

การดูแลระบบปิดในผู้ป่วยที่ใส่ท่อช่วยหายใจ: การทบทวนจากหลักฐานเชิงประจักษ์

จันทิรา เจียรณัย, PhD^{*}

ณัฐธิดา เพชรประไพ, PhD^{**}

ศรัณญา จุฬาริ, ปร.ด.^{**}

วาริธร ประวิติวงศ์, พย.ม.^{**}

รวิวรรณ พงษ์พุดพิชร์, พย.ม.^{**}

สิริกร ขาวบุญมาศิริ, พย.ม.^{***}

บทคัดย่อ

การดูแลระบบปิดเป็นกิจกรรมการพยาบาลที่สำคัญสำหรับผู้ป่วยที่ใส่ท่อช่วยหายใจและเครื่องช่วยหายใจ ในปัจจุบันหากแบ่งการดูแลระบบปิดตามวิธีการปฏิบัติ แบ่งได้ 2 วิธี คือการดูแลระบบปิดและการดูแลระบบเปิด ซึ่งในบทความนี้จะนำเสนอเกี่ยวกับการดูแลระบบปิดในท่อหลอดลมคอแบบระบบปิดใน 4 ประเด็นที่ผู้เขียนได้จากการทบทวนหลักฐานเชิงประจักษ์ คือ 1) ความแตกต่างของการดูแลระบบปิดและระบบเปิด 2) อุปกรณ์ที่ใช้ 3) ขั้นตอนการปฏิบัติ และ 4) ภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นได้

คำสำคัญ: การดูแลระบบปิด การดูแลระบบในท่อหลอดลมคอหลักฐานเชิงประจักษ์

^{*} รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาการพยาบาลผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ สำนักวิชาพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

E-mail : chantira@sut.ac.th

^{**} อาจารย์ สาขาวิชาการพยาบาลผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ สำนักวิชาพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

^{***} อาจารย์ สาขาวิชาการพยาบาลจิตเวช สำนักวิชาพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Closed Suction System in Patients with Artificial Airway: A Review of Empirical Evidence

Chantira Chiaranai, RN.,Ph.D.^{*}

Nutthita Petchprapai, RN.,Ph.D.^{**}

Saranya Chularee, RN.,Ph.D.^{**}

Waritorn Prawatwong, RN., MSN^{**}

Raweewan Pongpoottipatchara RN, MSN^{**}

Sirikorn Kwaoboonmasiri, RN., MSN^{***}

Abstract

Suction is an important nursing intervention for an intubated patient with amechanical ventilation. Now there are two general types of suctioning systems-closed endotracheal suctioning system and open endotracheal suctioning system. This article is presented with closed endotracheal suctioning system in 4 main points derived from the reviewing of the empirical evidence including; 1) the difference of the two suctioning types, 2) equipment, 3) procedures, and 4) complications that may occur.

Keywords: Closed endotracheal suctioning system, Empirical evidence, Endotracheal suctioning

^{*} Associate Professor, School of Adult and Elderly Nursing, Institute of Nursing, Suranaree University of Technology

^{**} Instructor, School of Adult and Elderly Nursing, Institute of Nursing, Suranaree University of Technology

^{***} Instructor, School of Psychiatric Nursing, Institute of Nursing, Suranaree University of Technology

บทนำ

เสมหะ (Sputum) เป็นสิ่งคัดหลั่งที่เกิดขึ้นได้เอง ถูกสร้างจากต่อมมูก (Submucal glands) ซึ่งมีอยู่ที่เยื่อบุของทุกอวัยวะในระบบทางเดินหายใจ ปกติร่างกายผลิตเสมหะเพื่อป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในระบบทางเดินหายใจวันละประมาณ 10-100 มิลลิลิตร และถูกขับออกจากร่างกายโดยการไอ จาม หรือกลืนโดยไม่รู้สึกรู้สีกตัว เมื่อเกิดสภาวะความเจ็บป่วยที่ทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถขับเสมหะออกมาได้ด้วยตนเอง (Ineffective airway clearance) เสมหะเหล่านั้นจึงกลายเป็นสิ่งอุดตันระบบทางเดินหายใจ ทำให้ร่างกายได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอ (จันทร์ทิรา เจริญชัย, 2558; วัฒนา พันธุ์ศักดิ์, 2550; อภิญา เพียรพิจารณา, 2552) ผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับการใส่ท่อช่วยหายใจหรือท่อหลอดลมเทียม (Artificial airway) เพื่อช่วยให้ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ แต่อย่างไรก็ตามท่อหลอดลมเทียมก็อาจเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้มีการหลั่งน้ำเมือกมากขึ้น ทำให้การขับเสมหะไม่มีประสิทธิภาพ ลมหายใจไม่ผ่านทางเดินหายใจส่วนบนจึงไม่สามารถปรับอุณหภูมิและความชื้นที่พอเหมาะ เสมหะแห้งและเหนียวข้นขึ้น (วัฒนา พันธุ์ศักดิ์, 2550; Özden D and Görgülü, 2012) ก่อให้เกิดปัญหาการอุดตันทางเดินหายใจ ดังนั้นการดูแลทางเดินหายใจให้โล่งจึงเป็นสิ่งสำคัญในการดูแลผู้ป่วยที่ได้รับการใส่ท่อช่วยหายใจ เพื่อให้ทางเดินหายใจทำงานได้ตามปกติและมีประสิทธิภาพในการระบายอากาศและแลกเปลี่ยนก๊าซ

การดูดเสมหะในท่อหลอดลมเทียม (Endotracheal suctioning: ETS) เป็นกิจกรรมการพยาบาลที่สำคัญในการดูแลผู้ป่วยที่ใส่ท่อช่วยหายใจทำได้ 2 วิธี คือ 1) การดูดเสมหะแบบระบบเปิด (Open suction system; OS) เป็นการดูดเสมหะที่ต้องปลดเครื่องช่วยหายใจออกก่อนแล้วจึงสอดสายดูดเสมหะแบบใช้ครั้งเดียวทิ้งเข้าไปเพื่อดูดเสมหะ และ 2) การดูดเสมหะแบบระบบปิด (Closed suction system; CS) ซึ่งทำได้โดยไม่ต้องปลดเครื่องช่วยหายใจ ผู้ป่วยจึงไม่สูญเสียแรงดันภายในถุงลมขณะถูกดูดเสมหะ (จันทร์ทิรา เจริญชัย, 2558; Maggiore et al., 2002; American Association for Respiratory Care, 2010) แต่สายยางดูดเสมหะต้องมีปลอกพลาสติกปราศจากเชื้อหุ้มตลอดแนว วิธีการนี้จึงสามารถใช้สายดูดนี้ซ้ำได้หลายครั้ง

จากการศึกษาของ Vonberg, Eckmanns, Welte, & Gastmeier (2006) ที่ทำการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์ห่อภิมาณ (Systematic review and meta analysis) เกี่ยวกับประโยชน์ของการดูดเสมหะทั้ง 2 ระบบ จากงานวิจัยที่เป็นการทดลองแบบมีการสุ่ม (Randomized controlled trials: RCTs) ในช่วง 40 ปีที่ผ่านมา (ค.ศ.1966-2006) พบว่าในระยะเวลา 40 ปีที่ผ่านมา มีงานวิจัย 9 RCTs ที่เก็บข้อมูลในผู้ป่วยที่ได้รับการดูดเสมหะทั้งระบบปิดและระบบเปิด จำนวน 1,292 ราย (ได้รับการดูดเสมหะแบบเปิด จำนวน 648 ราย และได้รับการดูดเสมหะแบบปิด จำนวน 644 ราย) ยังมีอีกผลการวิจัยพบว่าวิธีการดูดเสมหะทั้ง 2 แบบ ไม่มีความแตกต่างกัน (RR 0.95, 95% CI: 0.76, 1.18; heterogeneity $p = 0.46$) (Vonberg, Eckmanns, Welte, & Gastmeier, 2006)

ถึงแม้จะไม่มีข้อสรุปว่าการดูดเสมหะระบบปิด (CS) ดีกว่าการดูดเสมหะระบบเปิด (OS) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็มีหลักฐานเชิงประจักษ์จำนวนไม่น้อยที่สนับสนุนว่าการดูดเสมหะระบบปิดมีประสิทธิภาพและมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยมากกว่าการดูดเสมหะแบบระบบเปิดใน 6 ประเด็น ดังนี้ 1) สามารถลดการเกิดภาวะพร่องออกซิเจน เนื่องจากผู้ป่วยยังคงได้รับออกซิเจนทางเครื่องช่วยหายใจตลอดเวลาระหว่างการดูดเสมหะทำให้ค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือดลดลงเพียงเล็กน้อย (Evans, Syddall, Butt, & Kinney, 2014; Faraji, Khatony, Moradi, Abdi, & Rezaei, 2015; Jongerden et al., 2012; Harada, 2010; Maggiore et al., 2002; Sole, Byera, Ludy, & Ostrow, 2002) 2) ลดการแพร่กระจายเชื้อจากตัวผู้ป่วยสู่บุคลากร (ผกาวิติ บุญยชาติ และจันทร์คำ โพธิ์อ่อง, 2557; สุนันทา บุรภัทรวงศ์, วราภรณ์ เทียนทอง

และวีรวัดน์ มโนสุทธิ, 2551; Harada, 2010) 3) อัตราการเต้นของหัวใจหลังดูดเสมหะและค่าเฉลี่ยความดันเลือดแดง(Mean arterial pressure : MAP) เพิ่มขึ้นน้อยกว่าการดูดเสมหะระบบเปิด (Evans et al., 2014) 4) ค่าเฉลี่ยของปริมาตรปอด (Tidal volume) ลดลงน้อยกว่า (American Association for Respiratory Care, 2010; Harada, 2010) 5) ระยะเวลาเฉลี่ยของการให้การพยาบาลน้อยลง (ผกาดี บุญยชาติ และ จันทรคำ โพธิ์อ่อง, 2557; Evans et al., 2014) และ 6) ผู้ปฏิบัติการดูดเสมหะประเมินว่ามีความสะดวกในการใช้งานมากกว่าระบบเปิด (ผกาดี บุญยชาติ และจันทรคำ โพธิ์อ่อง, 2557)

มีคำแนะนำให้ใช้การดูดเสมหะระบบปิด (CS) ในผู้ป่วยที่ต้องการปริมาณออกซิเจนความเข้มข้นสูง และต้องการใช้วิธีช่วยหายใจแบบเปิดถุงลมปอดโดยอาศัยความดันเป็นบวกอยู่ที่สิ้นสุดหายใจออก (Positive end expiratory pressure: PEEP) ที่สูง เพื่อช่วยในการ maintain หรือ restore oxygenation หรือในผู้ป่วยที่มีภาวะเสี่ยงสูงต่อภาวะพร่องออกซิเจนและในทารก (American Association for Respiratory Care, 2010) เนื่องจากการดูดเสมหะระบบปิดมีประสิทธิภาพและมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยมากกว่าการดูดเสมหะแบบระบบเปิด แต่ยังไม่มีความชัดเจนในการปฏิบัติในการปฏิบัติการดูดเสมหะที่ดี ผู้เขียนจึงทบทวนวรรณกรรมจากหลักฐานเชิงประจักษ์ย้อนหลัง 20 ปี (ค.ศ. 1997-2017 หรือ พ.ศ. 2540-2560) และเสนอแนะขั้นตอนการดูดเสมหะแบบระบบปิดที่มีประสิทธิภาพโดยแยกเป็น 4 ประเด็น ดังนี้ 1) ความแตกต่างของการดูดเสมหะระบบปิดและระบบเปิด 2) อุปกรณ์ที่ใช้ 3) ขั้นตอนการปฏิบัติ และ 4) ภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นได้

1. ความแตกต่างของการดูดเสมหะระบบปิดและระบบเปิด

จากการทบทวนหลักฐานเชิงประจักษ์ พบว่าการดูดเสมหะระบบปิดและระบบเปิด มีความแตกต่างกัน จำแนกเป็น 12 ประเด็น ได้แก่ 1) การเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือด (Oxygen saturation; SpO₂) 2) การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate; HR) 3) การเปลี่ยนแปลงของค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ย (Mean arterial pressure; MAP^a) 4) การเปลี่ยนแปลงของปริมาตรปอด 5) การเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ (Ventilator-associated Pneumonia: VAP) 6) การแพร่กระจายเชื้อจากตัวผู้ป่วยสู่บุคลากรและสิ่งแวดล้อม 7) จำนวนครั้งการดูดเสมหะต่อวัน 8) ระยะเวลา 9) จำนวนบุคลากรที่ใช้ 10) ความสะดวกในการใช้งาน 11) ความต้องการนำมาใช้ในหน่วยงาน และ 12) ค่าใช้จ่าย ตารางที่ 1 สรุปการเปรียบเทียบความแตกต่างของการดูดเสมหะแบบปิดและแบบเปิดทั้ง 12 ประเด็นข้างต้น

ตารางที่ 1 สรุปการเปรียบเทียบการดูดเสมหะแบบระบบปิดกับระบบเปิด

รายการ	การดูดเสมหะระบบปิด (Closed suctioning; CS)	การดูดเสมหะระบบเปิด (Open suctioning; OS)
1. การเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือด (Oxygen saturation; SpO ₂)	- หลังการดูดเสมหะ ค่า SpO ₂ ลดลงน้อยกว่าการดูดเสมหะแบบ OS (Evans et al., 2014; Faraji et al., 2015; Harada, 2010; Sole et al., 2002)	- ระหว่างดูดเสมหะ พบระดับของค่า SpO ₂ ระหว่างการดูดเสมหะทั้ง CS & OS มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย (0.3%-0.7%) (Jongerden et al., 2012) - หลังดูดเสมหะมีแนวโน้มของการสูญเสีย SpO ₂ มากกว่ากลุ่มที่ได้รับ CS (สุนันทา บุรภัทรวงศ์ และคณะ, 2551)

^a MAP คำนวณจาก (Systolic blood pressure+ 2 Diastolic blood pressure) /3

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการ	การดูดเสมหะระบบปิด (Closed suctioning; CS)	การดูดเสมหะระบบเปิด (Open suctioning; OS)
		- หลังดูดเสมหะไม่พบการเปลี่ยนแปลงค่า SpO ₂ (Åkerman, Larsson, & Ersson, 2014; ; Evans et al., 2014; Sole et al., 2002) และในนาที่ที่ 1, 5 และ 10 ค่า SpO ₂ ไม่แตกต่างกัน (Åkerman et al., 2014)
2. การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate; HR)	- หลังการดูดเสมหะพบ HR เพิ่มขึ้น (จาก baseline 20%) 1.6% (Evans et al., 2014)	- หลังการดูดเสมหะพบ HR เพิ่มขึ้น (จาก baseline 20%) 4.6 % (Evans et al., 2014)
3. การเปลี่ยนแปลงของค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ย (Mean arterial pressure; MAP ^b)	- หลังการดูดเสมหะพบ MAP เพิ่มขึ้น (จาก baseline 20%) 9.2 % (Evans et al., 2014)	- หลังการดูดเสมหะพบ MAP เพิ่มขึ้น (จาก baseline 20%) 3.4% (Evans et al., 2014)
4. การเปลี่ยนแปลงของปริมาตรปอด	- พบค่าเฉลี่ยของปริมาตรปอด (Tidal volume) ลดลงน้อยกว่าหลังทำการดูดเสมหะ (American Association for Respiratory Care, 2010; Harada, 2010)	- พบค่าเฉลี่ยของปริมาตรปอด (Tidal volume) ลดลงมากกว่าหลังทำการดูดเสมหะ (American Association for Respiratory Care, 2010; Harada, 2010)
5. การเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ (Ventilator-associated Pneumonia: VAP)	- อัตราการเกิด VAP ลดลง (ประภาดา วัชรนาถ, อำภพร นามวงศ์พรหม และ น้ำอ้อย ภักดีวงศ์, 2558; American Association for Respiratory Care, 2010)	- อัตราการเกิด VAP ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ CS (ผกาวิติ บุญยชาติ และจันทร์คำ โพธิ์อ่อง, 2557; สุนันทา บุรภัทรวงศ์ และคณะ, 2551; Åkerman et al., 2014; American Association for Respiratory Care, 2010; Zeitoun, de Barros, & Diccini, 2003; Harada, 2010; Hlinková, Nemcová, & Bielená, 2014; Juneja et al., 2016; Sole et al., 2002; Vonberg et al., 2006; Zeitoun, Leite De)
6. การแพร่กระจายเชื้อจากตัวผู้ป่วยสู่บุคลากรและสิ่งแวดล้อม	- มีความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อต่ำ เนื่องจากโอกาสเกิดการกระจายของละอองสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกน้อยมาก (ผกาวิติ บุญยชาติ และจันทร์คำ โพธิ์อ่อง, 2557; สุนันทา บุรภัทรวงศ์ และคณะ, 2551; Harada, 2010)	- มีโอกาสแพร่กระจายเชื้อมากกว่า CS เนื่องจากมีโอกาสสัมผัสกับเสมหะผู้ป่วยและมีการปนเปื้อนขณะดูดเสมหะมากกว่า CS (Haghighat & Yazdannik, 2015)

^b MAP คำนวณจาก (Systolic blood pressure+ 2 Diastolic blood pressure) /3

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการ	การดูดเสมหะระบบปิด (Closed suctioning; CS)	การดูดเสมหะระบบเปิด (Open suctioning; OS)
7. จำนวนครั้งการดูดเสมหะต่อวัน	- จำนวนครั้งการดูดเสมหะต่อวันมากกว่า OS (Evans et al., 2014)	- เนื่องจาก OS มีประสิทธิภาพในการกำจัดเสมหะได้สูงกว่า CS (นภาพร อภิตวีจิ เศรษฐ์ และคณะ, 2549; Blackwood, 1998) จึงทำให้จำนวนครั้งการดูดเสมหะต่อวันน้อยกว่า CS (Evans et al., 2014)
8. ระยะเวลา	- ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการให้การพยาบาล 23 วินาที (ผกาวิติ บุญยชาติ และจันทร์คำ โพธิ์อ่อง, 2557)	- ระยะเวลาในการดูดเสมหะขึ้นอยู่กับจำนวนเสมหะของผู้ป่วยและความรู้สึของผู้ปฏิบัติงาน (นภาพร อภิตวีจิ เศรษฐ์ และคณะ, 2549) - OS ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 38 วินาที (Evans et al., 2014)
9. จำนวนบุคลากรที่ใช้	- ใช้จำนวนบุคลากรในการดูดเสมหะในแต่ละครั้งน้อยกว่า OS (ผกาวิติ บุญยชาติ และจันทร์คำ โพธิ์อ่อง, 2557; Evans et al., 2014)	-
10. ความสะดวกในการใช้งาน	- มีความสะดวกในการใช้งานมากกว่า OS ร้อยละ 51.5 (นภาพร อภิตวีจิ เศรษฐ์ และคณะ, 2549; ผกาวิติ บุญยชาติ และจันทร์คำ โพธิ์อ่อง, 2557) - ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องสวมถุงมือปราศจากก็สามารถดูดเสมหะได้เลย (Haghighat & Yazdannik, 2015)	- มีหลายขั้นตอนในการใช้งานมากกว่า ตั้งแต่สวมถุงมือและการเปลี่ยนถุงมือปราศจากเชื้อ (Haghighat & Yazdannik, 2015) เพิ่มโอกาสในการสัมผัสเชื้อได้
11. ความต้องการนำมาใช้ในหน่วยงาน	- พยาบาลผู้ปฏิบัติงานต้องการนำ CS มาใช้ในหน่วยงานในระดับมาก (ผกาวิติ บุญยชาติ และจันทร์คำ โพธิ์อ่อง, 2557)	- ใช้ OS ในการปฏิบัติงานอยู่แล้ว
12. ค่าใช้จ่าย	- ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อคนต่อวัน น้อยกว่า OS (นภาพร อภิตวีจิ เศรษฐ์ และคณะ, 2549; Harada, 2010)	- ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการดูดเสมหะทั้ง CS และ OS ไม่แตกต่างกัน (American Association for Respiratory Care, 2010; Harada, 2010; Maggiore et al., 2002)

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการดูดเสมหะระบบเปิด

2.1 ชุดสายดูดเสมหะระบบปิดปราศจากเชื้อ (Sterile suction catheter) (ภาพ 1) เลือกขนาดของสายดูดเสมหะ โดยใช้สูตร [ขนาดของท่อช่วยหายใจ (Number)-2] x2 (Elsaman, 2017) ทั้งนี้ขนาดของสายดูดเสมหะที่เหมาะสม ควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกไม่เกินครึ่งหนึ่งของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อช่วยหายใจ (Evans et al., 2014) เพื่อหลีกเลี่ยงความดันลบที่มากเกินไปในทางเดินหายใจโดย และเพื่อไม่ให้ออกซิเจนในเลือดแดงลดลง

2.2 Stethoscope ฟังเสียงเสมหะภายในปอด (สรีรัตน์ เปรมประวัติ, 2551; Evans et al., 2014)

2.3 เครื่องดูดเสมหะสุญญากาศ (Vacuum) พร้อมขวดรองรับ (สรีรัตน์ เปรมประวัตติ, 2551; Evans et al., 2014) และสายยางต่อเครื่องดูดเสมหะ

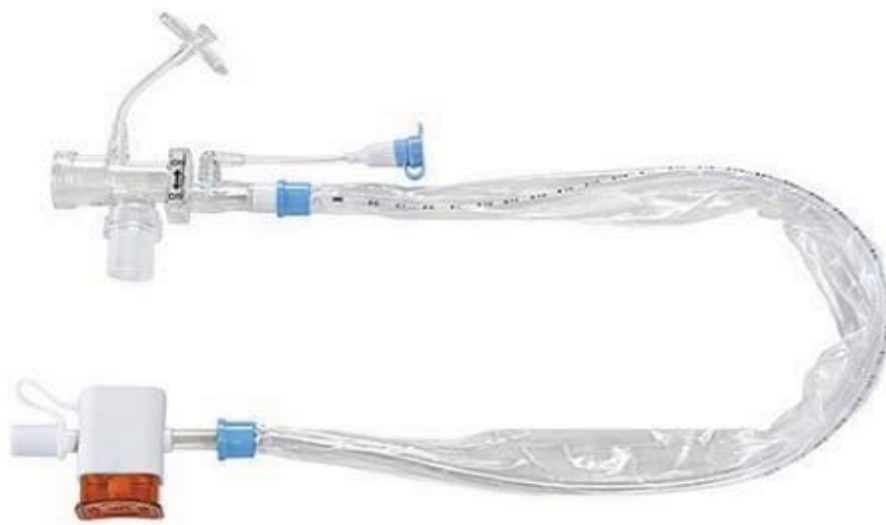
2.4 สำลีปลอดเชื้อและแอลกอฮอล์ 70%

2.5 ชุดให้สารน้ำทางหลอดเลือด (IV SET)

2.6 น้ำเกลือออร์มัล (Normal Saline) ปราศจากเชื้อ 500 มิลลิลิตร (สรีรัตน์ เปรมประวัตติ, 2551) บางแหล่งข้อมูลใช้น้ำกลั่น (Sterile Water) (ยุวนิดา อารามย์, 2558) หรือน้ำต้มสุก (จันทร์ทิรา เจริญ, 2558) สำหรับใช้ล้างสายยางที่ใช้ดูดเสมหะ

2.7 ถังมือสะอาด

2.8 เครื่องตรวจความเข้มข้นออกซิเจนปลายนิ้ว (Pulse oximeter)



ภาพที่ 1 ชุดสายดูดเสมหะระบบปิดปราศจากเชื้อ

ที่มา: <http://www.sumi.com.pl/produkty-katalog/closed-suction-system-72h/>

3. ขั้นตอนการดูดเสมหะระบบปิด

3.1 ประเมินความต้องการในการดูดเสมหะประกอบด้วย เสียงหายใจ ค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือด อัตราการหายใจและรูปแบบการหายใจ ลักษณะเสมหะ ลักษณะการไอ ส่วน Ventilator parameter ได้แก่ Peak inspiratory pressure, plateau pressure, Tidal volume, pressure, flow, volume graphics และ FiO_2 (Evans et al., 2014) ทำการดูดเสมหะเมื่อมีข้อบ่งชี้ ดังนี้ 1) หายใจเสียงดัง ครืดคราด เสียงหายใจออกยาวขึ้น หายใจเร็วขึ้นหรือลดลง 2) มีอาการกระสับกระส่าย 3) อัตราชีพจรเพิ่มขึ้นหรือลดลง 4) ความดันโลหิตสูงขึ้นหรือลดลง และ 5) มีอาการเขียวคล้ำจากการขาดออกซิเจน (The Joanna Briggs Institute, 2000) ข้อบ่งชี้เพิ่มเติมในการดูดเสมหะแบบระบบปิดคือป้องกันปอดได้รับบาดเจ็บ (Lung derecruitment) ในกลุ่มเสี่ยงต่อภาวะพร่องออกซิเจน ผู้ป่วยที่ต้องการความเข้มข้นของออกซิเจนสูง (High FiO_2) และต้องการใช้ความดันเป็นบวกอยู่ที่สิ้นสุดหายใจออก (Positive end expiratory pressure: PEEP) ที่สูง (Elsaman, 2017)

3.2 แจ้งให้ผู้ป่วยทราบทุกครั้งก่อนการดูดเสมหะแม้ผู้ป่วยจะไม่รู้สึกรู้สิดำ เพื่อลดความวิตกกังวลและให้ความร่วมมือในการพยาบาล เนื่องจากการดูดเสมหะเป็นกิจกรรมที่ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกเจ็บปวดและวิตกกังวล

3.3 จัดทำให้ผู้ป่วยนอนศีรษะสูง 30-45 องศา (จันทร์ทิรา เจียรณัย, 2558) และตะแคงหน้าไปด้านตรงกันข้ามกับกลีบปอดที่ต้องการดูดเสมหะ (ยุวนิดา อารามย์, 2558) และสวม pulse oximeter ที่ปลายนิ้ว เพื่อประเมินภาวะพร่องออกซิเจนระหว่างและหลังดูดเสมหะ (Evans et al., 2014)

3.4 ล้างมือให้สะอาดและเช็ดให้แห้ง ใส่ผ้าปิดปากปิดจมูก เพื่อลดการติดเชื้อและการแพร่กระจายเชื้อจากตัวผู้ป่วยสู่ผู้ปฏิบัติ (Evans et al., 2014)

3.5 ให้ออกซิเจน 100% จากเครื่องช่วยหายใจ นาน 1 นาทีก่อนการดูดเสมหะ เพื่อช่วยเพิ่มการระบายอากาศและขยายปอด ช่วยป้องกันไม่ให้แรงดันออกซิเจนในเลือดแดง (PaO_2) ลดลง (Elsaman, 2017; Evans et al., 2014)

3.6 เปิดปลายสายดูดเสมหะระบบปิดและเช็ดด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์ 70% (สิริรัตน์ เปรมประวัตติ, 2551; จันทร์ทิรา เจียรณัย, 2558)

3.7 เช็ดสายยางดูดเสมหะด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์ 70% และต่อเข้ากับปลายสายดูดเสมหะระบบปิด

3.8 เปิดเครื่องดูดเสมหะ ปรับความดันให้อยู่ในระดับไม่เกิน 80 mmHg ดูดเสมหะในปากและลำคอ ก่อนโดยใช้ดูดเสมหะ (Saliva Tube) ต่อเข้ากับเครื่องดูดเสมหะ (ยุวนิดา อารามย์, 2558)

3.9 ทำการดูดเสมหะระบบปิด ปรับความดันให้อยู่ในระดับ 120-200 mmHg (สิริรัตน์ เปรมประวัตติ, 2551) บางแหล่งข้อมูลแนะนำให้ปรับความดันไม่เกิน 150 mmHg (ยุวนิดา อารามย์, 2558) หรือ 120-150 mmHg (Elsaman, 2017)

3.10 ยึดหลักปราศจากเชื้อ (Sterile technique) เป็นสำคัญ และดูดเสมหะโดยใช้วิธี Deep suction โดยใช้มือข้างหนึ่งจับบริเวณข้อต่อกับท่อช่วยหายใจ อีกมือหนึ่งดันสายดูดเสมหะเข้าไปในท่อช่วยหายใจ ใส่เข้าไปอย่างนุ่มนวลลงไปถึงระดับที่ควร คือปลายสายดูดเสมหะพ้นท่อช่วยหายใจไม่เกิน 2 เซนติเมตร หรือเมื่อรู้สึกมีแรงต้านและดึงสายดูดเสมหะขึ้นมา 1 เซนติเมตรก่อนดูดเสมหะด้วยแรงดันลบ (Negative pressure) เพื่อป้องกันการดูดเยื่อปอดลมหาคอ (Evans et al., 2014)

3.11 ใช้นิ้วหัวแม่มือข้างซ้ายกดบริเวณปุ่มควบคุม (Thumb control valve) อย่างต่อเนื่องพร้อมกับดึงสายดูดเสมหะออก การดูดเสมหะแต่ละครั้ง ผู้ใหญ่ใช้เวลาไม่เกิน 10-15 วินาที (Elsaman, 2017; Evans et al., 2014) ในเด็กไม่ควรเกิน 5-10 วินาที (จันทร์ทิรา เจียรณัย, 2558)

3.12 หยุดดึงสายดูดเสมหะเมื่อเห็นแถบดำออกมาอยู่ในถุง (สิริรัตน์ เปรมประวัตติ, 2551)

3.13 ปล่อนิ้วหัวแม่มือที่กดปุ่มควบคุม ให้ผู้ป่วยหยุดพักหายใจ 20-30 วินาที ก่อนที่จะดูดเสมหะครั้งต่อไป เพราะการดูดเสมหะที่ใช้เวลานานทำให้ Vagus nerve ซึ่งมีตัวรับ (Receptor) อยู่มากตลอดหลอดลมถึง carina ถูกกระตุ้นทำให้หัวใจเต้นช้า หัวใจเต้นผิดปกติ ความดันโลหิตลดลงเป็นช่วงๆ เกิดการระคายเคืองผู้ป่วยจะเหนื่อยเจ็บหน้าอก เกิดหลอดลมหดเกร็ง ทำให้เกิดภาวะพร่องออกซิเจน (จันทร์ทิรา เจียรณัย, 2558)

3.14 ทำซ้ำขั้นตอนที่ 3.10-3.13 จนกระทั่งไม่ได้ยินเสียงหรือไม่มีเสมหะ

3.15 ขณะดูดเสมหะให้สังเกตลักษณะและสีของเสมหะ อาการหายใจลำบาก ริมฝีปากหรือผิวของผู้ป่วยเขียวคล้ำ (สิริรัตน์ เปรมประวัตติ, 2551)

3.16 ให้ออกซิเจน 100% (Hyper-oxygenation) จากเครื่องช่วยหายใจอย่างน้อย 1 นาที หลังการดูดเสมหะกรณีผู้ป่วยมีภาวะเสี่ยงต่อการเกิดภาวะพร่องออกซิเจน ให้ทำการให้ออกซิเจนความเข้มข้นสูงและเพิ่มการขยายตัวของปอดให้ผู้ป่วยโดยใช้เครื่องช่วยหายใจ คือให้ตั้งค่าออกซิเจนของเครื่องช่วยหายใจให้อยู่ที่ระดับ 100% และตั้งค่าปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าออกแต่ละครั้งเป็น 1.5 เท่าของปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าออกแต่ละครั้งตามแผนการรักษา และกลับมาตั้งค่าเดิมภายหลังดูดเสมหะ 1 นาที (Evans et al., 2014)

3.17 ภายหลังดูดเสมหะผู้ป่วยเสร็จแล้วให้ล้างสายดูดเสมหะ (สิริรัตน์ เปรมประวัตติ, 2551) ดังนี้

- 1) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าแถบดำบนสายดูดเสมหะเข้ามาอยู่ในถุง
- 2) เช็ดข้อต่อท่อล้างสายดูดเสมหะด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์ 70% และเปิดออกต่อกับกระบอกฉีดยาที่บรรจุสารน้ำนอร์มอลซาล์ว หรือต่อชุดให้สารน้ำทางหลอดเลือดที่ต่อขวดสารน้ำนอร์มอลซาล์ว เข้ากับท่อล้างสาย
- 3) ฉีดน้ำเกลือ นอร์มอลจากกระบอกฉีดยาหรือเปิดตัวเลื่อนควบคุมการหยุด (Roller clamp) ของชุดให้สารน้ำทางหลอดเลือดที่ต่อกับขวดน้ำเกลือ นอร์มอลให้สารน้ำไหลเข้าสู่ท่อล้างอย่างช้าๆ พร้อมกับกดปุ่มควบคุม เพื่อป้องกันน้ำเข้าสู่ท่อช่วยหายใจ ทำอย่างต่อเนื่องจนสายดูดเสมหะสะอาด

3.18 ปลดสายดูดเสมหะระบบปิดออกจากสายยางดูดเสมหะ เช็ดข้อต่อสายดูดเสมหะและสายยางดูดเสมหะ ด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์ 70% และปิดจุกสายดูดเสมหะระบบปิด (สิริรัตน์ เปรมประวัตติ, 2551)

3.19 ถ้ามีเสมหะหรือน้ำลายในปาก ให้เปลี่ยนมาใช้ในการดูดเสมหะแบบระบบเปิด โดยใช้สายดูดเสมหะแบบครั้งเดียวทิ้ง ดูดเสมหะหรือน้ำลายจนหมด ห้ามนำสายดูดเสมหะที่ใช้ในปากหรือจุ่มกลับไปที่ดูดเสมหะในท่อช่วยหายใจอีก (สิริรัตน์ เปรมประวัตติ, 2551)

3.20 ปิดเครื่องดูดเสมหะ

3.21 ล้างมือให้สะอาดและเช็ดให้แห้ง

3.22 ประเมินสภาพผู้ป่วยหลังจากดูดเสมหะ ฟังเสียงปอด สังเกตลักษณะการหายใจ วัดระดับความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือด บันทึกลักษณะ สี ปริมาณเสมหะและอาการแสดงของผู้ป่วย

มีข้อถกเถียงเกี่ยวกับการหยดน้ำเกลือ นอร์มอลลงในท่อทางเดินหายใจเพื่อให้เสมหะเหลว มีหลายการศึกษาที่ไม่แนะนำให้ทำ เนื่องจากทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการระคายเคือง เกิดการแพร่กระจายเชื้อในระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการติดเชื้อ (ยุวนิดา อารามย์, 2558; Sole et al., 2002) ข้อเสนอแนะเมื่อพบเสมหะเหนียวข้น คือการปรับอุณหภูมิของเครื่องทำความชื้นของเครื่องช่วยหายใจ ให้อยู่ระหว่าง 35-37 องศาเซลเซียส เพื่อไม่ให้เสมหะเหนียวแห้ง (ยุวนิดา อารามย์, 2558; สิริรัตน์ เปรมประวัตติ, 2551)

สำหรับการเปลี่ยนสายดูดเสมหะแบบระบบปิดนั้นกระทำเมื่อเปลี่ยนสายดูดเสมหะเมื่อใช้ครบ 72 ชั่วโมง หรือพร้อมกับการเปลี่ยนเครื่องช่วยหายใจ ทั้งนี้มีบางแหล่งข้อมูลเปลี่ยนสายดูดเสมหะทุก 1 สัปดาห์ (ยุวนิดา อารามย์, 2558) เมื่อถึงกลุ่มสายดูดเสมหะมีการฉีกขาดสายดูดเสมหะสกปรกจากคราบเลือดหรือเสมหะที่ล้างไม่ออกหรือมีการปนเปื้อนขณะเปลี่ยนท่อชั้นในหลอดลมคอหรือขณะปลดสายดูดเสมหะออกจากท่อช่วยหายใจ ต้องการเปลี่ยนชุดให้สารน้ำทางหลอดเลือด (IV SET) ที่ต่อกับขวดน้ำเกลือ นอร์มอลสำหรับล้างสายดูดเสมหะ ควรเปลี่ยนเมื่อใช้ครบ 72 ชม. (สิริรัตน์ เปรมประวัตติ, 2551) หรือมีการเปลี่ยนขวดน้ำเกลือ นอร์มอลสำหรับล้างสายดูดเสมหะ ควรเปลี่ยนเมื่อใช้ครบ 24 ชม. (ยุวนิดา อารามย์, 2558)

4. ภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นจากการดูดเสมหะระบบปิด

แม้ว่าการดูดเสมหะระบบปิดจะมีข้อดีหลายประการดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่จากการทบทวนวรรณกรรมยังพบว่าการดูดเสมหะระบบปิด (CS) มีข้อเสียและอาจเกิดภาวะแทรกซ้อน ดังนี้

1) ไม่สามารถดูดเสมหะออกได้ทั้งหมด โดยเฉพาะผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจที่ตั้งระดับความดันเหลือค้างในถุงลมขณะหายใจออก (PEEP) มากกว่าหรือเท่ากับ 10 มิลลิเมตรปรอท การแก้ไขคือลดระดับความดันเหลือค้างในถุงลมขณะหายใจออก (PEEP) ให้น้อยกว่า 10 มิลลิเมตรปรอท ขณะทำการดูดเสมหะจะช่วยให้ดูดเสมหะออกได้ทั้งหมด (สิริรัตน์ เปรมประวัตติ, 2551)

2) ไม่สามารถรับรู้ตำแหน่งของเสมหะที่อยู่ในหลอดลมซึ่งการดูดเสมหะแบบระบบเปิดจะสามารถรับรู้ตำแหน่งของเสมหะที่อยู่ในหลอดลมได้มากกว่า (สิริรัตน์ เปรมประวัติ, 2551)

3) การดูดเสมหะแบบระบบปิดอาจทำให้เกิดอันตรายหรือเกิดภาวะแทรกซ้อนต่างๆ เช่น ทำให้ความยืดหยุ่นของปอดลดลง (Decrease lung compliance) เกิดภาวะ Functional residual capacity เกิดภาวะปอดแฟบ (Atelectasis) ภาวะพร่องออกซิเจน (Hypoxemia) หรือขาดออกซิเจน (Hypoxia) เนื้อเยื่อหลอดลมได้รับบาดเจ็บ (Tracheal or bronchial trauma) หลอดลมฝอยหดเกร็ง (Bronchospasm) การติดเชื้อในทางเดินหายใจส่วนล่าง (Microbial colonization of lower airway) เพิ่มขึ้น ภาวะความดันโลหิตสูง ความดันโลหิตต่ำ และภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ (Cardiac dysrhythmias) เป็นต้น

สรุป

การดูดเสมหะแบบระบบปิดนั้น แม้จะยังไม่มีผลการศึกษาที่ชัดเจนเกี่ยวกับการลดอัตราการเกิดปอดอักเสบและอัตราค่าความคุ้มทุน ซึ่งยังต้องอาศัยการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคต แต่จากการวิเคราะห์หลักฐานเชิงประจักษ์เปรียบเทียบความแตกต่างใน 12 ประเด็น ดังเสนอในตารางที่ 1 พบว่า การดูดเสมหะระบบปิดมีข้อดีมากกว่าการดูดเสมหะระบบเปิด คือการดูดเสมหะแบบระบบปิดมีค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือดหลังทำการดูดเสมหะ ลดระดับลงน้อยกว่าการดูดเสมหะแบบระบบเปิด การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผู้ป่วยที่ได้รับการดูดเสมหะแบบระบบปิดที่ได้รับผลประโยชน์มากกว่ามีความสะดวกในการใช้งานและพยาบาลมีความต้องการในการนำการดูดเสมหะระบบปิดมาใช้ในระดับมาก สำหรับการนำไปใช้ปฏิบัติในแต่ละหน่วยงานนั้น ขึ้นอยู่กับบริบทของโรงพยาบาลและอาการของผู้ป่วย ทั้งนี้พยาบาลเป็นบุคลากรทางการแพทย์ที่มีบทบาทสำคัญในการดูแลผู้ป่วยและอยู่ใกล้ชิดกับผู้ป่วยมากที่สุดเมื่อพยาบาลผู้ปฏิบัติการได้ทำการประเมินผู้ป่วยอย่างละเอียดพบข้อบ่งชี้ที่ต้องได้รับการดูดเสมหะแล้วพยาบาลควรเตรียมผู้ป่วยโดยคำนึงถึงหลักองค์รวมเป็นสำคัญ เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือและทำการดูดเสมหะตามวิธีการที่ถูกต้อง นุ่มนวล ด้วยเทคนิคปราศจากเชื้ออย่างเคร่งครัด ด้วยสิ่งเหล่านี้ ผู้ป่วยย่อมได้รับประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุดจากการดูดเสมหะ ปริมาณเสมหะลดลง ทางเดินหายใจไม่มีสิ่งอุดตัน ปอดสามารถแลกเปลี่ยนก๊าซได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ป่วยได้รับความสุขสบายและปลอดภัย

เอกสารอ้างอิง

จันทร์ทิรา เจริญชัย. (2558). *การพยาบาลผู้ป่วยที่มีปัญหาการผ่านปรอทออกซิเจนและการระบายอากาศ*.

นครราชสีมา: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

นภาพร อภิตวีจิเศรษฐ์, สิริรัตน์ เปรมประวัติ, ศิริรัตน์ ปานพันธุ์โพธิ์ และกัญชฌิมา แดงน้อม. (2549). การสร้างแนวปฏิบัติการพยาบาลดูดเสมหะเพื่อป้องกันการติดเชื้อระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ในผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ. *วารสารพยาบาลศิริราช*, 15-30.

ประภาดา วัชรนาถ, อัมภาพร นามวงศ์พรหม และน้ำอ้อย รักติวงศ์. (2558). ประสิทธิภาพของการใช้แนว

ปฏิบัติการพยาบาล ในการดูแลผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ. *วารสารเกื้อการุณย์*, 22(1), 144-155.

ผกาวิดี บุญยชาติ และจันทร์คำ โพธิ์อ่อง. (2557). ผลการพัฒนารูปแบบการป้องกันการติดเชื้อปอดอักเสบที่สัมพันธ์กับการใช้เครื่องช่วยหายใจ. *วารสารพยาบาลกระทรวงสาธารณสุข*, 23(3), 76-87.

ยุวนิดา อารามย์. (2558). การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ในการดูแลผู้ป่วยเพื่อป้องกันการติดเชื้อปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ. *วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้*, 2(3), 144-158.

- วัฒนา พันธุ์ศักดิ์. (2550). การดูดเสมหะ (Suctioning). ใน สิริรัตน์ ฉัตรชัยสุตา, ปรางค์ทิพย์ อุจะรัตน์ และ อนุรักษ์ บัญจันทร์ (บรรณาธิการ), *ทักษะพื้นฐานทางการพยาบาล* (หน้า 215-226). กรุงเทพฯ: เอ็น พี เพรส.
- สิริรัตน์ เปรมประวัตติ. (2551). การดูดเสมหะในผู้ป่วยที่ใส่ท่อช่วยหายใจ. *วารสารพยาบาลศาสตร์*, 26(1), 14-24.
- สุนันทา บุรภัทรวงศ์, วราภรณ์ เทียนทอง และวีรวัฒน์ มโนสุทธิ. (2551). การพัฒนาเทคนิคการดูดเสมหะ ด้วยระบบปิดในผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจในสถาบันบำราศนราดูร. *วารสารควบคุมโรค*, 34(3), 385-396.
- อภิญา เพียรพิจารณา (บรรณาธิการ). (2552). *แนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาล เล่ม 2*. นนทบุรี: ยุทธรินทร์การพิมพ์.
- Åkerman, E., Larsson, C., & Ersson, A. (2013). Clinical experience and incidence of ventilator-associated pneumonia using closed versus open suction-system. *Nursing in Critical Care*, 19(1), 34–41. doi: 10.1111/nicc.12010
- American Association for Respiratory Care. (2010). Endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients with artificial airways 2010. *Respiratory Care*, 55(6), 758-764.
- Blackwood, B. (1998). The practice and perception of intensive care staff using the closed suctioning system. *Journal of Advanced Nursing*, 28(5), 1020–9. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9840873>
- Elsaman, S.E. (2017). Effect of Application of Endotracheal Suction Guidelines on Cardio respiratory Parameters of Mechanically Ventilated Patients. *IOSR-JNHS*, 6(1), 41-48.
- Evans, J., Syddall, S., Butt, W., & Kinney, S. (2014). Comparison of open and closed suction on safety, efficacy and nursing time in a paediatric intensive care unit. *Australian Critical Care*, 27(2), 70–74. doi: 10.1016/j.aucc.2014.01.003
- Faraji, A., Khatony, A., Moradi, G., Abdi, A., & Rezaei, M. (2015). Open and Closed Endotracheal Suctioning and Arterial Blood Gas Values : A Single-Blind Crossover Randomized Clinical Trial. *Critical care research and practice*, 2015, 1-7. doi: 10.1155/2015/470842
- Haghighat, S., & Yazdannik, A. (2015). The practice of intensive care nurses using the closed suctioning system: An observational study. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research*, 20(5), 619-625. doi: 10.4103/1735-9066.164509.
- Harada, N. (2010). Closed suctioning system: Critical analysis for its use. *Japan Journal of Nursing Science*, 7(1), 19–28. doi: 10.1111/j.1742-7924.2010.00143.x
- Hlinková, E., Nemcová, J., & Bielená, K. (2014). Closed versus open suction system of the airways in the prevention of infection in ventilated patients. *Central European Journal of Nursing and Midwifery*, 5(2), 63–71. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84902115914&partnerID=tZOtx3y1>

- Jongerden, I. P., Kesecioglu, J., Speelberg, B., Buiting, A. G., Leverstein-van Hall, M. A., & Bonten, M. J. (2012). Changes in heart rate, mean arterial pressure, and oxygen saturation after open and closed endotracheal suctioning: A prospective observational study. *Journal of Critical Care*, 27(6), 647–654. doi: 10.1016/j.jcrc.2012.02.016
- Juneja, D., Singh, O., Pandey, R., Javeri, Y., Nasa, P., & Uniyal, B. (2011). Comparing influence of intermittent subglottic secretions drainage with/without closed suction systems on the incidence of ventilator associated pneumonia. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 15, 168. doi: 10.4103/0972-5229.84902
- Maggiore, S. M., Iacobone, E., Zito, G., Conti, G., Antonelli, M., & Proietti, R. (2002). Closed versus open suctioning techniques. *Minerva Anesthesiologica*, 68(5), 360–364.
- Özden, D., & Görgülü, R.S. (2012). Development of standard practice guidelines for open and Closed system suctioning. *Journal of Clinical Nursing*, 21(9-10), 1327-38.
- Sole, M. L., Byera, J. F., Ludy, J. E., & Ostrow, C. L. (2002). Suctioning techniques and airway management practices: pilot study and instrument evaluation. *American journal of critical care*, 11(4), 363-368.
- The Joanna Briggs Institute. (2000). Tracheal Suctioning of Adults with an Artificial Airway. *Best Practice*, 4(4), 1–6.
- Vonberg, R.P., Eckmanns, T., Welte, T., & Gastmeier, P. (2006). Impact of the suctioning System (open vs. closed) on the incidence of ventilation-associated pneumonia: Meta-analysis of randomized controlled trials. *Intensive Care Medicine*, 32(9), 1329–1335. doi: 10.1007/s00134-006-0241-3
- Zeitoun, S.S., Leite De Barros, A. L. B., & Diccini, S. (2003). A prospective, randomized study of ventilator-associated pneumonia in patients using a closed vs. open suction system. *Journal of Clinical Nursing*, 12(4), 484–489. doi: 10.1046/j.1365-2702.2003.00749.x