

**Factors associated with heated humidified high-flow nasal cannula failure
in children at 50th Anniversary Mahavajiralongkorn Hospital**

Atcharat kalya

Department of Pediatrics, 50th Anniversary Mahavajiralongkorn Hospital

Received April 21, 2026 Revised September 23, 2026 Accepted September 29, 2026

Abstract

Background: Respiratory distress is common in pediatric patients. Heated humidified high flow nasal cannula (HHFNC) use has increased at present. Identification of factors associated with treatment failure enables closer monitoring and better treatment outcomes.

Objectives: To determine the rate of HHFNC failure and its associated factors among pediatric patients at 50th Anniversary Mahavajiralongkorn Hospital.

Methods: This was a retrospective study reviewing medical records for pediatric patients aged 1 month to 15 years who received HHFNC therapy between October 1, 2022, and September 30, 2025. Descriptive statistics were used to summarize patient characteristics and incidence, the correlations between factors with HHFNC failure were constructed by chi-square test and binary logistic regression analysis.

Results: A total of 445 patients were included in the study, the mean age was 36 months, and 61.6% were male. Pneumonia was present in 72.6 % of cases, and asthma was the most common comorbidity (14.3 %). HHFNC failure occurred in 30 patients (6.7 %). At 2 hours, the ROX index was lower in the failure group than in the success group (5.68 ± 2.16 vs. 9.26 ± 32.07 , p value 0.001). At 4 hours, the S/F ratio was also lower in the failure group (200.84 ± 84.88 vs. 215.94 ± 80.74 , p value 0.017). Factors associated with HHFNC failure included history of prior mechanical ventilation (OR 4.35, 95% CI 1.23-14.29), a respiratory-rate reduction <20% within 2 hours (OR 10.78, 95% CI 1.25-92.96), and maximum FiO₂ > 60% (OR 12.50, 95% CI 4.55-33.33).

Conclusion: The HHFNC failure rate was 6.74 %, factors associated with failure included prior mechanical ventilation, respiratory rate decreased by < 20% within 2 hours, and maximum FiO₂ > 60 %. The S/F ratio and ROX index were significantly lower in the failure group at 4 hours and then 2 hours respectively.

Keywords: HHFNC, Pediatric patients, Failure, S/F ratio, ROX index

ปัจจัยที่มีผลต่อความล้มเหลวในการใช้เครื่องให้ออกซิเจนด้วยอัตราไหลสูงผ่านเครื่องทำความชื้นทาง nasal cannular

ในผู้ป่วยเด็ก ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ๕๐ พรรษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิราลงกรณ

อัจฉรัตน์ กัลยา

กลุ่มงานกุมารเวชกรรม โรงพยาบาล ๕๐ พรรษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิราลงกรณ

บทคัดย่อ

ความเป็นมา: ภาวะหายใจลำบากในผู้ป่วยเด็กพบได้บ่อย ปัจจุบันมีการนำ heated humidified high flow nasal cannula (HHFNC) มาใช้มากขึ้น การทราบปัจจัยที่มีผลต่อการรักษาล้มเหลวจะช่วยให้ผู้ดูแลมีการเฝ้าระวังติดตามเพื่อให้เกิดผลลัพธ์การรักษาที่ดี

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาอัตราความล้มเหลวในการใช้ HHFNC และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความล้มเหลวในการใช้ HHFNC ในผู้ป่วยเด็กโรงพยาบาล ๕๐ พรรษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิราลงกรณ

วิธีการศึกษา: เป็นการศึกษาแบบย้อนหลัง กลุ่มตัวอย่างได้จากเวชระเบียนผู้ป่วยเด็กอายุมากกว่า 1 เดือน -15 ปี ที่ได้รับการรักษาด้วย HHFNC ระหว่าง 1 ตุลาคม พ.ศ. 2565 ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2568 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปและอัตราความล้มเหลวของการใช้ HHFNC ด้วยสถิติเชิงพรรณนา วิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความล้มเหลวในการใช้ HHFNC ด้วยสถิติ Chi-square test และ binary logistic regression analysis

ผลการศึกษา: ผู้ป่วยที่ทำการศึกษาทั้งหมด 445 ราย มีอายุเฉลี่ย 36 เดือน เป็นเพศชายร้อยละ 61.6ป่วยเป็นโรคปอดอักเสบ ร้อยละ 72.6 ส่วนใหญ่มีโรคประจำตัวเป็นโรคหอบหืด ร้อยละ 14.3 พบการรักษาด้วย HHFNC ล้มเหลว 30 ราย คิดเป็นอัตราร้อยละ 6.7 ที่ 2 ชั่วโมง ค่า ROX index ของกลุ่มล้มเหลวต่ำกว่ากลุ่มสำเร็จ (5.68 ± 2.16 เทียบกับ 9.26 ± 32.07 , p value 0.001) และที่ 4 ชั่วโมง ค่า S/F ratio ของกลุ่มล้มเหลวต่ำกว่ากลุ่มสำเร็จ (200.84 ± 84.88 เทียบกับ 215.94 ± 80.74 , p value 0.017) ปัจจัยที่สัมพันธ์กับโอกาสการเกิดความล้มเหลวต่อการรักษาด้วย HHFNC ได้แก่ ประวัติเคยใช้เครื่องช่วยหายใจ (OR 4.35, 95% CI 1.23-14.29) อัตราการหายใจลดลง < ร้อยละ 20 ภายใน 2 ชั่วโมง (OR 10.78, 95% CI 1.25-92.96) และ Max FiO₂ > 60% (OR 12.50, 95% CI 4.55-33.33)

สรุป: พบมีอัตราความล้มเหลวของการใช้ HHFNC ร้อยละ 6.74 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับโอกาสการเกิดความล้มเหลวต่อการรักษาด้วย HHFNC ได้แก่ ประวัติการใช้เครื่องช่วยหายใจ อัตราการหายใจลดลง < ร้อยละ 20 ภายใน 2 ชั่วโมง และ max FiO₂ > 60% พบ S/F ratio และ ROX index ในกลุ่มล้มเหลวมีค่าต่ำกว่าแบบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 4 และ 2 ชั่วโมงตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องให้ออกซิเจนด้วยอัตราไหลสูงผ่านเครื่องทำความชื้น, ผู้ป่วยเด็ก, ความล้มเหลว, ROX index, S/F ratio

บทนำ

ภาวะการหายใจล้มเหลว (respiratory failure) เป็นภาวะวิกฤตของระบบหายใจที่ปอดไม่สามารถแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนได้อย่างเพียงพอ ส่งผลให้เกิดภาวะพร่องออกซิเจนในเลือด (hypoxemia) หรือมีการรับอนไดออกไซด์ในเลือดสูงผิดปกติ (hypercapnia) ซึ่งอาจคุกคามชีวิตของผู้ป่วย¹ โดยเฉพาะในเด็กเล็กซึ่งมีทางเดินหายใจที่แคบและมีความเปราะบางต่อการอุดกั้นมากกว่าในผู้ใหญ่² ระดับภูมิภาคเอเชียพบรายงานว่าภาวะหายใจลำบากเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผู้ป่วยเด็กเข้ารับการรักษาใน PICU สูงถึงร้อยละ 52–68 ซึ่งโรคที่ทำให้เกิดภาวะนี้ได้แก่ โรคปอดอักเสบ พบร้อยละ 67.1³ สำหรับประเทศไทยรายงานในปี พ.ศ. 2565 พบอุบัติการณ์ภาวะหายใจลำบากในเด็กอยู่ระหว่าง 29.8–37.2 ต่อ 100,000 รายต่อการรับเข้ารับรักษาในโรงพยาบาล ส่วนในกลุ่ม PICU อยู่ที่ 13.5–18.6 ต่อ 1,000 รายต่อการรับเข้ารับรักษาใน PICU⁴ ภาวะหายใจล้มเหลวส่งผลให้เกิดการขาดออกซิเจนที่สมองและอวัยวะสำคัญ ทำให้เสียชีวิต เกิดความพิการถาวรหรือมีผลต่อพัฒนาการในทุกด้าน⁵ มีผลกระทบทำให้ผู้ปกครองต้องแบกรับภาระทั้งทางจิตใจ เศรษฐกิจ และสังคม โดยเฉพาะเมื่อต้องดูแลเด็กในระยะยาวหรือต้องพาไปโรงพยาบาลซ้ำหลายครั้ง ผู้ดูแลจำนวนมากต้องลางานหรือลาออกจากงาน ทำให้รายได้ครอบครัวลดลงและอาจเกิดความเครียดเรื้อรัง⁶ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้การช่วยเหลือเด็กตั้งแต่แรก เพื่อป้องกันผลกระทบต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นตามมา

เครื่องช่วยหายใจชนิดเครื่องให้ออกซิเจนด้วยอัตราไหลสูงผ่านเครื่องทำความชื้น (Heated humidified high flow nasal cannula: HHFNC) ถูกออกแบบมาเพื่อส่งก๊าซที่ทั้งอุ่นและความชื้นสูงในปริมาณที่มากกว่าการหายใจตามปกติของเด็ก ช่วยลดแรงต้านในทางเดินหายใจ (work of breathing) ส่งผลให้ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนก๊าซดีขึ้น⁷ การใช้ HHFNC สามารถช่วยลดอัตราการใส่ท่อช่วยหายใจ (intubation) โดยเฉพาะในโรค bronchiolitis และ pneumonia เมื่อเทียบกับ CPAP เด็กจะรู้สึกสะดวกสบายและสามารถให้อาหารทางปากได้ง่ายกว่าเมื่อใช้ CPAP mask⁸

โรงพยาบาล ๕๐ พรรษามหาวิมลรัตนคุณ เป็นโรงพยาบาลทั่วไป รับดูแลผู้ป่วยเด็กโรคระบบทางเดินหายใจและโรคในระบบอื่นตามศักยภาพ⁹ โดยเฉพาะโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ได้แก่ โรคหลอดลมฝอยอักเสบ (bronchiolitis) โรคปอดอักเสบ (pneumonia) และโรคหอบหืดที่มีอาการกำเริบ (asthmatic attack) ที่ทำให้เกิดภาวะหายใจลำบาก (respiratory distress) จนทำให้เกิดภาวะการหายใจล้มเหลว (respiratory failure) ตามมา จากสถิติการให้บริการ พบว่ามีผู้ป่วยเด็กเข้ารับการรักษาด้วยเครื่อง HHFNC ในปีงบประมาณ 2566-2568 จำนวน 182, 144 และ 173 ราย ตามลำดับ ในจำนวนนี้มีทั้งผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการรักษาแล้วอาการดีขึ้น และมีอาการเลวลงจนต้องได้รับการส่งต่อหรือใส่ท่อช่วยหายใจ แพทย์ผู้รักษาจึงต้องทราบปัจจัยแท้จริงที่สัมพันธ์กับความล้มเหลวต่อการรักษาด้วย HHFNC เพื่อนำปัจจัยดังกล่าวมาวางแผนเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยง แก้ไขปัญหาและ

ปรับปรุงการรักษา ซึ่งจะเป็นการพัฒนาคุณภาพการรักษาให้ดียิ่ง ๆ ขึ้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อผู้ป่วยและครอบครัวต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาอัตราความล้มเหลวในการใช้ HHFNC และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความล้มเหลวในการใช้ HHFNC ในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะการหายใจลำบาก แผนกกุมารเวชกรรม โรงพยาบาล ๕๐ พรรษา มหาวชิราลงกรณ จังหวัดอุบลราชธานี

คำนิยาม

เกณฑ์ที่จะได้รับการรักษาด้วย HHFNC หมายถึง ผู้ป่วยมีอาการหายใจลำบากกำลังจะเข้าสู่ภาวะหายใจล้มเหลว คือมีการใช้กล้ามเนื้อในการช่วยหายใจมาก (accessory muscle use) อัตราการหายใจเร็วเกินเกณฑ์ตามอายุ (WHO)¹⁰ และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจน (SpO₂) ต่ำกว่า 95%

ความล้มเหลวต่อการรักษาด้วย HHFNC (failure) หมายถึง หลังรักษาผู้ป่วยไม่ตอบสนองยังมีการหายใจลำบาก ไม่สามารถทำให้การหายใจคงที่ได้ และจำเป็นต้องเพิ่มระดับการช่วยหายใจ เป็น non-invasive ventilation (NIV) อื่น หรือใส่ท่อช่วยหายใจ¹¹ ซึ่งบริบทโรงพยาบาลที่ทำการศึกษายังไม่มีหอผู้ป่วยวิกฤตเด็ก ดังนั้นหากผู้ป่วยที่ล้มเหลวต่อการรักษาจะได้รับการส่งต่อไปยังโรงพยาบาลประจำจังหวัดที่มีศักยภาพสูงกว่า

ความสำเร็จต่อการรักษาด้วย HHFNC (success) หมายถึง หลังรักษาผู้ป่วยมีการตอบสนองดีสามารถหยุดการใช้ HHFNC ได้ ไม่ได้รับการส่งต่อ ไม่ต้องใส่ท่อช่วยหายใจ

วิธีการศึกษา

เป็นการศึกษาแบบย้อนหลัง จากเวชระเบียนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษานในหอผู้ป่วยเด็ก โรงพยาบาล ๕๐ พรรษา มหาวชิราลงกรณด้วยภาวะหายใจลำบากเฉียบพลันจากทุกสาเหตุที่ได้รับการรักษาด้วย HHFNC ระหว่าง 1 ตุลาคม พ.ศ. 2565 ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2568

เกณฑ์การคัดเข้า คือ เวชระเบียนผู้ป่วยอายุมากกว่า 1 เดือน ถึง 15 ปี ที่ได้รับการรักษาด้วย HHFNC โดยใช้รหัสวินิจฉัย ICD9: 93.90 เกณฑ์การคัดออก คือ เวชระเบียนของผู้ป่วยเด็กที่ไม่มีข้อมูลในการใช้เป็นตัวแปรต้น

กลุ่มตัวอย่างและสุ่มตัวอย่าง ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นเวชระเบียนผู้ป่วยเด็กที่เข้ารับการรักษาระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2565 - 30 กันยายน พ.ศ. 2568 รวมระยะเวลา 3 ปี การศึกษานี้ใช้การสำรวจเวชระเบียนทั้งหมดตามเกณฑ์ (total population/census) ไม่ได้สุ่มตัวอย่างและไม่ได้หยุดรับข้อมูลเมื่อครบจำนวนที่

คำนวณไว้ แม้ระยะวางแผนจะมีการประเมินขนาดตัวอย่างเบื้องต้นตามหลัก power analysis และการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก แต่เนื่องจากการเป็นกรศึกษาย้อนหลัง ดังนั้นแบบจำลองพหุตัวแปรถือเป็นการวิเคราะห์เชิงสำรวจ และต้องตีความอย่างระมัดระวังเมื่อเทียบกับจำนวน predictor parameters ซึ่งคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้าและการกำหนดขนาดการศึกษาจึงใช้แนวทางการเก็บข้อมูลจากประชากรทั้งหมดที่สามารถระบุขอบเขตได้ (entire accessible population) ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งที่ใช้รองรับขนาดการศึกษา โดยไม่จำเป็นต้องคำนวณจาก anticipated effect size¹²⁻¹⁴ โดยผู้วิจัยนำเวชระเบียนที่เข้าเกณฑ์ทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อเพิ่มจำนวนเหตุการณ์และลด selection bias ได้เวชระเบียนที่สมบูรณ์ 445 ฉบับ และพบเหตุการณ์ล้มเหลว (failure) 30 เหตุการณ์

เครื่องมือวิจัย เป็นแบบบันทึกข้อมูลผู้ป่วยเด็กที่ใช้ HHFNC ประกอบด้วย ประวัติส่วนตัว ประวัติการรักษา อาการทางคลินิก ผลภาพถ่ายรังสีทรวงอก และผลการรักษา ซึ่งครอบคลุมทั้งตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

ตัวแปรต้น คือ อายุ, เพศ, น้ำหนัก, ประวัติคลอดก่อนกำหนด, ประวัติการใช้เครื่องช่วยหายใจ (รวม invasive และ non invasive ventilator), การวินิจฉัยโรค, โรคประจำตัว, ระยะเวลาการใช้ HHFNC, จำนวนวันนอนโรงพยาบาล, ผลเอกซเรย์ปอด, initial heart rate > 90th percentiles, initial respiratory rate > 90th percentiles, อัตราการเต้นของหัวใจลดลง < 20% ใน 2 ชั่วโมง, อัตราการหายใจลดลง < 20% ใน 2 ชั่วโมง, max total flow rate, max FiO₂ > 60%, S/F ratio และ ROX index

หมายเหตุ ค่า max FiO₂ จะประเมินหลังจากการใช้ HHFNC 2 ชั่วโมงขึ้นไป หากไม่สามารถลด FiO₂ ลงเหลือ ≤ 60% ภายใน 2 ชั่วโมงถือว่าตอบสนองไม่ดี ทั้งนี้เกณฑ์ FiO₂ 60% เป็น operational threshold ที่กำหนดไว้สำหรับการศึกษานี้ และยังไม่ถือเป็น validated cutoff สำหรับผู้ป่วยเด็ก อย่างไรก็ตาม เวชระเบียนไม่มีข้อมูลระยะเวลาที่คง FiO₂ > 60% อย่างสม่ำเสมอ จึงไม่สามารถกำหนด duration threshold ได้

ตัวแปรตาม คือ ความล้มเหลวต่อการรักษาด้วย HHFNC และความสำเร็จต่อการรักษาด้วย HHFNC

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยการหาความตรง (validity) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ แพทย์ที่เชี่ยวชาญด้านกุมารเวชกรรม จำนวน 2 ท่าน และนักวิจัยด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ จำนวน 1 ท่าน ได้ค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

การเก็บรวบรวมข้อมูล ค้นหาเวชระเบียนผู้ป่วย ตามเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออก เพื่อคัดเลือกเวชระเบียนที่มีคุณสมบัติครบถ้วนเข้าสู่การศึกษา นำข้อมูลที่ได้จากเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์บันทึกลงในแบบบันทึกที่สร้างขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนาหาอัตราส่วน จำนวน และร้อยละของข้อมูลทั่วไป สถิติ Chi-square test และ Fisher ' s exact test เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม สถิติ Mann-Whitney U test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ S/F Ratio และ ROX index

ใช้สถิติการถดถอยพหุคูณโลจิสติก (binary logistic regression) ทำนายปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความล้มเหลวในการใช้ HHFNC ตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์แบบตัวแปรเดียวได้แก่ อายุ < 2 ปี, ประวัติคลอดก่อนกำหนด, ประวัติใช้เครื่องช่วยหายใจ, ผลเอกซเรย์ปอด (lobar infiltration, patchy infiltration), ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด, โรคหัวใจ, อัตราการเต้นของหัวใจลดลง < 20% ภายใน 2 ชั่วโมง, อัตราการหายใจลดลง < 20% ใน 2 ชั่วโมง, max total flow rate และ max FiO₂ > 60% รายงานผลเป็น odds ratio และ 95% CI โดยกำหนด p value < 0.05 เป็นระดับนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากมี failure 30 เหตุการณ์เมื่อเทียบกับจำนวนพารามิเตอร์แบบจำลองนี้ใช้เพื่อสำรวจความสัมพันธ์ ไม่ใช่สร้าง clinical prediction model ที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรง

ส่วนการวิเคราะห์แบบพหุตัวแปร จะเลือกตัวแปรที่มีค่า p value < 0.20 จากการวิเคราะห์ แบบตัวแปรเดียว และตัวแปรที่มีความสำคัญทางคลินิก ได้แก่ อายุ < 2 ปี, ประวัติคลอดก่อนกำหนด, ประวัติใช้เครื่องช่วยหายใจ, ผลเอกซเรย์ปอด (lobar infiltration), ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด, อัตราการเต้นของหัวใจลดลง < 20% ภายใน 2 ชั่วโมง, อัตราการหายใจลดลง < 20% ใน 2 ชั่วโมง, max total flow rate และ max FiO₂ > 60% รายงานผลเป็น odds ratio และ 95% CI โดยกำหนด p value < 0.05 เป็นระดับนัยสำคัญทางสถิติ

จริยธรรมการวิจัย การวิจัยนี้ได้รับการพิจารณาและอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุบลราชธานี เอกสารรับรองเลขที่ SSJ.UB 2568-09.019 วันที่รับรอง 30 กันยายน พ.ศ. 2568 วันหมดอายุ 29 กันยายน พ.ศ. 2569

ผลการศึกษา

จากการศึกษาผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากเฉียบพลัน เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยเด็กโรงพยาบาล ๕๐ พรรษา มหาวชิราลงกรณ ระหว่าง 1 ตุลาคม พ.ศ. 2565 ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2568 พบอัตราการใช้เครื่อง HHFNC ร้อยละ 30.32 ของผู้ป่วยเด็กที่เข้ารับการรักษาทั้งหมด ที่เข้าเกณฑ์การศึกษาทั้งหมด 445 ราย มีอายุเฉลี่ย 36 เดือน จำนวนวันนอนโรงพยาบาลเฉลี่ย 5.6 วัน เป็นเพศชายร้อยละ 61.6 ป่วยเป็นโรคปอดอักเสบ ร้อยละ 72.6 ส่วนใหญ่มีโรคประจำตัวเป็นโรคหอบหืด ร้อยละ 14.3 พบเป็นกลุ่มล้มเหลวต่อการรักษาด้วย HHFNC 30 ราย คิดเป็นร้อยละ 6.7 ในกลุ่มล้มเหลว ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (60%) อายุน้อยกว่า 2 ปี (63.3%) มีประวัติใช้เครื่องช่วยหายใจร้อยละ 23.3% เข้ารับการรักษาด้วย โรคปอดอักเสบ 24 ราย ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด 2 ราย ใช้เลือดออกที่มีอาการช็อค 1 ราย มีโรคประจำตัว 10 ราย (33.33%) พบโรคหอบหืด 3 ราย โรคหัวใจ 2 ราย สมอพิการ 1 ราย พัฒนาการช้า 1 ราย ลมชัก 1 ราย โลหิตจาง 1 ราย และ Russel silver syndrome 1 ราย

ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความล้มเหลวในการใช้ HHFNC ได้แก่ เพศ (p value 0.018) อายุ (เดือน) (p value 0.022) ประวัติใช้เครื่องช่วยหายใจ (p value < 0.001*) ระยะเวลาการใช้ HHFNC (p value < 0.001*) จำนวนวัน

นอนโรงพยาบาล (p value <0.001*) initial heart rate > 90th percentiles (p value 0.016) อัตราการหายใจลดลง < 20% ใน 2 ชั่วโมง (pvalue 0.002) max total flow rate (pvalue 0.019) และ max FiO₂ > 60% (pvalue <0.001*) ดังตารางที่ 1

นอกจากนี้การศึกษายังพบว่าผู้ป่วยมีเพียงภาวะแทรกซ้อนที่ไม่รุนแรงโดยพบ epistaxis 34 ราย gastric distension 10 ราย

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลทางคลินิก ผลภาพถ่ายรังสีทรวงอก และผลการรักษา

ข้อมูล	Failure จำนวน (ร้อยละ) n=30	Success จำนวน (ร้อยละ) n=415	p value
เพศชาย	12 (40)	262 (63.1)	0.018*
อายุ (เดือน) median (IQR)	15 (8.50-34.50)	29 (13.00-50.00)	0.022*
น้ำหนักผิดปกติ <-2SD (ผอม) />2SD (อ้วน)	2 (6.7)	29 (6.7)	0.752
ประวัติคลอดก่อนกำหนด < 37 wks	3 (10)	29 (6.7)	0.266
ประวัติใช้เครื่องช่วยหายใจ	7 (23.3)	15 (3.6)	<0.001*
ระยะเวลาการใช้ HHFNC (ชั่วโมง) median (IQR)	13.50 (5.75-41.75)	68.00 (51.00-89.00)	<0.001*
จำนวนวันนอนโรงพยาบาล (วัน) median (IQR)	1.00 (1.00- 2.25)	5.00 (4.00-7.00)	<0.001*
วินิจฉัยโรค			
ปอดอักเสบ	24 (80)	299 (72)	0.598
หลอดลมปอดอักเสบ	1 (3.3)	47 (11.3)	0.343
หอบหืด	1 (3.3)	41 (10.1)	0.342
ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด	2 (6.7)	7 (1.7)	0.118
อื่น ๆ	2 (6.7)	20 (4.8)	1.000
โรคประจำตัว			
ไม่มีโรคประจำตัว	20 (66.7)	344 (82.9)	-
โรคหัวใจ	2 (6.7)	6 (1.4)	0.389
หอบหืด	3 (10)	56 (13.5)	0.073

ข้อมูล	Failure จำนวน (ร้อยละ) n=30	Success จำนวน (ร้อยละ) n=415	p value
อื่น ๆ	5 (16.7)	9 (2.2)	1.000
ผลเอกซเรย์ปอด			
normal	10 (33.3)	204 (49.2)	-
lobar infiltration	2 (6.7)	9 (2.2)	0.165
patchy infiltration	5 (16.7)	66 (15.9)	0.802
perihilar infiltration	10 (33.3)	117 (28.2)	0.535
อื่น ๆ	3 (10)	19 (4.6)	1.000
Initial HR (/min) > 90 th percentiles	14 (46.7)	285 (68.7)	0.016*
Initial RR (/min) > 90 th percentiles	21 (70)	313 (75.4)	0.515
อัตราการเต้นของหัวใจลดลง < 20% ใน 2 ชั่วโมง	28 (93.3)	294 (70.8)	0.136
อัตราการหายใจลดลง < 20% ใน 2 ชั่วโมง	27(90)	200 (48.2)	0.002*
Max total flow rate (L/min/kg) median (IQR)	1.91 (1.61-2.00)	1.57 (1.31-1.85)	0.019*
Max FiO ₂ > 60%	10 (33.3)	19 (4.6)	<0.001*

ปัจจัยด้านคลินิกที่แบ่งกลุ่มไม่ได้และใช้เป็นค่าเฉลี่ยที่มีการแจกแจงไม่ปกติ วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้สถิติ Mann-Whitney U test พบว่าค่าเฉลี่ยของ S/F ratio ตั้งแต่ 4 ชั่วโมงขึ้นไป และค่าเฉลี่ยของ ROX index ก่อนใช้ HHFNC และหลังใช้ตั้งแต่ 2 ชั่วโมงขึ้นไป มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มล้มเหลวกับกลุ่มสำเร็จอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 2

ข้อมูลเบื้องต้น พบว่า ในผู้ป่วยที่เกิด HHFNC failure จำนวน 30 ราย มีผู้ป่วยที่เกิด failure ภายใน 4 ชั่วโมง จำนวน 6 ราย (ร้อยละ 20.0) ภายใน 12 ชั่วโมงสะสม 13 ราย (ร้อยละ 43.3) และภายใน 24 ชั่วโมงสะสม 19 ราย (ร้อยละ 63.3)

ตารางที่ 2 ปัจจัยด้านคลินิกค่าเฉลี่ยของ S/F ratio และ ROX index ที่มีความสัมพันธ์ต่อความล้มเหลวและความสำเร็จในการใช้ HHFNC วิเคราะห์โดย Mann Whitney-U test

ตัวแปร	Failure Mean $\pm$ SD n=30	Success Mean $\pm$ SD n=415	Mann Whitney-U	df	p value
S/F ratio ก่อนใช้ HHFNC	240.32 $\pm$ 49.25	244.17 $\pm$ 20.81	4989.000	-1.882	0.060
ใช้ HFNC 1 hr.	181.62 $\pm$ 101.16	184.53 $\pm$ 104.62	3386.500	-1.269	0.204
ใช้ HFNC 2 hrs.	234.36 $\pm$ 27.11	231.46 $\pm$ 57.74	5432.500	-0.831	0.406
ใช้ HFNC 4 hrs.	200.84 $\pm$ 84.88	215.94 $\pm$ 80.74	2992.000	-2.382	0.017*
ใช้ HFNC 6 hrs.	204.36 $\pm$ 81.15	244.56 $\pm$ 23.75	2730.500	-4.139	<0.001*
ใช้ HFNC 12 hrs.	174.03 $\pm$ 105.32	247.11 $\pm$ 30.96	2889.000	-2.681	0.007*
ใช้ HFNC 24 hrs.	135.24 $\pm$ 123.47	255.70 $\pm$ 41.89	2032.500	-4.183	<0.001*
ใช้ HFNC 48 hrs.	78.82 $\pm$ 126.20	237.90 $\pm$ 95.51	1323.500	-4.711	<0.001*
ROX index ก่อนใช้ HHFNC	4.98 $\pm$ 1.56	5.47 $\pm$ 1.22	4800.500	-2.094	0.036*
ใช้ HFNC 1 hr.	4.146 $\pm$ 2.85	5.14 $\pm$ 3.31	3243.000	-1.554	0.120
ใช้ HFNC 2 hrs.	5.68 $\pm$ 2.16	9.26 $\pm$ 32.07	3714.500	-3.438	0.001*
ใช้ HFNC 4 hrs.	4.99 $\pm$ 2.73	6.79 $\pm$ 3.16	2524.500	-3.204	0.001*
ใช้ HFNC 6 hrs.	5.13 $\pm$ 2.46	9.92 $\pm$ 43.60	1872.000	-5.356	<0.001*
ใช้ HFNC 12 hrs.	4.29 $\pm$ 3.01	8.20 $\pm$ 2.03	1159.000	-5.669	<0.001*
ใช้ HFNC 24 hrs.	3.65 $\pm$ 3.61	11.29 $\pm$ 47.86	1109.000	-5.727	<0.001*
ใช้ HFNC 48 hrs.	2.18 $\pm$ 3.62	8.39 $\pm$ 3.85	1083.000	-5.141	<0.001*

* p value < 0.05

วิเคราะห์เพื่อทำนายความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นต่าง ๆ กับความล้มเหลวต่อการรักษาด้วย HHFNC วิเคราะห์โดยใช้สถิติการถดถอยพหุคูณอิสติก (binary logistic regression) แบบตัวแปรเดียวพบว่าปัจจัยที่สัมพันธ์กับโอกาสการเกิดความล้มเหลวต่อการรักษาด้วย HHFNC คือ อายุ < 2 ปี ประวัติเคยใช้เครื่องช่วยหายใจ อัตราการหายใจลดลง < 20% ภายใน 2 ชั่วโมง max total flow rate และ max FiO₂ > 60% วิเคราะห์แบบพหุตัวแปรพบว่าปัจจัยที่สัมพันธ์กับโอกาสการเกิดความล้มเหลวต่อการรักษาด้วย HHFNC คือ ประวัติเคยใช้เครื่องช่วยหายใจ (OR 4.35, 95% CI 1.23-14.29) อัตราการหายใจลดลง < 20% ภายใน 2 ชั่วโมง

ดั่งตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความล้มเหลวในการใช้ HHFNC แบบตัวแปรเดียวและพหุตัวแปร

ตัวแปร	การวิเคราะห์แบบตัวแปรเดียว		การวิเคราะห์พหุตัวแปร	
	OR (95%CI)	p value	OR (95%CI)	p value
อายุ: < 2 ปี	8.12 (3.01-21.86)	<0.001*	1.73 (0.66-.55)	0.267
ประวัติการคลอด: < 37 wks (preterm)	0.38 (0.11-1.39)	0.146	1.04 (0.22-5.05)	0.959
เคยใช้เครื่องช่วยหายใจ	8.12 (3.01-21.86)	<0.001*	4.35 (1.23-14.29)	0.022*
ผลเอกซเรย์ปอด:lobar infiltration	3.22 (0.66-15.63)	0.146	0.42 (0.07-2.48)	0.337
patchy infiltration	1.06 (0.39-2.86)	0.912		
ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด	4.16 (0.83-20.98)	0.084	0.24 (0.04-1.55)	0.132
โรคหัวใจ	2.35 (0.27-20.18)	0.436		
อัตราการเต้นของหัวใจลดลง < 20% ภายใน 2 ชั่วโมง	0.31 (0.07-1.34)	0.117	1.25 (0.26-6.04)	0.784
อัตราการหายใจลดลง < 20% ภายใน 2 ชั่วโมง	0.10 (0.01-0.71)	0.022*	10.78 (1.25-92.96)	0.031*
Max total flow rate	2.95 (1.35-6.49)	0.007*	0.46 (0.17-1.24)	0.123
Max FiO ₂ > 60%	10.421 (4.29-25.32)	<0.001*	12.50 (4.55-33.33)	<0.001*

อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษานี้พบอัตราการใช้ HHFNC ในแผนกผู้ป่วยวิกฤต โรงพยาบาล ๕๐ พรรษา มหาวิทยาลัยราชภัฏ จันทบุรีประมาณ 2566 – 2568 รวมทั้ง 3 ปี เท่ากับร้อยละ 30.3 ส่วนอัตราความล้มเหลวในการใช้ HHFNC จากการศึกษานี้คิดเป็นร้อยละ 6.7 ไม่แตกต่างกับการศึกษาของ นันทนิจ วงษ์สวัสดิ์ และคณะ¹⁵ และชานติยา อรุโณทอง¹⁶ ที่พบอัตราความล้มเหลวร้อยละ 6.4 และ 9.6 ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าการศึกษา Saelim และคณะ²² และ Sunkonkit และคณะ²³ ที่พบอัตราความล้มเหลวในการใช้ HHFNC อยู่ที่ ร้อยละ 19.5 และ 16.4 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองการศึกษานี้ทำในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัย ระดับตติยภูมิขั้นสูง (super tertiary care) ผู้ป่วย

ที่เข้ารับการรักษา มักมีโรคประจำตัว หรือภาวะแทรกซ้อนที่เยอะและรุนแรงกว่า ซึ่งอาจส่งผลให้อัตราความล้มเหลวต่อการรักษาเพิ่มขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มล้มเหลวกับกลุ่มสำเร็จ พบว่า เพศมีความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มล้มเหลวกับกลุ่มสำเร็จในการใช้ HHFNC แต่จากการทบทวนวรรณกรรมหลายชิ้นพบว่ายังไม่มีความสัมพันธ์กัน^{15, 22-24} อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าเพศชายมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะหายใจลำบากและโรคระบบทางเดินหายใจมากกว่าเพศหญิง ทั้งในแง่ของอุบัติการณ์และความรุนแรงของโรคอาจอธิบายได้จากความแตกต่างทางชีววิทยาและสรีรวิทยาของระบบทางเดินหายใจระหว่างเพศ²⁵ ในกลุ่มล้มเหลวส่วนใหญ่พบผู้ป่วยมีอายุน้อยกว่าเนื่องจากเด็กเล็กจะมีระบบทางเดินหายใจและระบบภูมิคุ้มกันที่ยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ สอดคล้องกับการศึกษาอื่น ๆ ที่พบผู้ป่วยในกลุ่มล้มเหลวจะมีค่าเฉลี่ยของอายุที่น้อยกว่า^{15, 23, 26} ระยะเวลาในการใช้ HHFNC ในกลุ่มล้มเหลวพบน้อยกว่า สอดคล้องกับหลาย ๆ การศึกษา^{15, 22, 23, 26, 27} โดยกลุ่มล้มเหลวพบว่าหลังใช้ HHFNC ผู้ป่วยมักจะมีอาการเลวลงใน 24 ชั่วโมงโดยเฉพาะใน 12 ชั่วโมงแรก อาจสรุปได้ว่าหลังใช้ HHFNC 24 ชั่วโมง ถ้าผู้ป่วยอาการไม่เลวลงแสดงว่าการรักษามีโอกาสสำเร็จสูงมาก เรื่องของ สัญญาณชีพ ที่ตรวจพบก่อนใช้ HHFNC การศึกษาที่ผ่านมายังมีความแตกต่างกัน โดย D'Alessandro และคณะ²⁶ พบไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นหัวใจและอัตราการหายใจกับกลุ่มล้มเหลว รัตติกาล มณีบุตร และคณะ²⁴ พบ initial heart rate > 90th percentiles มีความสัมพันธ์กับกลุ่มล้มเหลวอย่างมีนัยสำคัญ สัญญาณชีพอาจมีข้อจำกัดในการคาดการณ์ความล้มเหลวต่อการรักษาเพราะอาจแปรผันตามปัจจัยอื่นเช่น ไข้สูง หรือยาขยายหลอดลมที่ใช้ก็มีผลทำให้อัตราการเต้นหัวใจเพิ่มขึ้นได้ อาจจะต้องใช้ clinical scoring tool อื่น ๆ มาช่วย พบการใช้ max total flow rate ของกลุ่มล้มเหลวมีค่าสูงกว่ากลุ่มสำเร็จ เนื่องจากผู้ป่วยกลุ่มนี้มักมีความรุนแรงของโรคและพยาธิสภาพของปอดที่มากกว่าสอดคล้องกับการศึกษาของ นันทนิช วงษ์สวัสดิ์ และคณะ¹⁵ และ D'Alessandro และคณะ²⁶

จากการวิเคราะห์ปัจจัยด้านคลินิกค่าเฉลี่ยของ S/F ratio และ ROX index ในกลุ่มล้มเหลวจะมีค่าเฉลี่ยต่ำลงเรื่อย ๆ พบว่าค่าเฉลี่ยของ S/F ratio มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มล้มเหลวกับกลุ่มสำเร็จอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่ 4 ชั่วโมงขึ้นไปหลังรักษา สอดคล้องกับการศึกษาของ Saelim และคณะ²² และ Liu และคณะ¹⁷ ที่พบว่าในกลุ่มล้มเหลวมีแนวโน้มของค่า S/F ratio ต่ำลงและมีนัยสำคัญที่ 1 และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ ในส่วนของค่าเฉลี่ย ROX index ก่อนใช้ HHFNC และหลังใช้ตั้งแต่ 2 ชั่วโมงขึ้นไป มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มล้มเหลวกับกลุ่มสำเร็จอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการศึกษาของ Yuniar และคณะ²¹ ซึ่งพบว่า ROX index <5.52 ที่ 60 นาที และ <5.68 ที่ 90 นาที ทำนายความล้มเหลวได้ด้วยควมไวร้อยละ 90 และ 78 และความจำเพาะร้อยละ 71 และ 76 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม Yuniar และคณะ²¹ พบว่า modified pediatric ROX index (mP-ROX) ซึ่งปรับอัตราการหายใจตามช่วงอายุยังไม่สามารถทำนายความล้มเหลวได้อย่างชัดเจน ดังนั้น ผลการศึกษานี้สนับสนุนการใช้

แนวโน้มของ ROX index ร่วมกับ S/F ratio และการประเมินอาการทางคลินิกในช่วง 2-4 ชั่วโมงแรก มากกว่าการใช้ค่าตัดเพียงค่าเดียว ทั้งนี้ควรมีการศึกษาค่าตัดที่เหมาะสมสำหรับเด็กไทยในอนาคต

เมื่อวิเคราะห์การถอดออกพหุอวัยวะแบบหลายตัวแปร พบว่าปัจจัยที่สัมพันธ์กับโอกาสการเกิดความล้มเหลวต่อการรักษาด้วย HHFNC ได้แก่ ประวัติเคยใช้เครื่องช่วยหายใจ ผู้ป่วยที่เคยใช้เครื่องช่วยหายใจตั้งแต่แรกเกิดหรือที่อายุน้อยมักมีปัจจัยพื้นฐานของปอดและหัวใจ เช่น โรคปอดเรื้อรังในทารกแรกเกิดที่คลอดก่อนกำหนด (bronchopulmonary dysplasia) โรคหัวใจพิการแต่กำเนิด โรคเหล่านี้ส่งผลให้ปอดมีความยืดหยุ่นลดลง มีการแลกเปลี่ยนก๊าซบกพร่อง นอกจากนี้ผู้ป่วยที่เคยเจ็บป่วยรุนแรงเคยใส่ท่อช่วยหายใจมักมีโครงสร้างทางปอดที่เปราะบางหรือเปลี่ยนแปลง อาจพบมีปอดแฟบเกิดพังพืดขึ้นในปอดได้ เมื่อเจ็บป่วยซ้ำเช่นติดเชื้อทางเดินหายใจ การรักษาด้วย HHFNC จึงไม่เพียงพอในการรักษาด้วยออกซิเจน สอดคล้องกับการศึกษาของ Betters และคณะ¹⁹ การใช้ $\text{max FiO}_2 > 60\%$ เนื่องจากผู้ป่วยกลุ่มล้มเหลวจะมีความรุนแรงของโรคที่มากกว่าปอดมีการแลกเปลี่ยนก๊าซไม่ดี จำเป็นที่จะต้องให้ปริมาณออกซิเจนสูงมากขึ้น ซึ่งหากให้ออกซิเจนปริมาณสูงผ่าน HHFNC แล้วอาการยังไม่ดีขึ้นถือเป็นข้อบ่งชี้ในการเปลี่ยนให้การรักษาที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า สอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา^{15, 19, 20, 23} อัตราการหายใจลดลง $< 20\%$ ภายใน 2 ชั่วโมง อธิบายได้ว่าการตอบสนองทางคลินิกในระยะแรกต่อการรักษามีบทบาทสำคัญในการพยากรณ์ผลลัพธ์ของผู้ป่วยโดยในทางสรีรวิทยา HHFNC มีบทบาทในการลด work of breathing เพิ่ม positive airway pressure เล็กน้อย และช่วยลด dead space ของทางเดินหายใจ ส่งผลให้อัตราการหายใจลดลงในผู้ป่วยที่ตอบสนองดีต่อการรักษา ดังนั้นหากอัตราการหายใจไม่ลดลงหรือลดลงน้อย ($< 20\%$) หลังให้การรักษาในช่วงแรก แสดงว่าภาวะหายใจลำบากยังคงดำเนินอยู่ และกลไกการชดเชยของร่างกายยังไม่ดีขึ้น จึงมีแนวโน้มที่การรักษาด้วย HHFNC จะล้มเหลว สอดคล้องกับการศึกษาของ นันทนิช วงษ์สวัสดิ์ และคณะ¹⁵, Aydin และคณะ¹⁸, Sunkonkit และคณะ²³

บทสรุป

พบมีอัตราความล้มเหลวของการใช้ HHFNC ร้อยละ 6.7 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับโอกาสการเกิดความล้มเหลวต่อการรักษาด้วย HHFNC ได้แก่ ประวัติการใช้เครื่องช่วยหายใจ อัตราการหายใจลดลง $< 20\%$ ภายใน 2 ชั่วโมง และ $\text{max FiO}_2 > 60\%$ พบ S/F ratio และ ROX index ในกลุ่มล้มเหลวมีค่าต่ำกว่าแบบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 4 และ 2 ชั่วโมงตามลำดับ ผลการศึกษาสนับสนุนการติดตามสัญญาณชีพ ROX index, S/F ratio และความต้องการออกซิเจนร่วมกันใน 2-4 ชั่วโมงแรก เพื่อประกอบการประเมินอาการของผู้ป่วยว่าหลังรักษามีอาการดีขึ้นหรือเลวลง

ข้อจำกัดของการศึกษา

1. เป็นการศึกษาข้อมูลย้อนหลังข้อมูลอาจสูญหายไม่ครบถ้วน เช่น ไม่มีการบันทึกข้อมูล oxygen saturation, FiO_2 ที่ใช้, อัตราการหายใจของผู้ป่วยในช่วงเวลาทำงานวิจัยต้องการเก็บ กรณีที่ผู้ป่วยในกลุ่มล้มเหลวไม่ตอบสนองต่อการรักษาแล้วได้รับการส่งต่อโดยไม่ได้ใส่ท่อช่วยหายใจ ยังขาดข้อมูลว่าหลังจากนั้นได้รับการรักษาแบบใดต่อที่ปลายทางจึงอาจเกิด outcome misclassification ได้ การลงข้อมูลภาวะแทรกซ้อนผู้ป่วยบางรายไม่ได้มีการบันทึกไว้

2. ผู้ป่วยไม่ได้รับการดูแลรักษาโดยแพทย์ท่านเดียว ดังนั้นการประเมินผู้ป่วยว่ามีภาวะหายใจลำบากระดับไหน การรักษาปรับ HHFNC setting (flow rate FiO_2) อาจมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของแพทย์แต่ละท่าน เนื่องจากยังไม่มีกำหนด protocol ในการรักษาที่ชัดเจน

3. ผลงานวิจัยเป็น ROX index ไม่ได้นำเสนอเป็น pediatric ROX index ซึ่งอาจมีผลต่อความแม่นยำถูกต้องในการแปลค่าและการนำมาใช้จริงในผู้ป่วยเด็ก

4. Failure event มีเพียง 30 เหตุการณ์เมื่อเทียบกับจำนวนตัวแปรในแบบจำลอง ทำให้มีความเสี่ยงต่อ overfitting และได้ช่วงความเชื่อมั่นกว้าง ผลการวิเคราะห์จึงเป็นเชิงสำรวจและควรตรวจสอบซ้ำในกลุ่มตัวอย่างอิสระ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์สกลสุภา สิงคบุตร ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Panetti B, Bucci I, Di Ludovico A, Pellegrino G, Michela, Filippo PD, Pillo SD, et al. Acute respiratory failure in children: A clinical update on diagnosis. Children. 2024;11:1232.
2. Swain SK, Choudhury J. Pediatric airway diseases. Indian J Health Sci Biomed Res. 2019;12:196-201.
3. Wong JJM, Tan HL, Sultana R, Ma YJ, Aguilan AB, Goh CY, et al. Respiratory support after extubation in children with pediatric ARDS. Respir Care. 2024;69:422-9.

4. Uppala R, Sitthikarnkha P, Techasatian L, Saengnipanthkul S, Kosalaraksa P, Thepsuthammarat K, et al. Epidemiology, outcomes, and factors associated with mortality in pediatric acute respiratory distress syndrome in hospitalized Thai children: A nationwide retrospective analysis, 2015-2022. *Critical Care*. 2025;29:298.
5. Hernández-Corredor L, Plazas-Pachón R, Argote-Bolaños F, Lopez P, Vanegas MN, Lopez S, et al. Burden of respiratory failure in pediatric patients: Analysis of a prospective multicenter cohort in Bogotá, Colombia. *Health Sci Rep*. 2023;6:e1617.
6. Andrade RC, Leite ACAB, Alvarenga WA, Neris RR, Araújo JS, Polita NB, et al. Parental psychosocial needs in Brazilian pediatric intensive care units. *Intensive Crit Care Nurs*. 2022;72:103277.
7. Venanzi A, Di Filippo P, Santagata C, Pillo SD, Chiarelli F, & Attanasi M. Heated humidified high-flow nasal cannula in children: State of the art. *Biomedicines*, 2022;10:2353.
8. Nolasco S, Manti S, Leonardi S, Vancheri C, & Spicuzza L. High-flow nasal cannula oxygen therapy: Physiological mechanisms and clinical applications in children. *Front Med*. 2022;9:920549.
9. กองยุทธศาสตร์และแผนงาน สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. ข้อมูลหน่วยงานบริการสุขภาพ: โรงพยาบาล 50 พรรษามหาชริตถลงกรณ รหัส 21984 [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2569]. เข้าถึงได้จาก: <https://hcode.moph.go.th/code/19286/>
10. World Health Organization. The Management of acute respiratory infections in children: Practical guidelines for outpatient care. Geneva: World Health Organization. 1995.
11. Muhetaer Y, Zhang SM, Moming A, Liu K, Zhong M. Prediction of high-flow nasal cannula failure in critically ill patients: A narrative review. *J Intensive Care*. 2026;14:27.
12. Groot OQ, Ogink PT, Lans A, Twining PK, Kapoor ND, DiGiovanni W, et al. Machine learning prediction models in orthopedic surgery: A systematic review in transparent reporting. *J Orthop Res*. 2022;40:475-83.
13. Lakens D. Sample size justification. *Collabra Psychol*. 2022;8:33267.
14. Riley RD, Collins GS. Stability of clinical prediction models developed using statistical or machine learning methods. *Biomet J*. 2023;65:e2200302.
15. นันทนิช วงษ์สวัสดิ์, นิสารัตน์ สำเร. ผลลัพธ์ของการใช้ HFNC ในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะหายใจลำบากเฉียบพลัน. *วารสารกุมารเวชศาสตร์*. 2568;64:138-55.

16. ชานติยา อรุโณทอง. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ High Flow Nasal Cannula (HFNC) ในเด็กโรคปอดอักเสบ. วารสารวิชาการแพทย์และสาธารณสุข เขตสุขภาพที่ 3. 2567;21:326-33.
17. Liu J, Lit D, Luo L, Liu Z, Li X, & Qiao L. Analysis of risk factors for the failure of respiratory support with high-flow nasal cannula oxygen therapy in children with acute respiratory dysfunction: A case-control study. *Front Pediatr*. 2022;10:979944.
18. Aydın O, Aydın EA, Birbilen AZ, TekŞam Ö. Predictive factors of high-flow nasal cannula oxygen therapy failure in children with respiratory distress treated in a pediatric emergency department. *Turk J Pediatr*. 2021;63:1012-9.
19. Betters KA, Gillespie SE, Miller J, Kotzbauer D, Hebbar KB. High flow nasal cannula use outside of the ICU; factors associated with failure. *Pediatr Pulmonol*. 2017;52:806-12.
20. Kim GE, Choi SH, Park M, Jung JH, Lee M, Kim SY, et al. SpO₂/FiO₂ as a predictor of high flow nasal cannula outcomes in children with acute hypoxemic respiratory failure. *Scientific Reports* [Internet]. 2021 [2026 Mar. 15];11:13439. Available from: <https://doi.10.1038/s41598-021-92893-7>
21. Yuniar I, Pudjiadi AH, Dewi R, Prawira Y, Puspaningtyas NW, Tartila T, et al. Respiratory Rate Oxygenation (ROX) index as predictor of high flow nasal cannula in pediatric patients in pediatric intensive care unit. *BMC Pulmonary Medicine*. 2024;24:216.
22. Saelim K, Thirapaleka B, Ruangnapa K, Prasertsan P, Anuntaseree W. Predictors of high-flow nasal cannula failure in pediatric patients with acute respiratory distress. *Clin Exp Pediatr*. 2022;65:595-601.
23. Sunkonkit K, Kungsuwan S, Seetaboot S, Reungrongrat S. Factors associated with failure of using high flow nasal cannula in children. *Clin Respir J*. 2022;16:732-9.
24. รัตติกาล มณีบุตร, ศรีสุดา อัสวพลังกุล, โสภณ อัสวพลังกุล. ปัจจัยที่มีผลต่อความล้มเหลวในการใช้เครื่องออกซิเจนด้วยอัตราการไหลสูง ผ่านเครื่องทำความชื้นให้กับผู้ป่วยเด็กทาง nasal cannula ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลแม่สอด [Internet]. 2022. [cited 10 March 2026]. Available from: <https://hpc2appcenter.anamai.moph.go.th/academic/web/files/2565/research/MA2565-003-01-0000000396-0000000857.pdf>
25. Townsel CD, Emmer SF, Campbell WA, & Hussain N. Gender differences in respiratory morbidity and mortality of preterm neonates. *Front Pediatr*. 2017;5:6.

26. D'Alessandro M, Vanniyasingam T, Patel A, Gupta R, Giglia L, Federici G, et al. Factors associated with treatment failure of high-flow nasal cannula among children with bronchiolitis: A single-centre retrospective study. *Paediatr Child Health*. 2020;26:e229-35.
27. Guillot C, Reun CL, Behal H, Labreuche J, Recher M, Duhamel A, et al. First-line treatment using high-flow nasal cannula for children with severe bronchiolitis: Applicability and risk factors for failure. *Arch Pediatr*. 2018;25:213-8.