

Clinical outcomes of using high-flow nasal cannula (HFNC) in pediatric patients with acute respiratory distress: A retrospective study.

Nantanit Wongsawat, Nisarat Sumre

Department of Pediatrics, Satun Hospital

Received July 2, 2025 Revised September 15, 2025 Accepted September 26, 2025

Abstract

Background: Respiratory distress is an emergency event that requires immediate diagnosis and treatment. A high-flow nasal cannula (HFNC) is widely used as an alternative method for a noninvasive respiratory support. Satun Hospital started implementing HFNC in the pediatric department in 2017.

Objectives: This study aimed to evaluate the outcomes of HFNC in treating respiratory distress in pediatric patients.

Methods: This retrospective study collected data from pediatric patients aged one month to 15 years old who were admitted to the hospital between January 1, 2022 and December 31, 2024. Patients with respiratory distress by WHO criteria receiving treatment with HFNC were included for chart reviews. A total 304 pediatric patients were included. They were divided into 2 groups, those succeeded from HFNC treatment (success group) and those developed respiratory failure (failure group). Fisher's exact test was used to evaluate the differences between the 2 groups. Factors associated with failure were analyzed using logistic regression. p value < 0.05 was considered statistically significant.

Results: The success rate of HFNC treatment in pediatric patients with respiratory distress in 2022-2024 was 93.6% (284 of 304 events). The majority of pediatric patients aged 1-15 years (66.8%). The most common cause of respiratory distress was pneumonia (44.4%). The median length of hospital stay was 5 days. The mean duration of HFNC was 44.5 hours. It was found that after HFNC treatment, the respiratory rate was reduced and the heart rate decreased (p value < 0.001) and the oxygen saturation value increased (p value 0.02). The factors affecting the failure of HFNC treatment were age < 1 year (p value < 0.001), the cause of hospitalization was sepsis-related (p value < 0.001) and congestive heart failure (p value 0.008). The factors

affecting the success of HFNC use were asthma (p value 0.08) and hospitalization with the main disease being exacerbation of asthma (p value 0.012).

Conclusion: HFNC treatment in children with respiratory distress had good efficacy. Consideration of early treatment of respiratory distress with HFNC could reduce the chance of intubation and can reduce clinical symptoms.

Keywords: High flow nasal cannula (HFNC), Respiratory distress in pediatric patient

ผลลัพธ์ของการใช้ HFNC ในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากเฉียบพลัน

นันทนิก วงษ์สวัสดิ์, นิสารัตน์ สำเร

กลุ่มงานกุมารเวชกรรม โรงพยาบาลสตูล

บทคัดย่อ

ความสำคัญ: ภาวะหายใจลำบาก (respiratory distress) ในเด็กเป็นปัญหาสำคัญที่พบได้บ่อย จัดเป็นภาวะฉุกเฉินที่ต้องได้รับการวินิจฉัยและรักษาอย่างรวดเร็วเพื่อลดการเกิดภาวะทางเดินหายใจล้มเหลว ได้มีการนำ high flow nasal cannula (HFNC) เข้ามาใช้ในผู้ป่วยทางโรงพยาบาลสตูล ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลลัพธ์ของการใช้ high flow nasal cannula (HFNC) ในการรักษาผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากเฉียบพลันที่มารับการรักษาในโรงพยาบาลสตูล

วิธีการศึกษา: เป็นการศึกษาแบบเก็บข้อมูลย้อนหลัง ที่กลุ่มงานกุมารเวชกรรม โรงพยาบาลสตูล ศึกษาในผู้ป่วยเด็กอายุ 1 เดือน - 15 ปีที่มีภาวะหายใจลำบากเฉียบพลันตามเกณฑ์ของ WHO และได้รับการรักษาด้วย HFNC ตั้งแต่ 1 มกราคม 2565 ถึง 31 ธันวาคม 2567 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยทั้งหมดจากเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม Thai GL ของโรงพยาบาลสตูล พบผู้ป่วยที่มีภาวะทางเดินหายใจลำบากเฉียบพลันและได้รับการรักษาด้วย HFNC ทั้งหมด 304 ราย ทำให้ได้กลุ่มที่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (success group) และกลุ่มที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (failure group) เปรียบเทียบความสัมพันธ์กับปัจจัยทั้ง 2 กลุ่มด้วย Fisher exact probability test และวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์การไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC โดยใช้ logistic regression รายงานเป็น p value ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ < 0.05

ผลการศึกษา: กลุ่มที่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC ในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากเฉียบพลันในปี พ.ศ. 2565-2567 คิดเป็นร้อยละ 93.6 (284 ใน 304 ราย) ผู้ป่วยเด็กส่วนใหญ่อายุ 1 ปี - 15 ปี (ร้อยละ 66.8) สาเหตุภาวะหายใจลำบากที่พบมากที่สุด คือ โรคปอดอักเสบ (ร้อยละ 44.4) ค่ามัธยฐานระยะเวลาการนอนโรงพยาบาลคือ 5 วัน ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ HFNC คือ 44.5 ชั่วโมง โดยภายหลังรักษาด้วย HFNC มีผลทำให้อัตราหายใจลดลงและอัตราการเต้นของหัวใจลดลง (p value 0.001) และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนเพิ่มขึ้น (p value 0.02) ปัจจัยที่มีผลต่อล้มเหลวของการใช้ HFNC คือ อายุ < 1 ปี (p value < 0.001) สาเหตุที่ทำให้นอนโรงพยาบาลเกิดจากภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด (p value < 0.001) และภาวะหัวใจล้มเหลว (p value 0.008) ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการใช้ HFNC คือ โรคประจำตัว โรคหืด (p value 0.08) นอนโรงพยาบาลด้วยโรคหลักคือ หืดกำเริบ (p value 0.012)

สรุป: การรักษาด้วย HFNC ในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากมีประสิทธิภาพที่ดี จึงเป็นทางเลือกที่ดีในการรักษาภาวะหายใจลำบากเฉียบพลันของเด็ก ช่วยลดการใส่ท่อช่วยหายใจและลดอาการทางคลินิก

คำสำคัญ: High flow nasal cannula (HFNC), ภาวะหายใจลำบาก

บทนำ

ภาวะหายใจลำบากเฉียบพลัน (respiratory distress) เป็นปัญหาสำคัญที่พบได้บ่อยในเด็ก โดยสาเหตุของภาวะหายใจลำบากในเด็ก เกิดได้จากสาเหตุดังนี้ โรคปอดอักเสบ (pneumonia) โรคหลอดลมฝอยอักเสบเฉียบพลัน (bronchiolitis) โรคหอบหืด (asthma) โรคหลอดลมอักเสบ (bronchitis) เป็นต้น¹

จากข้อมูลประเทศไทย พบว่า สาเหตุหลักที่ทำให้เด็กมีภาวะหายใจลำบากเฉียบพลัน คือ โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนล่าง ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี ในปี พ.ศ. 2561–2564 พบผู้ป่วยเด็กที่มีอายุ 1 เดือน–5 ปี ป่วยด้วยโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนล่าง อยู่ระหว่าง 81,154 – 204,496 ราย² และพบผู้ป่วยเด็กอายุระหว่าง 1 เดือนถึง 5 ปีที่วินิจฉัยโรคปอดอักเสบ (pneumonia) ในปีพ.ศ. 2564 จำนวน 87,731 ราย ปี พ.ศ. 2565 จำนวน 111,259 ราย และ ปี พ.ศ. 2566 จำนวน 154,609 ราย ตามลำดับ³

ดังนั้นภาวะหายใจลำบากเฉียบพลันถือเป็นภาวะฉุกเฉินที่ต้องได้รับการวินิจฉัยและรักษาอย่างรวดเร็ว เพื่อลดอัตราการเกิดภาวะทางเดินหายใจล้มเหลว การช่วยหายใจจึงมีบทบาทสำคัญ มีการนำเทคนิคการช่วยหายใจโดยไม่ต้องใส่ท่อช่วยหายใจ เช่น การใช้ high flow nasal cannula (HFNC) เข้ามาใช้ ในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจล้มเหลว⁴ เป็นวิธีการรักษาผู้ป่วยด้วยออกซิเจน ซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างอากาศกับออกซิเจน 100% ที่มีอัตราการไหลมากกว่า inspiratory flow ของผู้ป่วยผ่านทางท่อจมูก (nasal cannula)⁵ การทำงานของ HFNC จะทำให้ผู้ป่วยสบายขึ้นและทำให้ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนก๊าซดีขึ้น⁴⁻⁷

ผลของการใช้ HFNC ในผู้ป่วยเด็ก จากงานวิจัยพบว่า ในกลุ่มผู้ป่วยโรคหลอดลมฝอยอักเสบเฉียบพลัน (acute bronchiolitis) มีหลักฐานทางการแพทย์ว่าจะทำให้ผู้ป่วยหายใจลำบากลดลง และลดการใส่ท่อช่วยหายใจ^{4,6} แต่ในเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากจากสาเหตุอื่น เช่น หอบหืด โรคปอดอักเสบ (pneumonia) ภาวะหัวใจล้มเหลว (congestive heart failure) ยังต้องการงานวิจัยสนับสนุนเพิ่มเติม ว่าผลจากการรักษาโดยใช้ HFNC สามารถลดการใส่ท่อช่วยหายใจ⁸⁻¹⁴ และลดระยะเวลาการนอนรักษาตัวในหอผู้ป่วยวิกฤต⁸⁻¹⁰ ได้หรือไม่

โรงพยาบาลสตูล เริ่มมีการใช้ HFNC เพื่อดูแลผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากเฉียบพลันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 การวิจัยนี้ ทำเพื่อศึกษาผลลัพธ์ของการใช้ HFNC ในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากเฉียบพลันที่มารับการรักษาในโรงพยาบาลสตูล โดยศึกษาผลสำเร็จของการใช้ HFNC ในภาวะหายใจลำบากเฉียบพลันจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น โรคปอดอักเสบ โรคหอบหืด และโรคอื่น ๆ โดยดูจากผลลัพธ์ค่าพารามิเตอร์ทางคลินิกของผู้ป่วย เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราหายใจ ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในกระแสเลือด รวมถึงศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (success group) และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (failure group)

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลลัพธ์ของการใช้ HFNC ในการรักษาผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากเฉียบพลันที่มาได้รับการรักษาในโรงพยาบาลสตูล โดยมีผลลัพธ์หลักคือประสิทธิผลของการรักษาด้วย HFNC และเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ทางคลินิก ได้แก่ อัตราหายใจ อัตราการเต้นของชีพจร และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจน ก่อนและหลังได้รับการรักษาด้วย HFNC ผลลัพธ์รองคือ ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (success group) และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (failure group)

คำนิยาม

ภาวะหายใจลำบากเฉียบพลัน หมายถึงผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลกดังนี้

1. อัตราการหายใจเร็วกว่าปกติตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลกโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้
 - อายุ < 2 เดือน หายใจเร็วกว่า มากกว่าหรือเท่ากับ 60 ครั้งต่อนาที
 - อายุ 2 เดือน – 1 ปี หายใจเร็วกว่า มากกว่าหรือเท่ากับ 50 ครั้งต่อนาที
 - อายุ 1 – 5 ปี หายใจเร็วกว่า มากกว่าหรือเท่ากับ 40 ครั้งต่อนาที
 - อายุ > 5 ปี หายใจเร็วกว่า มากกว่าหรือเท่ากับ 30 ครั้งต่อนาที
2. และหรือมีอาการหายใจลำบาก หายใจอึดอัด จมูกบานริมฝีปากเขียว
3. ฟังเสียงปอดอาจได้ยินเสียง crepitation, rhonchi or wheezing
4. ในเด็กเล็กอาจมีอาการซึม ไม่ดูดนม หรือหยุดหายใจเป็นพักๆ

การตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (success) หมายถึง ผู้ป่วยไม่ต้องใส่ท่อช่วยหายใจภายหลังจากการรักษาด้วย HFNC และสามารถหยุดการใช้ HFNC ได้

การไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (failure) หมายถึง ผู้ป่วยต้องใส่ท่อช่วยหายใจ หรือต้องการช่วยหายใจแบบไม่รุกราน (non-invasive ventilation หรือ NIV) เพิ่มเติม หมายความว่ารวมถึง Nasal CPAP (Nasal Continuous Positive Airway Pressure) และ Non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV)

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนักตัว โรคประจำตัว การวินิจฉัย อัตราหายใจ อัตราการเดินของหัวใจ และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนก่อนการรักษาด้วย HFNC

ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของการใช้ High flow nasal canula (HFNC) ในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากเฉียบพลัน ซึ่งประกอบด้วย อัตราหายใจ อัตราการเดินของหัวใจและค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด หลังการรักษาด้วย HFNC ระยะเวลาอนโรยพยาบาล ข้อมูลการใช้ HFNC เช่น ค่า สูง สุด ใช้ HFNC (L/min) ค่าการใช้ HFNC ต่อน้ำหนักตัว (L/Kg) จำนวนที่ใช้ HFNC (ชม.) ค่าออกซิเจนสูงสุดในการใช้ HFNC (%)

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยเก็บข้อมูลย้อนหลังของผู้ป่วยเด็กที่ใช้ HFNC ทั้งหมด โดยรวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากเวชระเบียนที่มีการสรุปรหัสคัดกรองการใช้ HFNC ร่วมกับทะเบียนบันทึกการใช้ HFNC ตึกกุมารเวชกรรม โรงพยาบาลสตูล ประจำปี พ.ศ. 2565 ถึง 2567 คณะผู้วิจัยซึ่งมี 2 คนได้ทำความเข้าใจ แบบบันทึกข้อมูลผู้ป่วย แล้วดำเนินการคัดผู้ป่วยตามเกณฑ์เข้าโครงการวิจัย แล้วนำข้อมูลที่ได้จากเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ไปสกัดและคัดลอกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หลังจากนั้นแพทย์เจ้าของวิจัยได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูลอีกครั้ง

สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

การวิจัยนี้ใช้โปรแกรม R version 4.4.1 ในการวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผลข้อมูล

ข้อมูลพื้นฐานตัวแปรต่อเนื่อง (continuous variables) นำเสนอในรูปมัธยฐาน (พิสัยควอไทล์) Median (IQR) ข้อมูลตัวแปรไม่ต่อเนื่อง (discrete variables) นำเสนอในรูปจำนวน (ร้อยละ)

เปรียบเทียบความแตกต่างตัวแปรต่อเนื่องระหว่าง 2 กลุ่ม ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการแจกแจงข้อมูลเป็นปกติ (test of normality) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยสถิติ Shapiro-wilk normality test ก่อนเลือกใช้ Wilcoxon rank-sum test

เปรียบเทียบความแตกต่าง ก่อนและหลังใช้ HFNC ตัวแปร อัตราหายใจ อัตราการเดินของชีพจรและค่าความอิ่มตัวของออกซิเจน เลือกใช้ Wilcoxon signed rank tests ทดสอบแต่ละกลุ่ม

เปรียบเทียบความแตกต่างตัวแปรไม่ต่อเนื่องระหว่าง 2 กลุ่ม โดยใช้ Pearson's Chi-squared test หรือ Fisher's exact test

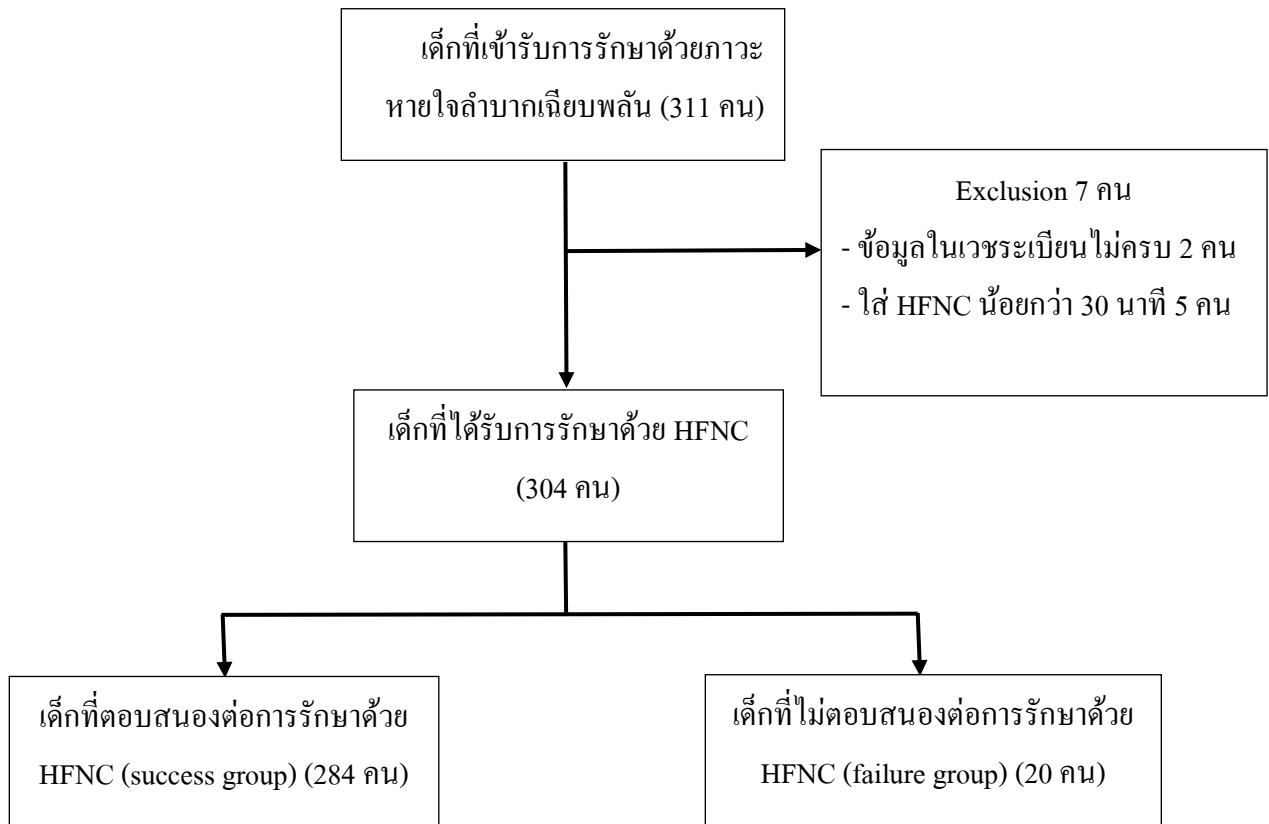
วิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์การเกิด failure โดยใช้ logistic regression รายงานเป็น p values สำหรับการทดสอบสองทาง และอื่น ๆ ด้วย odds ratio (OR), 95% confidence interval (95% CI) โดยกำหนดค่าระดับนัยสำคัญที่ $p \text{ values} < 0.05$

วิธีการศึกษา

เป็นการศึกษาประเภท case-control จากผู้ป่วยเด็กอายุ 1 เดือน ถึง 15 ปี ที่เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยเด็กโรงพยาบาลสตูลด้วยภาวะหายใจลำบากเฉียบพลัน จากทุกสาเหตุ และได้รับการรักษาด้วย HFNC ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2565 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2567 โดยรวบรวมจากผู้ป่วยทั้งหมดที่มีการสรุปรหัสหัตถการ HFNC ร่วมกับทะเบียนบันทึกการใช้ HFNC ดึกกumar เกณฑ์คัดออก คือข้อมูลในเวชระเบียนไม่ครบถ้วน หรือได้รับการใส่ HFNC น้อยกว่า 30 นาที เก็บข้อมูลทางคลินิกดังนี้ เพศ อายุ น้ำหนักตัว โรคประจำตัว การวินิจฉัยโรค อัตราหายใจ อัตราการเต้นของหัวใจ และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนก่อนและหลังการรักษาด้วย HFNC ระยะเวลาอนโรงพยาบาล ข้อมูลการใช้ HFNC เช่น ค่าอัตราการไหลสูงสุด HFNC (ลิตรต่อนาที) ระยะเวลาที่ใช้ HFNC ค่าออกซิเจนสูงสุดในการใช้ HFNC (%) ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูลผู้ป่วย

การวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผลข้อมูล ใช้โปรแกรม R version 4.4.1 ข้อมูลพื้นฐานตัวแปรต่อเนื่องนำเสนอในรูปมัธยฐาน ข้อมูลตัวแปรไม่ต่อเนื่องนำเสนอในรูปจำนวนและร้อยละ เปรียบเทียบความแตกต่างตัวแปรต่อเนื่องระหว่าง 2 กลุ่มด้วย Wilcoxon rank-sum test เปรียบเทียบความแตกต่างตัวแปรไม่ต่อเนื่องระหว่าง 2 กลุ่ม โดยใช้ Fisher's exact test วิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์การเกิด Failure โดยใช้ Logistic regression รายงานเป็น p value สำหรับการทดสอบสองทาง และอื่นๆ ด้วย odd ratio(OR) , 95% confidence interval (95% CI)

โครงการวิจัย ได้ผ่านคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในคนจังหวัดสตูล ตั้งแต่วันที่ 21 มกราคม 68 เลขที่ ET-ST 02/2568



รูปที่ 1 แผนภาพการดำเนินงานวิจัย

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยเด็กอายุ 1 เดือน ถึง 15 ปีที่เข้ารับการรักษาด้วยภาวะหายใจลำบากเฉียบพลัน และได้รับการรักษาด้วย HFNC ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2565 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2567 จำนวน 311 คน คัดออก 7 คน เนื่องจากข้อมูลในเวชระเบียนไม่ครบ 2 คน ใส HFNC น้อยกว่า 30 นาที 5 คน เหลือเด็กที่เข้าเกณฑ์งานวิจัย 304 คน มีกลุ่มเด็กที่ตอบสนองต่อการรักษา (success group) 284 คน กลุ่มเด็กที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (failure group) 20 คน ดังรูปที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเด็กที่เข้ารับการรักษาด้วยภาวะหายใจลำบากเฉียบพลัน

ตัวแปร	Total จำนวน (ร้อยละ) n = 304	Failure จำนวน (ร้อยละ) n = 20	Success จำนวน (ร้อยละ) n = 284	p value
เพศ				
ชาย	180 (59.2)	12 (60)	168 (59.2)	1
หญิง	124 (40.8)	8 (40)	116 (40.8)	
อายุ, เดือน (IQR)	23 (9.1, 50.2)	6.6 (2, 11.5)	24 (10, 52)	< 0.001
อายุ				
< 1 ปี	101 (33.2)	15 (75)	86 (30.3)	< 0.001
1-15 ปี	203 (66.8)	5 (25)	198 (69.7)	
น้ำหนักตัว kg	10.4 (7.6, 15)	5.4 (4, 8)	10.8 (8.1, 15)	< 0.001
โรคประจำตัว				
สุขภาพแข็งแรง	106 (34.9)	4 (20)	102 (35.9)	0.23
มีโรคประจำตัว	198 (65.1)	16 (80)	182 (64.1)	
โรคหอบหืด (asthma)	142 (46.7)	3 (15)	139 (48.9)	0.007
โรคพิการทางสมอง (CP)	22 (7.2)	3 (15)	19 (6.7)	0.167
โรคหัวใจพิการแต่กำเนิด (CHD)	17 (5.6)	3 (15)	14 (4.9)	0.091
โรคกล่องเสียงอ่อน (laryngomalacia)	9 (3)	0 (0)	9 (3.2)	1
โรคที่ได้รับการวินิจฉัย				
โรคปอดอักเสบ (pneumonia)	135 (44.4)	13 (65)	122 (43)	0.092
โรคหืดกำเริบ (asthma attack)	61 (20.1)	0 (0)	61 (21.5)	0.018
โรคหืดกำเริบร่วมกับ ปอดอักเสบ	58 (19.1)	1 (5)	57 (20.1)	0.139
โรคหลอดลมอักเสบ	18 (5.9)	0 (0)	18 (6.3)	0.618
โรคหลอดลมฝอยอักเสบ	5 (1.6)	0 (0)	5 (1.8)	1
โรค Croup	9 (3)	0 (0)	9 (3.2)	1
ภาวะหัวใจล้มเหลว	4 (1.3)	2 (10)	2 (0.7)	0.023

ตัวแปร	Total จำนวน (ร้อยละ) n = 304	Failure จำนวน (ร้อยละ) n = 20	Success จำนวน (ร้อยละ) n = 284	p value
ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด	6 (2)	4 (20)	2 (0.7)	< 0.001
โรคไขข้ออักเสบและมีภาวะน้ำเกิน	3 (1)	0 (0)	3 (1.1)	1

ตารางที่ 2 การใช้ HFNC และผลลัพธ์

ตัวแปร median(IQR)	Total n = 304	Failure n = 20	Success n = 284	p value
ระยะเวลานอนโรงพยาบาล	5 (3, 7)	11.5 (6.8, 18)	5 (3, 6)	< 0.001
ค่าอัตราการไหลสูงสุด HFNC (ลิตรต่อนาที)	10 (8, 15)	8 (5.5, 14.2)	10 (8, 15)	0.014
ค่าอัตราการไหลสูงสุด HFNC ต่อน้ำหนักตัว (ลิตรต่อกิโลกรัม)	1 (0.8, 1.5)	1.6 (1, 1.8)	1 (0.8, 1.4)	0.008
ค่าสูงสุดออกซิเจนในการใช้ HFNC (%)	40 (40, 40)	40 (40, 60)	40 (40, 40)	0.002
ระยะเวลาที่ใช้ HFNC (ชั่วโมง)	44.5 (24, 70)	8 (4.2, 24.8)	46 (29, 72)	< 0.001
อัตราหายใจ (ครั้ง/นาที)				
ก่อนให้รักษาด้วย HFNC	44 (38, 52)	48 (39.5, 58.5)	44 (38, 52)	0.213
หลังให้การรักษาดูด้วย HFNC	34 (30, 36.5)	46 (39, 51.5)	34 (30, 36)	< 0.001
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)				
ก่อนให้รักษาด้วย HFNC	146 (136, 160)	155 (146, 164)	146 (134.8, 158)	0.026
หลังให้การรักษาดูด้วย HFNC	128 (120, 136)	149 (136.8, 160)	128 (120, 134)	< 0.001
ค่าอิ่มตัวของออกซิเจน(SpO ₂) (%)				
ก่อนให้รักษาด้วย HFNC	96 (94, 98)	96.5 (93.8, 99)	96 (94, 98)	0.443
หลังให้การรักษาดูด้วย HFNC	100 (99, 100)	98 (94.8, 100)	100 (99, 100)	0.002

เด็กที่เข้ารับการรักษาด้วยภาวะหายใจลำบากเฉียบพลัน เป็นเพศชายร้อยละ 59.2 มีพื้นฐานอายุ 23 เดือน มีพื้นฐานน้ำหนักตัว 10.4 กิโลกรัม มีโรคประจำตัวร้อยละ 65.1 โรคประจำตัวที่พบมากที่สุดคือโรคหืด ร้อยละ 46.7 โรคที่ได้รับการวินิจฉัยที่เป็นสาเหตุให้เกิดภาวะหายใจลำบากเฉียบพลันมากที่สุด คือ โรคปอดอักเสบร้อยละ 44.4 พบรองลงมา คือ โรคหืดกำเริบร้อยละ 20.1 ดังตารางที่ 1

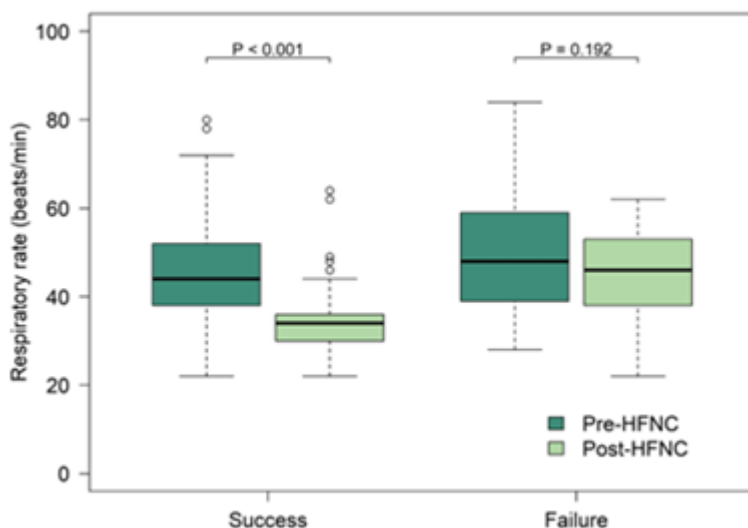
ผลลัพธ์การใช้ HFNC พบว่า มีพื้นฐานระยะเวลานอนโรงพยาบาล 5 วัน มีพื้นฐานค่าอัตราการไหลสูงสุด HFNC 10 ลิตรต่อนาที มีพื้นฐานค่าการใช้ HFNC ค่อน้ำหนักตัวคือ 1 ลิตรต่อกิโลกรัม มีพื้นฐานค่าออกซิเจนสูงสุดในการใช้ HFNC 40% มีพื้นฐานระยะเวลาที่ใช้ HFNC 44.5 ชั่วโมง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องของกลุ่มที่ตอบสนองและไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC

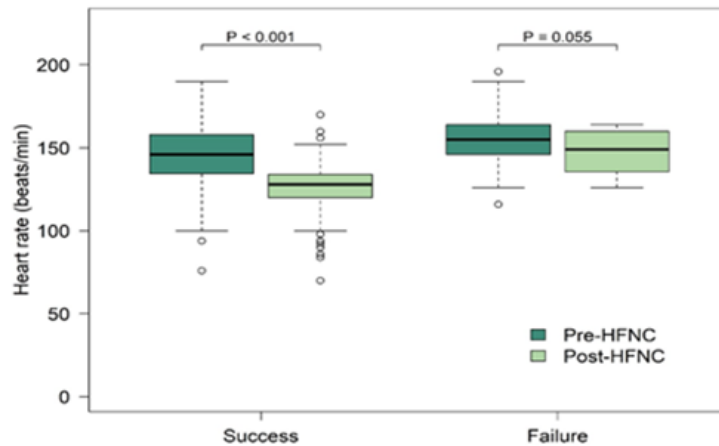
	Univariate logistic regression analysis		Multivariate logistic regression analysis	
ปัจจัย	OR (95%CI)	p value	aOR (95%CI)	p value
อายุ < 1 ปี	6.91 (2.43, 19.61)	<0.001	-	-
โรคประจำตัว				
โรคหืด (asthma)	0.18 (0.05, 0.64)	0.002	-	-
โรคหัวใจพิการแต่กำเนิด	3.4 (0.89, 12.99)	0.107	-	-
โรคที่ได้รับการวินิจฉัย				
โรคหืดกำเริบ (asthma attack)	0.07 (0.01, 0.56)	< 0.001	-	-
โรคปอดอักเสบ (pneumonia)	1.37 (0.51, 3.67)	0.526	-	-
ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด	35.25 (6, 207.06)	<0.001	165.98(17.29, 1593.16)	< 0.001
ภาวะหัวใจล้มเหลว (heart failure)	15.67(2.08, 117.75)	0.016	51.88 (5.09, 528.8)	< 0.001
ค่าออกซิเจนสูงสุดในการใช้ HFNC (%)	1.07 (1.02, 1.12)	0.006	1.1 (1.04, 1.16)	0.001
ค่าอัตราการไหลสูงสุด HFNC ค่อน้ำหนักตัว (ลิตรต่อกิโลกรัม)	4.39 (1.63, 11.81)	0.003	7.87 (2.27, 27.33)	0.001
อัตราการเต้นของหัวใจก่อนใช้ HFNC (ครั้ง/นาที)	1.03 (1.01, 1.06)	0.017	-	-

ผลความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องของกลุ่มเด็กที่ตอบสนองต่อการรักษา (success group) กลุ่มเด็กที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (failure group) หลังจากทำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณอิสติกพบว่าปัจจัยที่สัมพันธ์กับโอกาสไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC คือ ค่าออกซิเจนสูงสุดในการใช้ HFNC (%) 1.1 เท่า (adjusted odds ratio 1.1, 95% CI 1.04 - 1.16, p value 0.001) ค่าอัตราการไหลสูงสุด HFNC ต่อน้ำหนักตัว (ลิตรต่อกิโลกรัม) 7.87 เท่า (adjusted odds ratio 7.87, 95% CI 2.27 – 27.33, p value 0.001) การวินิจฉัยภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด 165.98 เท่า (adjusted odds ratio 165.98, 95% CI 17.29 - 1593.1, p value < 0.001) การวินิจฉัยภาวะหัวใจวาย 51.88 เท่า (adjusted odds ratio 51.88, 95% CI 5.09 - 528.8, p value < 0.001) ดังตารางที่ 3

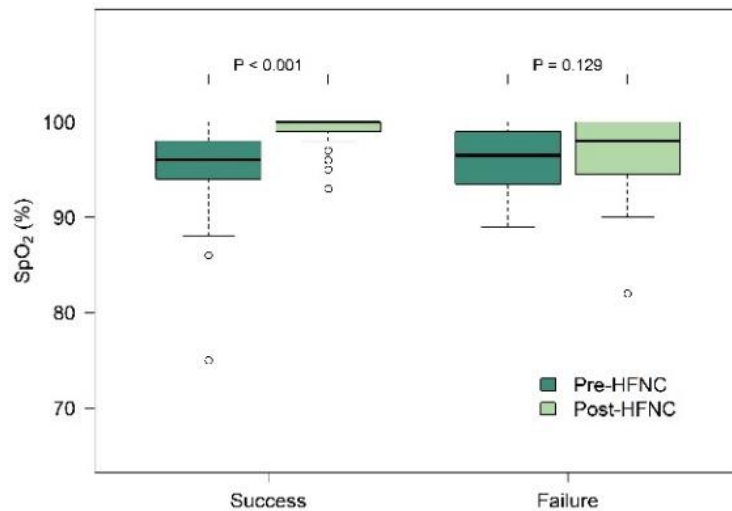
เมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์ทางคลินิก ได้แก่ อัตราหายใจ อัตราการเต้นของชีพจร และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนก่อนและหลังรับการรักษาด้วย HFNC ในกลุ่มที่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (success group) มีค่าอัตราหายใจ อัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลง ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (failure group) ไม่พบการลดลงของอัตราหายใจ อัตราการเต้นของหัวใจ และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนไม่เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ ดังรูปที่ 2 , 3 และ 4



รูปที่ 2 การเปลี่ยนของอัตราหายใจในแต่ละกลุ่ม



รูปที่ 3 การเปลี่ยนของอัตราการเต้นของหัวใจแต่ละกลุ่ม



รูปที่ 4 การเปลี่ยนของค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนแต่ละกลุ่ม

อภิปรายผลการศึกษา

ในปี พ.ศ. 2565-2567 ผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากเฉียบพลันและได้รับการรักษาด้วย HFNC ทั้งหมด 304 ราย กลุ่มเด็กที่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (success group) คิดเป็นร้อยละ 93.6 กลุ่มเด็กที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (failure group) คิดเป็นร้อยละ 6.4 เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ได้หวั่นซึ่งทำในโรงพยาบาลตติยภูมิ ที่เป็นศูนย์รับส่งต่อผู้ป่วย พบว่า มีอัตราการล้มเหลวจากการใส่ HFNC ร้อยละ

24.5 คิดเป็นอัตราที่สูงกว่า สาเหตุที่ทำให้มีความแตกต่างของการไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC คือ บริบทของโรงพยาบาล สำหรับโรงพยาบาลสตูลเป็นโรงพยาบาลทั่วไประดับตติยภูมิ แต่ไม่ได้เป็นศูนย์รับส่งต่อ ต่างจากการศึกษาที่ได้หวั่นเป็นโรงพยาบาลเป็นศูนย์รับส่งต่อ¹⁵ ทำให้ผู้ป่วยมีโรคร่วมชนิดซับซ้อนมากกว่า เช่น โรคหัวใจพิการแต่กำเนิดที่เข้ารับการผ่าตัด โรคปอดเรื้อรัง อีกทั้งการเก็บข้อมูลผู้ป่วยโรงพยาบาลสตูลเลือกกลุ่ม ประชากรเด็กที่มีภาวะทางเดินหายใจลำบากเฉียบพลัน ซึ่งการศึกษาที่ประเทศไต้หวันคัดเลือกประชากรจาก ผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะทางเดินหายใจลำบากเฉียบพลันและ ผู้ป่วยเด็กที่ใส่ HFNC ภายหลังการถอดท่อช่วยหายใจ ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผู้ป่วยหลังการผ่าตัดโรคหัวใจและหลังการผ่าตัดจากโรคอื่น ส่งผลให้มีโอกาสไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC มากกว่า

ถ้าเปรียบเทียบกับการศึกษาในประเทศไทย ที่ทำในโรงพยาบาลชุมชนระดับตติยภูมิ^{14,16,17} พบว่ามีอัตรา ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC คิดเป็นร้อยละ 93.6-95 สอดคล้องกับการศึกษานี้ เนื่องจากพบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่มีปัจจัยพื้นฐานที่คล้ายกัน คือ อายุอยู่ในกลุ่ม 1-15 ปี คิดเป็นร้อยละ 66.8 สอดคล้องกับการศึกษา ที่ผ่านมา^{14,16,17} โรคหืดเป็นโรคประจำตัวที่พบมากที่สุดสอดคล้องกับการศึกษาอื่น^{8,9,16} สาเหตุภาวะทางเดิน หายใจลำบากเฉียบพลันส่วนใหญ่เกิดจากโรคปอดอักเสบ ร้อยละ 44.4 สอดคล้องกับการศึกษาอื่น^{14,16} ซึ่งเป็น ผลให้ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC มีความสอดคล้องกัน

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การใช้ HFNC ในผู้ป่วยเด็กที่ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนล่างสามารถลด ระยะเวลาในการนอนโรงพยาบาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ^{8,9} ในการศึกษานี้มีค่ามัธยฐานระยะเวลาการนอน โรงพยาบาล 5 วัน ใกล้เคียงกับการศึกษาอื่น^{8,16,17} ต่างจากข้อมูลการศึกษาของ Wu JH และคณะ¹⁵ ในไต้หวัน ที่ ศึกษาใน PICU ที่มีค่ามัธยฐานระยะเวลานอนโรงพยาบาล 21 วัน เนื่องจากเป็นผู้ป่วยกลุ่มที่มีโรคร่วมเรื้อรัง

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การรักษาด้วย HFNC ทำให้ผู้ป่วยหายใจดีขึ้น คือ ช่วยลดพลังงานที่ ใช้ในการหายใจ เกิดแรงดันบวกในทางเดินหายใจ อีกทั้งทำให้เกิดความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม ลดการบวม ของทางเดินหายใจและลดเสมหะเหนียวขึ้น¹⁰ ในการศึกษาพบว่าหลังการรักษาด้วย HFNC ทำให้มีค่าอัตรา หายใจที่ลดลง สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา^{12,14-22} ค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลงสอดคล้องกับหลาย การศึกษา^{12,15,18,19,21} ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนหลังรับการรักษาด้วย HFNC เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับหลาย การศึกษา^{15,16,20} การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (success group) มีค่าอัตรา หายใจ อัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลง ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่ม ที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC (failure group) ไม่พบการลดลงของอัตราหายใจ อัตราการเต้นของหัวใจ และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนไม่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Iplik G และคณะ²³

เมื่อวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกแบบตัวแปรเดียว พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการไม่ตอบสนองต่อการรักษา ด้วย HFNC คือ อายุที่น้อยกว่า 1 ปี ทั้งนี้เนื่องจากเด็กวัยดังกล่าวมีระบบภูมิคุ้มกันที่ยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ ร่วมกับ

โครงสร้างทางกายภาพระบบทางเดินหายใจแคบและสั้น จึงเป็นเหตุให้เกิดโอกาสไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wu JH และคณะ¹⁵ ในไต้หวันปัจจัยที่มีผลให้ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC คือ เด็กที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกำเริบ สอดคล้องกับหลายการศึกษา^{24,25} ที่พบว่าการรักษาด้วย HFNC ในผู้ป่วยโรคหืดกำเริบ ช่วยลดการใส่ท่อช่วยหายใจ เพิ่มระดับออกซิเจนในเลือด ช่วยลดอาการทางเดินหายใจลำบากเฉียบพลัน และผลที่ได้ก็สอดคล้องกับการศึกษาที่ทำในไต้หวัน โดย Wu JH และคณะ¹⁵ เมื่อวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณโลจิสติก พบว่า การวินิจฉัยภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด (sepsis-related) และภาวะหัวใจล้มเหลว (congestive heart failure) ส่งผลให้มีโอกาสไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC สอดคล้องกับการศึกษาในไต้หวัน ที่พบว่าเด็กที่ได้รับการวินิจฉัยภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด มีผลการไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC คิดเป็นร้อยละ 33.3 และเด็กที่ได้รับการวินิจฉัยภาวะหัวใจล้มเหลวมีผลไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC คิดเป็นร้อยละ 82.4 ทั้งนี้เนื่องจาก HFNC อาจส่งผลดีต่อการรักษาโรคทางเดินหายใจ แต่ในกรณีที่โรคเกิดจากการไหลเวียนโลหิตที่ไม่ดี ส่งผลให้เพิ่มโอกาสไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย HFNC

ผู้ป่วยเด็กในการศึกษานี้ได้รับการตั้งค่าอัตราการไหลรวมกันของอากาศและออกซิเจนตามน้ำหนักตัว ค่ามัธยฐานของค่าอัตราการไหลสูงสุด HFNC ต่อน้ำหนักตัว (ลิตรต่อกิโลกรัม) เท่ากับ 1 สอดคล้องกับมาตรฐานเมื่อวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณโลจิสติก พบว่า ค่าอัตราการไหลสูงสุด HFNC ต่อน้ำหนักตัว และ ค่าออกซิเจนสูงสุดในการใช้ HFNC ที่มาก พบว่าสัมพันธ์กับโอกาสที่จะเกิดการไม่ตอบสนองจากการรักษาด้วย HFNC ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Iplik G และคณะ²³ ที่พบว่าเมื่อมีค่าออกซิเจนสูงสุดในการใช้ HFNC สูงมีโอกาสที่จะเกิดการไม่ตอบสนองจากการรักษาด้วย HFNC มากกว่า และสัมพันธ์กับพยาธิสภาพที่รุนแรงของโรคหลอดลมหรือโรคปอด ที่ส่งผลให้มีความต้องการปริมาณออกซิเจนขนาดสูง

ข้อจำกัดของการศึกษา

เนื่องจากการเป็นการศึกษาย้อนหลัง โดยการทบทวนจากเวชระเบียน และใช้ข้อมูลจากโรงพยาบาลแห่งเดียว อาจทำให้เกิดความลำเอียงในการคัดเลือกผู้ป่วยที่เข้าร่วมการศึกษา และในการศึกษามีข้อจำกัดเนื่องจากความแตกต่างความรุนแรงของภาวะหายใจลำบากเฉียบพลัน มีได้หลายระดับตั้งแต่น้อยจนถึงมาก จึงจำเป็นต้องมีการแบ่งกลุ่มผู้ป่วยที่เข้าร่วมการศึกษา ตามความรุนแรงของภาวะหายใจลำบากเฉียบพลัน เพื่อที่จะได้วิเคราะห์ผลลัพธ์จากการใช้ HFNC ที่แบ่งตามความรุนแรงของกลุ่มผู้ป่วย และอาจต้องทำเป็นการศึกษาแบบดำเนินไปข้างหน้า เพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการไม่ตอบสนอง จากการใช้ HFNC ในการศึกษานี้ได้ติดตามค่าพารามิเตอร์ทางคลินิกภายใน 24 ชั่วโมงหลังการรักษาด้วย HFNC อาจต้องมีการเก็บรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์ตั้งแต่เริ่มการรักษาแบ่งตามระยะเวลาที่ชัดเจน เช่น 30 นาที 1 ชั่วโมง เป็นต้น เพื่อนำมาใช้ในการพยากรณ์โอกาสที่จะไม่ตอบสนองจากการรักษาด้วย HFNC

บทสรุป

การรักษาด้วย HFNC ในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากเฉียบพลันมีประสิทธิผลที่ดี การพิจารณารักษาภาวะหายใจลำบากเฉียบพลันด้วย HFNC ช่วยลดโอกาสในการใส่ท่อช่วยหายใจ ภายหลังจากให้การรักษาด้วย HFNC อาจต้องมีการเฝ้าระวังเพิ่มขึ้นในกลุ่มเสี่ยงที่มีโอกาสไม่ตอบสนองต่อการรักษา เช่น ผู้ป่วยเด็กที่วินิจฉัยภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดหรือภาวะหัวใจล้มเหลว ผู้ป่วยเด็กที่มีอายุน้อยกว่า 1 ปี โดยการติดตามค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ทางคลินิก อัตราหายใจ อัตราการเต้นของหัวใจหากพบว่าไม่ลดลง และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนไม่เพิ่มขึ้น ภายหลังการรักษาด้วย HFNC มีโอกาสที่บ่งบอกว่า ผู้ป่วยมีโอกาสที่จะไม่ตอบสนองจากการใส่ HFNC และต้องการการช่วยหายใจด้วยวิธีอื่นเพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

1. Challands J, Brooks K. Paediatric respiratory distress. BJA Educ. 2019;19:350-6.
2. Hasan R, Rhodes J, Thamthitiwat S, Olsen SJ, Prapasiri P, Naorat S, et al. Incidence and etiology of acute lower respiratory tract infections in hospitalized children younger than 5 years in rural Thailand. Pediatr Infect Dis J. 2014;33:e45-52.
3. อัตราป่วยตายโรคปอดบวมในเด็กไทย อายุ 1 เดือน ถึง 5 ปี บริบูรณ์ [Internet]. 2024 [cited 11 Feb 2024]. Available from: https://hdcservice.go.th/hdc/reports/report.php?cat_id=3dc2d92087cdc5b585eb8c0904691399&id=7e5ba3f0ff6590f168f967a3f355914a.
4. Sajith K, Bala R. Humidified high flow nasal canula oxygen therapy in children – a narrative review. J Pediatr Crit Care. 2016;3:29-34.
5. เฉลิมไทย เอกศิลป์. การรักษาด้วย High flow nasal canula ในเด็ก. ใน: ดุสิต สดาวร, วรรณจิต ปิยะเวชวิรัตน์, สหฤต ปุณณณาวาร, บรรณาธิการ. The Acute Care. กรุงเทพฯ: บียอนด์ เอ็นเทอร์ไพรซ์; 2558. 387-96.
6. Ingvilid BM, Peter D, Knut O. High flow nasal canula in children: A literature review. Scan J Trauma Resusc Emerg Med. 2016;24:1-12.
7. Ji – Won K. High –flow nasal canula oxygen therapy in children: A clinical review. Clinical and Experimental Pediatrics. 2020;63:3-7.

8. สญมพร ชอบธรรม, พรมนัส พันธุ์สุจริตไทย. ผลกระทบทางคลินิกของการใช้ออกซิเจนเสริมชนิดอัตราการไหลสูงต่อการรักษาผู้ป่วยเด็กติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนล่างในโรงพยาบาลสระบุรี. วารสารกุมารเวชศาสตร์. 2562;58:88-94.
9. ยวดีกนก. เปรียบเทียบการรักษาผู้ป่วยติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนล่างและมีภาวะหายใจลำบากด้วยการให้ High flow nasal cannula กับการรักษาด้วยออกซิเจนมาตรฐาน. วารสารวิชาการสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดมหาสารคาม. 2564;5:1-10.
10. Can FK, Anil AB, Anil M, Zengin N, Bal A, Bicilioglu Y, et al. Impact of high-flow nasal cannula therapy in quality improvement and clinical outcomes in a non-invasive ventilation device-free pediatric intensive care unit. Indian Pediatr. 2017;54:835-40.
11. Milési C, Pierre AF, Deho A, Pouyau R, Liet JM, Guillot C, et al. A multicenter randomized controlled trial of a 3-L/kg/min versus 2-L/kg/min high-flow nasal cannula flow rate in young infants with severe viral bronchiolitis (TRAMONTANE 2). Intensive Care Med. 2018;44:1870-8.
12. Sitthikarnkha P, Samransamruajkit R, Prapphal N, Deerojanawong J, Sritippayawan S. High-flow nasal cannula versus conventional oxygen therapy in children with respiratory distress. Indian J Crit Care Med. 2018;22:321-5.
13. Zhao H, Wang H, Sun F, Lyu S, An Y. High-flow nasal cannula oxygen therapy is superior to conventional oxygen therapy but not to noninvasive mechanical ventilation on intubation rate: A systematic review and meta-analysis. Crit Care. 2017;21:184.
14. นุชรดา สามพายวรกิจ. ประสิทธิภาพของการใช้ High flow nasal canula (HFNC) ในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบาก โรงพยาบาล ๕๐ พรรษา มหาวชิราลงกรณ์ วารสารโรงพยาบาลหนองคาย. 2566;1:1-22.
15. Wu JH, Wang CC, Lu FL, Huang SC, Wu ET. The applications of high-flow nasal cannulas in pediatric intensive care units in Taiwan. J Formos Med Assoc. 2024;S0929-6646:00244-4.
16. จุฑามาศ สุจริต. ประสิทธิภาพของการใช้ High-Flow Nasal Cannula ในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากในโรงพยาบาลชุมชนระดับทุติยภูมิ. วารสารกุมารเวชศาสตร์. 2567;3 : 61-80.
17. สุภัคชร พิมพจันทร์. ผลการรักษาผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากด้วยการใช้เครื่องให้อากาศผสมออกซิเจนอัตราการไหลสูงในโรงพยาบาลหนองบัวแดง. ชัยภูมิเวชสาร. 2565;42:47-54.

18. Asseri AA, AlQahtani YA, Alhanshani AA, Ali GH, Alhelali I. Indications and safety of high flow nasal cannula in pediatric intensive care unit: Retrospective single center experience in Saudi Arabia. *Pediatric Health Med Ther.* 2021;12:431-7.
19. Chupinijrobkob P. Effectiveness of implementing evidence-based nursing practice for pediatric patients receiving heated humidified high-flow nasal cannula (HHHFNC). *Thammasat University Hospital Journal Online.* 2023;8:28-45.
20. อัจจิมาวดี พงศ์ดารา. ผลการใช้ High Flow Nasal Cannula (HFNC) ในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบาก. *วารสารกุมารเวชศาสตร์.* 2565;58:175-81.
21. Slain KN, Shein SL, Rotta AT. The use of high-flow nasal cannula in the pediatric emergency department. *J Pediatr (Rio J).* 2017;93:s36-45.
22. ภัณฑิลา สิทธิการคำ. การศึกษาเปรียบเทียบการรักษาผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากด้วยการให้ High flow nasal cannula กับการรักษาด้วยออกซิเจนตามการรักษาปกติ [Internet]. 2563 [cited 15 April 2024]. Available from: https://www.thaipedlung.org/download/Chula_Panthila_Edited.pdf.
23. Iplik G, Yildizdas D, Yontem A. Clinical factors of high-flow nasal cannula oxygen success in children. *J Pediatr Intensive Care.* 2021;12:71-8.
24. Ballesterio Y, De Pedro J, Portillo N, Martinez-Mugica O, Arana-Arri E, Benito J. Pilot clinical trial of high-flow oxygen therapy in children with asthma in the emergency service. *J Pediatr.* 2018;194:204-10.e3.
25. Baudin F, Buisson A, Vanel B, Massenavette B, Pouyau R, Javouhey E. Nasal high flow in management of children with status asthmaticus: A retrospective observational study. *Ann Intensive Care.* 2017;7:55.