

33

Endotracheal Tube Management in PICU

อรุณวรรณ พงษ์พันธ์ุ

การดูแลท่อหลอดลมคอ (endotracheal tube) ในผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง แพทย์และพยาบาลที่ดูแลผู้ป่วยควรให้ความเอาใจใส่และดูแลป้องกันไม่ให้เกิดภาวะแทรกซ้อนจากการใส่ท่อหลอดลมคอ ตลอดจนสามารถประเมินและแก้ไขภาวะแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องกับท่อหลอดลมคอที่อาจเกิดขึ้นได้ทุกขณะได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันต่อเหตุการณ์

ท่อหลอดลมคอแบบที่มีและไม่มี cuff

ท่อหลอดลมคอแบบที่มี cuff แนะนำให้ใช้ในเด็กที่มีอายุมากกว่า 8 ปีขึ้นไป ข้อดีของ cuff ได้แก่ ช่วยป้องกันท่อหลอดลมคอไม่ให้เลื่อนหลุด ป้องกันการสำลัก ป้องกันการเกิดลมรั่ว (air leak) ในกรณีที่ใช้เครื่องช่วยหายใจที่มี peak inspiratory pressure สูงๆ

ข้อเสียของท่อหลอดลมคอแบบที่มี cuff ได้แก่ ความดันของ cuff ที่สูง มีปริมาตรลมมากเกินไปจนดัน cuff ให้โป่งออกจนกระทั่งไปกดเนื้อเยื่อที่บุหลอดลมคอ ทำให้เกิด pressure necrosis ได้ ความดันของ cuff ที่ไม่ควรต่ำกว่า 25 ซม.น้ำ เพื่อลดการเกิด pressure necrosis ผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจความดันสูงเช่น มากกว่า 48 ซม.น้ำ อาจจำเป็นต้องเพิ่มความดันของ cuff ให้สูงมากกว่า 25 ซม.น้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้มี air leak ซึ่งในกรณีนี้อาจทำให้เนื้อเยื่อบุหลอดลมคอเกิด ischemia และ necrosis ได้¹

ในเด็กที่อายุน้อยกว่า 8 ปี ส่วนใหญ่นิยมใช้ท่อหลอดลมคอแบบไม่มี cuff เนื่องจากหลอดลมคอบริเวณ subglottic ใต้ต่อ vocal cord มีลักษณะเว้าเข้าใน ทำหน้าที่โอบล้อมรอบท่อคล้าย cuff ทำให้ปริมาณ air leak มีจำนวนน้อยลง ในเด็กเล็กๆ ถ้าไม่จำเป็นไม่แนะนำให้ใช้ท่อหลอดลมคอแบบที่มี cuff เพราะหลอดลมคอของเด็กเล็กมีขนาดเล็กอยู่แล้ว ถ้าเลือกใช้ท่อแบบที่มี cuff จะทำให้ต้องเลือกท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลง ซึ่งจะทำให้เด็กเล็กๆ หายใจไม่สะดวก เนื่องจาก airway resistance ที่สูงขึ้นจากท่อที่มีขนาดเล็กเกินไป

ที่สำคัญควรเลือกขนาดท่อที่เหมาะสมกับขนาดหลอดลมคอของเด็ก ไม่ใหญ่ไปจนคับและเกิด pressure necrosis และไม่เล็กจนเกินไป ท่อที่เล็กไปนอกจากจะทำให้มี air leak แล้ว ยังทำให้ airway resistance เพิ่มขึ้นด้วย

ขนาดของท่อหลอดลมคอที่เหมาะสมกับเด็กอาจใช้สูตรของ Cole จำนวนดังนี้²

$$\text{Inner diameter (มม.)} = (16 + \text{อายุเป็นปี})/4$$

มีการศึกษาพบว่าสูตรของ Cole ดังกล่าวมีโอกาสเกิดความผิดพลาด ทำให้เลือกท่อที่มีขนาดใหญ่เกินไปถึงร้อยละ 50 ของผู้ป่วยทั้งหมด³ เมื่อเปรียบเทียบกับทางเลือกขนาดท่อโดยอาศัยการวัดความยาวของร่างกายแล้วนำไปหาขนาดท่อที่เหมาะสมตามที่ระบุไว้บน Broselow tape พบว่าวิธีหลังมีความแม่นยำมากกว่า ขนาดท่อที่ได้จาก Broselow tape ในส่วนที่ผิดพลาดก็จะผิดพลาดไปในทำนองที่เล็กเกินไป จึงมักไม่ทำให้เกิด pressure necrosis ตามมาเหมือนการใช้สูตรของ Cole

สำหรับการคำนวณหาขนาดท่อหลอดลมคอแบบมี cuff ในเด็ก อาจจะใช้สูตรของ Cole หรือหาจาก Broselow tape แล้วลดขนาดท่อที่คำนวณได้ลงมา 0.5 ถึง 1 มม. หรืออาจใช้สูตรคำนวณตามอายุดังนี้

$$\text{Inner diameter (มม.)} = (\text{อายุเป็นปี}/4) + 3$$

ในกรณีที่ต้องเลือกใช้ท่อขนาดเล็กอาจใช้วิธีการตัดท่อในส่วนที่อยู่เหนือมูกปากให้สั้นลงซึ่งจะช่วยลด airway resistance ลงได้บ้าง⁴

ตำแหน่งที่เหมาะสม

ท่อหลอดลมคอส่วนใหญ่มักจะถูกใส่ผ่านทางปาก⁵ ตำแหน่งที่เหมาะสมคือ ปลายสุดของท่ออยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่าง vocal cords และ carina ตำแหน่งของท่อเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากถ้าปลายท่ออยู่ลึกเกินไป อาจเกิดปัญหา one lung intubation (ส่วนใหญ่ท่อมักจะถูกดันลงปอดข้างขวา) ซึ่งจะทำให้มี overdistension และ pneumothorax ของปอดข้างขวา และเกิด atelectasis ของปอดข้างซ้ายได้ หากปล่อยให้ปลายท่ออยู่ตื้นเกินไป ก็อาจจะเกิดปัญหา accidental extubation ได้ง่าย

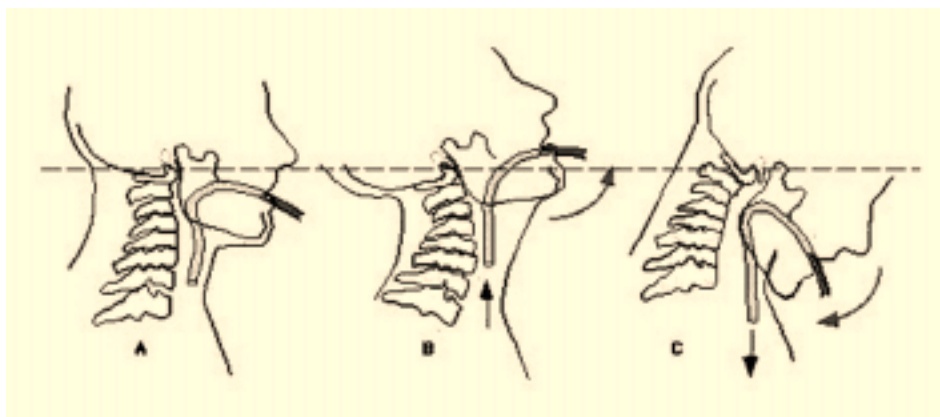
ในเด็กมีสูตรคำนวณความลึกหรือความยาวของท่อที่เหมาะสม ประมาณเท่ากับ 3 เท่าของขนาด internal diameter ของท่อหลอดลมคอ มีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใช้ขนาดท่อหลอดลมคอที่คำนวณจากอายุ (สูตร $16 + \text{อายุ}/4$) กับการใช้ขนาดท่อหลอดลมคอที่ได้จาก Broselow tape พบว่า ถ้าใช้ 3 เท่าของขนาดท่อที่ได้จาก Broselow tape ให้ความแม่นยำถูกต้องถึงร้อยละ 85 ในขณะที่ถ้าใช้สูตร 3 เท่าของขนาดท่อที่คำนวณจากอายุ ให้ความแม่นยำร้อยละ 75⁶ ดังนั้นหากเป็นไปได้ควรใช้ Broselow tape ในการหาขนาดท่อที่เหมาะสมสำหรับเด็ก และใช้สูตร 3 คูณกับขนาดท่อเป็นความลึกของท่อที่ควรใช้

หลังจากใส่ท่อหลอดลมคอทุกครั้ง ควรฟังเสียงปอดทั้ง 2 ข้าง และสังเกตการเคลื่อนไหวของทรวงอกทั้ง 2 ข้างว่าเท่ากันหรือไม่ สังเกตท้องด้วยว่าอืดขึ้นหรือโตขึ้นขณะที่ให้ positive pressure ventilation หรือไม่ ตำแหน่งของท่อที่ดีควรทำให้ทรวงอกเคลื่อนไหวและได้ยินเสียงปอดเท่ากันทั้ง 2 ข้าง โดยที่ท้องไม่อืดขึ้นอย่างไรก็ตามแนะนำให้ถ่ายภาพรังสีเพื่อยืนยันให้แน่ชัดว่าปลายท่ออยู่ที่ใด⁷

มีการศึกษาพบว่าแม้แต่แพทย์ที่มีประสบการณ์ ถ้าใช้แต่การตรวจร่างกายเพียงอย่างเดียวมีเปอร์เซ็นต์สูงที่จะพลาดไม่ทราบว่าท่อหลอดลมคออยู่ผิดตำแหน่ง⁸ ดังนั้นหลังจากใส่ท่อหลอดลมคอจึงควรถ่ายภาพรังสีเพื่อดูตำแหน่งของปลายท่อเสมอ ไม่ควรอาศัยแต่การตรวจร่างกายเพียงอย่างเดียว

โรงพยาบาลในต่างประเทศมีวิธีการยืนยันตำแหน่งที่เหมาะสมของท่อหลอดลมคอโดยใช้เครื่องมือที่ตรวจ end tidal CO₂ หรือใช้ ultrasound ดูการเคลื่อนไหวของกะบังลม⁹

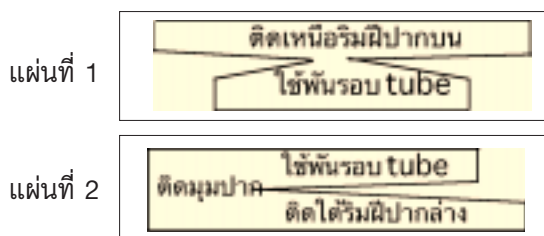
ข้อควรทราบประการหนึ่งคือ ตำแหน่งของปลายท่อหลอดลมคออาจมีการเปลี่ยนแปลงลึกลงหรือตื้นขึ้นได้ ขึ้นกับลักษณะท่าทางของศีรษะผู้ป่วย ถ้าศีรษะผู้ป่วยอยู่ในท่าก้มคอปลายท่อหลอดลมคอจะเลื่อนลึกลงไปกว่าปกติ ถ้าแหงนคอปลายท่อหลอดลมคอจะถูกดึงขึ้นทำให้ดูตื้นขึ้นกว่าปกติ¹⁰ (ภาพที่ 1)



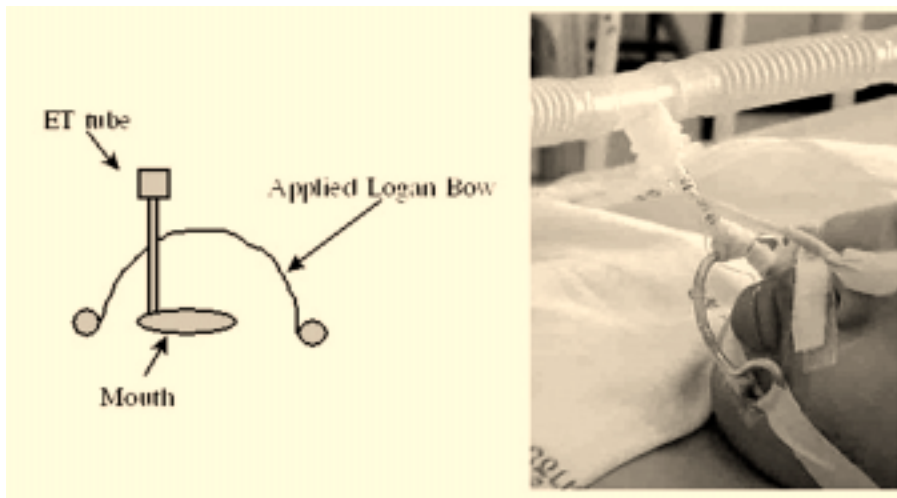
ภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งของปลายท่อหลอดลมคอ A ท่าปกติ (neutral) B ท่าแหงนคอ ปลายท่อสูงขึ้น C ท่าก้มคอ ปลายท่อลึกลง

การพันยึดท่อหลอดลมคอไม่ให้เลื่อนหลุด

ในเด็กมีโอกาสเกิด accidental extubation ได้ง่ายกว่าผู้ใหญ่ ที่โรงพยาบาลรามธิบดีมีวิธีการพันยึดท่อหลอดลมคอไม่ให้เลื่อนหลุดโดยทำความสะอาดบริเวณรอบๆ ปาก แล้วใช้เทปผ้าขนาดเล็ก (cord tape) พูกรอบท่อตรงตำแหน่งที่ท่อหลอดลมคอพ้นจากมุมปาก จากนั้นใช้ benzoin ทารอบบริเวณที่จะติดพลาสติก ทำการติดพลาสติกดังนี้



ใช้เหล็กโค้ง (Logan Bow) วางคร่อมปาก และติดพลาสติก stab ไว้ที่แก้มทั้งสองข้าง แล้วพันพลาสติกให้ท่อหลอดลมคอติดยึดกับ Logan Bow¹¹ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แสดงการใช้ Logan Bow

หลังจากพันพลาสเตอร์ยึดท่อหลอดลมคอแล้ว ควรเช็คตำแหน่งท่อทุกวัน เพราะปลายท่ออาจจะเกิดการเลื่อนหลุดออกจากหลอดลมได้เสมอ จากการที่ผู้ป่วยไอแรงๆ ชยับหน้าและศีรษะ หรือหลุดระหว่างที่ทำการดูดเสมหะ

ภาวะแทรกซ้อนเฉพาะที่จากท่อหลอดลมคอ

อาจเกิดการบวมซ้ำของกล่องเสียง มีปอดบวม หรือ ventilator associated pneumonia ในรายที่ใส่ท่อทางจมูกมีโอกาสเกิด sinusitis ได้มากกว่าการใส่ท่อทางปาก

Laryngeal injury ที่พบ อาจเป็นได้ตั้งแต่การบวม, การเกิดเป็นแผล ulcer (พบบ่อยที่ด้าน postero-medial ของสายเสียง) มี granuloma, tracheal stenosis, tracheoesophageal fistula จนถึง vocal cord paralysis ซึ่งความผิดปกติดังกล่าวเป็นสาเหตุหนึ่งที่จะทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในการถอดท่อหลอด ลมออก (extubation failure)

การถอดท่อหลอดลมคอกออก (extubation)

ก่อนที่จะถอดท่อหลอดลมคอกออก แพทย์ควรประเมินก่อนว่าผู้ป่วยมีความพร้อมหรือไม่ ข้อบ่งชี้ดั้งเดิมที่ทำให้ต้องใส่ท่อหลอดลมคอได้แก้ไขเรียบร้อยแล้วหรือไม่ หลักการโดยทั่วไปที่ใช้ประเมินความพร้อมก่อนถอดท่อหลอดลมคอเพื่อให้จำได้ง่าย คือ CNS, Airway, Lung, Muscle, Secretions (CALMS)

CNS หมายความว่า ศูนย์ควบคุมการหายใจที่ระบบประสาทสามารถทำงานได้ตามปกติ มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนไดออกไซด์ และกรด (H^+) โดยการเพิ่มอัตราและความลึกของการหายใจได้ตามปกติ มี cough reflex, swallowing reflex และ gag reflex ที่จะป้องกันทางเดินหายใจไม่ให้เกิดการสำลักอาหาร

Airway หมายถึง ทางเดินหายใจที่โล่ง ไม่มีการอุดกั้นทางเดินหายใจจากสิ่งแปลกปลอมหรือเสมหะ ทั้งทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่าง ไม่มี subglottic stenosis เกิดขึ้นจากการใส่ท่อหลอดลมคอ

การประเมินความบวมของหลอดลมคอที่เกิดจากการใส่ท่อ เรียกว่า cuff leak test สามารถทำได้โดย ดูลมออกจาก cuff ให้หมด (เฉพาะในกรณีที่เป็นท่อแบบมี cuff) แล้วใช้หูฟังแบบบริเวณคอ ขณะที่บีบลม เข้าปอดด้วยความดันบวกระดับต่ำๆ แล้วค่อยๆ เพิ่มความดันบวกระดับขึ้นทีละน้อย จนกระทั่งได้ยินเสียงลมรั่วรอบๆ ท่อ (air leak) ถ้าความดันที่ทำให้ได้ยินเสียง leak สูงกว่า 20-25 ซม.น้ำ แสดงว่าอาจจะมี ความบวมของเยื่อบุ หลอดลมรอบๆ ท่อ¹² แต่วิธีนี้ไม่แม่นยำนัก¹³⁻¹⁵

นอกจากการวัดความดันที่ทำให้เกิด air leak รอบท่อแล้ว ยังมีการวัดปริมาตรลมที่รั่วรอบท่อ นำมา เป็นปัจจัยทำนายการเกิด stridor หลังถอดท่อด้วย การวัดปริมาตรลมดังกล่าวสามารถดูได้จากหน้าจอ monitor ที่มาพร้อมกับเครื่องช่วยหายใจหรือใช้เครื่องมือวัดปริมาตรลมโดยตรงก็ได้ โดยการตั้ง inspiratory tidal volume ของเครื่องช่วยหายใจให้คงที่ แล้ววัดปริมาตรลมหายใจออก 6 ครั้ง นำปริมาตรที่ต่ำสุด 3 ครั้งมาคำนวณหา ค่าเฉลี่ย

ในผู้ใหญ่พบว่าปริมาตรลมรั่วที่มากกว่า 110-130 มล.หรือมากกว่าร้อยละ 10-12 ของ tidal volume เป็นปัจจัยทำนายว่าผู้ป่วยจะไม่มี stridor หลังถอดท่อ¹⁶⁻¹⁸ ในเด็กมีการศึกษาที่โรงพยาบาลรามาธิบดีพบว่าปริมาตร ลมรั่วที่มากกว่า 13.75 มล. เป็นตัวทำนายที่ดีว่าผู้ป่วยจะไม่มี stridor หลังถอดท่อออก¹⁵

ในทางปฏิบัติที่โรงพยาบาลรามาธิบดี ถ้าผู้ป่วยมี leak test ผิดปกติไม่ว่าจะเป็นจากการวัดความดัน หรือการวัดปริมาตรลมรั่วมักจะแนะนำให้ฉีด dexamethasone ก่อนถอดท่อเสมอ

Lungs หมายถึง เนื้อปอด ควรติดตามและประเมินว่าพยาธิสภาพในส่วนนี้ว่าดีขึ้นหรือไม่ อยู่ในสภาพ ที่พร้อมสำหรับการถอดท่อหลอดลมคอหรือไม่ อาจต้องอาศัยการถ่ายภาพรังสีปอด และการตรวจ arterial blood gases ร่วมด้วย

Muscles หมายถึง กล้ามเนื้อหายใจมีแรงพอที่จะหายใจเอง ไอบีบเสมหะออกจากทางเดินหายใจได้ แรงพอหรือไม่ เราสามารถประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ โดยการตรวจ negative inspiratory force ซึ่งควรมีค่าระหว่าง -25 ถึง -50 ซม.น้ำ และ forced vital capacity ควรมีค่ามากกว่า 15 มล./กก.

Secretion หมายถึง ลักษณะเสมหะ ปริมาณ ความเหนียวของเสมหะ ความยากง่ายของการดูดเสมหะ ถ้าไม่มีท่อหลอดลมคอจะสามารถกำจัดเสมหะและ clear airway ได้เพียงพอหรือไม่

เมื่อประเมินแล้วว่าผู้ป่วยมีความพร้อมทุกด้านดังกล่าว ควรดูอาหารทางปาก เนื่องจากหลังถอดท่อ หลอดลมคอใหม่ๆ laryngeal sphincter อาจปิดได้ไม่สนิท หรือผู้ป่วยอาจจำเป็นต้องใส่ท่อหลอดลมคอใหม่ และอาจเกิดการสำลักอาหารขณะที่ใส่ท่อหลอดลมคอได้ ไม่ควรให้นอนหลับจนทำให้ผู้ป่วยหลับสนิทเกินไป ควรดูดเสมหะในปากในท่อและทางเดินหายใจจนโล่งดี ถ้าใช้ท่อที่มี cuff ควรดูลมใน cuff ออก ให้ผู้ป่วย หายใจเข้าลึกๆ แล้วรีบถอดท่อออกในช่วงที่ผู้ป่วยหายใจเข้าเต็มที่ หลังจากถอดท่อหลอดลมคอแล้วควรให้ ออกซิเจนต่อสักระยะหนึ่ง ให้กายภาพบำบัดทรวงอกต่อ เนื่องจากหลังถอดท่อหลอดลมคอใหม่ๆ cilia ที่เคยถูก ท่อกดทับยังทำงานไม่เป็นปกติ

Postextubation croup

เกิดจากการบวมของหลอดลมคอส่วนบนหลังเอาท่อออก ที่โรงพยาบาลรามาริบัติพบอุบัติการณ์สูงถึงร้อยละ 32 ของผู้ป่วยเด็กทั้งหมดที่ถอดท่อหลอดลมคอออกระหว่างปี พ.ศ. 2547-2548¹⁵ พบบ่อยในเด็กเล็กมากกว่าเด็กโตโดยเฉพาะเด็กที่อายุน้อยกว่า 4 ปี¹⁵

อาการและอาการแสดง ได้แก่ อาการเสียงแหบ stridor ไอเสียงก้อง มี retraction ในช่วงหายใจเข้า มักมีอาการเหล่านี้ทันทีหรือภายใน 3 ชั่วโมงหลังถอดท่ออาการรุนแรงมากที่สุดที่ชั่วโมงที่ 8 หลังถอดท่อหลอดลมคอออก ถ้าเป็นไม่มากอาการมักจะหายไปเองภายใน 24 ชั่วโมง บางรายอาจจะมีเสียงแหบต่อไปได้จนถึง 72 ชั่วโมงหลังถอดท่อ

การรักษาประกอบด้วย การให้ละอองความชื้น ออกซิเจน epinephrine แบบพ่น¹⁹, dexamethasone แบบฉีดตลอดจนการพ่น corticosteroids แบบ nebulizer ในต่างประเทศมีการผสมก๊าซฮีเลียมกับออกซิเจนเนื่องจากฮีเลียมเป็นก๊าซที่มี density ต่ำจะช่วยลด resistance ของทางเดินหายใจส่วนบน หากอาการของ upper airway obstruction ไม่ดีขึ้น จำเป็นต้องใส่ท่อหลอดลมคอใหม่ ควรเลือกขนาดของท่อหลอดลมคอให้เล็กกว่าขนาดที่เคยใช้

ที่โรงพยาบาลรามาริบัติ ได้ทดลองใช้ nasopharyngeal continuous positive-airway pressure (NP-CPAP) ในผู้ป่วยเด็กเล็กที่มี stridor หลังถอดท่อ หลังจากให้ corticosteroids ร่วมกับ aerosolized epinephrine แล้วไม่ดีขึ้น พบว่า NP-CPAP สามารถช่วยให้อาการและอาการแสดงของการอุดกั้นทางเดินหายใจส่วนบนดีขึ้น PaCO₂ ลดลง โดยไม่จำเป็นต้องใส่ท่อหลอดลมคอใหม่²⁰

ในปัจจุบันสามารถใช้ noninvasive mechanical ventilator แบบที่เป็น nasal mask continuous positive airway pressure (CPAP) มาใช้ใผู้ป่วยหลังถอดท่อใหม่ๆ จะช่วยลดความรุนแรงของการอุดกั้นทางเดินหายใจส่วนบนหลังถอดท่อพบว่าประสบความสำเร็จแล้วหลายราย²¹

สรุป

การดูแลท่อหลอดลมคอที่ดีจะทำให้ผลลัพธ์ของการรักษาผู้ป่วยในไอซียูดีขึ้น ผู้ดูแลผู้ป่วยควรมีความรู้ความเข้าใจ สามารถเลือกท่อหลอดลมคอที่เหมาะสมทั้งขนาดและความลึก ควรมีวิธีการป้องกันไม่ให้ท่อหลอดลมคอเลื่อนหลุด ระวังภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น ตลอดจนประสบความสำเร็จในการถอดท่อหลอดลมคอออก

เอกสารอ้างอิง

1. Guyton DC, Barlow MR, Besselievre TR. Influence of airway pressure on minimum occlusive endotracheal tube cuff pressure. *Crit Care Med* 1997;25:91.
2. Cole F. Pediatric formulas for the anesthesiologist. *Am J Dis Child* 1957;94:672-3.
3. Hofer CK, Ganter M, Tucci M, et al. How reliable is length-based determination of body weight and tracheal tube size in the pediatric age group? The Broselow tape reconsidered. *Br J Anaesth* 2002;88:283-5.
4. Manczur T, Greenough A, Nicholson GP, Rafferty GF. Resistance of pediatric and neonatal endotracheal tubes: influence of flow rate, size and shape. *Crit Care Med* 2000;28:1595-8.
5. Esteban A, Anzueto A, Alia I, et al. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:1450.
6. Phipps LM, Thomas NJ, Gilmore RK, et al. Prospective assessment of guidelines for determining appropriate depth of endotracheal tube placement in children. *Pediatr Crit Care Med* 2005;6:519-22.
7. Gray P, Sullivan G, Ostryzniuk P, et al. Value of postprocedural chest radiographs in the adult intensive care unit. *Crit Care Med* 1992;20:1513.
8. Lotano R, Gerber D, Aseron C, et al. Utility of postintubation chest radiographs in the intensive care unit. *Crit Care* 2000;4:50.
9. Hsieh KS, Lee CL, Lin CC, et al. Secondary confirmation of endotracheal tube position by ultrasound image. *Crit Care Med* 2004;32:S374.
10. Olufolabi AJ, Charlton GA, Spargo PM. Effect of head posture on tracheal tube position in children. *Anaesthesia* 2004;59:1069.
11. ธนิต วิรัชคบุตร, ครรชิตเทพ ตันเผ่าพงษ์. ท่อทางเดินหายใจ (artificial airway). ใน: สุมาลี เกียรติบุญศรี, อรุณวรรณ พุทธิพันธ์, สุกิม พงศ์พัฒนานาฎ, บรรณาธิการ. การเลือกใช้และดูแลอุปกรณ์บำบัดรักษาทางระบบหายใจ. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์, 2545;1-18.
12. Fisher MMCD, Raper RF. The "cuff-leak" test for extubation. *Anaesth* 1992;47:10.
13. Engoren M. Evaluation of the cuff-leak test in a cardiac surgery population. *Chest* 1999;116:1029.
14. Paoin W, Chantarojanasiri T, Preutthipan A, Suwanjutha S. Factors effecting extubation outcome in mechanically ventilated infants and children. *The Thoracic Society of Thailand Newsletter* 1999;8:13.
15. Jirasirojanakorn A, Bunnalai T, Preutthipan A. Leak volume vs. leak pressure: the prediction of postextubation stridor in children. *Proceeding of the American Thoracic Society 100th Anniversary* 2005;2:A158.
16. Miller RL, Cole RP. Association between reduced cuff leak volume and postextubation stridor. *Chest* 1996;110:1035.
17. Sandhu RS, Pasquale MD, Miller K, Wasser TE. Measurement of endotracheal tube cuff leak to predict postextubation stridor and need for reintubation. *J Am Coll Surg* 2000;190:682.
18. Jaber S, Chanques G, Matecki S, et al. Post-extubation stridor in intensive care unit patients. Risk factors evaluation and importance of the cuff-leak test. *Intensive Care Med* 2003;29:69.
19. Preutthipan A, Poomthavorn P, Sumanapisan A, Chinrat B, Thasuntia S, Plitponkarpim A, Chantarojanasiri T. A prospective, randomized double-blind study in children comparing two doses of nebulized L-epinephrine in postintubation croup. *J Med Assoc Thai* 2005;88:508-12.
20. Chantarojanasiri T, Preutthipan A, Suwanjutha S. Nasopharyngeal continuous positive airway pressure in postextubation stridor infants. *J Med Assoc Thai* 1993;76suppl2:169-72.
21. อรุณวรรณ พุทธิพันธ์. Noninvasive mechanical ventilation in children. ใน: วัชรระ จามจุรีรักษ์, สุนันทา สวรรค์ปัญญาเลิศ, บรรณาธิการ. 6th BGH Congress on Critical Care for Nurses. กรุงเทพฯ: ส.รุ่งทิพย์ออฟเซต, 2548;173-8.