

Neonatal respiratory screening device (Prototype)

ลฎาภา พานเทียน¹, เรณู ชมพิกุล¹, ณัฏฐนันท์พร สงวนกลิ่น²,
บรรยงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ³, จักรพันธุ์ ชวนอาสา³

Ladapha Phantean¹, Raynoo Chompikul¹, Natthanunporn Sanguanklin²,
Bunyong Rungroungdouyboon³, Jakkrapun Chuanasa³

Received: January 22, 2021

Received in revision: April 3, 2021

Accepted: April 20, 2021

บทคัดย่อ

การหายใจในทารกแรกเกิดมีความสำคัญอย่างมากในการบ่งชี้ถึงภาวะสุขภาพของทารกแรกเกิด การคัดกรองภาวะหายใจผิดปกติของทารกแรกเกิดในช่วง transitional period เป็นสิ่งที่ช่วยให้พยาบาลห้องคลอดเฝ้าระวังและส่งต่อทารกเข้ารับการวินิจฉัยและรักษาอย่างทันท่วงทีและเกิดความปลอดภัย

ปัจจุบันมีเครื่องมือที่ใช้ในการเฝ้าระวังและติดตามการหายใจอยู่หลายชนิดซึ่งเป็นเครื่องมือทางการแพทย์ที่มีราคาสูง และส่วนใหญ่ใช้ในการดูแลผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงหรืออยู่ในระยะวิกฤตที่ต้องติดตามอาการอย่างใกล้ชิด ผู้วิจัยจึงมีความต้องการสร้างและพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์คัดกรองภาวะการหายใจผิดปกติในทารกแรกเกิดในระยะหลังคลอดให้เพียงพอต่อการทำวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของอุปกรณ์และศึกษาความเที่ยงตรงของอุปกรณ์คัดกรองภาวะการหายใจผิดปกติในทารกแรกเกิด

ผู้วิจัยออกแบบผลิตภัณฑ์จากการทบทวนทฤษฎี แนวคิด และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องโดยมีการพิสูจน์แนวคิด และพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบอุปกรณ์คัดกรองการหายใจผิดปกติในทารกแรกเกิดร่วมกับวิศวกรเครื่องกล โดยอุปกรณ์นี้มีลักษณะพิเศษเฉพาะคือ 1) เป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ติดตั้งเครื่องมือโดยการแขวนที่เตียงทารก โดยใช้ไฟเลี้ยงจากอะแดปเตอร์ ซึ่งมีความปลอดภัยในการใช้งานด้านการแพทย์ที่ต้องสัมผัสกับคนและมีความเสถียรมากกว่าแบตเตอรี่ 2) เซ็นเซอร์ตรวจจับการหายใจมีขนาดเล็กที่มีลักษณะเป็นวงกลมถูกสร้างด้วยวัสดุชนิดซิลิโคนที่อ่อนนุ่มและไม่เป็นอันตรายต่อผิว ใช้หลักการตรวจจับความแรงที่มาในรูปแบบการสั่นสะเทือนที่ติดตั้งบริเวณหน้าท้องของทารก สามารถตรวจจับอัตราการหายใจ คุณภาพการหายใจ และระยะเวลาของการหยุดหายใจได้ 3) จอแสดงผลมีกราฟแสดงรูปแบบการหายใจ เพื่อดูลักษณะและรูปแบบการหายใจของทารก, เลขแสดงจำนวนการหายใจ, ภาพและสัญญาณเตือนการหยุดหายใจได้ตามที่ตั้งค่าไว้

คำสำคัญ : เครื่องมือตรวจนับอัตราการหายใจ, เครื่องมือตรวจภาวะหยุดหายใจ, รูปแบบการหายใจ, ทารกแรก

¹ งานการพยาบาลผู้ป่วยวิกฤตทารกแรกเกิด โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

² คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

³ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ผู้รับผิดชอบหลัก โทรศัพท์ 02-926-9200 email : puitalent@gmail.com

¹Neonatal Intensive Care Unit, Thammasat University Hospital ²Faculty of Nursing, Thammasat University ³Faculty of Engineer, Thammasat University Corresponding author, Contact 02-926-9200 email : puitalent@gmail.com

Abstract

Respiratory status can reflect health condition in the newborn. Respiratory screening in transitional period, is a process that can help the nurse identifying the infant with health problem and provide early diagnosis existing for further appropriate treatment.

The equipment for monitoring respiratory pattern is expensive and being used only in intensive care unit. Authors want to develop the tool that can screen infants with respiratory distress and study for the equipment efficacy and accuracy.

Researcher designed the equipment based on the review of the relevant theory and literature. The concept and the prototype of equipments which screen abnormal respiratory pattern in newborn infant have been tested. This test is jointly done with mechanical engineer. The special features of the equipment are 1) the equipment is small, easily mobile and can be hanged over the infant's bed, operated by electricity through adapter which provide better safety for medical use when comes into contact with human and the power is more stable than battery. 2) Sensor for detecting the breathing is small and rounded which is made of soft silicone and is not harmful to the skin to detect the accelerated speed. The vibrator is attached to the of the infant. This can detect breathing rate, quality of breathing and duration of apnea. 3) The result screen includes graph that shows the breathing pattern in order to see the nature and form of breathing in infant. It also shows the respiratory rate, pictures and warning signal of apnea in accordance with the set up parameters.

Keyword : respiratory monitoring, apnea monitor, breathing pattern in newborn

บทนำ

ช่วงระยะแรกเกิดเป็นช่วงเวลาแห่งการเปลี่ยนผ่านของทารกจากสภาพแวดล้อมในครรภ์มารดาเข้าสู่สภาพแวดล้อมภายนอกครรภ์มารดา และต้องใช้ระบบประสาทรับสัมผัสในการปรับตัว โดยในระยะแรกจะเป็นช่วงเวลาของการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ (transitional period) หากทารกไม่สามารถปรับตัวในระยะแรกเกิดได้จะทำให้ทารกมีภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ ตามมาจนถึงการเสียชีวิตได้ การหายใจนับเป็นภารกิจแรกที่สำคัญที่ทารกแรกเกิดต้องกระทำให้สำเร็จเพื่อให้สามารถมีชีวิตอยู่ภายนอกครรภ์มารดาได้ อัตราการหายใจของทารกแรกเกิดในช่วง 2-3 นาทีแรกภายหลังคลอดอาจสูงถึง 90 ครั้ง/นาที เมื่อการหายใจเริ่มดีขึ้นใน 1 ชั่วโมงแรกหลังคลอด อัตราการหายใจจะอยู่ในช่วง 30-60 ครั้ง/นาที^[1] ทารกแรกเกิดอาจมีความเสี่ยงของการหายใจ อัตราการหายใจและรูปแบบการหายใจที่ไม่สม่ำเสมอ และมีการหยุดหายใจในช่วงสั้น ๆ (apnea) ได้ โดยไม่มีอาการเขียว (cyanosis) เรียกว่า periodic respiration การหายใจของทารกแรกเกิดสามารถสังเกตได้จากการเคลื่อนไหวของกระบังลมและกล้ามเนื้อหน้าท้องสำหรับช่วยในการหายใจของทารก

ความผิดปกติของการหายใจที่พบบ่อยในทารกแรกเกิด ได้แก่ 1) Transient Tachypnea of the Newborn (TTN) เกิดจากการมีสารน้ำคั่งค้างในปอด พบได้ในทารกแรกเกิด 5-6 คน ต่อจำนวนทารกแรกเกิด 10,000 คน^[2] จะพบบ่อยในทารกที่คลอดโดยการผ่าตัดคลอดทางหน้าท้อง ซึ่งในปัจจุบันมีจำนวนมากขึ้น อัตราการคลอดด้วยการผ่าตัดคลอดทางหน้าท้องของโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

เท่ากับ 45.71% ภาวะTTN มีผลทำให้ทารกแรกเกิดเพิ่มอัตราการหายใจและความลึกในการหายใจ เพื่อให้ได้ออกซิเจนเพียงพอในพื้นที่อันจำกัดของถุงลมเนื่องจากการดูดซึมสารน้ำในปอดเป็นไปได้ช้ามักพบในช่วง 2 ชั่วโมงแรกหลังคลอด และคงอยู่นาน 36 ชั่วโมง อาจพบอาการหายใจลำบากอื่นร่วมด้วยได้ เช่น ปีกจมูกบาน การตั้งรังของทรวงอก เป็นต้น ผล chest X-ray จะพบสารน้ำในปอดร่วมกับการขยายตัวของปอด Blood gas จะพบภาวะ respiratory acidosis, hypercapnia, hypoxia ซึ่งจะส่งผลให้ทารกมีความยากลำบากในการกินนม เพราะทารกไม่สามารถดูดนมและหายใจได้อย่างรวดเร็วในเวลาเดียวกัน 2) Respiratory Distress Syndrome (RDS) มักพบในทารกคลอดก่อนกำหนด (preterm) ทารกที่มีภาวะสำลักขี้เทา (meconium aspiration syndrome) ทารกที่มีการติดเชื้อ (sepsis) ทารกที่มีความยากลำบากในการปรับตัวภายนอกครรภ์มารดา และทารกที่มีปัญหาปอดติดเชื้อ โดยพยาธิสรีรวิทยาของภาวะ RDS เกิดจากเยื่อหุ้มชั้น hyaline like เคลือบถุงลมส่วนปลาย (terminal bronchioles), ท่อถุงลม (alveolar ducts), และถุงลม (alveoli) เยื่อหุ้มนี้จะขัดขวางการแลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่าง alveolar และ capillary membrane ส่งผลให้การแลกเปลี่ยนออกซิเจนไม่มีประสิทธิภาพ ทารกที่มีภาวะ RDS จะมีความยากลำบากในการหายใจตั้งแต่แรกเกิด อาการแสดงที่พบบ่อย ได้แก่ อุณหภูมิกายต่ำ ปีกจมูกบานขณะหายใจ (nasal flaring) มีภาวะอกบุ๋มขณะหายใจ (sternal and subcostal retractions) หายใจเร็ว (tachypnea) มากกว่า 60 ครั้ง/นาที มีภาวะเขียว หากภาวะ RDS ยังคง

อยู่ในหลายๆ ชั่วโมงต่อมา อาจพบภาวะ expiration grunting เมื่อภาวะ respiratory distress เพิ่มมากขึ้น ทารกจะมีการหายใจแบบ seesaw respirations, heart failure โดยมีปริมาณปัสสาวะออกน้อยลง มีอาการบวมที่ส่วนปลาย มีภาวะซีดคล้ำ และหยุดหายใจเป็นช่วง ๆ (periods of apnea) หายใจช้า (bradycardia) และมีภาวะปอดแฟบ (atelectasis)

จะเห็นได้ว่า อัตราการหายใจในทารกแรกเกิดมีความสำคัญอย่างมากในการบ่งชี้ถึงภาวะสุขภาพของทารกตลอดก่อนกำหนดและทารกครบกำหนด ดังนั้นการประเมินอัตราการหายใจในทารกแรกเกิดที่มีความแม่นยำ รวมถึงรูปแบบการหายใจ จึงมีจำเป็นในการดูแลทารกแรกเกิด หากพบความผิดปกติ บุคลากรในทีมสุขภาพสามารถให้การดูแลรักษาทารกได้อย่างทันท่วงที เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดทารกแรกเกิดได้รับอันตรายที่รุนแรง และทารกอาจหยุดหายใจจนเสียชีวิตหรือเกิดภาวะสมองพิการจากการขาดออกซิเจนได้ ในปัจจุบันมีเครื่องมือที่ใช้ในการเฝ้าระวังและติดตามการหายใจอยู่หลายชนิด เช่น 1) เครื่อง pulse oximetry เป็นการวัดค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดและแสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจ 2) เครื่อง monitor ECG ซึ่งเป็นเครื่อง cardiopulmonary monitoring โดยการติด ECG electrode ที่บริเวณทรวงอกด้วยการวัด thoracic impedance 3) เครื่อง capnography เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับคาร์บอนไดออกไซด์จากลมหายใจออก (end-tidal carbon dioxide: EtCO₂) และใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งท่อช่วยหายใจ ซึ่งเครื่องมือทั้ง 3 แบบนี้เป็นเครื่องมือทางการแพทย์ที่มีราคาสูงส่วนใหญ่จะใช้ในการดูแลผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงหรืออยู่ในระยะวิกฤตที่ต้องติดตามอาการอย่าง

ใกล้ชิด ในปัจจุบันยังไม่พบเครื่องมือที่ใช้คัดกรองการหายใจผิดปกติของทารกแรกเกิดในช่วง transitional period ในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นพยาบาลที่ต้องให้การดูแลทารกแรกเกิดในระยะหลังคลอด จึงมีความคิดที่จะสร้างอุปกรณ์เพื่อช่วยในการคัดกรองการหายใจผิดปกติของทารกที่มีความสามารถในการตรวจนับอัตราการหายใจ การแสดงรูปแบบการหายใจ และการติดตามการหยุดหายใจในทารกซึ่งรวมอยู่ภายในเครื่องเดียวกัน ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการประเมินและคัดกรองการหายใจผิดปกติได้อย่างรวดเร็ว หากทารกมีความผิดปกติของการหายใจเกิดขึ้น ทารกจะได้รับการส่งต่อเพื่อเฝ้าระวังและติดตามต่อเนื่องใน Newborn Intensive Care Unit หากมีอาการหายใจลำบากทารกจะได้รับการรักษาที่เหมาะสมอย่างรวดเร็ว และป้องกันความรุนแรงที่นำไปสู่ภาวะหายใจล้มเหลว และเป็นอันตรายถึงชีวิต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาชุดอุปกรณ์ต้นแบบให้เพียงพอกับการทำวิจัยประสิทธิภาพของอุปกรณ์คัดกรองภาวะการหายใจผิดปกติในทารกแรกเกิด
2. เพื่อศึกษาความเที่ยงตรงของอุปกรณ์คัดกรองภาวะการหายใจผิดปกติในทารกแรกเกิด ได้แก่ การตรวจนับหายใจและระยะเวลาการหยุดหายใจ

วิธีดำเนินการ

1. วิเคราะห์สภาพปัญหา

ค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงาน และหาแนวทางแก้ไขปัญหาโดยการสร้างนวัตกรรมให้สอดคล้องเพื่อแก้ไขปัญหา

2. ทบทวนทฤษฎี แนวคิด และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1. ระบบการหายใจ

2.2. โครงสร้างของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ

2.3. ลักษณะหรือรูปแบบของการหายใจ (pattern of breathing)

2.4. การหายใจในทารกแรกเกิด

2.5. ภาวะหยุดหายใจ (apnea)

3. ผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน^[3-6]

3. ออกแบบและการสร้างต้นแบบนวัตกรรม

3.1 ร่างแบบอุปกรณ์ต้นแบบการคัดกรองการหายใจผิดปกติในทารกแรกเกิด

3.2 นำแบบร่างสามมิติให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญในการดูแลทารกแรกเกิด ประเมินโครงสร้าง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้และความปลอดภัยในการใช้งาน และนำผลการประเมินมาปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3 วิเคราะห์สร้างต้นแบบอุปกรณ์คัดกรองการหายใจผิดปกติในทารกแรกเกิด มีขั้นตอน ดังนี้

3.3.1. การพิสูจน์แนวคิด (Proof of Concept) ในขั้นตอนนี้มีปัจจัยสำคัญซึ่งจำเป็นจะต้องพิจารณาหลายประการ เพื่อทำการพิสูจน์แนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้ ซึ่งประกอบด้วย

- 1) รูปทรงที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน
- 2) เทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้าง sensor ตรวจนับการ

หายใจ และการแสดงผล 3) การออกแบบสามมิติเพื่อนำไปสู่การสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์

3.3.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (prototype) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าผลิตภัณฑ์จริง โดยใช้เทคนิค กรรมวิธี และขั้นตอนการผลิตใกล้เคียงกับการสร้างผลิตภัณฑ์จริง โดยในขั้นตอนนี้มุ่งเน้นในการพัฒนาการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แบบรวดเร็วด้วยการพิมพ์สามมิติ และการออกแบบวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์สำเร็จรูปเพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในการผลิตจริงในอนาคต ตามหลักการอุปกรณ์นี้ควรมีขนาดเล็กและติดตั้งที่บริเวณหน้าท้องของทารกน้อยโดยที่มีการสัมผัสกับผิวหนังให้น้อยที่สุดในการตรวจจับการหายใจของทารกเพื่อลดความไม่สุขสบายของทารกซึ่งมีผลต่อความแม่นยำในการตรวจนับการหายใจ

กระบวนการสร้างอุปกรณ์การวัดเบื้องต้นได้เลือก sensor ที่ตรวจจับความแรงในรูปแบบการสั่นสะเทือน รูปแบบของคลื่นความแรง ใช้กระบวนการคำนวณและคัดกรองคลื่นความแรง โดยวิธีการนับการกระเพื่อมที่เป็นจังหวะซึ่งทำให้ทราบได้ว่าเป็นคลื่นการหายใจ 1 ครั้ง (respiratory cycle) ตัว sensor จะอยู่ภายใน case ที่ถูกออกแบบให้มีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้ในทารก และสามารถยึดติดแนบท้องเด็กได้อย่างสนิทโดยจะมีอุปกรณ์ในการยึดติดกับท้องเด็กด้วยแผ่นยึดทางการแพทย์ โดยอุปกรณ์จะมีเส้นสายไฟขนาดเล็กต่อออกจากเซ็นเซอร์ถึงไมโครคอนโทรลเลอร์

การเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ที่มีความถี่สูง ๆ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์การสั่นสะเทือนที่

ได้ความแม่นยำ จากนั้นนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ และออกแบบให้แสดงผลเป็นค่าที่ต้องการ คือ จำนวนการหายใจหน่วยครั้งต่อนาที กราฟแสดง รูปแบบการหายใจ ระยะเวลาของการหยุดหายใจ และการส่งการให้ปั๊มเซอร์มีเสียงเตือนเมื่อมีการ หยุดหายใจ 15 วินาที และ 20 วินาที อุปกรณ์จะ มีการใช้ไฟเลี้ยงจาก adapter ที่มีขนาด 15 โวลต์ 2 แอมป์ เนื่องจากมีความปลอดภัยในการใช้งาน ด้านการแพทย์ที่ต้องสัมผัสกับคนและมีความ เสถียรมากกว่าแบตเตอรี่ในแง่การใช้งานระยะ ยาวและจัดการได้ง่าย

กระบวนการยื่นจดอนุสิทธิบัตร

ผลงานนวัตกรรมนี้อยู่ในสถานะ “อยู่ ระหว่างการขอรับอนุสิทธิบัตร” เลขที่คำขอ 2003003488

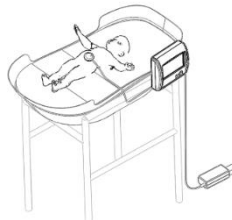


Figure 1 Neonatal respiratory screening device (Prototype)



Figure 2 display of Neonatal respiratory screening device (Prototype)

จุดเด่นของนวัตกรรม / สิ่งประดิษฐ์

1) เป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กสามารถ เคลื่อนย้ายได้ง่าย ติดตั้งเครื่องมือโดยการแขวนที่ เติงทารก

2) เซ็นเซอร์ตรวจจับการหายใจมีขนาดเล็กถูก สร้างด้วยวัสดุชนิดซิลิโคนที่อ่อนนุ่มและไม่เป็น อันตรายต่อผิวหนังทารก ใช้หลักการตรวจจับ ความแรงที่มาในรูปแบบการสั่นสะเทือนที่ติดตั้ง บริเวณหน้าท้องของทารก สามารถตรวจจับอัตรา การหายใจ คุณภาพการหายใจ และระยะเวลา ของการหยุดหายใจได้

3) จอแสดงผลมีกราฟแสดงรูปแบบการหายใจ เพื่อดูลักษณะและรูปแบบการหายใจของทารก, เลขแสดงอัตราการหายใจ, ภาพและสัญญาณเตือนการหยุดหายใจได้ตามที่ตั้งค่าไว้

ประโยชน์และคุณค่าของงานนวัตกรรม

1. อุปกรณ์นี้สามารถนำมาช่วยคัดกรองการ หายใจผิดปกติในทารกแรกเกิด ในระยะหลัง คลอด

2. ลดความล่าช้าในการวินิจฉัยและรักษา ทารกกลุ่มอาการหายใจลำบาก

3. ทารกได้รับการสังเกตอาการใกล้ชิดและ ได้รับการรักษาเพื่อแก้ไขภาวะหายใจผิดปกติได้ รวดเร็ว

สรุปผลการดำเนินงาน

สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพ การทำงาน ของ นวัตกรรม Neonatal respiratory screening device (prototype) ในห้องปฏิบัติการโดยการทดสอบกับหุ่นทารกที่ สามารถกำหนดรูปแบบการหายใจได้ พบว่า

อุปกรณ์นี้สามารถตรวจนับการหายใจได้ใกล้เคียงกับการช่วยหายใจผ่านหุ่นทารก สามารถแจ้งเตือนเมื่อการหายใจที่ตรวจนับมีค่าต่ำ-เกินค่าที่ปรับตั้งไว้ การตรวจจับระยะเวลาของการหยุดหายใจมีความแม่นยำซึ่งวัดค่าได้เท่ากับการทดสอบกับหุ่นทารก

พยาบาลผู้ทดลองใช้ต้นแบบอุปกรณ์ส่องหาหลอดเลือดดำส่วนปลายในทารกแรกเกิดกับหุ่นทารกแรกเกิด มีความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมในระดับมาก โดยนวัตกรรมนี้มีขนาดเหมาะสม การติดตั้ง sensor ไม่ยุ่งยากสะดวกในการใช้งาน หน้าจอแสดงผล touch screen มีความชัดเจน เสียงและสัญญาณเตือนสามารถปรับระดับความดังได้และแจ้งเตือนได้ทันทีเมื่อตรวจพบค่าผิดปกติจากค่าที่กำหนดไว้

บทเรียนที่ได้รับ

การสร้างนวัตกรรม/อุปกรณ์ทางการแพทย์ต้องมีการผสมผสานความรู้ทางการแพทย์และวิศวกรรมเพื่อสร้างชิ้นงานที่ โดยไม่ได้เลือกจาก Solution ที่ดีที่สุดแต่เลือก Solution ที่เหมาะสมที่สุด ภายใต้ทรัพยากรที่มีจำกัด รูปแบบการทำงานของเครื่องนี้ถูกสร้างและพัฒนาเพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มเป้าหมายเงื่อนไขในการสร้างที่ต้องการคัดกรองการหายใจที่ผิดปกติในทารกหลังคลอดให้ได้รับการเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิดและได้รับการวินิจฉัยและรักษาที่รวดเร็ว ถูกต้อง ผู้ป่วยมีความปลอดภัย จึงทำให้นวัตกรรมต้นแบบชิ้นนี้มีความแตกต่างจากอุปกรณ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

กิตติกรรมประกาศ

ต้นแบบอุปกรณ์คัดกรองภาวะการหายใจผิดปกติในทารกแรกเกิดนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ ปีงบประมาณ 2563

เอกสารอ้างอิง

1. Pillitteri A. Maternal & child health nursing care of the childbearing & childbearing family. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; Lippincott Williams & Wilkins. 2014.
2. Sripoun S. Transient Tachypnea of the Newborn: Labor Room Nurse's Role. NJPH 2018; 11-19.
3. Corbishley P and Rodríguez-Villegas E. Breathing Detection: Towards a Miniaturized, Wearable, Battery-Operated Monitoring System. IEEE Trans Biomed Eng. 2018; 55: 196-204.
4. Kohn, S., Waisman, D., Pesin, J. et al. Monitoring the respiratory rate by miniature motion sensors in premature infants: a comparative study. J Perinatol. 2016; 36: 116-20.
5. Nepal K, Biegeleisen E, Ning T. Apnea Detection and Respiration rate Estimation through Parametric Modeling. Proceedings of the IEEE 28th Annual Northeast Bioengineering Conference, Philadelphia, Pennsylvania. 2002; 277-278.

6. Nina Tewel. Application of MEMS accelerometer for baby apnea monitoring under home conditions. *Acta Bio-Optica et Informatica Medica*. 2010; 4: 390-3.