

บทที่ 7.1

อุปกรณ์ช่วยระบบการหายใจ



7.1.1 บทนำ

ในบทนี้ได้แนะนำอุปกรณ์ที่ใช้สนับสนุนการช่วยหายใจและการให้ออกซิเจนในระยะก่อน ระหว่าง และหลังการเกิดหัวใจหยุดเต้น วัตถุประสงค์ของการช่วยหายใจในระหว่างการทำ CPR ก็คือเพื่อให้ได้ออกซิเจนเพียงพอและขจัดคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากพอ แต่หลักฐานการวิจัยที่มีมากก็ไม่สามารถบอกได้ว่าการจะบรรลุวัตถุประสงค์นี้ต้องใช้ tidal volume เท่าใดใช้อัตราการหายใจเท่าใด และใช้ความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจเข้าเท่าใด ในระยะหลายนาทีแรกของการเกิด VF SCA การช่วยหายใจอาจไม่มีความสำคัญมากเท่าการกดหน้าอก เพราะอวัยวะที่สำคัญเช่นสมองและหัวใจจะขาดออกซิเจนด้วยเหตุว่าไม่มีเลือดไหลเวียนไปมากกว่าด้วยเหตุความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือดต่ำ ดังนั้นในหลายนาทีแรกหลังเกิด VF SCA ผู้ปฏิบัติการที่อยู่คนเดียวควรหลีกเลี่ยงการเสียเวลากดหน้าอกเพื่อไปช่วยหายใจให้น้อยที่สุดในกรณีของผู้ปฏิบัติการช่วยชีวิตขั้นสูง ก็ควรหลีกเลี่ยงการเสียเวลากดหน้าอกไปกับการใส่ท่อช่วยหายใจและตรวจชีพจรหรือคลื่นไฟฟ้าหัวใจให้น้อยที่สุด

ในกรณีของผู้เกิดหัวใจหยุดเต้นที่มีสาเหตุจาก asphyxia (เช่นกรณีจมน้ำ ได้รับพิษยาตกการหายใจเกินขนาด) หรือกรณีของผู้เกิด VF SCA ที่เป็นอยู่นาน ทั้งการช่วยหายใจและการกดหน้าอกต่างก็มีความสำคัญมากเช่นเดียวกัน เพราะผู้ป่วยเหล่านี้มีภาวะ hypoxia มาตั้งแต่ก่อนเกิดหัวใจหยุดเต้นแล้ว

เนื่องจากในระหว่างทำ CPR มีเลือดไปเลี้ยงปอดน้อย ผู้ปฏิบัติการช่วยชีวิตสามารถรักษาสัดส่วน ventilation-perfusion ratio ไว้ได้โดยใช้ปริมาณลมหายใจเข้าออก (tidal volume) ที่ต่ำกว่าปกติมาก ระหว่างทำ CPR เมื่อได้ใส่ท่อช่วยหายใจแล้วเราแนะนำให้ใช้อัตราการช่วยหายใจที่ช้าลงกว่าที่เคยแนะนำไว้ในคำแนะนำ ค.ศ. 2000¹ อย่างไรก็ตาม คำแนะนำให้อัตราการช่วยหายใจที่ช้าลงนี้ ใช้เฉพาะในระหว่างหัวใจหยุดเต้นเท่านั้น ส่วนในระยะก่อนและหลังหัวใจหยุดเต้น ผู้ป่วยจะมีความต้องการออกซิเจนและการช่วยหายใจใกล้เคียงกับคนปกติ จึงควรทำการช่วยหายใจด้วย tidal volume และอัตราการหายใจที่ใกล้เคียงกับภาวะปกติ

เมื่อเกิดหัวใจหยุดเต้นขึ้นแล้วได้หลายนาที จะเริ่มเกิด tissue hypoxia การทำ CPR จะได้ cardiac output ประมาณ 25% - 33% ของภาวะปกติเท่านั้น ภาวะที่มีเลือดไหลเวียนน้อยเช่นนี้ช่วยส่งเลือดจำนวนไม่มากนักแต่มีความสำคัญเหลือเกินไปให้สมองและกล้ามเนื้อหัวใจ แต่ tissue hypoxia จะยังคงอยู่จนกว่าร่างกายจะกลับมามีการไหลเวียนเลือดได้เองเช่น

ปกติ ปัจจัยร่วมที่ทำให้เกิด hypoxia ได้แก่การเกิด intrapulmonary shunting จากการปรับเปลี่ยนการไหลเวียนเลือดในระดับ microcirculation ในปอดซึ่งยังผลให้เกิดความผิดปกติของ ventilation-perfusion ratio ผู้ป่วยบางรายอาจมีโรคของระบบทางเดินหายใจอยู่แล้ว ภาวะ tissue hypoxia ทำให้เกิด anaerobic metabolism และ metabolic acidosis การเสียดุลของกรดและด่างนี้บางครั้งทำให้การรักษาด้วยยาและด้วยไฟฟ้าไม่ได้ผล

เพื่อให้ผู้ป่วยได้ออกซิเจนมากขึ้น ผู้ปฏิบัติการควรให้ออกซิเจนในลมหายใจออก 100% ($FiO_2 = 1.0$) ในระหว่างการช่วยชีวิตทันทีที่ได้ การให้เปอร์เซ็นต์ออกซิเจนในลมหายใจเข้าสูงมีแนวโน้มจะทำให้ arterial oxygen saturation และ oxygen content ในเลือดสูงไปด้วย ทำให้ส่งมอบออกซิเจนกับเนื้อเยื่อได้มากขึ้นในยามที่ cardiac output ลดลง (เพราะ oxygen delivery = cardiac output x arterial oxygen content) การให้ออกซิเจนในระยะสั้นเช่นนี้จะไม่ทำให้เกิด oxygen toxicity แต่อย่างใด

7.1.2 การใช้ Bag Mask ช่วยหายใจ

ผู้ปฏิบัติการช่วยชีวิตทุกคนควรฝึกฝนให้คุ้นเคยกับการใช้ bag-mask ในการช่วยหายใจและให้ออกซิเจน²⁻⁴ การช่วยหายใจด้วย bag-mask มีประโยชน์มากในนาทีแรกๆ ของการช่วยชีวิต หรือในกรณีที่ใส่ท่อหายใจได้เข้าหรือใส่ไม่ได้ การจะใช้ bag-mask ในการช่วยหายใจให้ได้ผลผู้ใช้ต้องได้รับการฝึกอบรมที่ดีและหมั่นฝึกฝนทักษะบ่อยๆ

ขนาดและคุณลักษณะของชิ้นส่วนของ bag-mask ที่ควรใช้ได้อธิบายไว้ในบทที่ 4 เมื่อใช้ bag-mask ช่วยหายใจ ผู้ปฏิบัติการช่วยชีวิตควรใช้ tidal volume มากพอที่จะทำให้หน้าอกกระเพื่อมขึ้น (ประมาณ 6 - 7 มล./กก. หรือ 500 - 600 มล.) โดยใช้เวลาเป่าลมเข้านานกว่า 1 วินาที⁵ การใช้ลมในปริมาณน้อยเช่นนี้ช่วยลดความเสี่ยงของการเป่าลมเข้ากระเพาะอาหาร ผู้ปฏิบัติการควรเปิดทางเดินลมหายใจให้พอด้วยการดึงคางยกเอาขากรรไกรล่างขึ้นแนบอัดแน่นกับ mask ขณะเดียวกันก็กด mask ลงครอบปากและจมูกให้แนบสนิทกับผิวหนัง ระหว่าง CPR ผู้กดหน้าอกควรกดหน้าอก 30 ครั้งแล้วหยุดกดเป็นช่วงเวลาสั้นๆ (ประมาณ 3 - 4 วินาที) ในจังหวะนั้นให้ผู้ใช้ bag mask บีบลมเข้าปอด 2 ครั้ง เมื่อได้ใส่ท่อช่วยหายใจแล้ว ผู้ช่วยหายใจควรบีบลมเข้าปอด 8 - 10 ครั้งต่อนาทีระหว่างทำ CPR แต่ละครั้งควรบีบลมเข้านานกว่า 1 วินาที ขณะทำการกดหน้าอกควรกดเร็ว 100 ครั้งต่อนาที ทั้งนี้ไม่จำเป็นต้องพยายามทำให้จังหวะการเป่าลมสอดคล้องกับการกดหน้าอก

การช่วยหายใจผู้ที่มีหัวใจเต้นดีแล้ว (มีเลือดไปปอดมากกว่าขณะทำ CPR) ควรบีบลมเข้าปอดนาทีละ 10 - 12 ครั้ง (1 ครั้งทุก 6 - 7 วินาที) ควรใช้เวลาเป่าลมครั้งละนานกว่า 1 วินาทีในขณะที่ใช้ mask และ/หรือท่อช่วยหายใจ

ในผู้ป่วยที่เป็นโรค obstructive pulmonary disease อย่างรุนแรง จะมีความต้านทานต่อการหายใจออกมากขึ้น ผู้ปฏิบัติการควรป้องกันลมคั่งในปอดซึ่งจะก่อให้เกิดภาวะ positive end-expiratory pressure (PEEP) ซึ่งบางครั้งเรียกว่า "auto-PEEP." ในผู้ป่วยที่มี hypovolemia อยู่แล้ว ภาวะ auto-PEEP อาจทำให้ cardiac output และความดันเลือดลดลง วิธีป้องกันคือให้ใช้อัตราการหายใจที่ต่ำ (ใช้ 6 - 8 ครั้งต่อนาที) เพื่อให้มีเวลาหายใจเอาลมออกมากขึ้น

การช่วยหายใจด้วย bag-mask อาจทำให้ลมเข้าไปในกระเพาะอาหารแล้วเกิดภาวะแทรกซ้อนตามมา เช่นการสำรอกอาหาร สำลักอาหารเข้าปอด และปอดบวม เมื่อกระเพาะอาหารมีลมคั่งอยู่มากจะดันกระบังลมทำให้ปอดขยายตัวได้น้อยและทำให้ compliance ของระบบการหายใจลดลง^{4,6-9}

7.1.3 Airways

7.1.3.1 Oropharyngeal Airways

Oropharyngeal airways ควรสงวนไว้ใช้กับผู้ป่วยที่หมดสติและไม่สนองต่อการกระตุ้น (คือไม่ไอและไม่มี gag reflex) แล้วเท่านั้น และควรใส่โดยบุคลากรที่ได้รับการฝึกอบรมให้ทำเป็น (Class IIa) การใส่แบบไม่ถูกวิธีจะทำให้ปลาย airway ไปดันเอาโคนลิ้นลงไป hypopharynx ไปอุดกั้นทางเดินลมหายใจได้ แม้ว่าจะมีงานวิจัยต่างๆไม่ได้ศึกษาการใช้ airway เป็นการเฉพาะ แต่การใช้ airway ก็อาจช่วยทำให้การช่วยหายใจด้วย bag-mask มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการช่วยป้องกันไม่ให้ลิ้นอุดกั้นทางเดินลมหายใจ

7.1.3.2 Nasopharyngeal Airways

Nasopharyngeal airways มีประโยชน์ในผู้ป่วยที่เกิดหรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดการอุดกั้นทางเดินลมหายใจส่วนต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ใช้ oral airway ไม่ได้ เช่นเปิดปากไม่ได้ ผู้ป่วยที่ไม่ถึงกับโคม่าระดับลึกมากจะทน nasopharyngeal airway ได้ดีกว่า oral airway การเกิดเลือดออกจากการใส่มีได้ถึง 30% (LOE 5).¹⁰ มีรายงานในผู้ป่วยว่ามีการใส่ nasopharyngeal airway เข้าไปในสมองในผู้ป่วยที่มี basilar skull fractures 2 รายงาน (LOE 7)^{11,12} จึงควรใช้ nasopharyngeal airway ด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษในผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของกะโหลกศีรษะและใบหน้า

เช่นเดียวกับอุปกรณ์ช่วยอื่นๆ การใช้ nasopharyngeal airway ให้ปลอดภัยต้องมีการฝึกอบรมที่พอเพียง มีการซ้อมฝึกปฏิบัติและการฝึกอบรมซ้ำ ยังไม่เคยมีงานวิจัยการใช้ nasopharyngeal airway ในผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น แต่อาจใช้ได้ ในผู้ป่วยที่มีการอุดกั้นทางเดินลมหายใจเพื่อให้การช่วยหายใจด้วย bag-mask ง่ายขึ้น

7.1.4 ท่อช่วยหายใจ (advanced airway)

ผู้ปฏิบัติการต้องทราบความเสี่ยงและประโยชน์ของการใส่ท่อช่วยหายใจอย่างถ่องแท้ในการช่วยชีวิต ความเสี่ยงอาจมากขึ้นเมื่อผู้ป่วยมีเงื่อนไขบางอย่างหรือเมื่อผู้ใส่ไม่มีความชำนาญ เนื่องจากการใส่ท่อช่วยหายใจอาจต้องหยุดกดหน้าอกไปหลายวินาที ผู้ปฏิบัติการจึงควรชั่งน้ำหนักระหว่างความจำเป็นของการกดหน้าอกให้ต่อเนื่องกับความจำเป็นในการใส่ท่อช่วยหายใจในผู้ป่วยรายนั้น ผู้ปฏิบัติการอาจจะลดการใส่ท่อช่วยหายใจจนกระทั่งผู้ป่วยไม่สนองต่อการทำ CPR และการช็อกไฟฟ้าในเที่ยวแรก หรือจนกระทั่งผู้ป่วยกลับมามีอาการไหลเวียนเลือดตัวเอง (Class IIb) การจะใช้ท่อช่วยหายใจให้มีประสิทธิภาพ ผู้ปฏิบัติการต้องรักษาระดับความรู้และทักษะด้วยการหมั่นฝึกฝนการใส่ท่อช่วยหายใจบ่อยๆ อาจเป็นการดีกว่าหากผู้ปฏิบัติการฝึกให้เชี่ยวชาญการใช้ท่อช่วยหายใจแบบใดแบบหนึ่งเพียงอย่างเดียว และควรมีวิธีสำรอง เช่นการใช้ bag-mask เตรียมพร้อมเผื่อไว้เสมอสำหรับกรณีที่ใส่ท่อช่วยหายใจไม่สำเร็จ

เมื่อได้ใส่ท่อช่วยหายใจแล้ว หากมีผู้ปฏิบัติการ 2 คนก็ไม่จำเป็นต้องทำ CPR เป็นรอบอีกต่อไป (คือไม่ต้องหยุดกดหน้าอกขณะมีการช่วยหายใจ) โดยผู้กดหน้าอกควรกดหน้าอกไปอย่างต่อเนื่องในอัตรา 100 ครั้งต่อนาทีโดยไม่ต้องหยุดการกดหน้าอก ส่วนผู้ช่วยหายใจก็บีบลมเข้าปอด 8 – 10 ครั้งต่อนาทีต่อเนื่องกันไป ทุก 2 นาทีควรสลับหน้าที่กันเสียครั้งหนึ่งเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้กดหน้าอกเหนื่อยล้าอันจะเป็นเหตุให้กดหน้าอกได้ไม่ลึกพอและกดหน้าอกช้าลง ถ้ามีผู้ปฏิบัติการหลายคน ควรหมุนเวียนกันทำหน้าที่กดหน้าอกทุก 2 นาที

7.1.5 การช่วยหายใจด้วย Bag-Mask ร่วมกับท่อช่วยหายใจ

การช่วยหายใจด้วย bag-mask ที่ต่อเข้ากับท่อช่วยหายใจเป็นวิธีการที่ยอมรับกันทั่วไปในการทำ CPR ดังได้กล่าวมาแล้ว บุคลากรทางการแพทย์ทุกคนควรได้รับการฝึกหัดให้ช่วยหายใจและให้ออกซิเจนด้วยวิธีนี้ได้โดยมีประสิทธิภาพ เพราะบ่อยครั้งที่การช่วยหายใจโดยใช้ bag-mask ทำไม่ได้หรือการขนส่งยาวนานเกินกว่าที่จะใช้ bag mask ตลอดทาง ผู้ปฏิบัติการช่วยชีวิตขั้นสูงควรได้รับการฝึกอบรมให้ใส่ท่อช่วยหายใจเป็นด้วย

ครั้งหนึ่งเคยถือกันว่าการใช้ endotracheal tube เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการช่วยหายใจผู้เกิดหัวใจหยุดเต้น แต่ปัจจุบันนี้แน่ชัดแล้วว่าการใส่ endotracheal tube โดยผู้ปฏิบัติการที่ไม่มีประสบการณ์ หรือเมื่อไม่มีการมอนิเตอร์การเกิดท่อเลื่อนหรือหลุด มีภาวะแทรกซ้อนสูงเกินกว่าที่จะยอมรับได้ วิธีที่ดีที่สุดในการจัดการทางเดินลมหายใจขณะเกิดหัวใจหยุดเต้นจึงต้องผันแปรไปตามประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติการ ลักษณะของหน่วย EMS หรือโรงพยาบาล และสภาพของผู้ป่วย

ยังไม่มีการศึกษาแบบสุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการช่วยชีวิตด้วย bag-mask กับด้วย endotracheal tube การศึกษาผลลัพธ์ของการช่วยชีวิตนอกโรงพยาบาลทั้งกลุ่มที่รักษาโดยเวชกรฉุกเฉินระดับต้น (emergency medical technician – EMT) หรือโดยเวชกรฉุกเฉินระดับสูง (paramedic) พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรอดชีวิตในระยะยาวของผู้เกิดหัวใจหยุดเต้นกับทักษะของเวชกรฉุกเฉินไม่ว่าจะเป็นการใส่ท่อช่วยหายใจ การแทงเปิดหลอดเลือดดำ และการฉีดยา¹³⁻¹⁵ งานวิจัยแบบสุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบรายการหนึ่งซึ่งศึกษาเกี่ยวกับหน่วย EMS ที่มีระยะการขนส่งไปยังโรงพยาบาลสั้น¹⁶ พบว่าผู้หมดสติที่เป็นเด็กซึ่งได้รับการรักษาโดยใส่ endotracheal tube ไม่ได้มีอัตราการรอดชีวิตมากกว่าพวกที่ใช้ bag-mask ในงานวิจัยนี้ผู้ปฏิบัติการช่วยชีวิตมีการฝึกอบรมที่จำกัดและไม่ประสบความสำเร็จในการใส่ท่อช่วยหายใจมากนัก

ในการศึกษาย้อนหลังรายหนึ่ง (LOE 5) พบว่าการใส่ endotracheal tube เกิดท่อหลุดหรือเลื่อนโดยตรวจไม่พบ 6%¹⁷⁻¹⁹ ถึง 14%²⁰ ทั้งนี้อาจเนื่องจากผู้ปฏิบัติการไม่ได้รับการฝึกอบรมที่ดีพอทำให้ใส่ท่อไม่เข้าที่ตั้งแต่แรก หรือใส่เข้าไปแล้วแต่ท่อเลื่อนหรือหลุดจากการขยับตัวหรือการเคลื่อนย้ายผู้ป่วย เพื่อลดความเสี่ยงดังกล่าว ผู้ปฏิบัติการควรจะใช้อุปกรณ์ตรวจยืนยันตำแหน่งท่อเช่น CO₂ detector หรือ esophageal detector เมื่อปฏิบัติการสนาม เมื่อขนส่งผู้ป่วย เมื่อผู้ป่วยแรกมาถึงโรงพยาบาล และทุกครั้งเมื่อผู้ป่วยขยับตัว รายละเอียดของเครื่องมือเหล่านี้ได้บรรยายไว้ข้างล่าง

หากผู้ปฏิบัติการนอกโรงพยาบาลได้รับการฝึกอบรมให้ใช้ท่อช่วยหายใจชนิดพิเศษเช่น Combitube และ LMA ก็สามารถใช้อุปกรณ์เหล่านี้ช่วยหายใจได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการใช้ bag -mask (Class IIa)^{2,21,22} อย่างไรก็ตาม การใช้ท่อช่วยหายใจทุกชนิดเป็นเทคนิคที่ซับซ้อน เกิดความผิดพลาดได้เสมอ จึงจำเป็นต้องหมั่นฝึกทบทวนทักษะสม่ำเสมอ²³ เป็นที่ควรสังเกตด้วยว่าไม่มีหลักฐานว่าการใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจขั้นสูงใดๆช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยที่เกิดหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลแต่อย่างใด

7.1.6 Esophageal-Tracheal Combitube

ข้อได้เปรียบของ Combitube เมื่อเปรียบเทียบกับ face mask ก็คล้ายกับท่อ endotracheal tube ตรงที่มันแยกทางเดินลมหายใจออกจากทางเดินอาหาร ป้องกันการสำลัก และให้การช่วยหายใจได้แน่นอนกว่า ข้อได้เปรียบของ Combitube เมื่อเปรียบเทียบกับ endotracheal tube คือมันฝึกใส่ได้ง่ายกว่า^{2,24} การช่วยหายใจและให้ออกซิเจนผ่าน

Combitube ให้ผลดีเทียบเท่ากับเมื่อใช้ endotracheal tube.²⁵

ในงานวิจัยสุ่มตัวอย่างทั้งการช่วยชีวิตในและนอกโรงพยาบาล ผู้ปฏิบัติงานทุกระดับสามารถใส่ Combitube และช่วยหายใจได้ดีเท่ากับเมื่อใช้ endotracheal tube (LOE 2).^{21,26-29} ดังนั้นจึงเป็นที่ยอมรับให้บุคลากรทางการแพทย์ใช้ Combitube เป็นอุปกรณ์เพื่อเลือกนอกเหนือจาก endotracheal tube ในการจัดการทางเดินลมหายใจในผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น (Class IIa)

การเกิดภาวะแทรกซ้อนถึงตายอาจเกิดขึ้นได้หากใส่ Combitube แล้วตรวจสอบตำแหน่งรูที่อยู่ปลายท่อผิด ด้วยเหตุนี้การตรวจยืนยันตำแหน่งท่อจึงเป็นเรื่องจำเป็น ภาวะแทรกซ้อนอีกอย่างหนึ่งของการใส่ Combitube ก็คือเกิดการบาดเจ็บของหลอดอาหาร รวมทั้งภาวะหลอดอาหารนี้กดขาด ถลอก และเกิด subcutaneous emphysema (LOE 2³⁰; LOE 5^{25,31})

7.1.7 Laryngeal Mask Airway

LMA เป็นอุปกรณ์ที่ให้ความแน่นอนและเชื่อถือได้มากกว่า face mask.^{32,33} แม้ว่า LMA จะป้องกันการสำลัก (aspiration) ไม่ได้ร้อยเปอร์เซ็นต์แต่งานวิจัยก็พบว่าผู้ป่วยที่ใช้ LMA เกิดการสำลักไม่บ่อยและเกิดน้อยกว่าผู้ป่วยที่ใช้ bag-mask เมื่อเปรียบเทียบกับ endotracheal tube ท่อชนิด LMA ช่วยหายใจได้ดีเท่ากัน^{33,34} โดยสามารถช่วยหายใจได้สำเร็จ ในขณะที่ทำ CPR 71.5% - 97% ของผู้ป่วยทั้งหมด^{22,25,35-38}

การฝึกใส่ LMA ง่ายกว่าการฝึกใส่ endotracheal tube เพราะการใส่ LMA ไม่ต้องใช้ laryngoscopy และไม่ต้องมองเห็น vocal cords ท่อชนิด LMA ยังอาจมีข้อได้เปรียบกว่า endotracheal tube เมื่อพื้นที่ทำงานคับแคบ^{39,40} หรือมีความเสี่ยงที่จะมีการบาดเจ็บของคอร่วมด้วย⁴¹ หรือไม่สามารถจัดทำผู้ป่วยเพื่อใส่ endotracheal tube ได้

งานวิจัยที่เป็นหลักฐานระดับสูงหลายรายการเปรียบเทียบ LMA กับ endotracheal tube ในผู้ป่วยดมยาสลบ (LOE 2)^{39,42-46} และอีกหลายรายการที่เปรียบเทียบ LMA กับท่อช่วยหายใจชนิดอื่นหรือเทคนิคช่วยหายใจอย่างอื่น (LOE 2)^{2,47-52} บ่งชี้ว่า LMA สามารถใช้ในการควบคุมทางเดินลมหายใจในโอกาสต่างๆ ได้ดีโดยพยาบาล นักบำบัดด้านการหายใจ และบุคลากรหน่วย EMS ซึ่งในจำนวนนี้หลายคนไม่เคยใช้ LMA มาก่อน

แม้ว่าจะใส่ท่อสำเร็จดีแล้ว แต่ผู้ป่วยจำนวนไม่มากนักจำนวนหนึ่งจะช่วยหายใจด้วย LMA ไม่สำเร็จ^{2,25,33} ด้วยเหตุนี้ผู้ปฏิบัติการจึงจำเป็นต้องมีวิธีการจัดการทางเดินลมหายใจวิธีอื่นเพื่อไว้เสมอ ผู้ปฏิบัติการที่ใช้ LMA ควรได้รับการฝึกอบรมอย่างพอเพียงและควรฝึกฝนทักษะบ่อยๆ ควรมีการติดตามดูอัตราความสำเร็จของการใส่และอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนอย่างใกล้ชิด LMA เป็นอุปกรณ์ที่ยอมรับให้บุคลากรทางการแพทย์ใช้เป็นอุปกรณ์เพื่อเลือกนอกเหนือจาก endotracheal tube ในการจัดการทางเดินลมหายใจผู้เกิดหัวใจหยุดเต้น (Class IIa)

7.1.8 การใส่ท่อ Endotracheal tube

ท่อ endotracheal tube ช่วยเปิดทางเดินลมหายใจให้โล่ง เปิดให้ดูตื้นเสมหะ ทำให้ใช้ออกซิเจนเปอร์เซ็นต์สูงๆ ได้ และใช้เป็นทางเพื่อเลือกในการให้ยาบางตัวได้ สามารถช่วยหายใจโดยเจาะจงเลือก tidal volume ที่แน่นอนได้ และเมื่อใช้ cuff อาจช่วยป้องกันการสำลักได้⁵³

การใส่ท่อ endotracheal tube โดยผู้ปฏิบัติการที่ไม่มีทักษะดีพออาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อน เช่นเกิดการบาดเจ็บของ oropharynx ทำให้การกดหน้าอกหรือการช่วยหายใจขาดตอนนานเกินไป หรือเกิด hypoxemia จากการพยายามใส่ท่อนาน หรือใส่เข้าไปผิดที่แล้ววินิจฉัยไม่ได้ ผู้ปฏิบัติการที่ใส่ท่อ endotracheal tube ต้องได้รับการฝึกอบรมที่พอเพียงและได้รับการฝึกทบทวนหรือมีประสบการณ์ในการทำบ่อย (Class I) หน่วย EMS ที่ให้ใส่ท่อ endotracheal tube นอกโรงพยาบาลควรมีกระบวนการพัฒนาคุณภาพต่อเนื่องเพื่อลดภาวะแทรกซ้อน (Class IIa)

ข้อบ่งชี้สำหรับการใส่ท่อ endotracheal tube เป็นการฉุกเฉินได้แก่ (1) ช่วยหายใจผู้ป่วยหมดสติด้วย bag – mask แล้วไม่พอ และ (2) ผู้ป่วยไม่มี airway protective reflexes (เช่น โคม่า หรือหัวใจหยุดเต้น) ผู้ปฏิบัติการที่จะใส่ท่อต้องได้รับการฝึกอบรมมาเพียงพอและมีประสบการณ์ในการใส่มากพอ

ในระหว่างการทำ CPR เราแนะนำว่าผู้ปฏิบัติการควรให้การกดหน้าอกขาดตอนไม่เกิน 10 วินาที ยกเว้นขณะต้องปฏิบัติการพิเศษเช่นใส่ท่อช่วย การหยุดกดหน้าอกระหว่างใส่ท่อช่วยหายใจให้น้อยที่สุดทำได้โดยเตรียมพร้อมที่จะใส่ท่อตั้งแต่มองยังไม่หยุดกดหน้าอก (เช่น ใส่ laryngoscope blade เข้าไปก่อนและเตรียมท่อให้พร้อม) ควรหยุดกดหน้าอกเฉพาะเมื่อผู้ใส่ท่อต้องการมอง vocal cord และใส่ท่อเข้าไป เมื่อใส่ท่อผ่าน vocal cord ได้แล้วก็กดหน้าอกต่อทันที ถ้าต้องใส่หลายครั้ง ควรให้มีช่วงเวลากดหน้าอกและช่วยหายใจสักครู่หนึ่งก่อนจึงจะเริ่มพยายามครั้งใหม่

ถ้าใส่ endotracheal tube ในผู้ป่วยที่มีชีพจร ควรใช้ pulse oximetry และมอนิเตอร์ ECG อย่างต่อเนื่องระหว่างพยายามใส่ท่อ เมื่อใดที่จำเป็นต้องให้ได้ออกซิเจนและต้องช่วยหายใจก็หยุดใส่ท่อเป็นช่วง ๆ

แม้ว่าจะเห็นด้วยตาชัดเจนว่าได้ใส่ endotracheal tube ผ่าน vocal cord ไปแล้ว ได้มองเห็นหน้าอกกระเพื่อมขึ้นเมื่อบีบลมเข้าปอดแล้ว และได้ใช้หูฟังจนได้ยินชัดว่าลมเข้าปอดเท่ากันสองข้างดีแล้ว ผู้ปฏิบัติการควรตรวจยืนยันตำแหน่งท่อโดยใช้ end-tidal CO₂ หรือ esophageal detection device (Class IIa)⁵⁴ เนื่องจากมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดท่อใส่ผิดที่ ท่อเลื่อนหรือท่อถูกอุดกั้น^{16,20} โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อผู้ป่วยขยับตัว⁵⁵ ไม่มีเทคนิคตรวจยืนยันอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงเทคนิคเดียวจะเชื่อถือได้อย่างสมบูรณ์ รวมทั้งการอาศัยอาการแสดงทางคลินิก⁵⁶ หรือการมองเห็นไอน้ำจิบที่ผนังด้านในท่อ⁵⁷ เทคนิคการตรวจยืนยันตำแหน่งท่อได้อธิบายข้างล่าง ผู้ปฏิบัติการควรใช้ทั้งการตรวจประเมินทางคลินิก และการตรวจยืนยันตำแหน่งท่อด้วยเครื่องมือทันทีที่ใส่ท่อเสร็จและทันทีเมื่อผู้ป่วยถูกเคลื่อนย้ายหรือขยับตัว

7.1.9 การประเมินตำแหน่งท่อด้วยวิธีทางคลินิก

ผู้ปฏิบัติการควรประเมินตำแหน่งท่อทันทีที่ใส่ท่อเสร็จ การประเมินนี้ไม่ควรให้การกดหน้าอกขาดตอน การประเมินทางคลินิกประกอบด้วย การมองดูว่าหน้าอกขยายตัวขึ้นทั้งสองข้าง และการใช้หูฟังทั้งที่ได้ลิ้นปี่ (ไม่ควรได้ยินเสียงลมเข้า) และที่ปอดทั้งสองข้าง (ควรได้ยินเสียงลมเข้า และได้ยินเท่ากันสองข้าง) ควรใช้เครื่องมือช่วยตรวจยืนยันตำแหน่งท่อ (ดูข้างล่าง) ในกรณีที่สงสัยว่าตำแหน่งท่ออาจจะไม่ถูกต้อง ควรใช้ laryngoscope ส่งดูให้มองเห็นด้วยตาว่าท่อผ่านเข้าไปในระหว่าง vocal cord ถ้าดูแล้วยังสงสัยอีก ให้ดึงเอาท่อออกแล้วช่วยหายใจด้วย bag-mask แทนจนกว่าจะใส่ท่อใหม่แทนได้

7.1.10 การประเมินตำแหน่งท่อด้วยอุปกรณ์

ผู้ปฏิบัติการควรใช้ทั้งการตรวจทางคลินิกและการตรวจด้วยอุปกรณ์ในการยืนยันตำแหน่งท่อทันทีที่ใส่ท่อเสร็จและทุกครั้งผู้ป่วยถูกเคลื่อนย้ายหรือขยับตัว อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีงานวิจัยใดยืนยันว่าอุปกรณ์ตรวจสอบอัตโนมัติเพียงอย่างเดียวจะบอกตำแหน่งของท่อช่วยหายใจอย่างเชื่อถือได้สมบูรณ์ทั้งในประเด็นความไวและความจำเพาะเจาะจง ควรถือว่าอุปกรณ์ทุกอันเป็นเครื่องช่วยทางเทคนิคการตรวจยืนยันเท่านั้น ปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลที่จะสรุประดับความสามารถของอุปกรณ์เหล่านี้ในการมอนิเตอร์ตำแหน่งท่อต่อเนื่องหลังการใส่ท่อได้อย่างชัดเจน

7.1.11 Exhaled CO₂ Detector

การตรวจหาคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจออกเป็นวิธีหนึ่งในหลายวิธีที่จะตรวจยืนยันตำแหน่งท่อ เนื่องจาก exhaled CO₂ detector ใช้ง่าย จึงใช้เป็นอุปกรณ์ขั้นต้นในการตรวจความถูกต้องของตำแหน่งท่อช่วยหายใจในผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น (Class IIa) เมื่อท่ออยู่ในหลอดลม เครื่องจะอ่านว่าพบ CO₂ เมื่อท่ออยู่ในหลอดอาหาร เครื่องจะอ่านว่าไม่พบ CO₂ อย่างไรก็ตามคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจออกไม่ใช่ว่าจะเชื่อถือได้ร้อยเปอร์เซ็นต์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างหัวใจหยุดเต้น หลักฐานจากการวิเคราะห์แบบ meta-analysis ในผู้ใหญ่หนึ่งรายการ (LOE 1)⁵⁸ และการวิจัยแบบติดตามดูโดยมีกลุ่มควบคุม (prospective cohort) อีกหนึ่งรายการ (LOE 3)⁵⁹ และรายงานกลุ่มผู้ป่วยอีกหลายรายการ (LOE 5)⁶⁰⁻⁶⁸ บ่งชี้ว่า exhaled CO₂ detector (ทั้งแบบ waveform แบบ colorimetry และแบบดิจิทัล) อาจใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบในการประเมินตำแหน่งท่อช่วยหายใจระหว่างเกิดหัวใจหยุดเต้นได้ โดยมีพิสัยของความเชื่อถือได้ดังนี้

- ความไวในการอ่าน หรือ sensitivity 33% - 100% หมายความว่า ถ้าเอาคนไข้ที่ท่ออยู่ถูกที่ (คืออยู่ในหลอดลม) มาให้เครื่องอ่านหนึ่งร้อยคน เครื่องจะอ่านถูก (คืออ่านว่าพบ CO₂) ประมาณ 33 - 100 คน
- ความจำเพาะเจาะจงในการอ่าน หรือ specificity 97% - 100% หมายความว่าถ้าเอาคนไข้ที่ท่ออยู่ผิดที่ (คืออยู่ในหลอดอาหาร) มาให้เครื่องอ่านหนึ่งร้อยคน เครื่องจะอ่านถูก (คืออ่านว่าไม่พบ CO₂) ประมาณ 97 - 100 คน
- Positive predictive value 100% หมายความว่าเมื่อเครื่องอ่านว่าพบ CO₂ หนึ่งร้อยครั้ง มีโอกาสที่ท่อจะอยู่ถูกที่ (คืออยู่ในหลอดลม) ทั้ง 100 ครั้ง
- Negative predictive value 20% - 100% หมายความว่าเมื่อเครื่องอ่านว่าไม่พบ CO₂ หนึ่งร้อยครั้ง มีโอกาสที่ท่อจะอยู่ผิดที่ (คืออยู่ในหลอดอาหาร) ประมาณ 20 - 100 ครั้ง

นั่นหมายความว่าหากเครื่องตรวจพบว่ามีคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจออกในผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น ก็เชื่อถือได้ว่าท่ออยู่ถูกที่ คืออยู่ในหลอดลมแล้ว ยังไม่เคยมีรายงานในคนว่าเมื่อเครื่องตรวจพบคาร์บอนไดออกไซด์แล้วท่ออยู่ผิดที่ แต่เคยมีรายงานในสัตว์ที่กินน้ำอัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปมากๆ⁶⁹ การอ่านผลลบผิด (false-negative) คืออ่านว่าไม่พบคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งๆที่ท่ออยู่ในหลอดลมดีแล้ว อาจเกิดขึ้นได้ในภาวะหัวใจหยุดเต้นจากหลายสาเหตุ ที่อธิบายได้ง่ายที่สุดก็คืออาจเกิดจากเลือดไหลไปปอดได้น้อยจึงนำคาร์บอนไดออกไซด์ไปส่งปอดได้น้อย เคยมีรายงานการอ่านผลลบผิดในผู้ป่วยเป็น pulmonary emboli เพราะเลือดไปปอดลดลง ถ้ามีของที่อยู่ในหลอดอาหารหรือยาที่มีฤทธิ์เป็นกรด (เช่นยา epinephrine ที่ใส่เข้าไปทางท่อช่วยหายใจ) ไปเกาะติดที่ปลาย detector อาจทำให้ตัว colorimetric device แสดงสีเป็นสีเขียวตลอดแทนที่จะเปลี่ยนสีไปตามรอบของการหายใจ นอกจากนี้ เครื่องอาจตรวจคาร์บอนไดออกไซด์ไม่พบหลังการฉีด epinephrine แบบ bolus เข้าทางหลอดเลือดดำ⁷⁰ หรือหลังการเกิดทางเดินลมหายใจอุดตันรุนแรงเช่นในกรณีหอบหืดอย่างแรง (status

asthmaticus) และกรณีปอดบวมน้ำ ^{65,71-73} ด้วยเหตุเหล่านี้ เมื่อใดก็ตามที่เครื่องอ่านว่าไม่พบคาร์บอนไดออกไซด์ แนะนำให้ตรวจยืนยันด้วยวิธีการอื่นอีกหนึ่งอย่าง เช่น ใช้ laryngoscope เปิดดูว่าให้มองเห็นด้วยตาว่าท่อผ่านกล่องเสียงเข้าไปหรือไม่ หรือใช้ esophageal detector device ตรวจยืนยันตำแหน่งก็ได้

ยังไม่มีรายงานการศึกษามากพอที่จะบอกได้ว่า CO₂ detecting devices ใช้ตรวจยืนยันตำแหน่งของท่อหายใจชนิดอื่นเช่น Combitube หรือ LMA ได้หรือไม่ (Class Indeterminate)

7.1.12 esophageal detector device (EDD)

อุปกรณ์ตรวจตำแหน่งหลอดอาหาร (esophageal detector device) หรือ EDD เป็นลูกโป่งชนิดพองลมได้เอง (self inflating) ติดกับปลายท่อ endotracheal tube และมีปลายท่อเล็กๆสำหรับดูดลมจากหลอดลม ถ้าท่อ endotracheal tube น้อยอยู่ในหลอดอาหาร (ผลตรวจด้วย EDD เป็นบวก) แรงดูดของ EDD จะทำให้หลอดอาหารแฟบลงและดูดเอาผนังของหลอดอาหารมาอุดปลายท่อ endotracheal tube ใ่วินาทีเดียวกันลูกโป่งของ EDD ก็จะไม่พองลม EDD บางชนิดมีกระบอกฉีดยาติดอยู่ที่ด้ามของท่อ endotracheal tube ด้วย ถ้าท่ออยู่ในหลอดอาหาร ผู้ปฏิบัติการจะดูดลมด้วยกระบอกฉีดยานี้ไม่ได้ แต่ถ้าท่ออยู่ในหลอดลม ผู้ปฏิบัติการจะดูดลมจากกระบอกฉีดยานี้ได้

มีงานวิจัยประเมินความแม่นยำของ EDD ทั้งชนิดพองลมเอง และชนิดใช้กระบอกฉีดยา ซึ่งอย่างต่ำก็เป็นหลักฐานระดับดีปานกลาง (LOE 3^{18,66,74}; LOE 5⁷⁵; LOE 7 [ในภาวะที่ไม่มีหัวใจหยุดเต้น]⁷⁶⁻⁷⁹) แต่งานวิจัยเหล่านี้มีจุดด้อยตรงที่มีจำนวนประชากรในกลุ่มควบคุมน้อยเกินไป

EDD มีความไวมากในการตรวจพบว่าท่ออยู่ผิดที่ (คืออยู่ในหลอดอาหาร) จากรายงานกลุ่มผู้ป่วย 5 รายการ (LOE 5⁷⁵; LOE 7⁷⁶⁻⁷⁹) แต่ในอีกสองรายการ (LOE 3)^{66,74} ซึ่งมีผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นอยู่ด้วย พบว่า EDD มีความจำเพาะเจาะจงต่ำในการจะบอกว่าท่ออยู่ถูกที่(คือบอกว่าอยู่ในหลอดลม) แล้ว กล่าวคือกว่า 30% ของท่อที่อยู่ถูกที่แล้วต้องถูกดึงออกมาใหม่เพราะ EDD ให้ผลตรวจว่าท่ออยู่ผิดที่ (คือบอกว่าอยู่ในหลอดอาหาร) (LOE 3)⁶⁷ ในห้องผ่าตัดพบว่า EDD มีทั้งความไวและความจำเพาะเจาะจงต่ำเมื่อศึกษากับผู้ป่วยเด็กอายุเกิน 1 ปี จำนวน 20 คน (LOE 2)⁸⁰ ด้วยข้อจำกัดเหล่านี้ จึงควรใช้ EDD เป็นเพียงเครื่องมือหนึ่งในหลายๆเครื่องมือเพื่อยืนยันตำแหน่งของท่อช่วยหายใจ

EDD อาจให้ผลผิดในผู้ป่วยที่อ้วนมาก หรือตั้งครรภ์ระยะใกล้คลอด หรือเป็น status asthmaticus หรือมีเสมหะในหลอดลมมาก ^{81,82} เพราะในภาวะเหล่านี้หลอดลมมีแนวโน้มจะแฟบได้คล้ายหลอดอาหาร ณ ขณะนี้ยังไม่มียหลักฐานว่า EDD มีความแม่นยำพอที่จะใช้มอนิเตอร์ตำแหน่งของ endotracheal tube อย่างต่อเนื่องได้

7.1.13 การดูแลหลังใส่ท่อช่วยหายใจ

หลังจากใส่ท่อช่วยหายใจและยืนยันตำแหน่งว่าถูกต้องแล้ว ผู้ปฏิบัติการควรบันทึกระดับความลึกของท่อโดยดูตัวเลขที่ระดับพื้นหน้าของผู้หมดสติก่อน แล้วจึงใช้เทปตรึงท่อ เพราะมีความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญที่ท่อช่วยหายใจจะขยับหลุดจากที่ไปเมื่อผู้หมดสติล้มหรือเงยศีรษะ ⁸³⁻⁸⁵ แนะนำให้มอนิเตอร์ตำแหน่งของท่อช่วยหายใจอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาที่เคลื่อนย้ายผู้ป่วย ^{86,87} ผู้ปฏิบัติการควรถือเป็นหลักว่าต้องตรวจยืนยันตำแหน่งท่อช่วยหายใจทุกครั้งหลังการใส่ท่อเสร็จและ

เมื่อใดก็ตามที่ผู้ช่วยขยับตัวหรือถูกเคลื่อนย้าย

ควรตั้งท่อช่วยหายใจด้วยเทปเหนียวหรืออุปกรณ์ตรึงท่อที่ทำมาสำเร็จรูป (Class I) การศึกษา 2 รายการกับผู้ช่วยในไอ.ซี.ยู.ที่ใช้ backboard ซึ่งเป็นอุปกรณ์ตรึงท่อสำเร็จรูปพบว่า (LOE 7)^{88,89} backboard สามารถตรึงท่อให้อยู่กับที่ได้ดีเทียบเท่าการใช้เทปเหนียวที่ปฏิบัติกันอยู่แต่เดิม จึงอาจพิจารณาใช้อุปกรณ์นี้ในระหว่างการขนส่งผู้ป่วยได้ (Class IIb) หลังการยืนยันตำแหน่งและการตรึงท่อช่วยหายใจแล้ว ควรทำการเอกซเรย์ปอด (ถ้าทำได้) เพื่อยืนยันว่าปลายท่ออยู่ในตำแหน่งที่พอดี คืออยู่เหนือ carina พอดี

มีข้อพึงระวังที่สำคัญที่สุด 3 ประการในการทำ CPR หลังจากที่ได้ใส่ท่อช่วยหายใจแล้ว คือ

- ต้องแน่ใจว่าท่อช่วยหายใจอยู่ถูกต้อง (ต้องตรวจยืนยัน)
- เมื่อมีผู้ปฏิบัติการ 2 คน ไม่ต้องทำ CPR เป็นรอบๆ แต่ให้ต่างคนต่างทำโดยผู้กดหน้าอกทำการกดหน้าอกต่อเนื่องในอัตรา 100 ครั้งต่อนาทีโดยไม่ต้องหยุดการช่วยหายใจ ขณะเดียวกันผู้ช่วยหายใจก็ทำการช่วยหายใจต่อเนื่องในอัตรา 8 - 10 ครั้งต่อนาทีโดยไม่ต้องรอการกดหน้าอก และควรเปลี่ยนตัวผู้กดหน้าอกทุกนาที
- หลีกเลี่ยงการช่วยหายใจมากเกินไปด้วยการใช้อัตราการหายใจเร็วเกินไป เพราะจะไปลดจำนวนเลือดที่ไหลกลับเข้าหัวใจขณะทำ CPR

7.1.14 อุปกรณ์ดูดเสมหะ

ในการช่วยชีวิต ควรมีอุปกรณ์ดูดเสมหะทั้งแบบติดตายบนผนังและแบบเคลื่อนที่ได้ เครื่องดูดเสมหะแบบเคลื่อนที่ได้ควรมีแรงดูดไม่ต่ำกว่า 300 mmHg หากวัด ณ ขณะที่หนีบปลายท่ออยู่ และควรได้ airflow ไม่ต่ำกว่า 40 ลิตรต่อนาที โดยค่าเหล่านี้ควรปรับได้เพื่อให้พอดีกับการใช้งานในเด็กและในผู้ที่ใส่ท่อช่วยหายใจแล้ว ท่อดูดควรมีขนาดใหญ่ ไม่พับ ปลายท่อดูดควรมีลักษณะกึ่งแข็ง ควรมีสายดูด (catheter) ที่ทำให้ปราศจากเชื้อแล้วไว้ให้พร้อมใช้งานที่หลายขนาดเพื่อใส่เข้าไปดูดในท่อช่วยหายใจได้ มีขวดรับเสมหะควรเป็นชนิดที่ไม่แตก มีน้ำปราศจากเชื้อไว้ทำความสะอาดสาย catheter

7.1.15 เครื่องช่วยหายใจอัตโนมัติขณะขนส่ง

ดูบทที่ 6

7.1.16 บทสรุป

ทั้งผู้ปฏิบัติการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานและขั้นสูงควรสามารถช่วยหายใจด้วย bag-mask ในขณะที่ทำ CPR หรือเมื่อใดก็ตามที่ผู้ป่วยแสดงอาการว่าหายใจไม่พอ การควบคุมทางเดินลมหายใจด้วยการใส่ท่อช่วยหายใจเป็นทักษะพื้นฐานในการช่วยชีวิตขั้นสูง (ACLS) ผู้ปฏิบัติการช่วยชีวิตทุกคนควรสามารถตรวจยืนยันตำแหน่งท่อช่วยหายใจได้ด้วยตนเอง ทักษะการตรวจยืนยันตำแหน่งนี้ต้องมีเพื่อให้การใช้ท่อช่วยหายใจมีความปลอดภัย การฝึกอบรม การได้ใช้งานบ่อย และการมอนิเตอร์อัตราความสำเร็จหรืออัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนของการใช้และปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง มีผลดีในระยะยาวมากกว่าการไปเลือกชนิดของอุปกรณ์หรือชนิดของท่อช่วยหายใจที่จะใช้

.....

บรรณานุกรม

1. American Heart Association in collaboration with International Liaison Committee on Resuscitation. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care: International Consensus on Science, Part 3: Adult Basic Life Support. *Circulation*. 2000; 102 (suppl I): I22–I59.
2. Dorges V, Wenzel V, Knacke P, Gerlach K. Comparison of different airway management strategies to ventilate apneic, nonpreoxygenated patients. *Crit Care Med*. 2003; 31: 800–804.
3. Bailey AR, Hett DA. The laryngeal mask airway in resuscitation. *Resuscitation*. 1994; 28: 107–110.
4. Doerges V, Sauer C, Ocker H, Wenzel V, Schmucker P. Airway management during cardiopulmonary resuscitation—a comparative study of bag-valve-mask, laryngeal mask airway and combitube in a bench model. *Resuscitation*. 1999; 41: 63–69.
5. Dorges V, Ocker H, Hagelberg S, Wenzel V, Idris AH, Schmucker P. Smaller tidal volumes with room-air are not sufficient to ensure adequate oxygenation during bag-valve-mask ventilation. *Resuscitation*. 2000; 44: 37–41.
6. Bowman FP, Menegazzi JJ, Check BD, Duckett TM. Lower esophageal sphincter pressure during prolonged cardiac arrest and resuscitation. *Ann Emerg Med*. 1995; 26: 216–219.
7. Weiler N, Heinrichs W, Dick W. Assessment of pulmonary mechanics and gastric inflation pressure during mask ventilation. *Prehospital Disaster Med*. 1995; 10: 101–105.
8. Ocker H, Wenzel V, Schmucker P, Dorges V. Effectiveness of various airway management techniques in a bench model simulating a cardiac arrest patient. *J Emerg Med*. 2001; 20: 7–12.
9. Kurolo J, Harve H, Kettunen T, Laakso JP, Gorski J, Paakkonen H, Silfvast T. Airway management in cardiac arrest—comparison of the laryngeal tube, tracheal intubation and bag-valve mask ventilation in emergency medical training. *Resuscitation*. 2004; 61: 149–153.
10. Stoneham MD. The nasopharyngeal airway: assessment of position by fiberoptic laryngoscopy. *Anaesthesia*. 1993; 48: 575–580.
11. Schade K, Borzotta A, Michaels A. Intracranial malposition of nasopharyngeal airway. *J Trauma*. 2000; 49: 967–968.
12. Muzzi DA, Losasso TJ, Cucchiara RF. Complication from a nasopharyngeal airway in a patient with a basilar skull fracture. *Anesthesiology*. 1991; 74: 366–368.
13. Guly UM, Mitchell RG, Cook R, Steedman DJ, Robertson CE. Paramedics and technicians are equally successful at managing cardiac arrest outside hospital. *BMJ*. 1995; 310: 1091–1094.
14. Updike G, Mosesso VNJ, Auble TE, Delgado E. Comparison of bag-valve-mask, manually triggered ventilator, and automated ventilator devices used while ventilating a nonintubated mannikin model. *Prehosp Emerg Care*. 1998; 2: 52–55.
15. Stiell IG, Wells GA, Field B, Spaite DW, Nesbitt LP, De Maio VJ, Nichol G, Cousineau D, Blackburn J, Munkley D, Luinstra-Toohey L, Campeau T, Dagnone E, Lyver M. Advanced cardiac life support in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2004; 351: 647–656.
16. Gausche M, Lewis RJ, Stratton SJ, Haynes BE, Gunter CS, Goodrich SM, Poore PD, McCollough MD, Henderson DP, Pratt FD, Seidel JS. Effect of out-of-hospital pediatric endotracheal intubation on survival and neurological outcome: a controlled clinical trial. *JAMA*. 2000; 283: 783–790.
17. Jones JH, Murphy MP, Dickson RL, Somerville GG, Brizendine EJ. Emergency physician-verified out-of-hospital intubation: miss rates by paramedics. *Acad Emerg Med*. 2004; 11: 707–709.

18. Pelucio M, Halligan L, Dhindsa H. Out-of-hospital experience with the syringe esophageal detector device. *Acad Emerg Med.* 1997; 4: 563–568.
19. Sayre MR, Sakles JC, Mistler AF, Evans JL, Kramer AT, Pancioli AM. Field trial of endotracheal intubation by basic EMTs. *Ann Emerg Med.* 1998; 31: 228–233.
20. Katz SH, Falk JL. Misplaced endotracheal tubes by paramedics in an urban emergency medical services system. *Ann Emerg Med.* 2001; 37: 32–37.
21. Rabitsch W, Schellongowski P, Staudinger T, Hofbauer R, Dufek V, Eder B, Raab H, Thell R, Schuster E, Frass M. Comparison of a conventional tracheal airway with the Combitube in an urban emergency medical services system run by physicians. *Resuscitation.* 2003; 57: 27–32.
22. Rumball CJ, MacDonald D. The PTL, Combitube, laryngeal mask, and oral airway: a randomized prehospital comparative study of ventilatory device effectiveness and cost-effectiveness in 470 cases of cardiorespiratory arrest. *Prehosp Emerg Care.* 1997; 1: 1–10.
23. Vertongen VM, Ramsay MP, Herbison P. Skills retention for insertion of the Combitube and laryngeal mask airway. *Emerg Med.* 2003; 15: 459–464.
24. Lefrancois DP, Dufour DG. Use of the esophageal tracheal combitube by basic emergency medical technicians. *Resuscitation.* 2002; 52: 77–83.
25. Tanigawa K, Shigematsu A. Choice of airway devices for 12,020 cases of nontraumatic cardiac arrest in Japan. *Prehosp Emerg Care.* 1998; 2: 96–100.
26. Atherton GL, Johnson JC. Ability of paramedics to use the Combitube in prehospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med.* 1993; 22: 1263–1268.
27. Frass M, Frenzer R, Rauscha F, Schuster E, Glogar D. Ventilation with the esophageal tracheal combitube in cardiopulmonary resuscitation: promptness and effectiveness. *Chest.* 1988; 93: 781–784.
28. Rumball C, Macdonald D, Barber P, Wong H, Smecher C. Endotracheal intubation and esophageal tracheal combitube insertion by regular ambulance attendants: a comparative trial. *Prehosp Emerg Care.* 2004; 8: 15–22.
29. Staudinger T, Brugger S, Roggla M, Rintelen C, Atherton GL, Johnson JC, Frass M. [Comparison of the Combitube with the endotracheal tube in cardiopulmonary resuscitation in the prehospital phase.] *Wien Klin Wochenschr.* 1994; 106: 412–415.
30. Rabitsch W, Krafft P, Lackner FX, Frenzer R, Hofbauer R, Sherif C, Frass M. [Evaluation of the oesophageal-tracheal double-lumen tube (Combitube) during general anaesthesia.] *Wien Klin Wochenschr.* 2004; 116: 90–93.
31. Vezina D, Lessard MR, Bussieres J, Topping C, Trepanier CA. Complications associated with the use of the esophageal-tracheal Combitube. *Can J Anaesth.* 1998; 45: 76–80.
32. Stone BJ, Chantler PJ, Baskett PJ. The incidence of regurgitation during cardiopulmonary resuscitation: a comparison between the bag valve mask and laryngeal mask airway. *Resuscitation.* 1998; 38: 3–6.
33. The use of the laryngeal mask airway by nurses during cardiopulmonary resuscitation: results of a multicentre trial. *Anesthesia.* 1994; 49: 3–7.
34. Samarkandi AH, Seraj MA, el Dawlatly A, Mastan M, Bakhamees HB. The role of laryngeal mask airway in cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation.* 1994; 28: 103–106.
35. Verghese C, Prior-Willeard PF, Baskett PJ. Immediate management of the airway during cardiopulmonary resuscitation in a hospital without a resident anaesthesiologist. *Eur J Emerg Med.* 1994; 1: 123–125.
36. Grantham H, Phillips G, Gilligan JE. The laryngeal mask in prehospital emergency care. *Emerg Med Clin North Am.* 1994; 6: 193–197.
37. Kokkinis K. The use of the laryngeal mask airway in CPR. *Resuscitation.* 1994; 27: 9–12.

38. Leach A, Alexander CA, Stone B. The laryngeal mask in cardiopulmonary resuscitation in a district general hospital: a preliminary communication. *Resuscitation*. 1993; 25: 245–248.
39. Flaishon R, Sotman A, Ben-Abraham R, Rudick V, Varssano D, Weinbroum AA. Antichemical protective gear prolongs time to successful airway management: a randomized, crossover study in humans. *Anesthesiology*. 2004; 100: 260–266.
40. Goldik Z, Bornstein J, Eden A, Ben-Abraham R. Airway management by physicians wearing anti-chemical warfare gear: comparison between laryngeal mask airway and endotracheal intubation. *Eur J Anaesthesiol*. 2002; 19: 166–169.
41. Pennant JH, Pace NA, Gajraj NM. Role of the laryngeal mask airway in the immobile cervical spine. *J Clin Anesth*. 1993; 5: 226–230.
42. Davies PR, Tighe SQ, Greenslade GL, Evans GH. Laryngeal mask airway and tracheal tube insertion by unskilled personnel. *Lancet*. 1990; 336: 977–979.
43. Ho BY, Skinner HJ, Mahajan RP. Gastro-oesophageal reflux during day case gynaecological laparoscopy under positive pressure ventilation: laryngeal mask vs. tracheal intubation. *Anaesthesia*. 1998; 53: 921–924.
44. Reinhart DJ, Simmons G. Comparison of placement of the laryngeal mask airway with endotracheal tube by paramedics and respiratory therapists. *Ann Emerg Med*. 1994; 24: 260–263.
45. Rewari W, Kaul HL. Regurgitation and aspiration during gynaecological laparoscopy: comparison between laryngeal mask airway and tracheal intubation. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 1999; 15: 67–70.
46. Pennant JH, Walker MB. Comparison of the endotracheal tube and laryngeal mask in airway management by paramedical personnel. *Anesth Analg*. 1992; 74: 531–534.
47. Alexander R, Hodgson P, Lomax D, Bullen C. A comparison of the laryngeal mask airway and Guedel airway, bag and face mask for manual ventilation following formal training. *Anaesthesia*. 1993; 48: 231–234.
48. Burgoyne L, Cyna A. Laryngeal mask vs intubating laryngeal mask: insertion and ventilation by inexperienced resuscitators. *Anaesth Intensive Care*. 2001; 29: 604–608.
49. Coulson A, Brimacombe J, Keller C, Wiseman L, Ingham T, Cheung D, Popwycz L, Hall B. A comparison of the ProSeal and classic laryngeal mask airways for airway management by inexperienced personnel after manikin-only training. *Anaesth Intensive Care*. 2003; 31: 286–289.
50. Dingley J, Baynham P, Swart M, Vaughan RS. Ease of insertion of the laryngeal mask airway by inexperienced personnel when using an introducer. *Anaesthesia*. 1997; 52: 756–760.
51. Roberts I, Allsop P, Dickinson M, Curry P, Eastwick-Field P, Eyre G. Airway management training using the laryngeal mask airway: a comparison of two different training programmes. *Resuscitation*. 1997; 33: 211–214.
52. Yardy N, Hancox D, Strang T. A comparison of two airway aids for emergency use by unskilled personnel: the Combitube and laryngeal mask. *Anaesthesia*. 1999; 54: 181–183.
53. Pepe PE, Copass MK, Joyce TH. Prehospital endotracheal intubation: rationale for training emergency medical personnel. *Ann Emerg Med*. 1985; 14: 1085–1092.
54. White SJ, Slovis CM. Inadvertent esophageal intubation in the field: reliance on a fool's "gold standard." *Acad Emerg Med*. 1997; 4: 89–91.
55. Beyer AJ III, Land G, Zaritsky A. Nonphysician transport of intubated pediatric patients: a system evaluation. *Crit Care Med*. 1992; 20: 961–966.
56. Andersen KH, Schultz-Lebahn T. Oesophageal intubation can be undetected by auscultation of the chest. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1994; 38: 580–582.
57. Kelly JJ, Eynon CA, Kaplan JL, de Garavilla L, Dalsey WC. Use of tube condensation as an indicator of endotracheal tube placement. *Ann Emerg Med*. 1998; 31: 575–578.
58. Li J. Capnography alone is imperfect for endotracheal tube placement confirmation during emergency intubation. *J Emerg Med*. 2001; 20: 223–229.

59. Grmec S. Comparison of three different methods to confirm tracheal tube placement in emergency intubation. *Intensive Care Med.* 2002; 28: 701–704.
60. Anton WR, Gordon RW, Jordan TM, Posner KL, Cheney FW. A disposable end-tidal CO₂ detector to verify endotracheal intubation. *Ann Emerg Med.* 1991; 20: 271–275.
61. Bhende MS, Thompson AE, Cook DR, Saville AL. Validity of a disposable end-tidal CO₂ detector in verifying endotracheal tube placement in infants and children. *Ann Emerg Med.* 1992; 21: 142–145.
62. Bhende MS, Thompson AE. Evaluation of an end-tidal CO₂ detector during pediatric cardiopulmonary resuscitation. *Pediatrics.* 1995; 95: 395–399.
63. Hayden SR, Sciammarella J, Viccellio P, Thode H, Delagi R. Colorimetric end-tidal CO₂ detector for verification of endotracheal tube placement in out-of-hospital cardiac arrest. *Acad Emerg Med.* 1995; 2: 499–502.
64. MacLeod BA, Heller MB, Gerard J, Yealy DM, Menegazzi JJ. Verification of endotracheal tube placement with colorimetric end-tidal CO₂ detection. *Ann Emerg Med.* 1991; 20: 267–270.
65. Ornato JP, Shipley JB, Racht EM, Slovis CM, Wrenn KD, Pepe PE, Almeida SL, Ginger VF, Fotre TV. Multicenter study of a portable, hand-size, colorimetric end-tidal carbon dioxide detection device. *Ann Emerg Med.* 1992; 21: 518–523.
66. Takeda T, Tanigawa K, Tanaka H, Hayashi Y, Goto E, Tanaka K. The assessment of three methods to verify tracheal tube placement in the emergency setting. *Resuscitation.* 2003; 56: 153–157.
67. Tanigawa K, Takeda T, Goto E, Tanaka K. The efficacy of esophageal detector devices in verifying tracheal tube placement: a randomized cross-over study of out-of-hospital cardiac arrest patients. *Anesth Analg.* 2001; 92: 375–378.
68. Varon AJ, Morrino J, Civetta JM. Clinical utility of a colorimetric end-tidal CO₂ detector in cardiopulmonary resuscitation and emergency intubation. *J Clin Monit.* 1991; 7: 289–293.
69. Sum Ping ST, Mehta MP, Symreng T. Accuracy of the FEF CO₂ detector in the assessment of endotracheal tube placement. *Anesth Analg.* 1992; 74: 415–419.
70. Cantineau JP, Merckx P, Lambert Y, Sorkine M, Bertrand C, Duvaldestin P. Effect of epinephrine on end-tidal carbon dioxide pressure during prehospital cardiopulmonary resuscitation. *Am J Emerg Med.* 1994; 12: 267–270.
71. Ward KR, Yealy DM. End-tidal carbon dioxide monitoring in emergency medicine, part 2: clinical applications. *Acad Emerg Med.* 1998; 5: 637–646.
72. Hand IL, Shepard EK, Krauss AN, Auld PA. Discrepancies between transcutaneous and end-tidal carbon dioxide monitoring in the critically ill neonate with respiratory distress syndrome. *Crit Care Med.* 1989; 17: 556–559.
73. Tobias JD, Meyer DJ. Noninvasive monitoring of carbon dioxide during respiratory failure in toddlers and infants: end-tidal versus transcutaneous carbon dioxide. *Anesth Analg.* 1997; 85: 55–58.
74. Tanigawa K, Takeda T, Goto E, Tanaka K. Accuracy and reliability of the self-inflating bulb to verify tracheal intubation in out-of-hospital cardiac arrest patients. *Anesthesiology.* 2000; 93: 1432–1436.
75. Bozeman WP, Hexter D, Liang HK, Kelen GD. Esophageal detector device versus detection of end-tidal carbon dioxide level in emergency intubation. *Ann Emerg Med.* 1996; 27: 595–599.
76. Sharieff GQ, Rodarte A, Wilton N, Bleyle D. The self-inflating bulb as an airway adjunct: is it reliable in children weighing less than 20 kilograms? *Acad Emerg Med.* 2003; 10: 303–308.
77. Wee MY, Walker AK. The oesophageal detector device: an assessment with uncuffed tubes in children. *Anaesthesia.* 1991; 46: 869–871.
78. Williams KN, Nunn JF. The oesophageal detector device: a prospective trial on 100 patients. *Anaesthesia.* 1989; 44: 412–424.
79. Zaleski L, Abello D, Gold MI. The esophageal detector device. Does it work? *Anesthesiology.* 1993; 79: 244–247.
80. Haynes SR, Morton NS. Use of the oesophageal detector device in children under one year of age. *Anaesthesia.* 1990; 45: 1067–1069.

81. Baraka A, Khoury PJ, Siddik SS, Salem MR, Joseph NJ. Efficacy of the self-inflating bulb in differentiating esophageal from tracheal intubation in the parturient undergoing cesarean section. *Anesth Analg*. 1997; 84: 533–537.
82. Davis DP, Stephen KA, Vilke GM. Inaccuracy in endotracheal tube verification using a Toomey syringe. *J Emerg Med*. 1999; 17: 35–38.
83. Yap SJ, Morris RW, Pybus DA. Alterations in endotracheal tube position during general anaesthesia. *Anaesth Intensive Care*. 1994; 22: 586–588.
84. Sugiyama K, Yokoyama K. Displacement of the endotracheal tube caused by change of head position in pediatric anesthesia: evaluation by fiberoptic bronchoscopy. *Anesth Analg*. 1996; 82: 251–253.
85. King HK. A new device: Tube Securer. An endotracheal tube holder with integrated bite-block. *Acta Anaesthesiol Sin*. 1997; 35: 257–259.
86. Falk JL, Sayre MR. Confirmation of airway placement. *Prehosp Emerg Care*. 1999; 3: 273–278.
87. Wang HE, Kupas DF, Paris PM, Bates RR, Yealy DM. Preliminary experience with a prospective, multi-center evaluation of out-of-hospital endotracheal intubation. *Resuscitation*. 2003; 58: 49–58.
88. Levy H, Griego L. A comparative study of oral endotracheal tube securing methods. *Chest*. 1993; 104: 1537–1540.
89. Tasota FJ, Hoffman LA, Zullo TG, Jamison G. Evaluation of two methods used to stabilize oral endotracheal tubes. *Heart Lung*. 1987; 16: 140–146.