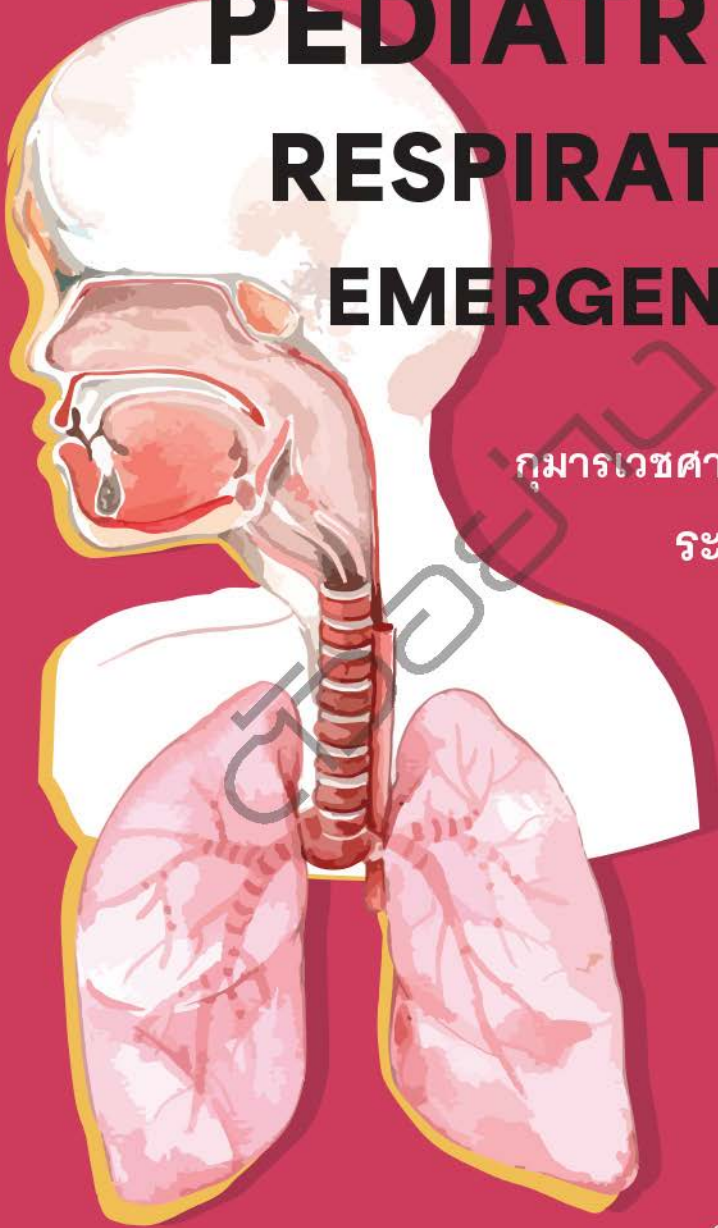




สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Naresuan University Publishing House

PEDIATRICS RESPIRATORY EMERGENCIES

กุมารเวชศาสตร์ฉุกเฉิน
ระบบหายใจ



ไกลตา ศรีสิงห์
ญาคินี อภิรักษ์นภานนท์
ชุตินา เผือกสามัญ



สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Naresuan University Publishing House

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร 99 หมู่ 9 อาคารมหาธรรมราชา ชั้น 1 มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทร. 0 5596 8833-8836 E-mail : nuph@nu.ac.th

www.nupress.grad.nu.ac.th สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร @nupress

สงวนลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร ห้ามทำซ้ำ คัดแปลง เผยแพร่ต่อสาธารณชนไม่ว่าส่วนใด
ส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร เท่านั้น

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

โกลดา ศรีสิงห์.

กุมารเวชศาสตร์ฉุกเฉินระบบหายใจ = Pediatrics Respiratory Emergencies-- พิษณุโลก : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566.
510 หน้า.

1. กุมารเวชศาสตร์ฉุกเฉิน. 2. ทางเดินหายใจ. I. ญาติ II. อภิรักษ์นภานนท์, ผู้แต่งร่วม. II. จุฑามาศ เกตุสาวิทย์, ผู้แต่งร่วม. III. ชื่อเรื่อง.

618.92

ISBN 978-616-426-318-5

ISBN (e-book) 978-616-426-319-2

ณพน. 129

ราคา 680 บาท

พิมพ์ครั้งที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2566

จัดพิมพ์โดย สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

ทางจำหน่ายที่ 1. ศูนย์หนังสือและห้องสมุดกาญจนาภิเษกวิทยาลัย

ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร. 0 2218 9812

2. ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0 2579 0113

3. ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ถนนพระจันทร์ แขวงพระบรมมหาราชวัง เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200 โทร. 0 2613 3899

4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร อาคารมหาธรรมราชา จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทร. 0 5596 8833-8836

ประธานกองบรรณาธิการ รองศาสตราจารย์ ดร. กรองกาญจน์ จูทิพย์ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

กองบรรณาธิการ รองศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น • รองศาสตราจารย์สุทัศน์ เอี่ยมวัฒนา • รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ สมกุล •
รองศาสตราจารย์ ดร.เกตุจันทร์ จำปาไชยศรี • รองศาสตราจารย์ ดร. พญ.สุทธาพิชญ์ พงษ์เจริญ •
ศาสตราจารย์ ดร. ภญ.กรกนก อิงคณินท์ • รองศาสตราจารย์ ดร.นิพรา กิจธิระวณิช •
ศาสตราจารย์ ดร.สุจิตา ถาวรวงศ์ • รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติมา ชาญวิชัย • รองศาสตราจารย์ ดร.ดุริยา แก้วไธสง •
รองศาสตราจารย์ นวาท ตรีพัฒนชัย หมั่นยิ่ง • รองศาสตราจารย์ ดร.วิฑูรย์ พุทธิรักษา •
รองศาสตราจารย์ ดร. พงศพัทธ์ กิจสนธิ์ • ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวรงค์ จันทร์วิจิตร •
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรรยาพัชร์ สุวพันธ์ • พงษ์ หัมมใจดี • นริพรรณ ดันดิพลาณ

ประสานงาน ภิกดิ์ดี เกิดสิงห์กุล

ฝ่ายขาย/การเดิน พิมพ์ภาณุ ดวงสำโรง • วสันต์ มาสวัสดิ์

ออกแบบปก สรญา แสงเย็นพันธ์

ออกแบบรูปเล่ม สรญา แสงเย็นพันธ์

พิมพ์ที่ ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี ดีดีคอล การพิมพ์ 194/15 ถนนพญาไท ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก



สำนักพิมพ์นี้เป็นลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์
และผู้นำมาขายมีลิขสิทธิ์เฉพาะที่
<https://pubat.or.th>



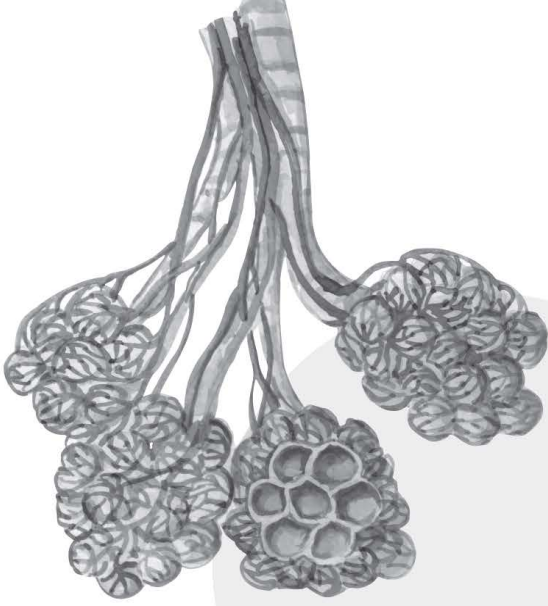
พิมพ์บน
กระดาษคุณภาพ เพื่อสุขภาพ
และการอ่านที่ดี



กรณีต้องการสั่งซื้อหนังสือปริมาณมาก หรือแจ้งในเรียงติดต่อได้โดยไม่ต้องจ่ายค่าขนส่งสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
โทร. 0 5596 8836 Email : nuph@nu.ac.th

ส่วนที่

อาการฉุกเฉิน
ระบบหายใจ

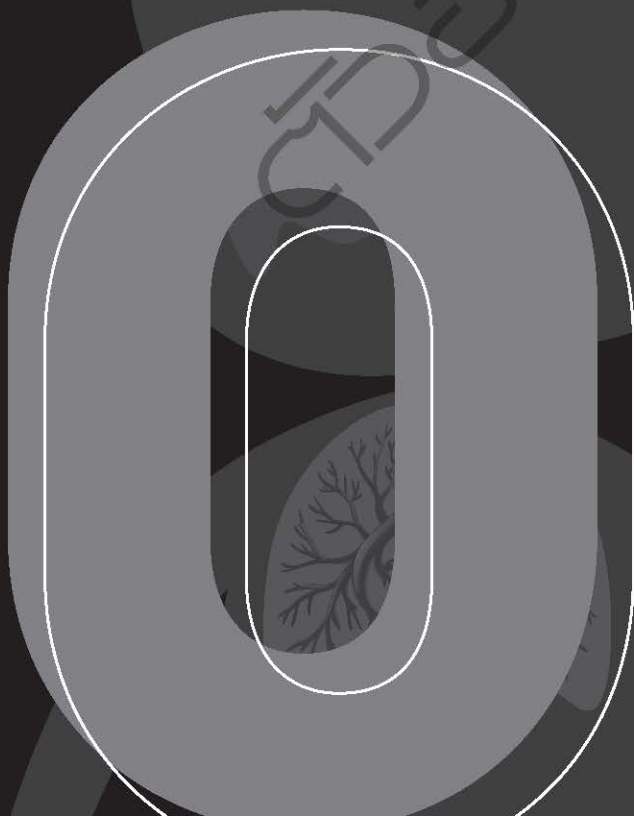


EMERGENCIES RESPIRATORY SYMPTOMS

ภาวะหายใจล้มเหลว

Respiratory failure

โกธตา ศรีสิงห์



บทนำ

ภาวะหายใจล้มเหลว (respiratory failure) เป็นภาวะฉุกเฉินที่ต้องให้การวินิจฉัย และรักษาโดยเร็ว หากล่าช้าอาจทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตได้โดยอาการและอาการแสดงส่วนใหญ่ ผู้ป่วยมักมาด้วยหายใจลำบาก เหนื่อย ในเด็กเล็กอาจมาด้วยหยุดหายใจ สาเหตุหลักเกิดจากการขาดความสมดุลของระบบหายใจจาก 2 สาเหตุ ได้แก่ ร่างกายมีความต้องการใช้ออกซิเจนมากขึ้น (increase metabolic demand) จนเกินความสามารถในการปรับตัวของระบบหายใจปกติ และเกิดจากการทำงานของระบบหายใจผิดปกติจนไม่สามารถทำงานได้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย (defect of respiratory system) การขาดความสมดุลนี้ ทำให้เกิดภาวะหายใจล้มเหลวตามมา

นิยาม

ภาวะหายใจล้มเหลว (respiratory failure) คือ ภาวะที่ระบบหายใจทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซในปอดได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย¹ ส่งผลให้ระดับก๊าซออกซิเจนในเลือดต่ำ (hypoxemia) หรือมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดสูงมากกว่าปกติ (hypercarbia) โดยค่าความดันก๊าซออกซิเจนในเลือดแดง (PaO_2) ต่ำกว่า 60 มม.ปรอท และค่าความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดง (PaCO_2) มากกว่า 50 มม.ปรอท ภาวะหายใจล้มเหลวแบ่งออกเป็น 3 ชนิด²⁻⁵ ดังนี้

1. ภาวะหายใจล้มเหลวชนิดที่ 1 (type I respiratory failure) หรือเรียกอีกชื่อว่า “ภาวะหายใจล้มเหลวที่มีภาวะพร่องก๊าซออกซิเจนในเลือด” (hypoxemic respiratory failure หรือ oxygenation failure) เป็นภาวะหายใจล้มเหลวชนิดที่มีภาวะพร่องก๊าซออกซิเจนในเลือด ตรวจพบค่าความดันก๊าซออกซิเจนในเลือดแดงต่ำกว่า 60 มม.ปรอท ($\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$) โดยไม่มีภาวะคั่งของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือด^{4,5} ภาวะนี้เกิดจากความผิดปกติของการแลกเปลี่ยนก๊าซของเนื้อเยื่อปอด ซึ่งอาจเกิดได้จากหลายกลไก ได้แก่ ความไม่สมดุลระหว่าง

การระบายอากาศและการกำซาบเลือด (ventilation/perfusion mismatch) การผสมกันของเลือดในปอด (intrapulmonary shunt) หรือการแพร่ผ่านของเลือดผิดปกติ (diffusion defect) ผู้ป่วยจะมีการตอบสนองโดยการหายใจเร็วและแรงเพิ่มขึ้นในช่วงแรก จึงมักพบว่าระดับความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดง (PaCO_2) มีค่าต่ำจนกระทั่งภาวะหายใจล้มเหลวดำเนินโรครุนแรงขึ้น จนระยะท้ายเริ่มมีกล้ามเนื้อหายใจอ่อนล้า จึงจะพบระดับความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดงที่เพิ่มขึ้น

2. ภาวะหายใจล้มเหลวชนิดที่ 2 (type II respiratory failure) หรือเรียกอีกชื่อว่า “ภาวะหายใจล้มเหลวที่มีการคั่งของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์” (hypercapnic respiratory failure หรือ ventilation failure) เป็นภาวะหายใจล้มเหลวชนิดที่มีการคั่งของความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดงมากกว่า 50 มม.ปรอท ($\text{PaCO}_2 > 50 \text{ mmHg}$) เป็นลักษณะสำคัญ ภาวะนี้มักเกิดจากกลไกการหายใจที่ผิดปกติ เช่น ได้รับยากดการหายใจ มีความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลางที่ควบคุมการหายใจ โรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง โรคที่มีการกดเบียดหรือรบกวนการขยายของปอด เป็นต้น

3. ภาวะหายใจล้มเหลวชนิดผสมระหว่างชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 [mixed type (type I & type II)] เป็นภาวะหายใจล้มเหลวชนิดที่มีภาวะพร่องก๊าซออกซิเจนในเลือด โดยมีความดันก๊าซออกซิเจนในเลือดแดงน้อยกว่า 60 มม.ปรอท ($\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$) ร่วมกับพบมีค่าความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดงมากกว่า 50 มม.ปรอท ($\text{PaCO}_2 > 50 \text{ mmHg}$) ความผิดปกติชนิดนี้พบบ่อยที่สุด มักพบในผู้ป่วยที่มีปัญหาเนื้อปอด (lung parenchymal disease) เช่น โรคปอดอักเสบ ผู้ป่วยจะมีปัญหาการแลกเปลี่ยนก๊าซผิดปกติ ระยะแรกจะมีภาวะขาดออกซิเจน (type I respiratory failure) เมื่อไม่ได้รับการรักษา หรือให้การรักษาล่าช้า ร่างกายจะปรับแก้ไขภาวะขาดออกซิเจนโดยการเพิ่มอัตราการหายใจ และเพิ่มความลึกของ

การหายใจ ผู้ป่วยจะหายใจเร็วและแรง ตรวจร่างกายพบผู้ป่วยใช้กล้ามเนื้อช่วยหายใจมากขึ้น หากภาวะดังกล่าวไม่ได้รับการแก้ไข การใช้กล้ามเนื้อดังกล่าวนาน ๆ จะทำให้กล้ามเนื้ออ่อนล้า ส่งผลให้เกิดการคั่งของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (type II respiratory failure) หรือกรณีที่มีภาวะหายใจล้มเหลวชนิดที่ 2 นานมาก่อน แล้วตามด้วยภาวะหายใจล้มเหลวชนิดที่ 1 ที่พบบ่อย ๆ คือ ผู้ป่วยโรคระบบประสาทที่มีความผิดปกติส่วนกลางที่ควบคุมการหายใจ ทำให้เกิดการคั่งของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีภาวะกล้ามเนื้ออ่อนแรง ไออาเสมหะออกไม่ได้ เกิดภาวะปอดแฟบ ส่งผลให้เกิดการขาดออกซิเจนตามมา เป็นต้น

Type I respiratory failure (Hypoxemic respiratory failure)

ภาวะขาดออกซิเจน (hypoxia) หมายถึง ภาวะที่เนื้อเยื่อของร่างกายมีการขาด หรือพร่องออกซิเจน

ภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำ (hypoxemia) หมายถึง ภาวะที่ปริมาณออกซิเจนในกระแสเลือดต่ำกว่าค่าปกติ ไม่ได้บ่งบอกว่าค่าออกซิเจนในเนื้อเยื่อเพียงพอหรือไม่ ขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (cardiac output) ปริมาณออกซิเจนในเลือดที่ส่งมา (oxygen content) และปริมาณตัวนำพาออกซิเจนมายังเนื้อเยื่อ ได้แก่ เฮโมโกลบิน เป็นต้น หากผู้ป่วยมีภาวะซีด หรือปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจต่ำจากสาเหตุใด ๆ ก็ตาม ย่อมส่งผลให้เนื้อเยื่อได้รับออกซิเจนต่ำตามไปด้วย ในทางกลับกัน ผู้ป่วยที่มีภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำอาจไม่มีภาวะเนื้อเยื่อขาดออกซิเจน เช่น ผู้ป่วยโรคหัวใจชนิดเฉียบ หรือผู้ที่อยู่ในที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลมาก ๆ เนื่องจากผู้ป่วยกลุ่มนี้มีการปรับตัวให้ร่างกายมีเฮโมโกลบินมากขึ้น ทำให้ร่างกายมีภาวะเลือดข้น (polycythemia) เพื่อช่วยขนออกซิเจนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อมากขึ้น

ภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำ มีผลต่อร่างกายดังนี้ เมื่อร่างกายมีภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำ จะไปกระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจ ทำให้หายใจเร็วและลึกเพิ่มขึ้น มีการใช้กล้ามเนื้อช่วยหายใจทำงานมากขึ้น (accessory muscle) กระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติกทำให้มีชีพจรเร็ว (tachycardia) ความดันโลหิตสูง (hypertension) เหงื่อออก กระสับกระส่าย อาจพบภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ (cardiac arrhythmia) หลอดเลือดที่ไปเลี้ยงปอดหดตัว ทำให้เกิดภาวะความดันหลอดเลือดในปอดสูงขึ้น (pulmonary hypertension) อาจทำให้มีหัวใจข้างขวาล้มเหลว (right side heart failure) หลอดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายหดตัว เพื่อเพิ่มเลือดไปอวัยวะที่สำคัญ ทำให้เลือดไปเลี้ยงส่วนปลายของร่างกายลดลง ตรวจพบระดับความรู้สึกตัวลดลง ชัก หายใจผิดปกติ หยุดหายใจ หัวใจบีบตัวลดลง หัวใจเต้นผิดจังหวะ ความดันโลหิตต่ำ ไตหลังอีริโทรพอยอิติน (erythropoietin) เพิ่มขึ้น และทำให้ร่างกายผลิตเม็ดเลือดแดงมากขึ้น หลอดเลือดที่ไปเลี้ยงสมองและหัวใจขยายตัว ทำให้มีอาการปวดศีรษะ

กลไกการเกิดออกซิเจนในเลือดต่ำ

กลไกการเกิดภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำ เกิดจากหลายสาเหตุ โดยสาเหตุที่พบบ่อยสุด คือ ventilation/perfusion mismatch⁶ สาเหตุอื่น ๆ ได้แก่ dead space, shunt, diffusion defect, hypoventilation และการอยู่ที่สูงหรือต่ำมาก ๆ จนมีก๊าซออกซิเจนน้อย (low inspired PO_2)

1. Ventilation/perfusion mismatch (V/Q mismatch) คือ ความไม่สมดุลระหว่างการระบายอากาศ (ventilation; V) และการกำซาบเลือด (perfusion; Q) ค่าปกติ V/Q คือ 0.8⁷ ในปอดคนปกติ ventilation, perfusion และสัดส่วนของ V/Q ไม่ได้เป็นเหมือนกันทั้งปอด ตำแหน่งยอดปอด (apex) จะมี ventilation สูง ($V > 1$) แต่มี perfusion น้อย ($Q < 1$) ตรงข้ามกับส่วนฐานของ

ปอดจะมี perfusion มาก ($Q > 1$) ส่วน ventilation น้อย ($V < 1$) การที่มีสัดส่วน V/Q ต่ำจะทำให้เกิดภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำจากการลดลงของ alveolar oxygen (PAO_2) เมื่อทำการตรวจวิเคราะห์ก๊าซในเลือดแดง (arterial blood gas; ABG) จะพบค่าออกซิเจนในเลือดแดงต่ำ (decrease PaO_2)⁸ กรณีที่เป็นโรคปอดเรื้อรัง ร่างกายจะปรับตัวลดลงทั้ง perfusion และ ventilation ในบริเวณที่ปอดมีปัญหา และปรับตัวส่งเลือดไปเลี้ยงบริเวณปอดปกติเพิ่มขึ้น^{9,10} เพื่อให้ออกซิเจนในเลือดปกติ

2. Dead space คือ ภาวะที่มีก๊าซเข้าสู่ทางเดินหายใจ แต่ไม่ได้เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซ (ventilation = 1, perfusion = 0) พบในกรณีต่าง ๆ เช่น ใส่ท่อช่วยหายใจความยาวเหนือขอบปากมากเกินไป (ปกติให้สูงกว่าขอบปากไม่เกิน 4 ซม.) หรือสายอุปกรณ์เครื่องช่วยหายใจยาวมากกว่าปกติ ทำให้ไม่เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซบริเวณที่สายเกินออกมา ตามปกติร่างกายเรามี anatomical dead space เช่น บริเวณทางเดินหายใจส่วนบนตั้งแต่จมูกถึง terminal bronchiole เป็นต้น

3. Shunt คือ ภาวะที่มีการลัดวงจรของเลือด ทำให้เลือดไม่ผ่านการแลกเปลี่ยนก๊าซที่ปอด (ventilation = 0, perfusion = 1) มี 2 แบบ คือ ภาวะ intrapulmonary shunt และภาวะ intracardiac shunt กรณี intrapulmonary shunt สามารถพบได้ในภาวะปอดแฟบ (atelectasis) โรคลิ่มเลือดอุดตันในปอด (pulmonary embolism) เป็นต้น ส่วน intracardiac shunt มักพบในโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดชนิดเขียว เป็นต้น

4. Diffusion defect คือ ความผิดปกติของการเคลื่อนย้ายออกซิเจนผ่านตำแหน่งรอยต่อระหว่างผนังถุงลมกับหลอดเลือด (alveolocapillary membrane) ความผิดปกติบริเวณนี้ทำให้การแพร่ผ่านก๊าซลำบาก สาเหตุดังกล่าวเกิดจากพยาธิสภาพบริเวณ alveolocapillary membrane เช่น มีพังผืด หรือมีเซลล์อักเสบเข้ามาแทรกบริเวณนี้ ทำให้การแพร่ผ่านของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ช้าลง มักพบภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำมากกว่าภาวะคาร์บอนไดออกไซด์คั่ง เพราะ

การแพร่ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แพร่ได้เร็วกว่าออกซิเจน 20 เท่า² ค่าปกติของเวลาการขนส่งก๊าซของเส้นเลือดฝอย (capillary transit time) คือ 0.75 วินาที และเวลาการแลกเปลี่ยนก๊าซเสร็จสิ้นคือ 0.25 วินาที ลักษณะสำคัญของภาวะ diffusion defect คือ จะมีการหรือมีภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำขณะออกกำลังกาย แต่ขณะพักหรือปกติจะไม่มีภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำ เนื่องจากขณะออกกำลังกาย เวลาการขนส่งก๊าซของเส้นเลือดฝอย (capillary transit time) จะลดลง เพราะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ และหัวใจเต้นเร็วกว่าขณะไม่ได้ออกกำลังกาย ค่าระดับ mixed venous oxygen จะต่ำ เนื่องจากมีการดึงออกซิเจนออกจากเนื้อเยื่อ อย่างไรก็ตาม ภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำจะเป็นไม่รุนแรง เพราะมีการเพิ่มและการขยายตัวของเส้นเลือดฝอย รวมถึงการเพิ่มขึ้นของออกซิเจนในถุงลม สำหรับผู้ป่วยโรค pulmonary fibrosis จะมีการสูญเสียการเพิ่มจำนวนเส้นเลือดจึงทำให้เกิดการขาดออกซิเจนขณะออกกำลังกาย โรคที่พบบ่อยในกลุ่มนี้ คือ emphysema และ interstitial lung diseases (ILDs) ลักษณะเด่นภาวะนั้นประกอบไปด้วย 3 อย่าง ดังนี้

1. ภาวะขาดออกซิเจน สามารถรักษาได้ด้วยการให้ออกซิเจน และ
2. คำนวณค่า $P(A - a) O_2$ จากสูตร ได้ค่าสูงกว่าปกติ และ
3. ความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดง ($PaCO_2$) ปกติ

$$\text{สูตรคำนวณ } P(A - a) O_2 = PAO_2 - PaO_2$$

$$\text{เมื่อค่า } PAO_2 = FIO_2 (P_{atm} - P_{H_2O}) - \frac{PaCO_2}{0.8}$$

PaO_2 = ค่าความดันก๊าซออกซิเจนที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ก๊าซในเลือดแดง (ABG)

$PaCO_2$ = ค่าความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ก๊าซในเลือดแดง (ABG)

ในบรรยากาศปกติค่า $FiO_2 = 0.21$ หรือร้อยละ 21

ความสูงที่ระดับน้ำทะเลค่า $P_{atm} = 760$ มม.ปรอท

กำหนดให้ความชื้น (humidity) ในถุงลมเท่ากับร้อยละ 100 ค่า

$P_{H_2O} = 47$ มม.ปรอท

แทนค่าในสมการ $P(A - a) O_2 = PAO_2 - PaO_2$

$$P(A - a) O_2 = [0.21(760 - 47) - \frac{PaCO_2}{0.8}] - PaO_2$$

$$P(A - a) O_2 = [150 - \frac{PaCO_2}{0.8}] - PaO_2$$

หมายเหตุ : คนปกติค่า $P(A - a) O_2$ เท่ากับ 5-10 มม.ปรอท

Type II respiratory failure (Hypercapnic/Ventilatory respiratory failure)

ภาวะคาร์บอนไดออกไซด์คั่ง (hypercapnia) คือ การมีค่าความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดง ($PaCO_2$) เพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดงเป็นสัดส่วนโดยตรงต่ออัตราการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO_2) และแปรผกผันกับการกำจัดก๊าซดังกล่าวออกจากปอด (alveolar ventilation; V_A)

Alveolar ventilation (V_A) มีค่าเท่ากับ minute ventilation (V_E) คูณกับ 1 ลบสัดส่วนของ dead space (V_D) ต่อ tidal volume (V_T) ดังสมการ

$$V_A = V_E \times [1 - V_D/V_T]$$

โดยที่

V_A = alveolar ventilation

V_E = minute ventilation

V_D = dead space

V_T = tidal volume

การเพิ่ม dead space และการลด minute ventilation เป็นสาเหตุที่พบบ่อยของภาวะคาร์บอนไดออกไซด์คั่ง ในทางตรงกันข้าม ผู้ป่วยที่มี pulmonary reserve น้อย จะเพิ่มการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้มีภาวะคาร์บอนไดออกไซด์คั่ง

ภาวะคาร์บอนไดออกไซด์คั่ง จะมีผลต่อร่างกาย ดังนี้ กระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจ ทำให้มีอาการหายใจเร็วและลึก กระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติกทำให้มีชีพจรเร็ว ความดันโลหิตสูง หลอดเลือดแดงในปอดหดตัวจากภาวะเลือดเป็นกรด ทำให้เลือดไปปอดลดลง หลอดเลือดทั่วร่างกายขยายตัว ทำให้ความต้านทานในหลอดเลือดลดลง ส่งผลให้ความดันโลหิตต่ำ ผิวหนังแดงอุ่น และมีหลอดเลือดในสมองขยายตัว ทำให้มีอาการปวดศีรษะ กัดการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ ทำให้หัวใจบีบตัวน้อยลง และหัวใจเต้นผิดจังหวะ กัดการทำงานของสมอง ทำให้สับสน กล้ามเนื้อกระตุก ง่วงนอน ซึม และหมดสติ¹¹

สาเหตุของภาวะหายใจล้มเหลวในเด็ก

สามารถแบ่งเป็น 4 กลุ่มหลัก ดังแสดงในตารางที่ 1

1. ความผิดปกติของทางเดินหายใจและปอด (airway and lung abnormalities) ประกอบด้วยโรคทางเดินหายใจอุดกั้น (airway obstruction) และ

โรคเนื้อเยื่อปอด สามารถวินิจฉัยได้จากประวัติ และตรวจร่างกาย ตัวอย่างโรคในกลุ่มนี้ ได้แก่ croup syndrome, acute bronchiolitis, asthma exacerbation, pneumonia, pediatric acute respiratory distress syndrome (PARDS), pulmonary edema, atelectasis, pulmonary hemorrhage เป็นต้น^{3,12}

2. ความผิดปกติของกลไกการหายใจ (respiratory mechanics abnormality หรือ ventilatory pump failure) เกิดจากการทำหน้าที่ผิดปกติของอวัยวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจเข้าและออก ได้แก่ โรคระบบประสาทและกล้ามเนื้อหายใจ ผนังทรวงอก เยื่อหุ้มปอด และกล้ามเนื้อกะบังลมผิดปกติ เป็นต้น โรคในกลุ่มนี้ ได้แก่ myopathies, Guillain-Barré syndrome, spinal cord injury/disease, chest wall trauma, kyphosis, scoliosis, massive pleural effusion, tension pneumothorax และ diaphragm paralysis เป็นต้น

3. ความผิดปกติของการควบคุมการหายใจ (control of breathing abnormality) เกิดจากระบบประสาทส่วนกลางที่ควบคุมการหายใจทำงานผิดปกติจากโรค หรือจากการได้รับสารพิษ หรือได้รับยากดศูนย์หายใจ โรคในกลุ่มนี้ ได้แก่ central nervous system infection, encephalopathy, status epilepticus, high intracranial pressure, narcotic overdose, barbiturate overdose, anesthetic agent, apnea of prematurity และ congenital central hypoventilation syndrome เป็นต้น

4. ความต้องการออกซิเจนของร่างกายเพิ่มขึ้น (high oxygen consumption) เกิดจากการที่เนื้อเยื่อของร่างกายมีภาวะขาดออกซิเจน (tissue hypoxia) จากสาเหตุต่าง ๆ เช่น ภาวะเมตาบอลิกสูง (hyper-metabolic state) ภาวะเลือดเป็นกรด หรือภาวะช็อก เป็นต้น ทำให้ร่างกายใช้กลไกการหายใจ เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในเลือด และขับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มมากขึ้นออกจากร่างกาย จนกระทั่งร่างกายทำงานมากเกินความสามารถ จึงเป็นสาเหตุของภาวะหายใจล้มเหลว

ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดภาวะหายใจล้มเหลวในเด็กสูงกว่าผู้ใหญ่

ระบบหายใจเด็กมีลักษณะทางกายวิภาค และสรีรวิทยาหลายประการที่แตกต่างจากผู้ใหญ่ เป็นสาเหตุที่ทำให้เด็กเกิดภาวะหายใจล้มเหลวง่ายกว่าผู้ใหญ่ ปัจจัยต่าง ๆ มีดังนี้

1. ลักษณะทางกายวิภาคของทางเดินหายใจเด็ก

1.1 ชนิดของกล้ามเนื้อหายใจ ในเด็กมีกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 (type II rapid-twitch muscle fiber) มากกว่าชนิดที่ 1 (type I slow-twitch muscle fiber) ทำให้มีความทนทานต่อความอ่อนล้าน้อยกว่าผู้ใหญ่ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อกะบังลมในทารกและเด็กเล็ก จะไม่พบกล้ามเนื้อชนิดที่ 1 จนกระทั่งอายุ 8 ปี ทำให้กล้ามเนื้อกะบังลมอ่อนล้าได้ง่ายกว่าผู้ใหญ่ เมื่อเกิดโรคทางเดินหายใจ จะทำให้เกิดภาวะการหายใจล้มเหลวง่ายกว่า

1.2 กล้ามเนื้อหน้าท้อง กล้ามเนื้อหน้าท้องในเด็กเล็กยังพัฒนาไม่สมบูรณ์เต็มที่เมื่อเทียบกับผู้ใหญ่ เป็นเหตุให้กระบวนการไอ เพื่อกำจัดเชื้อโรค และเสมหะทำได้น้อย ทำให้เกิดการอุดตันทางเดินหายใจและปอดแฟบ นำมาซึ่งภาวะหายใจล้มเหลวได้ง่ายกว่า

1.3 การวางตัวของกระดูกซี่โครง กระดูกซี่โครงของทารกจะวางตัวในแนวขวาง และทรวงอกจะมีลักษณะกลมมากกว่าผู้ใหญ่ ทำให้การขยายตัวของกระดูกซี่โครง และทรวงอกลดลง ส่งผลให้การขยายตัวของปอดลดลงเช่นกัน เมื่อเทียบปริมาณก๊าซ (tidal volumes) ในการแลกเปลี่ยนต่อครั้งจึงน้อยกว่าผู้ใหญ่

1.4 เส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดลม ในเด็กมีเส้นผ่านศูนย์กลางหลอดลมเล็กกว่าผู้ใหญ่ เวลาเกิดการอักเสบ การบวม หรือมีการอุดกั้นหลอดลมขนาดเท่ากันในเด็กจะเกิดได้ง่าย และรวดเร็วกว่า

1.5 ช่องทางเชื่อมต่อระบายอากาศ (channels for collateral ventilation) ช่องทางเชื่อมให้มีการระบายอากาศผ่านหลอดลมและถุงลมข้างเคียง

ซึ่งประกอบด้วย pores of Korn (เชื่อมต่อระหว่างถุงลมกับถุงลม) channels of Martin (เชื่อมต่อกันระหว่างท่อลมขนาดเล็กกับท่อลมขนาดเล็ก) และ canals of Lambert (เชื่อมต่อกันระหว่างท่อทางเดินหายใจกับถุงลม) เพื่อให้มีการระบายอากาศให้กับถุงลมและท่อลมข้างเคียง เป็นการป้องกันภาวะปอดแฟบกรณีมีการอุดตันทางเดินหายใจส่วนต้น โดยช่องทางเชื่อมต่อระบายอากาศต่าง ๆ จะพัฒนาสมบูรณ์ที่อายุ 4 ปี¹³

1.6 ความยืดหยุ่นของปอด (lung compliance) ความยืดหยุ่นของปอดในเด็กมีความยืดหยุ่นของปอดสูงกว่าในผู้ใหญ่ ทำให้ต้องใช้แรงในการหายใจมากขึ้น โดยเฉพาะในกรณีที่หายใจเข้า ความยืดหยุ่นที่มากกว่านี้ทำให้การขยายตัวของปอด และการระบายอากาศลดลง จึงเสี่ยงต่อการเกิดภาวะหายใจล้มเหลวได้ง่ายกว่า

1.7 ลิ้นของเด็กมีขนาดใหญ่กว่าเมื่อเทียบกับขนาดของช่องปาก และลิ้น วางตัวค่อนข้างด้านหลัง ทำให้เกิดการอุดตันทางเดินหายใจได้ง่ายกว่า

1.8 กล่องเสียงของเด็กอยู่ในระดับสูงกว่ากล่องเสียงของผู้ใหญ่ การที่กล่องเสียงอยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่า ฝาปิดกล่องเสียง (epiglottis) จึงอยู่ติดด้านหลังของเพดานอ่อน เป็นเหตุให้ทารกแรกเกิดหายใจทางจมูกเท่านั้น เมื่อมีการอุดตันจมูก จึงทำให้เกิดภาวะหายใจล้มเหลวได้ง่ายกว่า

1.9 ขนาดกล่องเสียงมีขนาดเล็กกว่าผู้ใหญ่ ด้านหน้าของสายเสียงวางอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า ทำให้ท่อหลอดลมคออาจไปชน anterior commissure และทำให้ท่อหลอดลมคอเลื่อนหลุดได้ง่ายกว่าผู้ใหญ่

2. สรีรวิทยาของระบบหายใจเด็ก สรีรวิทยาของระบบหายใจเด็กที่ยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ มีผลทำให้เด็กเกิดภาวะหายใจล้มเหลวได้ง่าย ดังนี้

2.1 ท่าทางของทารกแรกเกิดและเด็ก จะมีผลต่อการขยายตัวของกะบังลม โดยเฉพาะท่านอนหงาย พบว่าอวัยวะในช่องท้องจะดันกะบังลมสูงขึ้น

ทำให้จำกัดการขยายตัวของปอด และจำกัดการหดตัวของกะบังลมส่งผลให้ปริมาตรปอดและการระบายอากาศลดลง ทารกที่ยังเดินไม่ได้จะอยู่ในท่านอนเป็นส่วนใหญ่ จึงมีผลต่อภาวะหายใจล้มเหลวง่ายกว่า

2.2 กระดูกอ่อน กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อใต้ผิวหนังในเด็กอ่อนจะยุบตัวง่ายกว่าผู้ใหญ่ เนื้อเยื่อใต้ผิวหนังมีความหนาแน่นน้อยกว่า มีเนื้อเยื่อ fibrous น้อยกว่า เมื่อมีการอักเสบเกิดขึ้นจึงบวมได้มาก และตีบแคบได้ง่าย เมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางของทางเดินหายใจลดลง จะเกิดแรงต้านทานต่อการเคลื่อนที่ของอากาศสูงขึ้น ทำให้ใช้แรงที่ใช้ในการหายใจจะเพิ่มขึ้นมากกว่า จึงเกิดภาวะหายใจล้มเหลวง่ายกว่า

2.3 งานของการหายใจในเด็กสูงมากกว่าผู้ใหญ่ เนื่องจากท่อทางเดินหายใจที่มีขนาดเล็ก ทำให้แรงต้านทานอากาศ (resistant) ที่ไหลเข้าสู่ปอดสูงมาก อากาศจึงเข้าปอดได้น้อยกว่า อธิบายจากสมการของ Poiseuille¹⁴ คือ

$$R = 8\eta l / \pi r^4$$

โดยที่

R = ค่าความต้านทานของท่อทางเดินอากาศ

η = ความหนืดของลม

l = ความยาวของท่อ

π = ค่าคงที่มีค่าประมาณ 22/7

r = รัศมีของท่อ

จากสมการพบว่า ท่อทางเดินอากาศของเด็กจะมีความต้านทานการไหลของอากาศสูงมากเมื่อเทียบกับผู้ใหญ่ และหากรัศมีลดลงจะทำให้ค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นยกกำลังสี่เท่า เป็นเหตุให้เกิดภาวะทางเดินหายใจล้มเหลวในเด็กง่าย และเร็วกว่าผู้ใหญ่

2.4 เมตาบอลิซึมของระบบหายใจสูงกว่าผู้ใหญ่ จึงมีความต้องการใช้ออกซิเจนมากกว่า ความต้องการออกซิเจนที่มากขึ้นทำให้กล้ามเนื้อหายใจต้องทำงานหนักขึ้น เพื่อรักษาระดับของออกซิเจนให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ในเด็กมีการสะสมไกลโคเจนที่จำเป็นต่อการทำงานของกล้ามเนื้อน้อยร่วมกับกล้ามเนื้อหายใจอ่อนล้าง่าย ทำให้เกิดภาวะการหายใจล้มเหลวง่ายกว่าผู้ใหญ่

2.5 การทำงานของระบบภูมิคุ้มกันในเด็กยังไม่สามารถกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่ผ่านเข้ามาในท่อนำทางเดินหายใจได้ดีเท่าผู้ใหญ่ เช่น การไอเพื่อกำจัดเสมหะหรือสิ่งแปลกปลอม ทำให้เกิดทางเดินหายใจล้มเหลวได้ง่ายกว่าผู้ใหญ่

อาการและอาการแสดง

อาการและอาการแสดงของผู้ป่วยภาวะหายใจล้มเหลวเป็นผลเนื่องจากภาวะพร่องออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์คั่ง และเลือดเป็นกรด หากเป็นเรื้อรัง อาการและอาการแสดงจะไม่รุนแรงเมื่อเทียบกับแบบเฉียบพลัน เด็กที่มีภาวะหายใจล้มเหลวมักมีอาการหอบเหนื่อย หายใจลำบากนำมาก่อน เมื่อไม่ได้รับการแก้ไขภาวะผิดปกติดังกล่าว หรือให้การรักษาล่าช้าอาจทำให้เกิดภาวะหายใจล้มเหลวตามมา อาการและอาการแสดงของภาวะหายใจลำบาก ได้แก่ ปีกจมูกบาน (flaring alar nasi) มีการดึงรั้งของกล้ามเนื้อหายใจ (chest retractions) ใช้กล้ามเนื้อช่วยในการหายใจ (accessory muscles) ท้องป่องเวลาหายใจเข้า (paradoxical inward rib cage motion) หายใจไม่เป็นจังหวะ หายใจเร็ว และซีฟวรเร็ว โดยพิจารณาอัตราการหายใจและซีฟวรตามเกณฑ์อายุ ดังนี้

อายุ < 2 เดือน	อัตราการหายใจ > 60 ครั้ง/นาที
	ซีฟวร > 180 ครั้ง/นาที
อายุ 2-12 เดือน	อัตราการหายใจ > 50 ครั้ง/นาที
	ซีฟวร > 120 ครั้ง/นาที

อายุ 1-5 ปี	อัตราการหายใจ > 40 ครั้ง/นาที
	ชีพจร > 110 ครั้ง/นาที
อายุ > 5 ปี	อัตราการหายใจ > 30 ครั้ง/นาที
	ชีพจร > 110 ครั้ง/นาที

นอกจากอาการทางระบบหายใจแล้ว ผู้ป่วยมักมีการเปลี่ยนแปลงของระบบอื่น ๆ ร่วมด้วย ที่สำคัญ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพ หัวใจเต้นเร็ว ความดันโลหิตสูง สับสน ร้องกวน กระวนกระวาย ส่วนอาการที่บ่งบอกถึงภาวะหายใจล้มเหลว ได้แก่ ตัวเขียว (cyanosis) หรือตัวลาย (mottling) หายใจช้า (bradypnea) หรือหยุดหายใจ (apnea) หน้าอกบวมมาก หายใจโดยกลัมน้ำหรือทรวงอกและหน้าท้องไม่สัมพันธ์กัน หายใจเบาลง หรือทรวงอกไม่ขยับ ไม่ได้ยินเสียงลมหายใจเข้าปอด ทั้ง 2 ข้าง หัวใจเต้นช้า (bradycardia) หรือหัวใจหยุดเต้น ความดันโลหิตต่ำ ค่าความอิ่มตัวออกซิเจนลดต่ำกว่าร้อยละ 90 ($SpO_2 < 90\%$) ซึม หรือตอบสนองต่อสิ่งเร้าช้า ความรู้สึกตัวเปลี่ยนแปลง อาจเป็นแบบกระวนกระวาย อยู่ไม่สุข ไม่รับรู้ ไม่รู้สึกตัว จนกระทั่งหมดสติ (coma)

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ

1. ภาพถ่ายรังสีทรวงอก (chest x-ray) มีประโยชน์ในการหาสาเหตุของภาวะหายใจล้มเหลวเฉียบพลัน นอกจากการดูพยาธิสภาพของเนื้อปอด เช่น infiltration ปอดแฟบ (atelectasis) น้ำในโพรงเยื่อหุ้มปอด (pleural effusion) ลมรั่วในโพรงเยื่อหุ้มปอด (pneumothorax) เป็นต้น ควรให้ความสำคัญกับการประเมินลักษณะทางเดินหายใจทั้งท่อลม (trachea) และหลอดลม (main bronchus) ในภาพรังสีทรวงอกร่วมด้วยเสมอ เพื่อมองหาความผิดปกติ หรือการอุดตันของทางเดินหายใจ เช่น สิ่งแปลกปลอม ความผิดปกติแต่กำเนิดของทางเดินหายใจ เป็นต้น

2. การตรวจวิเคราะห์ก๊าซในเลือดแดง (arterial blood gas; ABG)

เป็นการส่งตรวจเพื่อประเมินภาวะความเป็นกรด-ด่างของร่างกายรวมทั้งค่าความดันออกซิเจนในเลือดแดง (PaO_2) และค่าความดันคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดง (PaCO_2) โดยทั่วไปไม่จำเป็นต้องส่งตรวจเพื่อวินิจฉัยหรือประเมินความรุนแรงของภาวะหายใจล้มเหลวเฉียบพลัน รวมทั้งการเจาะเลือดในเด็กทำได้ยากกว่า อาจทำให้การวินิจฉัยล่าช้า และทำให้การรักษาช้าตามไปด้วย การส่งตรวจวิเคราะห์ก๊าซในเลือดแดงในผู้ป่วยเด็กจึงมีบทบาทในการติดตามอาการภายหลังการใช้เครื่องช่วยหายใจมากกว่า

การวินิจฉัย

การวินิจฉัยในเด็กอาศัยจากประวัติ และการตรวจร่างกายที่บ่งถึงภาวะขาดก๊าซออกซิเจน หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค้างเป็นหลัก ประวัติที่สำคัญคือ มีสาเหตุ หรือมีปัจจัยที่เสี่ยงต่อการเกิดภาวะหายใจล้มเหลว มีอาการและอาการแสดงของการค้างของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และภาวะขาดออกซิเจน การตรวจวิเคราะห์ก๊าซจากเลือดแดง เป็นสิ่งที่ช่วยยืนยันภาวะการหายใจล้มเหลว หากไม่สามารถทำได้ สามารถใช้อาการและอาการแสดงในการวินิจฉัยได้ หลักเกณฑ์ในการวินิจฉัยจากการวิเคราะห์ก๊าซจากเลือดแดง ประกอบด้วย ค่าความดันออกซิเจนในเลือดแดงน้อยกว่า 60 มม.ปรอท หรือค่าความดันคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดงสูงกว่า 50 มม.ปรอท และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแดง (arterial oxygen saturation; SaO_2) มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 90 ($\text{SaO}_2 < 90\%$)¹²

ตารางที่ 1 สาเหตุของภาวะหายใจล้มเหลวเฉียบพลันในเด็ก

สาเหตุ	โรคหรือภาวะที่พบบ่อย
ความผิดปกติของทางเดินหายใจและปอด	
โรคทางเดินหายใจส่วนบน	croup syndrome, foreign body aspiration, angioedema, anaphylaxis
โรคทางเดินหายใจส่วนล่าง	acute bronchiolitis, asthmatic attack
โรคเนื้อเยื่อปอด	pneumonia, acute respiratory distress syndrome, pulmonary edema, atelectasis, pulmonary hemorrhage
ความผิดปกติกลไกการหายใจ	
โรคระบบประสาทและกล้ามเนื้อหายใจ	poliomyelitis, myopathies, Guillain-Barré syndrome, spinal cord injury/disease, spinal muscular atrophy
ผนังทรวงอกผิดปกติ	chest wall trauma, congenital deformities, kyphosis, scoliosis
โรคเยื่อหุ้มปอด	massive pleural effusion, tension pneumothorax
โรคกะบังลม	diaphragm paralysis, eventration of diaphragm, high abdominal pressure
ความผิดปกติของการควบคุมการหายใจ	
โรคระบบประสาทส่วนกลาง	CNS infection, encephalopathy, status epilepticus, increase intracranial pressure
ยาหรือสารพิษ	narcotic overdose, anesthetic agent, barbiturate overdose
ความผิดปกติศูนย์ควบคุมการหายใจ	congenital central hypoventilation syndrome, apnea of prematurity

สาเหตุ	โรคหรือภาวะที่พบบ่อย
ความต้องการออกซิเจนของร่างกายเพิ่มขึ้น	
ระบบไหลเวียนเลือดผิดปกติ	hypovolemic shock, hemorrhagic shock, septic shock
หัวใจผิดปกติ	myocarditis, CHF
โรคทางเมตาบอลิซึม	diabetic ketoacidosis (DKA)

หมายเหตุ : CNS = central nervous system; CHF = congestive heart failure

การรักษา

รักษาภาวะหายใจล้มเหลวแบ่งเป็นการรักษาเร่งด่วน และรักษาตามสาเหตุ โดยการรักษาตามสาเหตุควรทำควบคู่ไปกับการรักษาเร่งด่วน

การให้การรักษาเร่งด่วนประกอบด้วยหลักการ **ABCDE** ดังนี้

A = Airway evaluation การประเมินทางเดินหายใจ และการเปิดทางเดินหายใจเป็นสิ่งสำคัญอันดับหนึ่ง เพราะเด็กมีความเสี่ยงต่อภาวะทางเดินหายใจส่วนบนอุดตันมากกว่าผู้ใหญ่ หากมีความผิดปกติควรรีบให้การช่วยเหลือทันทีโดยการเปิดทางเดินหายใจส่วนต้นด้วยการทำ head tilt-chin lift หรือในกรณีผู้ป่วยมีปัญหาการบาดเจ็บที่กระดูกต้นคอ ให้ทำท่า jaw thrust หากเปิดทางเดินหายใจแล้วผู้ป่วยยังอาการไม่ดี ควรสำรวจในช่องปากว่ามีสิ่งแปลกปลอมอุดตันทางเดินหายใจหรือไม่ หากมีให้นำออก หากไม่เห็นห้ามใช้มือล้วง ลำดับถัดไปหากทางเดินหายใจยังไม่เปิดโล่งให้ทำการดูดเสมหะในปากและจมูก โดยเฉพาะในจมูกด้วยความนุ่มนวล หรือในกรณีที่เด็กมีระดับความรู้สึกตัวลดลง ควรประเมินความจำเป็นของการใส่ท่อช่วยหายใจร่วมด้วยเสมอ¹⁵

B = Breathing ประเมินความสามารถในการหายใจเอง หรือต้องให้การช่วยเหลือทางเดินหายใจ ในเด็กที่ยังหายใจได้เอง แต่มีอาการและอาการแสดงของภาวะหายใจลำบาก ควรเริ่มให้การรักษาด้วยการให้ออกซิเจนร่วมกับ

ประเมินความจำเป็นของการช่วยหายใจด้วยการใส่ท่อช่วยหายใจ และเครื่องช่วยหายใจแรงดันบวก โดยการติดตามอาการและอาการแสดง การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพ และระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดอย่างใกล้ชิด

C = Circulation ประเมินภาวะหัวใจหยุดเต้น หรือซีพจร เพื่อการรักษาภาวะการไหลเวียนโลหิตทั่วร่างกายให้คงที่ และเพียงพอ โดยเน้นประเมินอาการทางคลินิก ได้แก่ อัตราและความแรงของชีพจร ความดันโลหิต capillary refill ปริมาณปัสสาวะ เป็นต้น ปัญหาทางระบบไหลเวียนที่พบได้บ่อยในเด็กที่มีภาวะหายใจล้มเหลวเฉียบพลัน คือ ภาวะขาดน้ำ เนื่องจากภาวะหายใจลำบากมักมี insensible water loss เพิ่มมากขึ้น ร่วมกับผู้ป่วยรับประทานอาหาร หรือดื่มน้ำได้น้อยลงจากปกติ จึงควรพิจารณาให้สารน้ำแก่ผู้ป่วยอย่างเพียงพอ เพื่อแก้ไขภาวะขาดน้ำที่พบร่วมนอกจากนี้ ควรเพิ่มการลำเลียงออกซิเจนไปสู่ร่างกาย เช่น หากมีภาวะช็อกควรแก้ไขอย่างรวดเร็ว เพื่อรักษาปริมาณเลือดออกจากหัวใจให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย หากขีดควรให้เลือดเพื่อเพิ่มเฮโมโกลบินทำให้การขนส่งออกซิเจนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อของร่างกายดีขึ้น ควรรักษาค่าเฮโมโกลบินให้มากกว่า 7 มก./ดล. เป็นต้น

D = Disability/Demand ประเมินระบบประสาท หรืออาการแสดงสมองขาดออกซิเจน และพิจารณาความต้องการใช้ออกซิเจนของร่างกาย (metabolic demand) โดยการลดการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของร่างกายเพื่อลดภาระงานของระบบหายใจ (work of breathing) เช่น ให้ยาลดไข้ เช็ดตัวลดไข้ ลดการกระตุ้นเด็กให้ยานอนหลับ ให้ยาระงับปวดหรือยาคลายกล้ามเนื้อระหว่างใช้เครื่องช่วยหายใจ

E = Evaluation ภายหลังการช่วยหายใจ และการรักษาเบื้องต้น ควรมีการประเมินการตอบสนองของผู้ป่วยเป็นระยะ โดยให้ความสำคัญกับสัญญาณชีพ ระดับค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด การใช้แรงในการหายใจ อาการและอาการแสดงภาวะหายใจลำบาก รวมถึงการประเมินอาการทางระบบประสาท สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับ noninvasive positive pressure ventilation

(NIPPV) ควรมีอาการดีขึ้นภายใน 1-2 ชั่วโมงหลังเริ่มรักษา และควรพิจารณาใส่ท่อช่วยหายใจอย่างรวดเร็วหากมีข้อบ่งชี้

หลักการเลือกใช้ออกซิเจน

วิธีการเลือกอุปกรณ์การให้ออกซิเจนที่เหมาะสมแก่ผู้ป่วยแต่ละราย ควรพิจารณาถึงพยาธิสภาพ หรือความรุนแรงของภาวะพร่องออกซิเจนที่เกิดขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้เซลล์และเนื้อเยื่อได้รับออกซิเจนที่เพียงพอ โดยไม่เกิดผลเสียจากการให้ออกซิเจน และผู้ป่วยยินยอมให้ความร่วมมือในการรับอุปกรณ์นั้น ๆ การให้ออกซิเจนที่มีความเข้มข้นสูง ต้องระวังในผู้ป่วยที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คั่งเรื้อรัง เช่น ผู้ป่วย bronchopulmonary dysplasia (BPD) หรือ chronic obstructive pulmonary disease (COPD) เนื่องจากผู้ป่วยเหล่านี้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คั่งอยู่นานจนกระทั่งศูนย์ควบคุมการหายใจไม่ตอบสนองต่อการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่มีภาวะขาดออกซิเจนเป็นตัวกระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจแทน หากให้ออกซิเจนมากเกินไป จะไปทำให้การกระตุ้นการหายใจด้วยภาวะขาดออกซิเจนลดลง หรือหยุดกระตุ้น ผู้ป่วยอาจหายใจช้าลง (hypoventilation), tidal volume ลดลง ค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น และหยุดหายใจหลังจากให้ออกซิเจนได้

การเลือกใช้ออกซิเจนในการรักษาภาวะหายใจล้มเหลวได้ผลดีสำหรับพยาธิสภาพที่เป็น V/Q mismatch และ diffusion defect หากพยาธิสภาพไม่รุนแรง เริ่มจาก low flow oxygen therapy แล้วค่อย ๆ เพิ่มความรูกล้ำ และความเข้มข้นของออกซิเจนมากขึ้นตามความรุนแรงของโรค หรือภาวะที่ผู้ป่วยเป็น ดังนี้

1. การให้ออกซิเจนผ่านท่อจมูก (nasal cannula) (ภาพที่ 1)

เป็นการให้ออกซิเจนในระบบ low flow system เป็นวิธีการที่สะดวก และใช้กันแพร่หลายทั่วไป สามารถให้อาหาร ยา และเคาะปอดได้แม้ขณะให้ออกซิเจนหากไม่มีข้อ

ห้ามการเคาะปอด สามารถเปิดอัตราไหลของออกซิเจน 1-5 ลิตร/นาที วิธีนี้เหมาะสำหรับเด็กที่มีอาการไม่มาก เนื่องจากให้ความเข้มข้นของออกซิเจนได้ไม่สูง (ร้อยละ 25-45) หากไม่สามารถเพิ่มระดับค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดได้ แนะนำให้เปลี่ยนเป็นวิธีอื่น วิธีนี้จะให้ความเข้มข้นของออกซิเจน (FiO_2) ไม่แน่นอน ขึ้นกับปริมาณลมหายใจที่ผู้ป่วยสูดเข้า (minute ventilation) ความแรงการสูดลมหายใจเข้า (inspiratory flow rate) และปริมาณออกซิเจนที่ให้กับผู้ป่วย หากผู้ป่วยสูดลมหายใจได้เพิ่มขึ้น เปิดออกซิเจนไว้เท่าเดิม ความเข้มข้นของออกซิเจนที่ผู้ป่วยได้รับก็จะลดลง อาจต้องใช้ low flow meter ที่ปรับ flow rate ได้ตั้งแต่ 0.125 ลิตร/นาที ถึง 3 ลิตร/นาที หรืออาจใช้ oxygen blender เพื่อลดความเข้มข้นของออกซิเจนก่อนให้ nasal cannula ในเด็กเล็ก โดยเฉพาะทารกคลอดก่อนกำหนด

ข้อควรระวังการให้ออกซิเจนผ่านท่อจมูก

- ความเข้มข้นของออกซิเจนที่ผู้ป่วยได้รับอาจจะสูงกว่าค่าที่คำนวณได้ ถ้าผู้ป่วยมีขนาดรูปร่างที่เล็ก เพราะหายใจด้วยปริมาตรอากาศที่น้อย
- ควรให้ออกซิเจนผ่านน้ำ เพื่อเพิ่มความชื้นให้อากาศที่หายใจเข้า โดยเฉพาะเด็กที่มีปัญหาเสมหะเหนียวข้น
- ไม่ควรเพิ่ม flow rate มากกว่า 5 ลิตร/นาที เนื่องจากไม่ได้เพิ่มความเข้มข้นของออกซิเจนให้ผู้ป่วย เนื่องจาก anatomic reservoir ถูกแทนที่โดยออกซิเจนเต็มที่แล้ว แต่จะเพิ่มผลข้างเคียง คือ ทำให้เยื่อจมูกแห้ง เกิดอาการระคายเคืองโพรงจมูก มีเลือดกำเดาไหล ปวดศีรษะ ท้องอืด และเกิดการขย้อน (regurgitation)
- อาจมีการระคายเคืองทางผิวหนัง เป็นแผลกดทับจากบริเวณที่กดทับสาย หรือจากการติดพลาสเตอร์บริเวณหน้าได้



ภาพที่ 1 เด็กใส่ nasal cannula

2. Face mask หรือ simple oxygen mask (ภาพที่ 2)

เป็นการให้ออกซิเจนในระบบ low flow system ใช้สำหรับเด็กโต mask ที่ใช้จะต้องมีขนาดพอเหมาะ คือ ครอบปากและจมูกพอดี ไม่กดตา ควรเปิด flow rate 5-8 ลิตร/นาที จะได้ความเข้มข้นของออกซิเจนอยู่ในระหว่างร้อยละ 35-60 ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะการหายใจของผู้ป่วย ถ้าอัตราการหายใจเข้า (inspiratory flow rate) ของผู้ป่วยมากกว่าค่า flow rate ที่เปิดให้ ความเข้มข้นของออกซิเจนที่ผู้ป่วยได้รับจะลดลง การให้ออกซิเจนวิธีนี้จะให้ความเข้มข้นของออกซิเจนสูงสุดได้เพียงร้อยละ 60 ถึงแม้จะเพิ่ม flow rate มากกว่า 8 ลิตร/นาทีก็ตาม ไม่ควรเปิด flow rate ต่ำกว่า 5 ลิตร เพราะจะทำให้เกิดการคั่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหายใจออก และค้างอยู่ใน mask



ข้อควรระวังการให้ออกซิเจนทาง face mask หรือ simple oxygen mask

- สูดสำลักสิ่งแปลกปลอมเข้าทางเดินหายใจ ควรเฝ้าระวังในผู้ป่วยที่มีความดันในสมองสูง ไม่รู้สึกตัว และผู้ป่วยที่เสี่ยงต่อการอาเจียนสูง
- แผลกดทับบริเวณใบหน้าจากการกด mask แน่น และนานเกินไป
- กรณีที่ให้อัตราการไหลของออกซิเจนสูง ๆ มีโอกาสเกิดลมเข้าชั้นใต้ผิวหนัง (subcutaneous emphysema) บริเวณรอบ ๆ ดวงตา เพราะเนื้อเยื่อบริเวณดังกล่าวอ่อนและบาง



ภาพที่ 2 Face mask หรือ simple oxygen mask

3. Mask with reservoir bag คือ face mask ที่นำ reservoir มาต่อเพื่อให้ได้ค่าความเข้มข้นของออกซิเจนสูงขึ้น ควรเลือกใช้ในเด็กโตและผู้ใหญ่ที่ต้องการความเข้มข้นของออกซิเจนมากกว่าร้อยละ 50 แบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้

3.1 Partial rebreathing mask (ภาพที่ 3) ไม่มี one way valve ระหว่าง mask และ reservoir bag ทำให้ลมหายใจออกสามารถไปปะปนกับออกซิเจนใน reservoir bag ทำให้ความเข้มข้นของออกซิเจนใน reservoir bag ลดลง

ขณะใช้จะต้องเปิด flow ออกซิเจนมากกว่า 5 ลิตร/นาที ถ้าเลือกขนาด mask และเปิด flow ที่เหมาะสม จะได้ความเข้มข้นของออกซิเจนสูงกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 60



ภาพที่ 3 Partial rebreathing mask

การเปิด flow ออกซิเจนในอุปกรณ์ชนิดนี้ควรเปิดให้มากพอเพื่อให้ reservoir bag โป่งอยู่ตลอดเวลา โดยที่ reservoir bag แพลบลงได้ไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของถุงในขณะหายใจเข้า เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของออกซิเจนที่สูง และไม่เกิดการคั่งของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.2 Non rebreathing mask (ภาพที่ 4) มี one way valve ระหว่าง mask และ reservoir bag เพื่อป้องกันไม่ให้ลมหายใจออกของผู้ป่วยที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง ๆ เข้าไปปะปนใน reservoir bag โดยลมหายใจจะออกทางรูด้านข้างของ mask ซึ่งจะมี one way valve ปิดด้านข้างทั้ง 2 ข้าง ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้อากาศจากภายนอกเข้าไปผสมขณะหายใจเข้า เมื่อผู้ป่วยหายใจเข้าจะได้อากาศจาก mask และ reservoir bag เท่านั้น ที่รอยต่อ mask และ reservoir



bag จะมี gas inlet safety valve ให้อากาศจากภายนอกสามารถผ่านเข้าได้ในกรณี
ที่สายนำออกซิเจนเกิดหลุดโดยอุบัติเหตุ

วิธีนี้จะสามารถให้ความเข้มข้นของออกซิเจนร้อยละ 90-100 ถ้าครอบ
mask ได้สนิท และเปิด flow ออกซิเจนได้มากพอที่จะทำให้ reservoir bag โป่งตึง
และยอมให้ reservoir bag แพนลงได้ไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของถุงในขณะหายใจเข้า
โดยทั่วไปแนะนำให้เปิด 10 ลิตร/นาที



ภาพที่ 4 Non rebreathing mask

ข้อควรระวังการให้ออกซิเจนทาง mask with reservoir bag

- การสูดสำลักสิ่งแปลกปลอมเข้าทางเดินหายใจ ควรเฝ้าระวังใน
ผู้ป่วยที่มีความดันในสมองสูง ไม่รู้สีกตัว และผู้ป่วยที่เสี่ยงต่อการอาเจียนสูง
- แผลกดทับบริเวณใบหน้าจากการกด mask แน่น และนาน
เกินไป
- หากเปิดอัตราการไหลของออกซิเจนสูง ๆ มีโอกาสเกิดลมเซาะ

เข้าชั้นใต้ผิวหนัง (subcutaneous emphysema) ในบริเวณรอบ ๆ ดวงตา เพราะเนื้อเยื่อบริเวณดังกล่าวอ่อนและบาง

- ต้องแน่ใจว่าผู้ป่วยมีแรงมากพอที่จะดึง one way valve ให้เปิดออกกรณีใช้ non rebreathing mask เพราะหากผู้ป่วยตัวเล็กหรือมีแรงดึงไม่มากพอ จะทำให้ one way valve ไม่เปิด ส่งผลให้ผู้ป่วยไม่ได้รับก๊าซออกซิเจน และเกิดภาวะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คั่ง

4. Oxygen box (ภาพที่ 5) เป็นการให้ออกซิเจนระบบ low flow system ที่ใช้กล่องพลาสติกใส ๆ ใช้ครอบเหนือศีรษะและคอของเด็ก นิยมใช้ในเด็กเล็กที่ต้องการออกซิเจนร่วมกับละอองความชื้น โดยเฉพาะผู้ป่วยเด็กที่มีเสมหะเหนียวระบายนอกได้ยาก ถ้าให้ออกซิเจนด้วย flow rate 5-8 ลิตร/นาที จะทำให้ได้ความเข้มข้นของออกซิเจนในกล่องร้อยละ 30-70 ถ้าต้องการทราบความเข้มข้นของออกซิเจนที่แท้จริงที่ผู้ป่วยได้รับขณะนั้น สามารถวัดได้โดยใช้ oxygen analyzer โดยวางที่ตำแหน่งใกล้จมูกและปากของผู้ป่วย ข้อเสียของการให้ออกซิเจนวิธีนี้ คือ เวลาเปิดกล่องจะทำให้ความเข้มข้นของออกซิเจนลดลง และผู้ป่วยเด็กส่วนใหญ่ไม่ค่อยให้ความร่วมมือ มักผลัก oxygen box ออก หรือดิ้นออกนอกกล่อง



ภาพที่ 5 Oxygen box

ข้อควรระวังการใช้ oxygen box

- การใช้ oxygen box ในเด็กเล็ก จะต้องคำนึงถึงอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม เนื่องจากก๊าซที่แห้งและเย็นอาจทำให้เกิด cold stress ในเด็ก และเพิ่ม oxygen consumption หรือหากก๊าซร้อนเกินไปอาจทำให้เกิดการหยุดหายใจได้
- การให้ออกซิเจนชนิดนี้ควรเปิด flow rate มากกว่า 4 ลิตร/นาที่ขึ้นไป เพื่อป้องกันการคั่งของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

5. High flow nasal cannula (HFNC) (ภาพที่ 6) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถให้ความเข้มข้นออกซิเจนได้คงที่ตลอดตามที่กำหนด ให้ความชุ่มชื้น และให้ความร้อนในก๊าซก่อนเข้าสู่ทางเดินหายใจเด็กผ่านอุปกรณ์ที่มีความรู้สึกน้อย ปัจจุบันนิยมใช้มากขึ้นเนื่องจากพบมีประโยชน์ในป้องกันการใส่ท่อช่วยหายใจมากขึ้น¹⁶ เพราะช่วยลดแรงในการหายใจของเด็กที่มีภาวะหายใจล้มเหลวเฉียบพลันได้ดี ร่วมกับก๊าซที่อุ่นขึ้นจะช่วยทำให้การระบายเสมหะ (mucociliary clearance) ดีขึ้น

ข้อห้ามในการใช้ high flow nasal cannula (HFNC)

- ระบบไหลเวียนโลหิตไม่คงที่ (hemodynamic unstable)
- มีภาวะลมรั่วในโพรงเยื่อหุ้มปอด หรือมีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะดังกล่าว เช่น มีถุงน้ำในปอดแต่กำเนิด (congenital lung cyst) เป็นต้น
- มีระดับความรู้สึกตัวลดลงจากการประเมินด้วย Glasgow Coma Score (GCS) < 8 คะแนน หรือมีภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูง
- ผู้ป่วยที่มีการอุดตันของโพรงจมูก หรือมีแผลบริเวณจมูกหรือโพรงจมูกได้รับการผ่าตัดบริเวณโพรงจมูก หรือมีฐานกะโหลกศีรษะหัก (fracture base of skull)

- ผู้ป่วยที่มีภาวะหายใจล้มเหลวรุนแรง (severe respiratory failure) หรือมีภาวะพร่องออกซิเจนระดับรุนแรง (severe hypoxemia)
- ผู้ป่วยไม่มีแรงไอเพื่อขับเสมหะออก หรือมีความเสี่ยงต่อเสมหะอุดกั้นทางเดินหายใจ (airway obstruction)
- มีภาวะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คั่งในเลือด เช่น ผู้ป่วยที่เป็นโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (chronic obstructive pulmonary disease; COPD) ที่มีอาการรุนแรง



ภาพที่ 6 High flow nasal cannula (HFNC)

6. Noninvasive positive pressure ventilation (NIPPV)

(ภาพที่ 7) การช่วยหายใจโดยใช้แรงดันบวกชนิดไม่รุกรานจะทำให้เกิดการขยายของถุงลมปอด ช่วยเพิ่มปริมาตรปอดรวมทั้ง functional residual capacity (FRC) ซึ่งมีผลทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซดีขึ้น และลดแรงในการหายใจ ซึ่งแบ่งได้ 2 ชนิด ได้แก่

6.1. Continuous positive airway pressure (CPAP) เป็นการให้แรงดันบวกระดับเดียวคงที่ตลอดเวลาทั้งช่วงการหายใจเข้าและออก ทำให้ถุงลมปอดขยาย (alveolar recruitment) ส่งผลให้ระดับออกซิเจนดีขึ้น นอกจากนี้แรงดันบวกขณะหายใจเข้ายังช่วยเปิดทางเดินหายใจ และลดแรงในการหายใจเข้า จึงใช้ได้ผลดีในเด็กที่มีปัญหาเรื่องทางเดินหายใจส่วนบนอุดตันร่วมด้วย การใช้ CPAP มักได้ผลดีในภาวะหายใจล้มเหลวเฉียบพลันชนิด hypoxic respiratory failure (type I)

6.2. Bilevel positive airway pressure (BiPAP) เป็นวิธีการที่จะช่วยให้ความดันบวกในถุงลมเพิ่มขึ้น โดยใช้แรงดันบวกต่างกันสองระดับระหว่างแรงดันช่วงหายใจเข้า (inspiratory positive airway pressure; IPAP) และแรงดันช่วงหายใจออก (expiratory positive airway pressure; EPAP) ระดับความแตกต่างของแรงดันทั้งสองทำให้ถุงลมมีการขยายตัว ปริมาตรปอดเพิ่มขึ้น ลด intrapulmonary shunt ส่งผลให้ทั้งการแลกเปลี่ยนก๊าซ และระดับออกซิเจนดีขึ้น^๖ อีกทั้งช่วยผ่อนแรงของกล้ามเนื้อการหายใจ จึงมีประโยชน์ในการลดแรงหายใจในผู้ป่วยที่มีภาวะหายใจล้มเหลวโดยเฉพาะชนิด hypercapnic respiratory failure (type II) มีการศึกษาพบว่า สามารถใช้ noninvasive mask ventilation ในการรักษาภาวะหายใจล้มเหลวเฉียบพลันในเด็ก และประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี^๗

ข้อห้ามชัดเจน (absolute contraindication)

- ภาวะหัวใจหยุดเต้น
 - หมดสติ หรือระดับความรู้สึกตัวลดลง
 - ความผิดปกติหรือการบาดเจ็บบริเวณใบหน้า
 - ภาวะลมรั่วในโพรงเยื่อหุ้มปอด (pneumothorax) ที่ยังไม่ได้รักษา
- ระบายน
- ไม่สามารถต่ออุปกรณ์กับใบหน้าอย่างแนบสนิทได้



ภาพที่ 7 noninvasive positive pressure ventilation

ข้อห้ามที่ควรพิจารณา (relative contraindication)

- ระบบไหลเวียนโลหิตไม่คงที่
- มีภาวะเลือดออกจากทางเดินอาหาร
- ภายหลังการผ่าตัดทางเดินหายใจหรือทางเดินอาหาร
- มีเสมหะหรือน้ำลายมาก ไม่ร่วมมือ หรือต่อต้านกับอุปกรณ์
- ภาวะหายใจล้มเหลวเฉียบพลันชนิดรุนแรง โดยเฉพาะเมื่อ $\text{PaCO}_2 > 65$ มม.ปรอท หรือ $\text{pH} < 7.25$

7. การใส่ท่อช่วยหายใจ และใช้เครื่องช่วยหายใจ ควรพิจารณาใส่ท่อช่วยหายใจทันทีเมื่อเด็กมีภาวะดังต่อไปนี้ข้อใดข้อหนึ่ง

- ภาวะหัวใจหยุดเต้น
- ไม่หายใจเอง หยุดหายใจ หรือหายใจช้า

- กล้ามเนื้อหายใจอ่อนล้า (muscle fatigue)
- ภาวะทางเดินหายใจส่วนบนอุดตันชนิดรุนแรง
- ภาวะหายใจล้มเหลว หรือไม่สามารถใช้การช่วยหายใจแบบอื่น ๆ ได้
- ระดับความรู้สึกตัวลดลงจนไม่สามารถรักษาความคงตัวของทาง

เดินหายใจส่วนบนได้

การรักษาอื่น ๆ ได้แก่

1. การรักษาสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะหายใจล้มเหลวเป็นสิ่งสำคัญที่สุด หากไม่แก้ไข ผู้ป่วยจะกลับมามีภาวะหายใจล้มเหลวหรืออาจเสียชีวิตได้
2. เพิ่มปริมาณเลือดออกจากหัวใจ โดยการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ ให้ยากระตุ้นการทำงานของหัวใจ เป็นต้น
3. การจัดท่านอนเพิ่มการแลกเปลี่ยนก๊าซ เช่น การจัดท่านอนคว่ำในผู้ป่วย acute respiratory distress syndrome (ARDS) จะทำให้ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดดีขึ้น¹⁰
4. การกำจัดเสมหะจากหลอดลม ไม่ว่าจะเป็นการไอ การจัดท่าระบายเสมหะ การเคาะปอด การให้ยาละลายเสมหะ การดูดเสมหะ เป็นต้น
5. การให้ยาขยายหลอดลม และยาปฏิชีวนะพิจารณาตามข้อบ่งชี้

บทสรุป

ภาวะหายใจล้มเหลว คือ ภาวะที่ระบบหายใจทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ส่งผลให้ระดับก๊าซออกซิเจนในเลือดแดงต่ำ หรือมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คั่งในเลือดมาก แบ่งได้ 3 ชนิด คือชนิดที่ I, II และ III โดยชนิดที่ III (mixed type) เป็นชนิดที่พบบ่อยที่สุด สาเหตุเกิดจาก 4 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ 1. ความผิดปกติของทางเดินหายใจและปอด 2. ความผิดปกติกลไกการหายใจ 3. ความผิดปกติของการควบคุมการหายใจ 4. ความต้องการออกซิเจนของร่างกาย

เพิ่มขึ้น อาการและอาการแสดงเป็นอาการของเซลล์ขาดออกซิเจน และมีการคั่งของ
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การวินิจฉัยอาศัยจากประวัติและการตรวจร่างกายที่บ่งถึง
ภาวะขาดออกซิเจน หรือคาร์บอนไดออกไซด์คั่งเป็นหลัก การส่งตรวจวิเคราะห์
ก๊าซจากเลือดแดงเป็นสิ่งที่ช่วยยืนยันภาวะการหายใจล้มเหลว หากไม่สามารถทำได้
ก็สามารถใช้อาการและอาการแสดงในการวินิจฉัยได้ รักษาภาวะหายใจล้มเหลว คือ
การรักษาเร่งด่วนด้วยหลักการ ABCDE และการรักษาสาเหตุซึ่งควรทำควบคู่กันไป

บรรณานุกรม

1. Friedman LM, Nitu EM. Acute respiratory failure in children. *Pediatr Ann.* 2018;47(7):e268-73.
2. Gunning EJ K. Pathophysiology of respiratory failure and indications for respiratory support. *Surgery (Oxford).* 2003;21(3):72-6.
3. ชุตติมา ผ่องสามัญ. ภาวะทางเดินหายใจล้มเหลว. ใน: วรวรรณ จิตต์ธรรม, บรรณาธิการ. การช่วยกู้ชีพในเด็กและทารกแรกเกิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. พิษณุโลก: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2563. หน้า 77-88.
4. Shebl E, Burns B. Respiratory failure. In: Abai B, Abu-Ghosh A, Acharya BA, Acharya U, Adhia GS, Adigun R, et al, editors. *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 [cited 2022 Jul 22]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526127/>.
5. Lee LW, Slutsky SA. Acute hypoxemic respiratory failure and ARDS. In: Broadus CV, Mason JR, Ernst DJ, King ET, Lazarus CS, Murray FJ, et al, editors. *Murray and Nadel's Textbook of respiratory medicine* [Internet]. 6th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2016 [cited 2022 Jul 23]. Available from: <https://www.clinicalkey.com/#/content/book/3-s2.0-B9781455733835001007?scrollTo=%23h10000295>.
6. Belda JF, Soro M, Ferrando C. Pathophysiology of respiratory failure. *Trends Anaesth Crit Care.* 2013;3:265-9.
7. Sarkar M, Niranjana N, Banyal PK. Mechanisms of hypoxemia. *Lung India.* 2017;34(1):47-60.
8. Glenn RW. Teaching ventilation/perfusion relationships in the lung. *Adv Physiol Educ.* 2008;32(3):192-5.
9. West JB, Dollery CT, Naimark A. Distribution of blood flow in isolated lung; relation to vascular and alveolar pressure. *J Appl Physiol.* 1964;19:713-24.
10. Orchard CH, Sanchez de Leon R, Sykes MK. The relationship between hypoxic pulmonary vasoconstriction and arterial oxygen tension in the intact dog. *J Physiol.* 1983;338:61-74.

11. ชูติมา เผือกสามัญ. ภาวะคาร์บอนไดออกไซด์คั่ง. ใน: วรวรรณ จิตต์ธรรม, จิรนนท์ วีรกุล, ญาสินี อภิรักษ์ภานนท์, ชูติมา เผือกสามัญ, บรรณาธิการ. กุมารเวชศาสตร์ในเวชปฏิบัติ. พิษณุโลก: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2565. หน้า 181-90.
12. Patel S, Sharma S. Respiratory Acidosis. In: Abai B, Abu-Ghosh A, Acharya BA, Acharya U, Adhia GS, Adigun R, et al, editors. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2019 [cited 2022 Jul 23]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29494037/>.
13. ไกลตา ศรีสิงห์. สรีรวิทยาของระบบทางเดินหายใจ. ใน: ไกลตา ศรีสิงห์, ศรีญา ศรีจันทร์ทองศิริ, บรรณาธิการ. โรคติดต่อทางเดินหายใจในเด็ก. พิษณุโลก: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2564. หน้า 29-54.
14. Wilson, WC, Grande CM, Hoyt DB. Trauma-Resuscitation-Perioperative-Anesthesia-Management. Volume 1. New York: Informa Healthcare USA, Inc; 2007.
15. ไกลตา ศรีสิงห์. การรักษาภาวะทางเดินหายใจล้มเหลว. ใน: วรวรรณ จิตต์ธรรม, บรรณาธิการ. การช่วยกู้ชีพในเด็ก และทารกแรกเกิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. พิษณุโลก: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2563. หน้า 89-108.
16. Rochweg B, Granton D, Wang DX, Helviz Y, Einav S, Frat PJ, et al. High flow nasal cannula compared with conventional oxygen therapy for acute hypoxemic respiratory failure: A systematic review and meta-analysis. Intensive Care Med. 2019;45:563-72.

ภาวะหรือโรคฉุกเฉินระบบหายใจในเด็ก เป็นโรคที่พบบ่อยและเป็นสาเหตุการตายอันดับหนึ่งของประชากรเด็ก หนังสือเล่มนี้ได้รวบรวมภาวะหรือโรคระบบหายใจที่พบบ่อยและจำเป็นต้องให้การรักษาทันทีหรือต้องให้การรักษาแบบเร่งด่วน เนื้อหาภายในเล่มประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับภาวะหรือโรคที่ผิดปกติของระบบหายใจ สาเหตุ การวินิจฉัยและวินิจฉัยแยกโรค การส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อช่วยในการวินิจฉัยและการรักษา เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องให้การดูแลรักษาผู้ป่วยแบบเร่งด่วน โดยเฉพาะนิสิตและนักศึกษาแพทย์ แพทย์เวชปฏิบัติทั่วไป กุมารแพทย์ พยาบาล และผู้ให้บริการด้านสาธารณสุขตลอดจน ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการดูแลผู้ป่วยฉุกเฉินทุกระดับ



สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Naresuan University Publishing House



ISBN 978-616-426-318-5



<https://www.nupress.grad.nu.ac.th>

ราคา 680 บาท