมการ (5) ดังนี้ (Oribhabor et al., 2019)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (5)$$

เมื่อ n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ, N คือ ขนาดของประชากร (จำนวน 20 คน) และ e คือ ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้ ในที่นี้คือ 5%

ทั้งนี้เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่พยาบาลที่มีต่อการใช้งานเครื่องวัดมุมองศา ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (rating scale) ตามมาตราส่วน

ประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด (Silpcharu, 2017) แบ่งออกเป็น 3 รายการหลัก ได้แก่ วิธีการใช้งานเครื่องวัดมุมองศา ประโยชน์ของเครื่องวัดมุมองศา และความปลอดภัยของเครื่องวัดมุมองศา

ผลการวิจัย

สำหรับผลการวิจัยจะแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ตามวิธีดำเนินการวิจัย โดยมีผลการวิจัย ดังนี้
ผลการออกแบบและสร้างเครื่องวัดมุมองศา

1. อุปกรณ์วัดมุมองศา

จากภาพที่ 3A (Figure 3A) รูปร่างภายนอกของอุปกรณ์วัดมุมองศาประกอบด้วยสวิตช์ควบคุมการทำงาน ทำหน้าที่เปิด/ปิดเครื่องวัดมุมองศา พอร์ตไมโครยูเอสบีทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อ่านค่ามุมองศาด้วยสายตัวนำ และแผ่นสอดทำหน้าที่ยึดอุปกรณ์วัดมุมองศาเข้ากับเตียงพยาบาล ส่วนภาพที่ 3B (Figure 3B) แสดงขนาดอุปกรณ์วัดมุมองศาซึ่งตัวกล่องมีขนาด 3.5x16.5x4 เซนติเมตร โดยมีแผ่นสอดอยู่ทั้ง 2 ด้านของตัวกล่อง มีขนาดเท่ากันอยู่ที่ 3x6x0.5 เซนติเมตร และภาพที่ 3C (Figure 3C) แสดงการติดตั้งอุปกรณ์วัดมุมองศาด้วยการสอดแผ่นสอดให้อยู่ระหว่างที่นอนกับพื้นผิวเตียงก่อนที่จะทำการวัดในขั้นตอนต่อไป

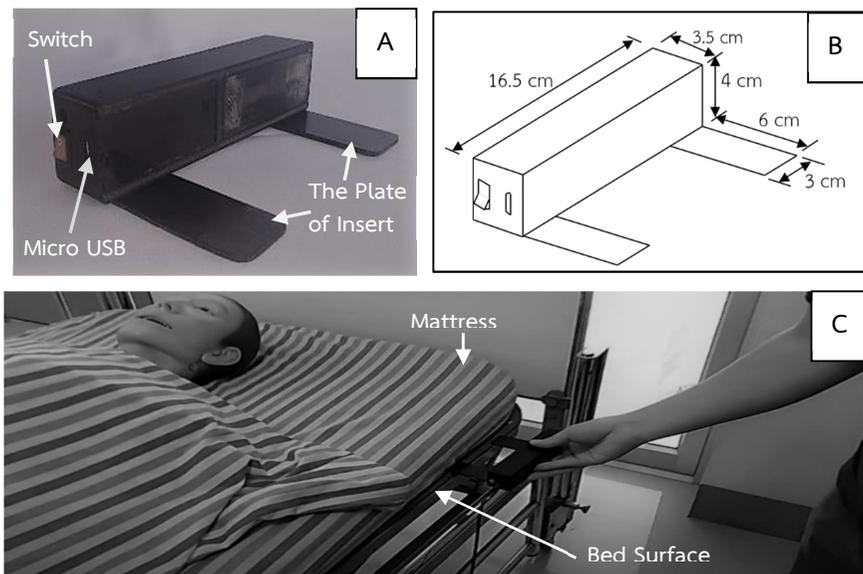


Figure 3 The angle measuring device

A) Shape of the angle measuring Device B) Size of the angle measuring device

C) Installation the angle measuring device

2. ส่วนอ่านค่ามุมองศา

2.1 อุปกรณ์อ่านค่ามุมองศา

จากภาพ 4A (Figure 4A) รูปร่างภายนอกของอุปกรณ์อ่านค่ามุมองศาประกอบด้วย โมดูลจอ LCD แสดงผลมุมองศา และพอร์ตยูเอสบีชนิดเอทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดมุมองศาด้วย สายตัวนำ และภาพ 4B (Figure 4B) แสดงขนาดอุปกรณ์อ่านค่ามุมองศา ซึ่งตัวกล่องมีขนาด 4x4x2 เซนติเมตร และโมดูลจอ LCD ขนาด 3x1.5 เซนติเมตร

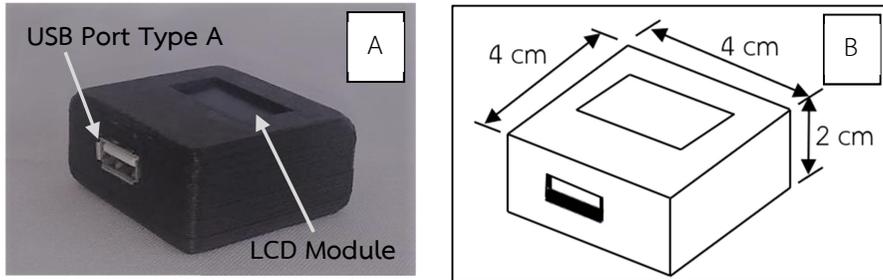


Figure 4 The angle reading device

A) Shape of the angle reading device B) Size of the angle reading device

2.2 สมาร์ทโฟน

สำหรับการอ่านค่ามุมองศาวิธีที่สองคือการอ่านค่ามุมองศาผ่านสมาร์ทโฟนที่ติดตั้งแอปพลิเคชันเครื่องวัดมุมองศาสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมอง โดยสมาร์ทโฟนจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดมุมองศาผ่านระบบสัญญาณไร้สายบลูทูธ ดังแสดงในภาพที่ 5 (Figure 5) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างการใช้สมาร์ทโฟนกับอุปกรณ์อ่านค่ามุมองศา และภาพที่ 6 (Figure 6) แสดงการอ่านค่ามุมองศาผ่านสมาร์ทโฟนในระหว่างการปรับหัวเตียงผู้ป่วยเพื่อให้ได้มุมองศาตามต้องการ

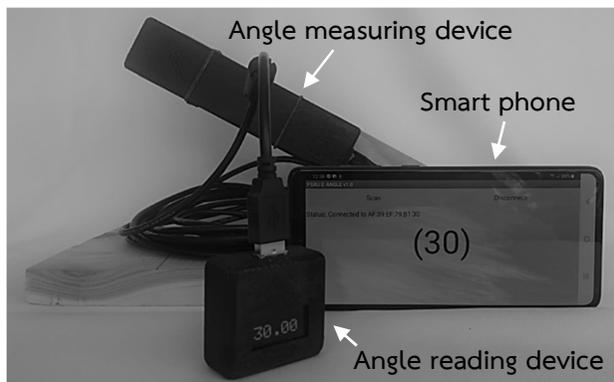


Figure 5 Compare between the angle reading device and smart phone



Figure 6 Angle reading via smart phone

ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องวัดมุมองศา

1. ผลการทดสอบความแรงของสัญญาณบลูทูธ

การทดสอบความแรงของสัญญาณบลูทูธจะใช้สมาร์ทโฟนเป็นตัวรับสัญญาณเพื่อวัดระดับความแรงของสัญญาณบลูทูธที่อุปกรณ์วัดมุมองศาส่งสัญญาณออกมา ที่ระยะทาง 2 และ 3 เมตร โดยไม่มีสิ่งกีดขวาง ทั้งนี้ผลการทดสอบความแรงของสัญญาณบลูทูธแสดงไว้ในตารางที่ 1 (Table 1) ดังนี้

Table 1 The test result of bluetooth signal strength

Distance (m)	RSSI	
	Signal strength	Meaning
2	-68 dBm to -78 dBm	Excellent to very good
3	-73 dBm to -82 dBm	Very good to very good

จากตารางที่ 1 (Table 1) เห็นได้ว่ายิ่งระยะทางระหว่างตัวรับกับตัวส่งสัญญาณมีระยะทางไกลกันมากเท่าใดความแรงของสัญญาณบลูทูธก็จะยิ่งมีมากเท่านั้น โดยระยะทางระหว่างตัวรับสัญญาณกับตัวส่งสัญญาณที่ระยะทาง 2 เมตร มีระดับความแรงของสัญญาณอยู่ในระดับดีมากถึงดีเยี่ยม และเมื่อทำการทดสอบที่ระยะทาง 3 เมตร จะเห็นได้ว่าระดับความแรงของสัญญาณบลูทูธที่อุปกรณ์วัดมุมองศาส่งสัญญาณออกมายังคงอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งนั่นหมายถึงอุปกรณ์วัดมุมองศาสามารถส่งข้อมูลค่ามุมองศาผ่านระบบสัญญาณไร้สายบลูทูธไปยังสมาร์ทโฟน ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับอ่านค่ามุมองศาได้อย่างเสถียร

2. ผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของเครื่องวัดมุมองศา

สำหรับการทดสอบในขั้นตอนนี้จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การทดสอบเครื่องวัดมุมองศาในกรณีเชื่อมต่อด้วยสายตัวนำความยาว 3 เมตร ระหว่างอุปกรณ์วัดมุมองศากับอุปกรณ์อ่านค่ามุมองศา และการทดสอบเครื่องวัดมุมองศาในกรณีเชื่อมต่อด้วยระบบสัญญาณไร้สายบลูทูธที่อุปกรณ์วัดมุมองศาอยู่ห่างจากสมาร์ทโฟน 3 เมตร ทั้งนี้ผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของเครื่องวัดมุมองศาสำหรับเตียงผู้ป่วยแสดงไว้ในตารางที่ 2 (Table 2) ดังนี้

Table 2 Percent accuracy test result of the angle meter

y (Degree)	x			
	Use wires		Use bluetooth	
	Degree	%Accuracy	Degree	%Accuracy
20	20	100	20	100
25	25	100	25	100
30	30	100	30	100
35	35	100	35	100
40	40	100	40	100

จากตารางที่ 2 (Table 2) เห็นได้ว่า เครื่องวัดมุมองศาสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมอง (x) ที่เชื่อมต่อด้วยสายตัวนำสามารถวัดมุมองศาได้ตรงกับเครื่องมือวัด (y) ที่ผ่านการสอบเทียบเครื่องมือวัดจากห้องปฏิบัติการสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO 17025 ดังจะเห็นได้จากเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการวัดที่ 100 เปอร์เซ็นต์ทุกมุมองศา นอกจากนี้ เครื่องวัดมุมองศาสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมอง (x) ที่เชื่อมต่อด้วยระบบสัญญาณไร้สายบลูทูทก็สามารถวัดมุมองศาได้ตรงกับเครื่องมือวัด (y) ที่ผ่านการสอบเทียบเครื่องมือวัดจากห้องปฏิบัติการสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO 17025 เช่นกัน ดังจะเห็นได้จากเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ 100 เปอร์เซ็นต์ทุกมุมองศา

3. ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของเครื่องวัดมุมองศา

สำหรับการทดสอบในขั้นตอนนี้จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การทดสอบเครื่องวัดมุมองศาในกรณีเชื่อมต่อด้วยสายตัวนำความยาว 3 เมตร ระหว่างอุปกรณ์วัดมุมองศากับอุปกรณ์อ่านค่ามุมองศา และการทดสอบเครื่องวัดมุมองศาในกรณีเชื่อมต่อด้วยระบบสัญญาณไร้สายบลูทูทที่อุปกรณ์วัดมุมองศาอยู่ห่างจากสมาร์ทโฟน 3 เมตร ทั้งนี้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของเครื่องวัดมุมองศาแสดงไว้ในตารางที่ 3 (Table 3) ดังนี้

Table 3 Precision test result of the angle meter

Pattern	x_i					Precision
	1	2	3	4	5	
Use Wires	30	30	30	30	30	1
Use Bluetooth	30	30	30	30	30	1

จากตารางที่ 3 (Table 3) จะเห็นได้ว่า เมื่อทำการทดสอบซ้ำที่มุมเดิม 30 องศา ไม่ว่าจะใช้งานเครื่องวัดมุมองศาแบบใช้สายตัวนำความยาว 3 เมตร หรือใช้งานเครื่องวัดมุมองศาแบบใช้ระบบสัญญาณไร้สายบลูทูทที่ระยะห่าง 3 เมตร ระหว่างตัวรับกับตัวส่งสัญญาณ เครื่องวัดมุมองศาสำหรับ

เตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองมีค่าความเที่ยงตรงอยู่ในระดับสูง ดังจะเห็นได้จากค่าความเที่ยงตรงที่ได้จากการวัดที่มีค่าเป็น 1

ผลการสำรวจความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่พยาบาลที่มีต่อการใช้งานเครื่องวัดมุมองศา

เครื่องวัดมุมองศาสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพแล้วจะถูกนำไปสาธิตวิธีการใช้งานให้แก่เจ้าหน้าที่พยาบาลซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการใช้เครื่องวัดมุมองศา ซึ่งผลจากการสำรวจความพึงพอใจแสดงไว้ในตารางที่ 4 (Table 4) ดังนี้

Table 4 Satisfaction of nurses on the use of the angle meter

Items	\bar{x}	S.D.	Satisfaction level
1. The method to use the angle meter	4.517	0.207	Completely satisfied
2. The benefits of the angle meter	4.979	0.042	Completely satisfied
3. The safety of the angle meter	4.375	0.220	Very satisfied
Mean	4.615	0.307	Completely satisfied

จากตารางที่ 4 (Table 4) จะเห็นได้ว่าความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่พยาบาลที่มีต่อการใช้เครื่องวัดมุมองศาในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.615$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ประโยชน์ของเครื่องวัดมุมองศาที่เจ้าหน้าที่พยาบาลแสดงความพึงพอใจมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.979$) รองลงมาเป็นข้อที่เกี่ยวกับวิธีการใช้งานเครื่องวัดมุมองศา โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.517$) ส่วนข้อที่เกี่ยวกับความปลอดภัยของเครื่องวัดมุมองศา มีเจ้าหน้าที่พยาบาลแสดงความพึงพอใจน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.375$)

อภิปรายผล

จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องวัดมุมองศาจะเห็นได้ว่ามีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำและความเที่ยงตรงที่สูงทั้งแบบใช้สายตัวนำและแบบไม่ใช้สายตัวนำ ทั้งนี้อาจเนื่องจากเครื่องวัดมุมองศาที่ใช้เมมส์โรสโคปที่ใช้วัดความแรงเชิงเส้นตามแกนหนึ่งหรือหลายแกนหรือการเคลื่อนที่เชิงมุมเกี่ยวกับหนึ่งหรือหลายแกนในรูปแบบของอินพุตเพื่อควบคุมระบบ (Dadafshar, 2014) ดังนั้นจึงไม่ใช่เรื่องแปลกที่เมมส์โรสโคป ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้าเครื่องกลจุลภาคจะสามารถอ่านค่ามุมได้อย่างละเอียด ซึ่งขึ้นอยู่กับ การเขียนโปรแกรมว่าต้องการความละเอียดระดับใด ดังที่ Srisumoungkloungsoon et al. (2012) ได้ออกแบบตัวควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่สร้างสมดุลบนลูกบอลโดยใช้โรสโคปเป็นตัวตรวจวัดมุมเอียงของตัวหุ่นยนต์เทียบกับพื้นระนาบเพื่อให้หุ่นยนต์สามารถเลี้ยงตัวอยู่บนลูกบอลได้ นอกจากนี้ในระหว่างการเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดค่ามุมองศาในเมมส์โรสโคป คณะผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบมุมองศา กับเครื่องวัดที่ผ่านการสอบเทียบเครื่องวัดจากห้องปฏิบัติการสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO 17025 ตลอดเวลา ทำให้เครื่องวัดมุมองศาที่สร้างขึ้นมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำและความเที่ยงตรงอยู่ในระดับสูงนั่นเอง

ส่วนความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่พยาบาลที่มีต่อการใช้งานเครื่องวัดมุมมองศา เห็นได้ว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องวัดมุมมองศาสามารถใช้งานได้ 2 วิธี ทำให้เจ้าหน้าที่พยาบาลสามารถเลือกใช้วิธีใดก็ได้ตามความเหมาะสมของสถานการณ์ ประกอบกับเตียงพยาบาลในโรงพยาบาลส่วนใหญ่เป็นเตียงแบบธรรมดาไม่มีตัววัดมุมติดตั้งอยู่ ทำให้เจ้าหน้าที่พยาบาลต้องใช้เครื่องวัดมุมทั่วไปที่หาได้ตามท้องตลาดหรือใช้วิธีประมาณด้วยสายตาในการปรับมุมหัวเตียงพยาบาล ทำให้ลำบากต่อการปรับมุมหัวเตียงในแต่ละครั้งและอาจไม่ได้มุมมองศาตามที่กำหนดเอาไว้ ซึ่งจากงานวิจัยของ Feldman et al. (1992) และ Winkelman (2000) (อ้างอิงใน Ponglaohapun et al., 2009) ได้กล่าวว่าการจัดท่านอนให้ศีรษะสูง 30 องศาช่วยให้ความดันในกะโหลกศีรษะลดลง ดังนั้นการนำเครื่องวัดมุมมองศามาช่วยในการปรับหัวเตียงให้ได้มุมมองศาที่แม่นยำจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยป้องกันความดันในกะโหลกศีรษะสูงของผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมอง

สรุปผลการวิจัย

ทั้งนี้เครื่องวัดมุมมองศาสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองเพื่อป้องกันภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูง ถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้ 2 วิธี คือ วิธีแรกเป็นการใช้งานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์วัดมุมมองศากับอุปกรณ์อ่านค่ามุมมองศา เชื่อมต่อด้วยสายตัวนำ และวิธีที่สองเป็นการใช้งานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์วัดมุมมองศากับสมาร์ตโฟนที่ติดตั้งแอปพลิเคชัน เชื่อมต่อกันด้วยระบบสัญญาณไร้สายบลูทูธที่มีความแรงของสัญญาณมากกว่า -86 dBm ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก ส่วนการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำและความเที่ยงตรงของเครื่องวัดมุมมองศาที่จะเห็นได้ว่ามีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ 100 เปอร์เซ็นต์ และความเที่ยงตรงอยู่ที่ 1 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าเครื่องวัดมุมมองศาสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองมีคุณภาพตามมาตรฐานการวัดเช่นเดียวกับเครื่องวัดที่ผ่านการสอบเทียบเครื่องวัดจากห้องปฏิบัติการสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO 17025 นอกจากนี้เมื่อทำการสำรวจความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่พยาบาลที่มีต่อการใช้งานเครื่องวัดมุมมองศา จากการจำแนกออกเป็น 3 ข้อหลัก ได้แก่ วิธีการใช้งานเครื่องวัดมุมมองศา ประโยชน์ของเครื่องวัดมุมมองศา และความปลอดภัยของเครื่องวัดมุมมองศา ซึ่งจะเห็นได้ว่าเจ้าหน้าที่พยาบาลมีความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องวัดมุมมองศาสำหรับเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองเพื่อป้องกันภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูงในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.615 ซึ่งจากข้อสรุปที่ผ่านมาทั้งหมดนี้อาจกล่าวสรุปในภาพรวมได้ว่าเครื่องวัดมุมมองศาที่ถูกสร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพในการวัดมุมมองศาได้ตามมาตรฐานของเครื่องวัดมุม และนั่นย่อมหมายถึงเครื่องวัดมุมมองศานี้จะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่เจ้าหน้าที่พยาบาลในการปรับมุมมองศาหัวเตียงผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมองให้ได้ 30 องศา เพื่อช่วยป้องกันภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูงนั่นเอง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (กสว.) และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ความอนุเคราะห์ทุนสนับสนุนงานวิจัยประจำปีงบประมาณ 2563 ตามสัญญาฉบับเลขที่ RDI-1-63-4 และคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้การรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากล ที่รหัสโครงการ PSRU-EC No. 2020/017

เอกสารอ้างอิง

- Chunbang S, Wongvatunyu S, Aree-Ue S. Selected factors related to nursing practice for preventing increased intracranial pressure in patients with brain surgery. *Ramathibodi Nursing Journal* 2013; 19(2):264-276.
- Dadafshar M. Accelerometer and gyroscopes sensors: operation, sensing and application. Maximintegrated. 2014. Available at: <https://www.maximintegrated.com/en/design/technical-documents/app-notes/5/5830.html>. Accessed June 5, 2020.
- Debra. Gyroscopes and accelerometers on a chip. 2013. Available at: <https://www.geekmomprojects.com/gyroscopes-and-accelerometers-on-a-chip>. Accessed June 5, 2020.
- Khiewchaum R, Wattana C. Holistic nursing for traumatic brain injury patient. *Journal of Phrapokkklao Nursing College* 2017;28(1):129-139.
- Konmun S, Sriratanaporn S, Kitti-udom S, Muengtawepongsa S. Targeted temperature management in critical care neurology. *Journal of Thai Stroke Society* 2017;16(3):27-48.
- Manager Online. Dangerous use of mobile phones in hospitals, sending tumultuous signals to life-saving devices. 2007. Available at: <https://m.mgronline.com/around/detail/9500000106738>. Accessed June 5, 2020.
- Morris AS, Langari R. Measurement and instrumentation. 3rd Ed. Massachusetts, US: Academic Press;2020.
- Oribhabor C, Anyanwu C. Research sampling and sample size determination: a practical application. *Federal University Dutsin-Ma Journal of Educational Research* 2019;2(1):47-56.
- Ponglaohapun U, Wongvatunyu S, Khuwatsamrit K. Nursing activities and factors related to increased intracranial pressure in head injured patients. *Ramathibodi Nursing Journal* 2009;15(2):221-232.
- Ragland J, Lee K. Critical care management and monitoring of intracranial pressure. *Journal of Neurocritical Care* 2016;9(2):105-112.
- Silpcharu T. Research and statistical analysis with SPSS. 17th Ed. Bangkok: Business R&D; 2017.
- Srisumoungkloungoon T, Janthong M. Model and control of self-balancing mobile robot on a ball. *RSU Research Conference* 2012. Pathum thani; Rangsit University; 2012.
- Suwatcharangkoon S. Management of acute stroke patients with increased intracranial pressure. *Journal of Thai Stroke Society* 2015;14(2):94-101.