

Neonate Vein Finder

เรณู ชมพิกุล¹, ศิวรัศม์ สีสัน¹Raynoo Chompikul¹, Siwarus Sriphan¹

Received: January 8, 2021

Received in revision: April 3, 2021

Accepted: April 20, 2021

บทคัดย่อ

ทารกแรกเกิดที่มีปัญหาสุขภาพที่ต้องเข้ารับการรักษาดูแลในหออภิบาลทารกแรกเกิด ทุกราย จำเป็นต้องได้รับการเจาะเลือดส่งตรวจเพื่อการวินิจฉัยและการรักษา รวมถึงการเปิดหลอดเลือดเพื่อให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ ผู้ป่วยได้รับการแทงเข็มเฉลี่ย 2.35 ครั้งกว่าจะสำเร็จ โดยอัตราการเปิดหลอดเลือดดำได้สำเร็จในครั้งแรกมีเพียงร้อยละ 53 ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการทำหัตถการเจาะเลือดและเปิดหลอดเลือดดำได้แก่ ประสิทธิภาพของพยาบาลในการเปิดหลอดเลือดดำในเด็ก สรีรวิทยาของทารกแรกเกิดที่มีขนาดหลอดเลือดดำส่วนปลายขนาดเล็กและเปราะแตกง่าย มีความเสี่ยงสูงต่อการรั่วซึมของสารน้ำและยาออกนอกหลอดเลือดดำ ผู้ป่วยทารกไม่ให้ความร่วมมือ และการหดตัวของหลอดเลือดจากภาวะช็อค หรือในทารกที่มีภาวะบวม น้ำจะไม่สามารถมองเห็นหลอดเลือดผ่านผิวหนังทารกได้ชัดเจน ทำให้หัตถการการเจาะเลือดและเปิดหลอดเลือดดำในผู้ป่วยทารกเป็นเรื่องที่ยากยิ่งสำหรับพยาบาลและมีความแตกต่างจากผู้ป่วยในช่วงวัยอื่น

Neonate Vein Finder เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการหาหลอดเลือดดำส่วนปลายในทารกแรกเกิดที่มีน้ำหนักตัวมากกว่า 2,500 กรัม ใช้วิธีการ transillumination โดยวางแสงไฟที่มีความยาวคลื่นในช่วงอินฟราเรดชนิดใกล้ (near infrared, NIR) ได้ผิวหนังบริเวณที่ต้องการเจาะเลือดหรือเปิดหลอดเลือดทารกให้แสงไฟสะท้อนผ่านผิวหนังทารกที่มีความบางทำให้สามารถมองเห็นหลอดเลือดดำส่วนปลายผ่านผิวหนังทารกได้ชัดเจนขึ้น มีขนาดที่เหมาะสมกับสรีรวิทยาทางกายภาพของทารก ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการเจาะเลือดและเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำและยาทางหลอดเลือดดำ สามารถลดจำนวนครั้งในการแทงเข็มผ่านผิวหนังและลดระยะเวลาของความเจ็บปวดทรมานจากการเจาะเลือดและเปิดหลอดเลือดในทารกแรกเกิด และมีความปลอดภัย

คำสำคัญ : การเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ, การเจาะเลือด, ทารกแรกเกิด

¹ งานการพยาบาลผู้ป่วยวิกฤตทารกแรกเกิด โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

Neonatal Intensive Care Unit, Thammasat University Hospital

โทรศัพท์ 02-926-9200 email : pieapple9999@gmail.com

Abstract

All sick newborn infants admitted to the neonatal care unit required venipuncture for both further investigation, treatment and vascular access. Mean number of attempt to success venipunctures is 2.35 times. Success rate of venipuncture at the first attempt is 53% . Many factors are associated with venipunctures success rate such as nurses experience in infant venipuncture, small newborn infants and fragile vessels. These factors lead to higher risk for extravasation, less patient cooperation, vasoconstriction in shock infant or infant with skin edema which makes venipuncture more difficult.

Neonatal vein finder is an equipment using near infrared light to assist in localizing vessels in infants with body weight <2500 gm by transillumination. The equipment is safe and has a proper size for the infants. It provides more accuracy in venipuncture, reduces the number of attempt to achieve venous access which can reduce the pain in the infant.

Keyword : peripheral IV catheter insertion, venipuncture, newborn, infant, infrared

บทนำ

ทารกแรกเกิดที่มีปัญหาสุขภาพมีความจำเป็น เข้ารับการรักษาตัวในหออภิบาลทารกแรกเกิด ทารกทุกรายได้รับการเจาะเลือดส่งตรวจเพื่อการวินิจฉัยและการรักษา รวมถึงการเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ ในต่างประเทศ พบรายงานการศึกษาอัตราความสำเร็จในการเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำในผู้ป่วยทารกแรกเกิด พบว่าอัตราการเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำได้สำเร็จในครั้งแรกมีเพียงร้อยละ 45^[1] พบรายงานว่าผู้ป่วยเด็กที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลจะได้รับการแทงเข็มเพื่อให้สารละลายทางหลอดเลือดดำเฉลี่ย 2-3 ครั้งต่อวัน โดยได้รับการแทงเข็มรวมมากที่สุดถึง 7 ครั้งต่อวัน^[2] ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการทำหัตถการเจาะเลือดและการเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำได้แก่ ปัจจัยด้านพยาบาล ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ในการเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำในเด็ก จำนวนครั้งในการเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำต่อสัปดาห์ ทักษะและความชำนาญของพยาบาล^[3] ส่วนปัจจัยด้านผู้ป่วย พบว่ามีความเกี่ยวข้องกับด้านกายภาพและสรีรวิทยาของทารกแรกเกิดที่มีขนาดหลอดเลือดดำส่วนปลายขนาดเล็กและเปราะแตกง่าย มีความเสี่ยงสูงต่อการรั่วซึมของสารน้ำและยาออกนอกหลอดเลือดดำ ผู้ป่วยทารกไม่ให้ความร่วมมือ และการหลุดตัวของหลอดเลือดจากภาวะช็อค หรือในทารกที่มีภาวะบวม น้ำจะไม่สามารถมองเห็นหลอดเลือดผ่านผิวหนังทารกได้ชัดเจน ทำให้หัตถการการเจาะเลือดและการเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำในผู้ป่วย

ทารกเป็นเรื่องที่ยากยิ่งสำหรับพยาบาลและมีความแตกต่างจากผู้ป่วยในช่วงวัยอื่น

ผลกระทบเมื่อทารกได้รับการเจาะเลือดและการเปิดหลอดเลือดหลายครั้ง มีผลให้เกิดความเจ็บปวดส่งผลให้ร่างกายทารกมีปฏิกิริยาตอบสนองซึ่งมีผลต่อการทำงานในระบบต่าง ๆ ของร่างกายและอวัยวะที่สำคัญ โดยทารกจะเกิดความเครียด มีอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนลดลง รบกวนความสมดุลของกลูโคส ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง ความดันโลหิตเพิ่มสูงขึ้น ทำให้เกิดความดันในกะโหลกศีรษะสูงขึ้นในทารกคลอดก่อนกำหนดอาจส่งผลให้มีเลือดคั่งในสมอง เนื้อเยื่อถูกทำลายมากขึ้น ทำให้ต้องใช้พลังงานสะสมมากขึ้น มีผลทำให้การเจริญเติบโตช้าลง ทารกมีพฤติกรรมร้องกวน รบกวนแบบแผนกิจวัตรประจำวันทำให้นอนหลับพักผ่อนน้อยลง จำนวนครั้งของการแทงเข็มให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ เป็นความเจ็บปวดที่มีผลกระทบต่อนจิตใจเด็กและพ่อแม่อย่างมาก เป็นประสบการณ์เลวร้ายสำหรับผู้ป่วยเด็กซึ่งมีผลอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน^[4] ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดาและทารกไม่ดี อีกทั้งยังมีผลกระทบต่อการให้การรักษา เช่น ผู้ดูแลเกิดความไม่พอใจในการให้บริการ อาจเกิดอันตรายต่อทารกหากไม่ได้รับยาและสารน้ำตามแผนการรักษา เสียค่าใช้จ่ายจากการใช้เวชภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังทำให้พยาบาลเกิดความเครียดและต้องใช้เวลามากขึ้นในการเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำใหม่ เนื่องจากการเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำเป็นหัตถการที่มีความจำเป็นสำหรับผู้ป่วยที่ต้องการการรักษาในภาวะวิกฤต ความยากลำบากในการทำหัตถการดังกล่าวจึงส่งผลกระทบต่อบุคลากรทางการแพทย์

ครอบครัวและผู้ป่วย ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการวินิจฉัยโรคและรักษาผู้ป่วย

ปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการเจาะเลือดและเปิดหลอดเลือดโดยใช้แสงอินฟราเรดชนิดใกล้ (near infrared, NIR) ฉายบนผิวหนังจะสะท้อนภาพหลอดเลือดให้เห็น^[5-6] และวิธีการ transillumination^[7-8] โดยวางแสงไฟที่มีความยาวคลื่นในช่วง NIR ได้ผิวหนังบริเวณที่ต้องการเจาะเลือดหรือเปิดหลอดเลือดทาร์กให้แสงไฟสะท้อนผ่านผิวหนังทาร์กที่มีความบางทำให้สามารถมองเห็นหลอดเลือดดำส่วนปลายผ่านผิวหนังทาร์กได้ชัดเจนขึ้น แต่ยังมีปัญหาว่าอุปกรณ์มีราคาสูงและมีขนาดรูปร่างของอุปกรณ์นั้นไม่เหมาะสมกับสรีระวิทยาทางกายภาพของทาร์ก จึงต้องการพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่องหาหลอดเลือดดำส่วนปลายของทาร์กแรกเกิดที่มีคุณสมบัติที่สามารถส่องผ่านผิวหนังทาร์กที่มีน้ำหนักตัวมากกว่า 2,500 กรัม มีขนาดที่เหมาะสมกับสรีระวิทยาทางกายภาพของทาร์กเพื่อช่วยเพิ่มความแม่นยำในการเจาะเลือดและเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำและยาทางหลอดเลือดดำ ลดจำนวนครั้งในการแทงเข็มผ่านผิวหนังและลดระยะเวลาของความเจ็บปวดทรมานจากการเจาะเลือดและเปิดหลอดเลือดในทาร์กแรกเกิดและมีความปลอดภัย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างอุปกรณ์ส่องหาหลอดเลือดดำส่วนปลายในทาร์กแรกเกิด สำหรับใช้ในการเจาะเลือดและเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ
2. เพื่อเพิ่มความแม่นยำให้การเจาะเลือดและเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ

และลดจำนวนครั้งในการแทงเข็มผ่านผิวหนังและลดระยะเวลาของความเจ็บปวดทรมานจากการเจาะเลือดและเปิดหลอดเลือดในทาร์กแรกเกิด

วิธีดำเนินการ

1. วิเคราะห์สภาพปัญหา

ค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงานและหาแนวทางแก้ไขปัญหาโดยการสร้างนวัตกรรมให้สอดคล้องเพื่อแก้ไขปัญหา

2. ทบทวนทฤษฎี แนวคิด และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

- 2.1. ระบบหมุนเวียนเลือดในร่างกาย
- 2.2. ตำแหน่งหลอดเลือดดำส่วนปลายที่ใช้ในการเจาะเลือดและเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำในทาร์ก
- 2.3. การเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำ
- 2.4. การเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำส่วนปลายในทาร์ก
- 2.5. การดูดกลืนแสงของเนื้อเยื่อและหลอดเลือดดำ
- 2.6. รังสีอินฟราเรด

3. ออกแบบนวัตกรรม

แนวความคิดการออกแบบนวัตกรรมจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องทางกายภาพสำคัญ 3 ประการ คือ 1) ความเหมาะสมต่อสรีระของทาร์กในการใช้งาน 2) ความเหมาะสมต่อการใช้งานของผู้ปฏิบัติงาน และ 3) ความเหมาะสมทางเทคโนโลยี โดยปัจจัยสามประการดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 ออกแบบนวัตกรรมให้สามารถใช้ส่องเส้นเลือดที่มือ แขน และขา ของทารกแรกเกิด

3.2 ออกแบบนวัตกรรมโดยใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และวิศวกรรมเชิงแสงร่วมด้วย โดยเลือกใช้แสงในย่านความถี่อยู่ในช่วงโฟโตรีด (photo red) หรือ ดีพเรด (deep red)

4. การสร้างต้นแบบนวัตกรรม

4.1 การพิสูจน์แนวคิด ในขั้นตอนนี้มีปัจจัยสำคัญซึ่งจำเป็นจะต้องพิจารณาหลายประการ เพื่อทำการพิสูจน์แนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้ ซึ่งประกอบด้วย 1) รูปทรงที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน 2) เทคโนโลยีทางแสง การขับหลอดแอลอีดี อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากการทำงานของหลอดแอลอีดี ระยะเวลาการใช้งาน 3) การออกแบบสามมิติเพื่อนำไปสู่การสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์

4.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ในขั้นตอนนี้จะเป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าผลิตภัณฑ์จริง โดยใช้เทคนิคกรรมวิธี และขั้นตอนการผลิตใกล้เคียงกับการสร้างผลิตภัณฑ์จริง โดยในขั้นตอนนี้มุ่งเน้นในการพัฒนาการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แบบรวดเร็วด้วยการพิมพ์สามมิติ และการออกแบบวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์สำเร็จรูป เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในการผลิตจริงในอนาคต ทั้งนี้การทดสอบความพึงพอใจ และประสิทธิภาพการใช้งานเบื้องต้น จะถูกรวมอยู่ในขั้นตอนนี้ด้วย

กระบวนการยื่นจดอนุสิทธิบัตร

ผลงานนวัตกรรมนี้อยู่ในสถานะ “อยู่ระหว่างการขอรับอนุสิทธิบัตร” เลขที่คำขอ 2003003376



Figure1 Neonate Vein Finder (prototype)

จุดเด่นของนวัตกรรม / สิ่งประดิษฐ์

อุปกรณ์ส่องหาหลอดเลือดดำส่วนปลายในทารกแรกเกิด มีความเข้มแสงที่สามารถส่องผ่านผิวหนังทารกที่มีน้ำหนักตัวมากกว่า 2,500 กรัม และมีขนาดเหมาะสมกับขนาดสรีรวิทยาทางกายภาพของทารก โดยไม่เป็นอันตรายต่อผิวหนังทารก

ประโยชน์และคุณค่าของงานนวัตกรรม

1. อุปกรณ์ที่ช่วยในการค้นหาหลอดเลือดดำส่วนปลายเพิ่มความแม่นยำในการเจาะเลือดและการเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำในทารกแรกเกิด

2. ลดจำนวนครั้งในการใช้เข็มแทงผ่านผิวหนังทารกและระยะเวลาที่ใช้ในการเจาะเลือดและเปิดหลอดเลือดให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำในทารกแรกเกิด

สรุปผลการดำเนินงาน

พยาบาลผู้ใช้ต้นแบบอุปกรณ์ส่องหาหลอดเลือดดำส่วนปลายในทารกแรกเกิด มีความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมในระดับมาก โดยนวัตกรรมนี้มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานในทารกแรกเกิดทั้งบริเวณฝ่ามือ แขน ขา และฝ่าเท้า มีความชัดเจนในการมองเห็นหลอดเลือดดำส่วนปลาย อุปกรณ์ใช้งานง่ายขนาดกะทัดรัดสะดวกในการใช้งาน และมีความปลอดภัยในการใช้งาน

บทเรียนที่ได้รับ

การสร้างนวัตกรรม/อุปกรณ์ทางการแพทย์เป็นการผสมผสานความรู้ทางการแพทย์และวิศวกรรมเพื่อสร้างชิ้นงานที่ตอบสนองความต้องการของกลุ่ม เป้าหมาย โดยเฉพาะขั้นตอนการสร้างต้นแบบนวัตกรรมต้องมีการปรับปรุงชิ้นงานหลายครั้ง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่า และมีความเป็นไปได้สูงในการนำมาใช้งาน

กิตติกรรมประกาศ

ต้นแบบอุปกรณ์ส่องหาหลอดเลือดดำส่วนปลายในทารกแรกเกิดนี้ได้รับทุนสนับสนุน

จากโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ
ปีงบประมาณ 2563

เอกสารอ้างอิง

1. Legemaat M, Carr PJ, van Rens RM, van Dijk M, Poslawsky IE, van den Hoogen A. Peripheral intravenous cannulation: complication rates in the neonatal population: a multicenter observational study. J Vasc Access. 2016; 17: 360-5.
2. Lininger RA. Pediatric peripheral IV insertion success rate. Pediatr Nurs. 2003; 29: 351-4.
3. Khamenkan K. Intravenous cannulation Procedure in Pediatric Patients: Nursing Strategies to success. NSH. 2013; 35:131-9.
4. Kennedy RM, Luhmann J, Zempsky WT. Clinical implications of unmanaged needle-insertion pain and distress in children. Pediatrics. 2008; 122: 130-3.
5. Natascha J. et, al. The use of near-infrared light for safe and effective visualization of subsurface blood vessels to facilitate blood withdrawal in children. Medical Engineering & Physics. 2013; 35: 433-440.
6. Denstedt M, Bjorgan A, Milanic M, and Randeberg LL. Wavelet based feature extraction and visualization in hyperspectral tissue characterization.

Biomed Opt Express. 2014; 5: 4260-4280.

7. Shrestha GS, Acharya B and Tamang S. Transillumination of palm for peripheral intravenous cannulation in an infant with difficult venous access. J Soc Anesth Nepal. 2015; 2: 31-3.
8. Goren A, Laufer J, Yativ N, Kuint J, Ackon, Rubinshtein M, et al. Transillumination of the palm for veinpuncture in infants. Pediatr Emerg Care. 2001; 17: 130-131.