

การพัฒนาเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด

DEVELOPMENT ECONOMY LED PHOTOTHERAPY FOR NEONATAL JAUNDICE

สุรศักดิ์ ยะกัน^{1*}

Surasak Yakan^{1*}

Received: 18 March 2024

Revised: 10 May 2024

Accepted: 27 June 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและพัฒนาเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดในโรงพยาบาลสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด และ 3) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด กับเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองชนิดหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์แสงสีน้ำเงินขนาด 18 วัตต์จำนวน 6 หลอด โดยใช้เครื่องมือวัดค่าปริมาณความเข้มแสง สถิติที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลวิจัยพบว่า เครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดที่สร้างขึ้น มีคุณภาพในระดับมาก ($\bar{X}=4.21\pm 0.12$) 2) มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของสถาบันกุมารเวชศาสตร์แห่งอเมริกา (AAP) โดยสามารถปรับค่าความเข้มแสงในการรักษา ที่ระดับความสูง 30-50 เซนติเมตรห่างจากตัวทารก และสามารถปรับระดับปริมาณแสงสีน้ำเงินให้อยู่ในค่าที่ต้องการตามมาตรฐานได้โดยการส่องไฟระดับมาตรฐานที่ความเข้มแสงเท่ากับ 8-10 ไมโครวัตต์/ตารางเซนติเมตร/นาโนเมตร ($\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$) และการส่องไฟระดับความเข้มสูง ที่ความเข้มแสง 30-50 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ และเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดที่สร้างขึ้น ประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากกว่าเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองชนิดหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์แสงสีน้ำเงินขนาด 18 วัตต์จำนวน 6 หลอด

คำสำคัญ: เครื่องส่องไฟ; ทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลือง; การส่องไฟระดับมาตรฐาน

Abstract

This article proposes a prototype of phototherapy equipment from blue light emitting diode (LED), to treat neonatal jaundice. The research aims to study the invention prototype of Economy LED phototherapy for neonatal jaundice to treatment for newborn jaundice in Somdejphrajaotaksin Maharaj Hospital; to find the efficiency of economy LED phototherapy for newborn jaundice; and to compare the efficiency between economy LED phototherapy and fluorescent phototherapy.

¹วิทยาลัยเทคนิคตาก จังหวัดตาก 63000

¹Tak technicalcollege, Tak, Thailand 63000

*Corresponding Author, E-mail: surasakyakan@gmail.com

Tool used in research were quality evaluation questionnaire, Medical BiliBlanket light meter and electrical tester. Statistic used in research included mean and standard deviation.

The research result was the quality Economy LED phototherapy for neonatal jaundice was the high level ($\bar{X} = 4.21 \pm 0.12$) more over than the determine criteria ($\bar{X} = 3.50$). The economy LED phototherapy for neonatal jaundice provide from recommendation of the American Academy of Pediatrics (AAP), Consists of 600 blue light LEDs and its irradiance is in range 45-225 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ depending on displacement between working area and source. The intensity of the light can adjust conventional or standard phototherapy setting 8-10 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ and intensive phototherapy setting 30-50 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$.; and LED phototherapy for newborn jaundice have efficiency to treatment newborn better than fluorescent phototherapy.

Keyword: Phototherapy; Neonatal jaundice; Conventional phototherapy

บทนำ

ทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลือง (Neonatal jaundice) เกิดจากมีสารสีเหลืองที่เรียกว่าบิลิรูบิน (Bilirubin) จำนวนมากกว่าปกติคั่งอยู่ในอวัยวะต่างๆ ทำให้เห็นว่ามีผิวน้ำเหลืองทั่วตัวและตาขาวเป็นสีเหลือง สารสีเหลืองหรือสารบิลิรูบินถ้ามีมากเกินไปจะผ่านเข้าไปสู่สมองและไปจับที่เนื้อสมองทำให้สมองผิดปกติเรียกว่าเคอร์นิกเทอรัส (Kernicterus) ในระยะแรกเด็กจะมีอาการเกร็ง ชิม คุณนมไม่ดี อาเจียน ร้องเสียงแหลม หลังจากนั้นมีการเกร็ง อาการชักหลังแอนมากขึ้น มีไข้ ตาเหลืองขึ้นข้างบน หากเด็กรอดชีวิตผ่านระยะนี้ไปจะไปสู่ระยะท้ายคืออาการชักหลังแอนชัดเจน ความตึงหรือเกร็งของกล้ามเนื้อลดลง หดหายใจ หดสติหรือเสียชีวิต หากไม่เสียชีวิตจะเกิดความพิการถาวรเช่น มีอาการชักมีอาการเกร็ง การเคลื่อนไหวผิดปกติ หูหนวก ปัญญาอ่อน มีพัฒนาการช้า เกิดภาวะความจำทางสมองต่ำ (ธวัชรธรรม 2554) สำหรับการรักษานิยมใช้การส่องไฟรักษาเป็นอันดับแรก เนื่องจากเป็นวิธีการรักษาที่มีประสิทธิภาพ สะดวก ปลอดภัย ราคาไม่แพง (รพีพรรณ หาญสืบสาย, 2547) จากการศึกษาพบว่าสถาบันกุมารเวชศาสตร์แห่งอเมริกา (AAP American Academy of Pediatrics) ได้มีแนวทางการส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองคือการรักษาด้วยแสงไฟที่มีความยาวคลื่น (wavelength) ระหว่าง 420-475 นาโนเมตร (nm) แสงจะเปลี่ยนสารบิลิรูบินที่ผิวน้ำ ให้เป็นสารอื่นซึ่งจะละลายน้ำได้และไม่เป็นอันตรายต่อสมอง สามารถขับออกทางร่างกายทางอุจจาระและปัสสาวะความยาวคลื่นแสงประมาณ 459 นาโนเมตร จะเป็นค่าที่สารบิลิรูบินจะดูดซับแสงได้มากที่สุดโดยแพทย์จะใช้แสงไฟสีน้ำเงินส่องไปที่ตัวเด็ก ซึ่งจะใช้จำนวนหลอดไฟและระยะห่างจากตัวเด็กตามมาตรฐาน โดยถอดเสื้อผ้าเด็กและปิดตาเด็กไว้เพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่ตา (พยนต์ บุญญฤทธิพงษ์, 2550) และทางโรงพยาบาลสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช มีเครื่องส่องไฟชนิดหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์แสงสีน้ำเงิน (special blue light fluorescent phototherapy) ขนาด 18 วัตต์จำนวน 6 หลอด (เกรียงศักดิ์ จิระแพทย์ และวิณา จิระแพทย์, 2545) จำนวน 10 เครื่อง ซึ่งไม่เพียงพอต่อการให้บริการ เครื่องส่องไฟชนิดนี้มีขนาดใหญ่ มีความร้อนสูงและอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าสั้น หลังจากการใช้งานมานานหลายปี มีผลทำให้ปริมาณความเข้มแสงอยู่ในระดับต่ำประมาณ 7-11 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ ที่ระดับความสูง 30 ซม. ทำให้การรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองที่มี

อาการรุนแรงไม่ประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ยังพบภาวะอุณหภูมิร่างกายสูง (hyperthermia) ถึงร้อยละ 90 เครื่องส่องไฟชนิดหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์แสงสีน้ำเงินขนาด 18 วัตต์จำนวน 6 หลอด ราคาประมาณ เครื่องละ 25,000 บาท ในปัจจุบันมีการนำเอาเครื่องส่องไฟชนิดหลอดแอลอีดี (LED Phototherapy) มาใช้รักษาแทนเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการรักษาดีกว่า ไม่มีความร้อน หลอดไฟฟ้ามีอายุใช้งานนานกว่า แต่ยังมีราคาแพงมาก (ชนพิพรธน์ สนธิรักษ์, 2556) โดยเครื่องส่องไฟชนิดหลอดไฟฟ้าแอลอีดีแบบส่องไฟด้านเดียว (single surface) ราคาเครื่องละ 100,000-120,000 บาท และแบบส่องไฟสองด้าน (double surface) ราคาเครื่องละ 160,000-360,000 บาท เนื่องจากเครื่องส่องไฟชนิดหลอดไฟฟ้าแอลอีดีมีราคาแพง ทำให้งบประมาณของโรงพยาบาลสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราชไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะจัดทำเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด เพื่อดูแลทารกแรกเกิดที่มีภาวะตัวเหลืองในโรงพยาบาลสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราชให้ได้รับความปลอดภัยและลดภาวะตัวเหลืองได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดเงินงบประมาณในการซื้อเครื่องส่องไฟ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนาเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด สำหรับใช้ส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองในโรงพยาบาลสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช
2. เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด
3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด กับเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองชนิดหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์แสงสีน้ำเงินขนาด 18 วัตต์จำนวน 6 หลอด

บททวนวรรณกรรม

งานวิจัยเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดนี้ ได้นำความรู้เกี่ยวกับการรักษาทารกภาวะตัวเหลืองด้วยการส่องไฟและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. การรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด

การรักษาทารกแรกเกิดที่มีภาวะตัวเหลืองมีจุดมุ่งหมายคือเพื่อลดระดับบิลิรูบินป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนทางสมอง (Kernicterus) ซึ่งมี 4 วิธีดังนี้

1.1 การส่องไฟ (phototherapy) คือวิธีการรักษาด้วยแหล่งกำเนิดแสงไฟที่มีความยาวคลื่น (wave length) ระหว่าง 420-475 นาโนเมตรแสงสีน้ำเงินเขียว (blue green light) ซึ่งมีความยาวคลื่นในช่วงของ 450-480 นาโนเมตรนั้น ถูกบิลิรูบินดูดซับได้ดีที่สุดจึงมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดสำหรับใช้รักษา ค่าความเข้มของแสงในช่วง 5-50 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ จะทำให้มีประสิทธิภาพในการรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแสงจะเปลี่ยนบิลิรูบินที่ที่ผิวหนังให้เป็นสารอื่นที่จะละลายน้ำได้และไม่เป็นอันตรายต่อสมองสามารถขับออกทางร่างกายอุจจาระและปัสสาวะได้

1.2 การเปลี่ยนถ่ายเลือด (Blood exchange transfusion) เป็นการรักษาทารกภาวะตัวเหลือง

(Jaundice) ที่ได้ผลเร็วที่สุดและมีประสิทธิผลสูงสุดมักใช้การเปลี่ยนถ่ายเลือดในรายที่มีความเสี่ยงสูงต่อภาวะแทรกซ้อนทางสมอง (Kernicterus)

1.3 การรักษาด้วยยา (Pharmaceutical agents) ใช้ในการป้องกันการเกิดอาการตัวเหลืองแต่จะได้ผลในทารกเกิดครบกำหนดเท่านั้นและไม่นิยมใช้เนื่องจากต้องใช้เวลา 3 - 4 วัน

1.4 การสังเกตและคอยกระตุ้นให้ทารกดื่มนมมากๆ จะช่วยกระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ให้ขับถ่ายอุจจาระและปัสสาวะได้ดีซึ่งมีbilirubin ที่ละลายอยู่ออกไป

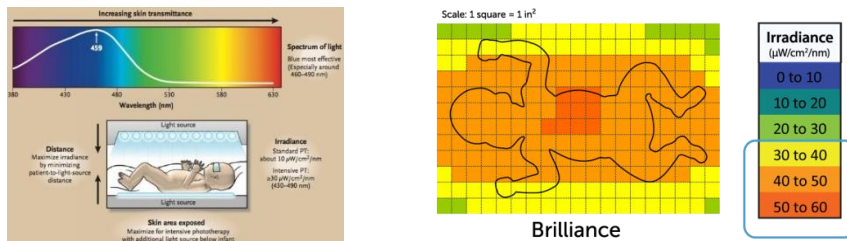
2. แนวทางการรักษาภาวะตัวเหลืองด้วยวิธีการส่องไฟ (Phototherapy)

2.1 สเปกตรัมของแสง (Spectrum) ระดับbilirubin จะสามารถดูดซับแสงที่ค่าความยาวคลื่นในช่วง 400 - 500 นาโนเมตรและดูดซับแสงที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดที่ 459 นาโนเมตร

2.2 ความเข้มของแสง (Irradiance) ประสิทธิภาพของการลดbilirubin ในเลือดจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับพลังงานแสง โดยพลังงานความเข้มแสงที่มีประสิทธิภาพในการรักษาภาวะตัวเหลืองอยู่ระหว่าง 5-50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ โดยการส่องไฟระดับมาตรฐานที่ความเข้มแสง 8-10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ และการส่องไฟระดับความเข้มสูงที่ความเข้มแสง $>30 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$

2.3 ระยะห่างของแสงกับทารก (Distance of light) ยิ่งทารกอยู่ใกล้แสงไฟมากจะได้รับแสงที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้ลดระดับbilirubin ได้ดียิ่งขึ้นดังนั้นจึงควรให้ทารกนอนอยู่ในตำแหน่งตรงกลางของแสงไฟที่ส่องลงมาโดยจัดระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับทารกประมาณ 30 - 50 เซนติเมตร

2.4 พื้นที่ผิวหนังที่สัมผัสแสง (Exposed body surface area) ผิวหนังของทารกสัมผัสกับแสงได้มากจะลดbilirubin ได้ดีจึงต้องถอดเสื้อผ้าทารกออกเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวหนังที่สัมผัสแสง



ภาพที่ 1 ความยาวคลื่นและความเข้มของแสงที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการรักษาทารกภาวะตัวเหลือง ที่มา : <https://d-rev.s3-us-west-2.amazonaws.com>

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

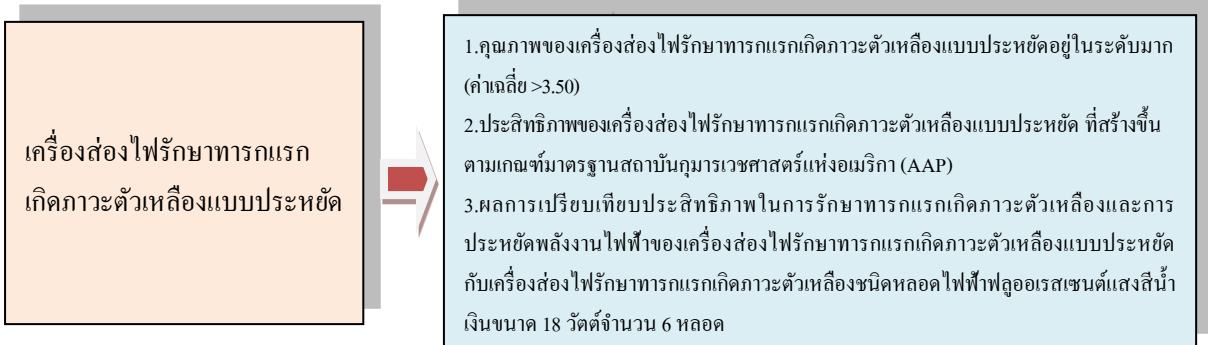
1. เครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดที่ผลิตขึ้น และเครื่องส่องไฟชนิดหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์แสงสีน้ำเงินขนาด 18 วัตต์ จำนวน 6 หลอดต่อชุด

2. แบบประเมินประสิทธิภาพของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดใช้บันทึกผลที่ได้จากเครื่องมือวัดค่าความเข้มแสง (BiliBlanket light Meter) วัดค่าปริมาณพลังงานความ

เข้มแสงหรือการแผ่รังสีของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลือง

3. แบบบันทึกเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดกับแบบหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์แสงสีน้ำเงิน

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

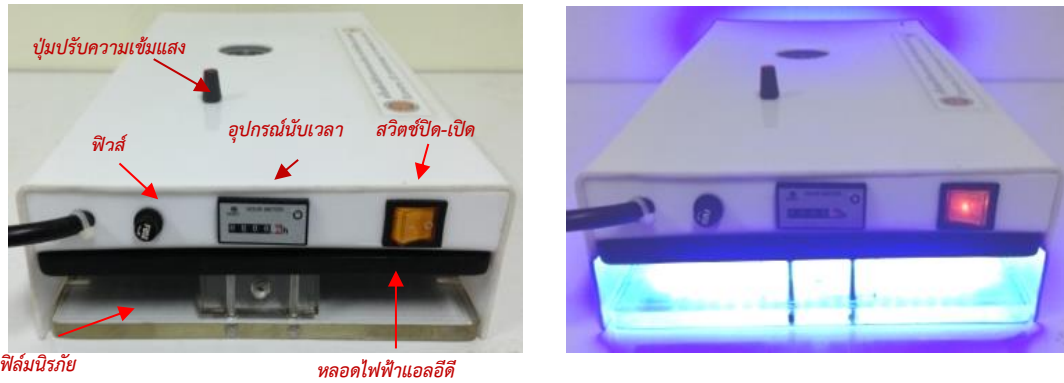
1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบต่างๆ และมาตรฐานการส่องไฟรักษาทารกอ้างอิงจากสถาบันกุมารเวชศาสตร์แห่งอเมริกา (AAP: American Academy of Pediatrics)

2. สร้างเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด

อุปกรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงใช้หลอดแอลอีดีสีน้ำเงินแบบเปลือยจำนวน 300 หลอดจำนวน 2 แผง รวม 600 หลอดต่อชุด ชุดแหล่งกำเนิดแสงนี้ใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ หม้อแปลงไฟฟ้า (Switching power supply) ใช้เปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจาก 220 VAC เป็น 12 VDC 0-30 A สามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้อยู่ระหว่าง 10 - 15.2 โวลต์ (Volt) เครื่องนับเวลาแบบอนาล็อก (Hourmeter) เป็นอุปกรณ์นับจำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องส่องไฟรักษาทารกภาวะตัวเหลือง ฟิล์มนิรภัย มีคุณสมบัติกันแสงอัลตราไวโอเล็ต (UV) ได้ประมาณ 95 % ซึ่งแสงอัลตราไวโอเล็ตเป็นอันตรายกับผิวและตาของทารก



ภาพที่ 3 วงจรไฟฟ้าเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด



ภาพที่ 4 เครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด

3. สร้างแบบสอบถาม จำนวน 1 รายการ ได้แก่ แบบประเมินความพึงพอใจของบุคลากรทางการแพทย์ที่มีต่อเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด

4. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบประเมินให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และวัตถุประสงค์ของการใช้งาน แล้วนำผลการพิจารณาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมิน (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

5. นำเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด ไปทดลองใช้ในการรักษาทารกภาวะตัวเหลืองที่กลุ่มงานกุมารเวชกรรม โรงพยาบาลสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช โดยเปรียบเทียบกับเครื่องส่องไฟชนิดหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ ช่วงเวลาเดือนมกราคม-ธันวาคม 2564

6. นำแบบบันทึกเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องส่องไฟให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ดังนี้

6.1 เปรียบเทียบการวัดปริมาณความเข้มแสงกับระดับความสูงของเครื่องส่องไฟกับตัวทารก

6.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติทั่วไปของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดกับเครื่องส่องไฟชนิดหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์แสงสีน้ำเงินได้แก่ โครงสร้างเครื่องส่องไฟ น้ำหนักเครื่องส่องไฟ การปรับค่าระดับความเข้มแสง ราคาการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเมื่อใช้งาน 25,000 ชั่วโมงการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องส่องไฟ 2 ชนิดระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ส่องไฟรักษาการนำเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลือง 2 ชนิดไปใช้งาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องส่องไฟใช้ผลที่ได้จากการบันทึกคุณสมบัติทั่วไปของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด กับแบบหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์แสงสีน้ำเงินมาวิเคราะห์เปรียบเทียบในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

ผลการวิจัย

ค่าปริมาณพลังงานความเข้มแสงหรือการแผ่รังสีของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดที่ผลิตขึ้น โดยใช้เครื่องมือวัดค่าความเข้มแสง (BiliBlanket light Meter) ได้ผลดังนี้

แสงสีน้ำเงินจากเครื่องส่องไฟรักษาทารกภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดที่ความสูง 30-50 เซนติเมตรถึงตรงระดับผิวของทารก แสงสีน้ำเงินที่ได้มีค่าความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 45-255 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ โดยเครื่องแปลงไฟฟ้าสามารถปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ระหว่าง 10-14 โวลต์ สามารถปรับระดับความสูงของเครื่องส่องไฟได้ตั้งแต่ 110-170 เซนติเมตร วัตถุประสงค์จากตัวเครื่องส่องไฟกับพื้น สามารถปรับปริมาณความเข้มแสงสีน้ำเงินให้อยู่ในค่าที่ต้องการตามมาตรฐานสถาบันกุมารเวชศาสตร์แห่งอเมริกา (AAP: American Academy of Pediatrics) ได้มีแนวทางการส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองคือการรักษาด้วยแสงไฟที่มีความยาวคลื่น (Wave length) ระหว่าง 420-475 นาโนเมตร (nm) โดยปรับปริมาณความเข้มแสงสีน้ำเงินให้อยู่ในค่าที่ต้องการตามมาตรฐานได้โดยการส่องไฟระดับมาตรฐาน (Conventional phototherapy) ที่ความเข้มแสงเท่ากับ 8-10 ไมโครวัตต์ต่อ $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ และการส่องไฟระดับความเข้มสูง(Intensive phototherapy) ที่ความเข้มแสงไม่น้อยกว่า 30 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ ใช้กระแสไฟฟ้าประมาณ 0.13 - 0.59 แอมแปร์ (A) แสดงตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวัดปริมาณความเข้มแสงเปรียบเทียบกับระดับความสูงของเครื่องส่องไฟกับตัวทารก

แรงดันไฟฟ้า (Volts)	กระแสไฟฟ้า (Amperes)	ปริมาณความเข้มแสง : ไมโครวัตต์/ตารางเซนติเมตร/นาโนเมตร ($\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$)		
		ระยะห่าง 30 ซม.	ระยะห่าง 40 ซม.	ระยะห่าง 50 ซม.
14	0.59	225	158	120
13	0.42	185	130	98
12	0.32	151	106	80
11	0.24	122	85	64
10	0.13	86	59	45

หมายเหตุ อ้างอิงมาตรฐานสถาบันกุมารเวชศาสตร์แห่งอเมริกา (AAP : American Academy of Pediatrics) การส่องไฟระดับมาตรฐานที่ความเข้มแสงเท่ากับ 8-50 ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตรต่อนาโนเมตร ($\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$)

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องส่องไฟพบว่าเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด มีคุณสมบัติทั่วไปดีกว่าเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์แสงสีน้ำเงินขนาด 18 วัตต์ 6 หลอดแบบมาตรฐาน และสามารถส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองที่มีอาการตัวเหลืองรุนแรงในการส่องไฟระดับความเข้มสูงที่ความเข้มแสง 30-50 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ ได้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด กับแบบหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์แสงสีน้ำเงิน

เปรียบเทียบคุณสมบัติ	เครื่องส่องไฟ แบบหลอดฟลูออเรสเซนต์	เครื่องส่องไฟ แบบประหยัด
ปริมาณความเข้มแสง ($\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$)	8-11	45-225
โครงสร้างเครื่องส่องไฟ	ใหญ่, เคลื่อนย้ายยาก	เล็ก, เคลื่อนย้ายง่าย
น้ำหนักเครื่องส่องไฟ	10 กิโลกรัม	5 กิโลกรัม
การปรับค่าระดับความเข้มแสง	ปรับค่าไม่ได้	ปรับค่าได้
มูลค่าต่อเครื่องพร้อมโครง	25,000 บาท	8,000 บาท
อายุการใช้งานของหลอดไฟ	2,500 ชั่วโมง	25,000 ชั่วโมง
ปริมาณกระแสไฟฟ้า	1.22 แอมแปร์	0.13-0.59 แอมแปร์
ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ส่องไฟรักษา	48 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
ภาวะอุณหภูมิกายทารกสูง	ร้อยละ 90	ร้อยละ 0

จากตารางที่ 3 อายุการใช้งานของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดสีน้ำเงินมีอายุการใช้งานมากกว่าหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดสีน้ำเงิน (ราคา 280 บาท/หลอด) ประมาณ 10 เท่า สรุปได้ว่าราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดสีน้ำเงินสิ้นเปลืองมากกว่าหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดสีน้ำเงินประมาณ 10.5 เท่า

ตารางที่ 3 ข้อมูลเปรียบเทียบราคาการเปลี่ยนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงินเมื่อใช้งาน 25,000 ชั่วโมง

ชนิดเครื่องส่องไฟ	ราคาต่อชุด (บาท)	ราคาเมื่อเปลี่ยน หลอดไฟ (บาท)	หมายเหตุ
ชนิดหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน แบบมาตรฐาน 18 วัตต์ 6 หลอด	1,680	16,800	อายุใช้งาน 2,500 ชั่วโมง
ชนิดหลอดแอลอีดีแบบประหยัด	1,600	1,600	อายุใช้งาน 25,000 ชั่วโมง

ตารางที่ 4 เมื่อใช้งานเครื่องส่องไฟทั้งสองชนิด สรุปได้ว่าเครื่องส่องไฟชนิดหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดสีน้ำเงินแบบมาตรฐาน 18 วัตต์ 6 หลอดสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามากกว่าเครื่องส่องไฟชนิดหลอดแอลอีดีแบบประหยัด ประมาณ 2 เท่า

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลือง

ชนิดเครื่องส่องไฟ	กระแสไฟฟ้าต่อชุด (A)	พลังงานไฟฟ้า (kwh)	หมายเหตุ
ชนิดหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน แบบมาตรฐาน 18 วัตต์ 6 หลอด	1.22	6,710	25,000 ชั่วโมง
ชนิดหลอดแอลอีดีแบบประหยัด	0.59	3,245	25,000 ชั่วโมง

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบคุณลักษณะเบื้องต้นของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลือง พบว่าปริมาณความเข้มแสงและอายุการใช้งานของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดใกล้เคียงกับเครื่องส่องไฟชนิดหลอดไฟฟ้าแอลอีดีที่ผลิตจากต่างประเทศและดีกว่าเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบมาตรฐาน ราคาของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดต่ำกว่าเครื่องส่องไฟชนิดหลอดไฟฟ้าแอลอีดีที่ผลิตจากต่างประเทศประมาณ 20 เท่าและประหยัดต่ำกว่าเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบมาตรฐานประมาณ 2.7 เท่า

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบคุณลักษณะเบื้องต้นของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลือง

ข้อมูล	เครื่องส่องไฟชนิด หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ แบบมาตรฐาน	เครื่องส่องไฟชนิด หลอดไฟฟ้าแอลอีดี ผลิตจากต่างประเทศ	เครื่องส่องไฟชนิด หลอดไฟฟ้าแอลอีดี แบบประหยัด
	ปริมาณความเข้มแสง ($\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$)	8-11	>30
อายุใช้งาน (ชั่วโมง)	2,500	25,000	25,000
ราคาต่อหน่วยใช้งาน (บาท)	25,000	180,000	9,000

ตารางที่ 6 พบว่าเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด สามารถนำไปใช้งานแบบส่องไฟด้านเดียว ส่องไฟสองด้าน และส่องไฟบนตู้อบทารกได้ ดีกว่าเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบมาตรฐานที่ใช้งานได้เฉพาะส่องไฟด้านเดียว

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบการนำเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองไปใช้งาน

ชนิดเครื่องส่องไฟ	ส่องไฟด้านเดียว (Crib)	ส่องไฟสองด้าน (Crib)	ส่องไฟบนตู้อบทารก (Incubator)
ชนิดหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน แบบมาตรฐาน 18 วัตต์ 6 หลอด	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
ชนิดหลอดแอลอีดีแบบประหยัด	ได้	ได้	ได้

ตารางที่ 7 ผลการรักษาทารกภาวะตัวเหลืองในโรงพยาบาลสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราชจากการใช้งาน
เครื่องส่องไฟรักษาทารกภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด

ปี พ.ศ. 2564	จำนวนทารกแรกเกิด ภาวะตัวเหลือง (คน)	ระยะเวลาอนินในโรงพยาบาล		ระยะเวลาอนส่องไฟ	
		รวม (วัน)	เฉลี่ย/ราย (วัน)	รวม (วัน)	เฉลี่ย/ราย (วัน)
มกราคม	35	102	2.91	67	1.91
กุมภาพันธ์	35	112	3.20	77	2.20
มีนาคม	36	106	2.94	70	1.94
เมษายน	41	111	2.71	70	1.71
พฤษภาคม	71	206	2.90	135	1.90
มิถุนายน	71	216	3.04	145	2.04
กรกฎาคม	102	316	3.10	214	2.10
สิงหาคม	80	245	3.06	165	2.06
กันยายน	73	254	3.48	181	2.48
ตุลาคม	98	345	3.52	247	2.52
พฤศจิกายน	77	223	2.90	146	1.90
ธันวาคม	55	189	3.44	134	2.44
รวม (วัน)			3.10		2.10

ตารางที่ 7 แสดงผลการรักษาทารกภาวะตัวเหลืองในโรงพยาบาลสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราชจากการใช้งานเครื่องส่องไฟรักษาทารกภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด หลังจากที่ทารกคลอดได้ 24 ชั่วโมง จะมีการเจาะเลือดเพื่อหาค่าสารบิลิรูบิน เมื่อทราบได้ว่าทารกแรกเกิดมีสารบิลิรูบินในร่างกายถึงเกณฑ์ที่ต้องส่องไฟรักษา จะต้องทำการส่องไฟรักษาทันที จากเดิมการส่องไฟรักษาทารกด้วยเครื่องส่องไฟชนิดหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์แสงสีน้ำเงิน จะใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน แต่ในปัจจุบันได้นำเครื่องส่องไฟรักษาทารกภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดและทำการส่องไฟรักษาระดับความเข้มสูง (Intensive phototherapy) ที่ความเข้มแสง 30-50 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ ทำให้ใช้เวลารักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองลดลงเหลือประมาณ 2 วัน มีผลทำให้ทารกลดจำนวนการนอนในโรงพยาบาลลง

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1) ค่าปริมาณพลังงานความเข้มแสงหรือการแผ่รังสีของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดที่ผลิตขึ้น แสงสีน้ำเงินจากเครื่องส่องไฟรักษาทารกภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดที่ความสูง 30-50 เซนติเมตรถึงตรงระดับผิวของทารกแสงสีน้ำเงินที่ได้มีค่าความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 45-255 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ และสามารถปรับปริมาณความเข้มแสงสีน้ำเงินให้อยู่ในค่าที่ต้องการตามมาตรฐานได้ โดยการส่องไฟระดับมาตรฐาน (Conventional phototherapy) ที่ความเข้มแสงเท่ากับ 8-10 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ และการส่องไฟระดับความเข้มสูง (Intensive phototherapy) ที่ความเข้มแสงไม่น้อยกว่า 30 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$

สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของพจนต์ บุญญฤทธิพงษ์ (2550) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการการส่องไฟแบบเข้มในทารกแรกเกิดตัวเหลืองที่ให้พลังงานแสงอย่างน้อย $30 \mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ ต่อการลดลงของระดับสารบิลิรูบินในเลือด สรุปได้ว่าการใช้แสงไฟที่ให้พลังงานแสงอย่างน้อย $30 \mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ ในการรักษาทารกแรกเกิดที่มีภาวะตัวเหลืองมีประสิทธิภาพในการลดระดับสารบิลิรูบินในเลือดได้ดีกว่าการใช้แสงไฟที่ให้พลังงานแสงระหว่าง $12-15 \mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$

2) เครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัดมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์แสงสีน้ำเงินขนาด 18 วัตต์ 6 หลอดแบบมาตรฐาน โดยมีน้ำหนักเบา ขนาดเล็ก เคลื่อนย้ายได้ง่าย ประหยัดราคา ประหยัดพลังงานไฟฟ้า ลดเวลาในการรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองด้วยการส่องไฟ ลดจำนวนวันนอนในโรงพยาบาลของทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองสามารถส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองที่มีอาการตัวเหลืองรุนแรงในการส่องไฟระดับความเข้มสูง (Intensive phototherapy) ที่ความเข้มแสง $30-50 \mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของณัฐพงษ์ จิตริตันส์านนท์ (2554) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องมือส่องไฟผลิตในประเทศที่ประกอบด้วยหลอดอิมิดทิงค์ไดโอดส์ (แอลอีดี) เพื่อรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิดและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดระดับบิลิรูบินในเลือดของทารกที่มีภาวะตัวเหลืองระหว่างการส่องไฟด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์และการส่องไฟด้วยหลอดแอลอีดีที่ประกอบขึ้นเองในประเทศ โดยเครื่องส่องไฟด้วยโคมไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ความเข้มแสง $8-12 \mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ เครื่องส่องไฟด้วยโคมไฟหลอดแอลอีดีที่ผลิตเองได้ความเข้มแสงประมาณ $20-35 \mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ สรุปได้ว่าอุปกรณ์ส่องไฟแอลอีดีที่ผลิตขึ้นเองมีประสิทธิภาพในการลดระดับบิลิรูบินในทารกที่มีภาวะตัวเหลืองได้ดีกว่าการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยควรปรับค่าความเข้มแสงของเครื่องส่องไฟรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองแบบประหยัด ทุกครั้งก่อนนำไปใช้งาน เพื่อให้การรักษาเกิดประสิทธิภาพสูงสุดการวิจัยครั้งต่อไปควรพัฒนาเครื่องส่องไฟที่ใช้ในการรักษาทารกแรกเกิดภาวะตัวเหลืองในรูปแบบอื่น เช่น แบบส่องไฟด้านเดียวและแบบส่องไฟสองด้าน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณปรารถนา หมี่แสน หัวหน้าห้องผู้ป่วย NICU แผนกกุมารเวชกรรม โรงพยาบาลสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช นายแพทย์วรัญญู ตันตวิวัฒน์ทรัพย์ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลอุ้มผาง คุณชนนิพรรณ สนธิรักษ์ นายช่างเทคนิคปฏิบัติงาน โรงพยาบาลอุ้มผาง ที่คอยให้คำปรึกษาและคอยเป็นกำลังใจในการทำงานอย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

- เกียรติศักดิ์ จีระแพทย์และวีณา จีระแพทย์. (2545). *หลักการดูแลทารกแรกเกิดขั้นพื้นฐาน*. โรงพิมพ์
องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก (อผศ).
- ณัฐพงษ์ ฐิติรัตน์สานนท์. (2558). *ประสิทธิผลของเครื่องมือส่องไฟผลิตในประเทศที่ประกอบด้วยหลอด
อิมิดทิงค์ไดโอดส์ (แอลอีดี) เพื่อรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด*. www.thaipediatics.org
- ชัชววรรณ ดลรุ่ง. (2554). *การพัฒนาแนวปฏิบัติในการคัดกรองทารกแรกเกิดตัวเหลืองโรงพยาบาลเต่างอย
จังหวัดสกลนคร*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทที่ไม่มีการตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชนนิพรธน์ สนธิรักษ์. (2556). *LED Phototherapy*. [เอกสารนำเสนอ]. งานประชุมวิชาการอนามัย
แม่และเด็กครั้งที่ 5: กรมอนามัยสาธารณสุข, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย.
- ปรารธนา หมี่แสน. (2558). *ร่วมมือ ร่วมใจ นวัตกรรมเครื่องส่องไฟทารกแรกเกิด LED*. [เอกสาร
นำเสนอ]. งานประชุมวิชาการสาธารณสุข เขตสุขภาพที่ 2: จังหวัดพิษณุโลก, ประเทศไทย.
- รัฐเขตต์ เอกอิสริยาภรณ์. (2556). *ประสิทธิภาพของเครื่องส่องไฟชนิด light-emitting diode ที่ประดิษฐ์
ขึ้นเปรียบเทียบกับเครื่องส่องไฟชนิดมาตรฐานในการรักษาทารกแรกเกิดที่มีภาวะตัวเหลือง*.
วารสารจดหมายเหตุทางการแพทย์, 12(96), 1536-1541.
- รพีพรรณ หาญสืบสาย. (2547). *การศึกษาหาความสัมพันธ์ของระดับบิลิรูบิน และภาวะตัวเหลืองผิดปกติ
ในทารกแรกเกิดไทย*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทที่ไม่มีการตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. สุวีริยาสาส์น.
- พิชัย ชุณหเสวี. (2556). *การศึกษาวัดค่าความเข้มของแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) 18 วัตต์ 8 หลอด
เปรียบเทียบกับ 4 หลอดที่มีโคมสะท้อนแสงในการรักษาทารกตัวเหลือง*. *วารสารกุมารเวช
ศาสตร์* 52(4), 146-152
- พยนต์ บุญญฤทธิพงษ์. 2550. *ประสิทธิผลของการส่องไฟแบบเข้มในทารกแรกเกิดตัวเหลือง*.
วารสารเวชสาร, 51(1), 1-8