

การจัดการภาวะฉุกเฉินในผู้ป่วยผู้ใหญ่ผ่าตัดหัวใจ:
การพยาบาลตามหลักฐานเชิงประจักษ์



สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต (การพยาบาลผู้ใหญ่)
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

สารนิพนธ์
เรื่อง
การจัดการภาวะฉุกเฉินในผู้ป่วยผู้ใหญ่ผ่าตัดหัวใจ:
การพยาบาลตามหลักฐานเชิงประจักษ์

นางสุปัญญา โพธิ์ปัทมะ
ผู้ศึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุษาวดี อัครวิเศษ,
Ph.D. (Nursing)
อาจารย์ที่ปรึกษานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรพรรณ โตสิงห์, พย.ด.
อาจารย์ที่ปรึกษานิพนธ์ร่วม

ศาสตราจารย์บรรจง มไหสวริยะ,
พ.บ., ว.ว. ออร์โธปิดิกส์
คณบดี
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

รองศาสตราจารย์ยาใจ สิริหมงคล,
Ph.D. (Nursing)
ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร
พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต
คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

สารนิพนธ์

เรื่อง

การจัดการภาวะฉุกเฉินในผู้ป่วยผู้ใหญ่ผ่าตัดหัวใจ:

การพยาบาลตามหลักฐานเชิงประจักษ์

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต (การพยาบาลผู้ใหญ่)

วันที่ 24 พฤษภาคม 2553

นางสุปัญญา โพธิ์ปทุมะ

ผู้ศึกษา

รองศาสตราจารย์คณินิจ พงศ์ถาวรกุล,

Ph.D. (Nursing)

ประธานกรรมการสอบสารนิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุษาวดี อัครวิเศษ,

Ph.D. (Nursing)

กรรมการสอบสารนิพนธ์

นางสาววิพรรณ สังคหะพงศ์,

พ.บ., ว.ว. วิชาญศึกษา

กรรมการสอบสารนิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรพรรณ โตสิงห์, พย.ค.

กรรมการสอบสารนิพนธ์

ศาสตราจารย์บรรจง มไหสวริยะ,

พ.บ., ว.ว. ออร์โธปิดิกส์

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

รองศาสตราจารย์พองคำ ทิลกสกุลชัย,

Ph.D. (Nursing)

คณบดี

คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยการสนับสนุนทั้งในด้านการให้คำปรึกษาและกรุณาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทุกขั้นตอนจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี อัครวิเศษ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรพรรณ โตสิงห์ อาจารย์ผู้ควบคุมสารนิพนธ์ ผู้ศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง พร้อมกันนี้ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.คณิงนิจ พงศ์ถาวรกุล ประธานกรรมการสอบสารนิพนธ์ และอาจารย์แพทย์หญิงวิพรรณ สังคหะพงศ์ กรรมการสอบสารนิพนธ์ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขสารนิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณผู้ป่วยทุกท่านที่เคยได้ดูแล ซึ่งเป็นแรงบันดาลใจอย่างยิ่งในการเข้าศึกษาระดับปริญญาโท ขอกราบขอบพระคุณ คุณกนกพร แจ่มสมบูรณ์ รองผู้อำนวยการกลุ่มภารกิจบริการวิชาการ สถาบันโรคทรวงอก และคุณอัมพร โต๊ะนิ หัวหน้าแผนกการพยาบาล ศัลยกรรมหัวใจและปอด สถาบันโรคทรวงอก ที่ได้ส่งเสริมและสนับสนุนการศึกษาต่อ ขอขอบคุณสถาบันโรคทรวงอก กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ที่อนุญาตให้ลาศึกษาต่อเต็มเวลา ขอขอบคุณ คุณน้ำฝน ขัดจวง หัวหน้าหน่วยงานผู้ป่วยหนัก ไอซียู สถาบันโรคทรวงอก คุณพรรณี บัลลังก์ พยาบาลผู้ปฏิบัติการชั้นสูง สถาบันโรคทรวงอก ที่ได้สนับสนุนในการศึกษาต่อ และขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต คณะพยาบาลศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล ปี 2551 ทุกท่าน ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ โพธิ์ปัทมะ รวมทั้งท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม ซึ่งได้มีส่วนช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้ศึกษาจนทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้ศึกษาขอกราบระลึกถึงพระคุณอันสุดประมาณมิได้ของ บิดา มารดา และครูบาอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้ทั้งการอบรมและสติปัญญาซึ่งมีคุณค่ายิ่งต่อการดำเนินชีวิตตราบเท่าทุกวันนี้

สุปัญญา โพธิ์ปัทมะ

การจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยผู้ใหญ่ผ่าตัดหัวใจ: การพยาบาลตามหลักฐานเชิงประจักษ์

HYPOTHERMIA MANAGEMENT IN CARDIAC SURGICAL ADULT PATIENTS:
EVIDENCE- BASED NURSING

สุปัญญา โพธิ์ปัทมะ 5136761NSAN/M

พย.ม. (การพยาบาลผู้ใหญ่)

คณะกรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์: อุษาวดี อัครวิเศษ, Ph.D. (Nursing), อรพรรณ โตสิงห์,
พย.ด.

บทคัดย่อ

จำนวนของการผ่าตัดหัวใจในประเทศไทยมีแนวโน้มสูงมากขึ้นทุกปี ดังนั้นสิ่งที่ควรคำนึงถึงคือผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์หลังการผ่าตัดก็มีแนวโน้มสูงมากขึ้น โดยเฉพาะในด้านการเต้นของหัวใจผิดปกติ ปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลง และหัวใจล้มเหลวเฉียบพลัน ล้วนมีความสัมพันธ์กับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาอันเนื่องมาจากการมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำจากการผ่าตัด ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของการดูแล โดยมีพยาบาลเป็นส่วนหนึ่งในทีมสหสาขาวิชาชีพที่ช่วยจัดการผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์ดังกล่าว วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อทบทวนหลักฐานเชิงประจักษ์ในการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจ ผลการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ตีพิมพ์ระหว่างปี ค.ศ. 2001-2010 ได้จำนวนทั้งหมด 41 เรื่อง เมื่อผ่านการวิเคราะห์และสังเคราะห์พบประเด็นที่สำคัญดังนี้ 1) ความสำคัญของการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่น่าเชื่อถือในการวัดระดับอุณหภูมิร่างกายในการผ่าตัด 2) วิธีการจัดการให้ความอบอุ่นร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยวิธี ระยะเวลาและเครื่องมือที่เหมาะสม พร้อมการเฝ้าระวังภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น 3) การจัดการร่วมกันตั้งแต่ระยะก่อนผ่าตัดถึงหลังผ่าตัด ด้วยทีมสหสาขาวิชาชีพ ช่วยลดการเกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำได้ ผลที่ได้จากหลักฐานเชิงประจักษ์นี้มีความเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติของทีมในการผ่าตัด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์สูงสุดในการดูแลรักษาพยาบาลผู้ป่วยผู้ใหญ่ผ่าตัดหัวใจ สามารถนำไปพัฒนาแนวปฏิบัติการพยาบาลร่วมกับทีมสหสาขาวิชาชีพ เพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับพัฒนาทีมการจัดการดูแลรักษาพยาบาล การศึกษา การฝึกทักษะบุคลากร และเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัย โดยมีเป้าหมายเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดและก่อให้เกิดคุณภาพสูงสุดของการจัดการอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยผู้ใหญ่ผ่าตัดหัวใจ

HYPOTHERMIA MANAGEMENT IN CARDIAC SURGICAL ADULT PATIENTS: EVIDENCE-BASED NURSING

SUPANYA BODHIPADMA 5136761 NSAN/M

M.N.S. (ADULT NURSING)

THEMATIC PAPER ADVISORY COMMITTEE: USAVADEE
ASDORNWISED, Ph.D. (NURSING), ORAPAN TOSINGH, D.N.S.

ABSTRACT

The number of cardiac surgical patients in Thailand is increasing every year. Thus, the trend in postoperative adverse events is of high concern. These adverse events such as arrhythmias, low cardiac output, and acute heart failure, are associated with physiological changes resulting from perioperative hypothermia, which has an impact on quality of care that nurses, as part of a multidisciplinary care team, can provide during intervention. The aim of this study was to review and synthesize the evidence-based knowledge in hypothermia management in adult cardiac surgical patients. The findings of the evidence search from published journals and books between 2001 and 2010 were 41 articles. These articles were reviewed and analyzed and it was found that there were 3 important issues. 1) The validity and reliability of instruments for detecting temperature such as body core temperature. 2) Effective rewarming with appropriate devices, best techniques, and closely monitoring postoperative complications. 3) Perioperative care management by a multidisciplinary team to reduce the incidence of hypothermia. These evidence-based practices were related to the practice of multidisciplinary teams in obtaining the preferred outcome of cardiac surgical patient care. These practices should be developed in nursing guidelines in collaboration with multidisciplinary teams. The establishment of a multidisciplinary standard of care including education, skill training, and research development should be further planned. The continuing goal is to reduce the risk of complications after surgery and provide the optimum care in hypothermia management in adult cardiac surgical patients.

KEY WORDS: HYPOTHERMIA/ CARDIAC SURGERY/ WARMING/ NURSING/
PERIOPERATIVE CARE

133 pages

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ง
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วิธีการดำเนินการศึกษา	25
2.1 วิธีการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์	25
2.2 วิธีการที่ใช้ในการประเมินคุณภาพและระดับของหลักฐานเชิงประจักษ์	26
บทที่ 3 ผลการดำเนินการ	32
3.1 ผลการดำเนินการสืบค้น	32
3.2 การประเมินคุณภาพหลักฐานเชิงประจักษ์	38
3.3 การสังเคราะห์หลักฐานเชิงประจักษ์	40
3.4 ข้อเสนอแนะ	79
บทที่ 4 สรุปการศึกษาและข้อเสนอแนะ	92
บทสรุปแบบสมบูรณ์ภาษาไทย	102
บทสรุปแบบสมบูรณ์ภาษาอังกฤษ	113
รายการอ้างอิง	124
ประวัติผู้ศึกษา	133

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 แสดงคำจำกัดความและการจำแนกระดับความรุนแรงของอุณหภูมิกายต่ำ	2
2.1 ระดับของหลักฐานเชิงประจักษ์ (Hierarchy of evidence) ที่บ่งบอก ประสิทธิผลของหัตถการ/การรักษา (Intervention)	30
3.1 ผลสรุปการสืบค้นตามระดับหลักฐานเชิงประจักษ์	32
3.2 ผลการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์เกี่ยวกับการจัดการภาวะอุณหภูมิกายต่ำ	34
3.3 แสดงการจำแนกระดับของระดับอุณหภูมิกาย	42
3.4 สรุปชนิดเครื่องมือและตำแหน่งการฝังระวางอุณหภูมิกาย	56
3.5 สรุปวิธีให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยทำผ่าตัด	72

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
1.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงด้านพยาธิสรีรวิทยาและผลกระทบจากภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ	11
1.2 กรอบแนวคิดผลกระทบและการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยผู้ใหญ่ผ่าตัดหัวใจ	23
3.1 ผลการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์	33

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาวะแทรกซ้อนเป็นความเสี่ยงที่คุกคามชีวิตของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจ ซึ่งมักเกิดขึ้นภายในช่วง 2-5 ชั่วโมงแรกหลังการผ่าตัด ได้แก่ ความไม่สมดุลของระบบไหลเวียนเลือด การเสียเลือดมาก หัวใจเต้นผิดจังหวะ กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด และปริมาณเลือดออกจากหัวใจก่อนที่ลดลง จะนำไปสู่ภาวะหัวใจล้มเหลวในที่สุด (Currey & Botti, 2005; Karhunen, Sihvo, Suojaranta-Ylinen, Rämö, & Salminen, 2006) สาเหตุส่งเสริมการเกิดภาวะแทรกซ้อนดังกล่าวมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งภาวะอุณหภูมิกายต่ำเป็นหนึ่งในหลายปัจจัยที่ส่งเสริมทั้งทางตรงและทางอ้อม (Smeltzer, Bare, Hinkle & Cheever, 2008) โดยจะทำให้ภาวะแทรกซ้อนต่างๆ เกิดรุนแรงมากขึ้นและมีผลกระทบทั้งในระยะสั้นและระยะยาว หากไม่สามารถจัดการให้อุณหภูมิกายกลับสู่สภาพปกติภายใน 2 ชั่วโมง หลังผ่าตัดได้จะทำให้โอกาสการเสียชีวิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และจะสูงมากขึ้น ถ้ายังมีอุณหภูมิกายต่ำใน 4 และ 8 ชั่วโมงหลังการผ่าตัด (Good, Verble, Secrest & Norwood, 2006)

ภาวะอุณหภูมิกายต่ำ (Hypothermia) คือการที่อุณหภูมิแกนของร่างกาย (Core body temperature) มีค่าต่ำกว่า 36°C หรือ 96.8°F โดยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของจุดกำหนดในไฮโปทาลามัส (Hypothalamic set point) (American Society of PeriAnesthesia Nurses :ASPAN, 2001; American Society of Anesthesiologist:ASA, 2002; Aslam, Aslam, Vasavada, & Khan, 2006; AORN, 2007; The National Institute for Health and Clinical Excellence: NICE, 2008; Burns, Wojnakowski, Piotrowski, & Caraffa, 2009; Forbes et al., 2009) อุณหภูมิกายต่ำมีผลกระทบต่อปฏิกิริยาและการทำหน้าที่ของเซลล์ รวมทั้งระบบกลไกการแข็งตัวของเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย และระบบต่อมไร้ท่อ ซึ่งผลกระทบเหล่านี้อาจเกิดเพียงระบบเดียวหรือเกิดร่วมกัน ทำให้มีผลกระทบอย่างรุนแรงในภายหลัง (Kumar, Wong, Melling & Leaper, 2005) ในขณะที่อุณหภูมิภายนอกลดต่ำลง ภาวะอุณหภูมิกายต่ำจะเกิดขึ้นเพื่อปกป้องเนื้อเยื่อของร่างกายที่มีความเสี่ยงต่อการขาดออกซิเจน และการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อ ด้วยการลดอัตราเมตาบอลิซึมและการใช้ออกซิเจนลง ซึ่งกลไกนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับการทำผ่าตัดหัวใจ การทำผ่าตัดของระบบประสาทและการผ่าตัด

ปลุกถ่ายอวัยวะ การเลือกใช้อุณหภูมิกายต่ำขึ้นอยู่กับสถานการณ์หรือมาตรฐานในการรักษา นอกจากนี้อุณหภูมิกายต่ำยังช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิสูงเกินผิดปกติอย่างมาก (Malignant hyperthermia) ในขณะที่ได้รับยาระงับความรู้สึก นอกเหนือจากประโยชน์แล้วยังมีผลเสีย ซึ่งอาจเกิดกับผู้ป่วยในระยะหลังผ่าตัด ได้มีการให้คำจำกัดความและจำแนกระดับความรุนแรงของภาวะอุณหภูมิกายต่ำหลายแบบ ตามตารางที่ 1.1 ดังนี้

ตารางที่ 1.1 แสดงคำจำกัดความและการจำแนกระดับความรุนแรงของภาวะอุณหภูมิกายต่ำ

แหล่งอ้างอิง	คำนิยาม อุณหภูมิกายต่ำ ค่าอุณหภูมิแกน	ระดับอุณหภูมิต่ำ เล็กน้อย (mildly hypothermia)	ระดับอุณหภูมิต่ำ ปานกลาง (moderately hypothermia)	ระดับอุณหภูมิต่ำ อย่างรุนแรง (severely hypothermia)
Aslam et al., 2006	<35°C (95°F)	32°C-35°C 90 °F -95 °F	28°C-32°C 82 °F-90°F	<28°C <82°F
Kunert, 2009	<35°C (95°F)	34 °C -35 °C (93.2°F -95°F)	30 °C -34 °C (86 °F -93.2 °F)	< 30 °C (<86°F)
Polderman & Herold, 2009	<36.0°C	34.0°C–35.9°C	32.0°C–33.9°C 30.0°C–31.9°C	deep <30.0°C
McArthur, 2009; Burns et al., 2009*	<36°C	35.0°C-35.9°C	34.0°C-34.9°C	≤33.9°C
Forbes et al., 2009*	<36.0°C			
NICE, 2008*	<36.0°C			
AORN, 2007*	<36°C			
Good et al., 2006*	<36°C			
ASA, 2002*	<36.0°C			
ASPAN, 2001*	<36.0°C			

หมายเหตุ * = Perioperative hypothermia

การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้ปกติจะอยู่ภายใต้การควบคุมของ hypothalamus ซึ่งเป็นทั้งศูนย์ควบคุมและศูนย์กลางระบบประสาทอัตโนมัติ ที่ทำหน้าที่หุตุอุณหภูมิ (Thermostat) เพื่อคงระดับอุณหภูมิร่างกายซึ่งมีช่วงการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาที่แคบ ในส่วนของ anterior preoptic hypothalamic จะมีหน่วยการรับรู้ความร้อน-เย็น เพื่อการเพิ่มอัตราการเผาผลาญหรือลดพลังงานของร่างกาย และยังมีตัวรับรู้อุณหภูมิทางผิวหนัง ไขสันหลัง หลอดเลือดใหญ่และอวัยวะภายในช่องท้อง แต่การรับรู้อุณหภูมิส่วนผิวหนังส่วนมากจะสนองตอบต่อความเย็นมากกว่าความร้อน (Mitchell & D'Angelo, 2008) การขยายของหลอดเลือดและการขับเหงื่อ (perspiration) เป็นกลไกหลักในการกระจายความร้อน ในขณะที่การหดตัวของหลอดเลือด การหนาวสั่น และการมีขนลุกชัน (Piloerection) เป็นกลไกหลักในการเก็บกักความร้อนของร่างกาย

ในสภาวะปกติ ร่างกายจะมีการปรับให้มีค่าอุณหภูมิค่อนข้างคงที่จากสมดุลของการผลิตและการสูญเสียความร้อน (Sessler, 2008) กระบวนการเผาผลาญพลังงานในร่างกายจะช้าหรือเร็วขึ้นกับระดับของอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำลง โดยทั่วไปอุณหภูมิที่พอเหมาะต่อการทำหน้าที่ได้ดีที่สุดของเอนไซม์ และกระบวนการทางชีวเคมีทั้งหลายที่เกิดขึ้นในร่างกายประมาณ 37°C (Torossian, 2008) อุณหภูมิแกนปกติ มีค่าค่อนข้างคงที่ คือ 36.5°C ถึง 37.5°C (Sessler, 2008) จะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยภายในช่วงแคบๆ คือ $\pm 0.6^{\circ}\text{C}$ หรือ $\pm 1^{\circ}\text{F}$ (Guyton & Hall, 2006) ถ้าระดับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 36°C หรือสูงกว่า 38°C จะบ่งบอกถึงมีการรบกวนกลไกควบคุมการผลิตและการสูญเสียความร้อน รวมทั้งปัจจัยของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่มากหรือน้อยเกินไป จึงทำให้มีการผันแปรของอุณหภูมิกาย (Sessler, 2008) โดยที่อุณหภูมิกายเป็นสิ่งสำคัญ ที่สามารถทำนายการเกิดผลลัพธ์ด้านลบที่เกิดขึ้นต่อร่างกายหลายระบบ (รูปภาพที่ 1.1) ทั้งในผู้ป่วยที่บาดเจ็บหรือได้รับการผ่าตัดสามารถแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลกระทบต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด ปัญหาอุณหภูมิกายต่ำสามารถพบได้หลังการผ่าตัดหัวใจ การมีอุณหภูมิกายต่ำ คือ การมีอุณหภูมิแกนต่ำระหว่าง 34°C และ 36.5°C ในช่วงระหว่างและหลังผ่าตัดหัวใจ ส่งผลกระทบต่อการเกิดปัญหาที่สำคัญหลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบการไหลเวียนเลือดของผู้ป่วยในระยะช่วง 2 ชั่วโมงแรกหลังผ่าตัดหัวใจ 95% ของผู้ป่วยจะมีระบบไหลเวียนเลือดไม่คงที่ (Currey & Botti, 2005) และเป็นเหตุนำไปสู่ภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ (Washington & Matney, 2008)

จากการศึกษาของ Frank และคณะ (1997) อ้างใน Good และคณะ (2006) พบว่าผู้ป่วยที่มีอุณหภูมิกายต่ำหลังการผ่าตัด ($35.4^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$) มีอุบัติการณ์ความผิดปกติด้านหัวใจ 6.3% ซึ่งมากกว่ากลุ่มอุณหภูมิปกติ ($36.7^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$) ที่เกิดเพียง 1.4% ลักษณะการเกิดผลกระทบด้านหัวใจและหลอดเลือด สืบเนื่องจากผลของสารละลาย cardioplegia เย็น ทำให้มีการลดการทำงานของ

กล้ามเนื้อหัวใจ ร่วมกับการลดลงของอุณหภูมิร่างกายทุก 1°C มีผลต่อภาวะกรด-เบส ของร่างกาย โดยค่า pH ของร่างกายจะเพิ่มขึ้น 0.016 มีผลทำให้หัวใจเต้นช้าลง หรือหัวใจเต้นผิดจังหวะ (Munro, 2005; สหคต ปญญถาวร, 2552) ซึ่งเมื่ออุณหภูมิลดลง 1.4°C จะมีผลกระทบต่อกล้ามเนื้อหัวใจหลังผ่าตัดในผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยงสูงเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่า (Frank et al., 1997 อ้างใน Reynolds, Beckmann, & Kurz, 2008) และจากผลตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ผู้ป่วยมีโอกาสเกิดกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเป็น 3 เท่า และมีโอกาสเกิดการเจ็บหน้าอกจากหัวใจขาดเลือดหลังผ่าตัดถึง 12 เท่า (Frank, Beattie, & Christopherson et al., 1993 อ้างใน Kumar et al., 2005)

ในระดับอุณหภูมิร่างกายต่ำเล็กน้อย ($\leq 35^{\circ}\text{C}$) จะมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจช้าลง มีความเสี่ยงต่อการเกิดหัวใจเต้นเร็วผิดปกติ โดยเริ่มจากลักษณะ atrial fibrillation (Polderman, 2004 อ้างใน สหคต ปญญถาวร, 2552) มีความดันโลหิตสูง มีค่าความดันในหลอดเลือดดำส่วนกลางสูงขึ้น และมีปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลง (Polderman & Herold, 2009) เมื่อระดับอุณหภูมิลดต่ำกว่า 30°C จะส่งผลให้การส่งกระแสไฟฟ้าจากจุดกำเนิดของกล้ามเนื้อหัวใจตามปกติลดลง จึงพบการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าหัวใจรูปร่างผิดปกติ เช่น J (Osborn) waves, ST segment elevation, ST segment depression และ T wave inversion เป็นต้น ส่งผลให้ช่วงระยะเวลาการส่งผ่านกระแสไฟฟ้าช้าลงจึงมี prolonged PR และ QT interval, QRS complex widening ส่งผลให้การนำกระแสไฟฟ้าผิดปกติ เช่น AV block (1° , 2° , complete) ส่งผลให้จังหวะการเต้นของหัวใจผิดปกติ เช่น sinus bradycardia, junctional bradycardia, atrial arrhythmias, supraventricular arrhythmias, atrial fibrillation และ ventricular fibrillation เป็นต้น ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องจากภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิต่ำ เช่น alkalosis, acidosis, hypocapnia, hyperkalemia (Aslam et al., 2006) ถ้าอัตราการเต้นของหัวใจลดลงและหัวใจเต้นผิดจังหวะเกิดร่วมกับการมีภาวะความดันโลหิตต่ำจะทำให้เกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายหรือมีผลต่อการทำหน้าที่ของหัวใจได้ (Noble, 2006)

การมีอุณหภูมิต่ำทำให้ระดับของ norepinephrine ในเลือดสูงเพิ่มมากขึ้นถึง 3 เท่า จะส่งผลต่อการเต้นผิดจังหวะของเวนทริเคิล และทำให้หลอดเลือดส่วนปลายตีบมากขึ้นซึ่งกลไกการควบคุมอุณหภูมิกายด้วยการหดตัวของหลอดเลือด จะทำให้ลดปริมาณเลือดไปสู่ส่วนขา และเพิ่มความดันโลหิตมากขึ้น ทำให้ปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลงถึง 30% (Frank, Raja, Bulcao et al., 2000 อ้างใน Reynolds, et al., 2008) ถ้ามีการหดตัวของหลอดเลือดอย่างมาก จะทำให้การกำซาบของเลือดในเนื้อเยื่อส่วนปลายลดลงมีผลต่อการนำออกซิเจนและสารอาหารสู่เซลล์ในส่วนปลายลดลง เกิดภาวะ anaerobic metabolism ทำให้เกิด lactic acid ในบริเวณนั้น นอกจากนั้นการมีอุณหภูมิต่ำ ยังทำให้มีการจับตัวของออกซิเจนและฮีโมโกลบินแน่นเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ oxyhemoglobin curve เลื่อนไปทางซ้าย ทำให้เนื้อเยื่อขาดออกซิเจนมากยิ่งขึ้น (Noble, 2006)

ในระยะ 2-6 ชั่วโมงแรกหลังผ่าตัด ระดับอนุภูมิภาคที่ต่ำเล็กน้อย จะมีผลต่อระดับ catecholamines ในกระแสเลือดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ หลอดเลือดตีบทั่วร่างกาย ความหนืดของเลือดและแรงต้านทานส่วนปลายทั้งระบบเพิ่มขึ้น ความดันโลหิตสูง หัวใจเต้นเร็วผิดปกติและเกิดความไม่สมดุลระหว่างความต้องการและการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อหัวใจ (Currey & Botti, 2005; Putzu, Casati, Berti, Pagliarini & Fanelli, 2007; Campos & Paniagua, 2008) และผลกระทบที่สำคัญของอนุภูมิภาคต่ำ คือ อาการหนาวสั่นซึ่งเกิดจากร่างกายต้องพยายามปรับตัวในการสร้างความร้อนให้กับร่างกายโดยการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิตให้สูงขึ้น จึงมีการใช้ออกซิเจนสูงมากขึ้นถึง 200% นำไปสู่การมีกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดได้ (Currey & Botti, 2005)

กลุ่มผู้ป่วยผู้ใหญ่จะมีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากอนุภูมิภาคต่ำ เช่น ผู้สูงอายุ เนื่องจากมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาต่ำ (Boldt et al., 2002) จึงมักเกิดภาวะอนุภูมิภาคต่ำได้ง่าย และทำให้อนุภาคร่างกายเพิ่มขึ้นได้ยากและช้า เนื่องจากข้อจำกัดในการทำงานของหัวใจ จึงทำให้ปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลง การมีมวลกล้ามเนื้อลดลง ทำให้อัตราการเผาผลาญพลังงานลดลง ร่วมกับกลไกการสั่นเกิดขึ้นช้า การสร้างความร้อนจึงลดลง (Edwards, 2005) อีกทั้งการทำหน้าที่ของผิวหนังอ่อนแอความสามารถในการขับเหงื่อลดลง การรับรู้รู้สึกเย็นได้ช้า การไหลเวียนเลือดช้าลง หลอดเลือดหดตัวไม่ดี จึงทำให้อวัยวะเก็บความร้อนไม่ดีพอและส่งผลให้เกิดภาวะอนุภูมิภาคต่ำได้ง่าย (ขนิษฐา ดิวัรี, สุดประนอม สมันตเวทิน, หทัยรัตน์ ชิตศักดิ์ และ วรพรรณ กิ่งแก้วก้านทอง, 2547; Mitchell & D'Angelo, 2008) จากปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ มีผลต่อการสร้างความร้อน การเก็บ และกระจายความร้อนของร่างกาย จึงทำให้อุณหภูมิร่างกายต่ำได้ยากและช้า (Edwards, 2005)

นอกจากนี้การมีความเสื่อมของสรีระในผู้สูงอายุ เช่น การตีบแข็งของหลอดเลือดแดงขนาดใหญ่ ทำให้หัวใจมีการทำงานต่อแรงต้านเพิ่มขึ้น การมีเส้นใยกล้ามเนื้อหัวใจฝ่อซึ่งทำให้หัวใจโต มีผลต่อความสามารถในการผ่อนคลายตัวของเวนทริเคิลซ้าย ส่งผลให้หัวใจคลายตัวช้าลง การตอบสนองต่อ beta adrenergic ของหัวใจลดลงทำให้ end diastolic volume เพิ่มขึ้น การมีจำนวนเซลล์จุดกำเนิดไฟฟ้าหัวใจลดลง นำไปสู่การนำสัญญาณไฟฟ้าหัวใจผิดปกติและหัวใจเต้นช้าซึ่งส่งผลให้การทำงานของหัวใจถูกจำกัดหรือล้มเหลวและมีปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลง (Jin & Chung, 2001; Edwards, 2005; Resnick, 2005; Smeltzer et al., 2008) เป็นต้น จึงทำให้มีโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนด้านหัวใจที่สัมพันธ์กับการผ่าตัด โดยที่พบมากในผู้สูงอายุ คือ กล้ามเนื้อหัวใจตายและกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด ซึ่งมักจะพบในช่วงระหว่าง 3 วันแรกหลังผ่าตัด โดยเฉพาะในการผ่าตัดวันแรกมักพบว่าการเกิดกล้ามเนื้อหัวใจตายหลังผ่าตัดเป็นลักษณะที่ซ่อนเร้นและมีคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบ non-Q wave (Jin & Chung, 2001) ในผู้สูงอายุจะมีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตของอวัยวะ

หลายระบบได้ง่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีปัญหาด้านระบบประสาทส่วนกลาง ไตหรือปอดร่วมด้วย (St. André & Del Rossi, 2005)

อุณหภูมิกายต่ำมีผลกระทบต่อปริมาณเลือดออกจากหัวใจต่อนาทีลดลง 7% และเนื่องจากการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจลดลง หัวใจเต้นผิดจังหวะ การเสียเลือดมากหลังผ่าตัด ภาวะไม่สมดุลสารน้ำ และอิเล็กโทรไลต์ และการเกิดระบบไหลเวียนเลือดไม่คงที่ (Smeltzer et al., 2008) ทำให้พบปัญหาภาวะปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลง (Low cardiac output) ถึง 50% ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ (Atoui, Ma, Langlois & Morin, 2008) เมื่อแรกเริ่มในไอซียูหลังผ่าตัดหัวใจ จะพบว่าระดับความสามารถในการบีบตัวของหัวใจลดลง ปัจจัยสำคัญที่กีดการทำงานของหัวใจหลังผ่าตัดคือ ระยะเวลาและระดับความรุนแรงของอุณหภูมิกายต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าต่ำกว่า 35°C เมื่อแรกเริ่มในไอซียู ระยะเวลาการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม โดยเฉพาะถ้านานกว่า 120 นาที และการมีค่า ejection fraction (EF) <35% มาก่อนผ่าตัด เมื่อมีภาวะหัวใจขาดเลือดในการผ่าตัดหรือการทำผ่าตัดที่ยาก จะทำให้มีความรุนแรงแบบชั่วคราวยาวนานกว่าหรือเสียหายอย่างถาวร นอกจากนั้นในผู้ป่วยเหล่านี้ การทำงานของเวนทริเคิลจะลดลงถึง 30% เมื่อเทียบกับก่อนผ่าตัดแต่ ถ้ามีค่า EF>35% มาก่อนผ่าตัด และการผ่าตัดราบรื่นดี ในช่วง 4-6 ชั่วโมงแรกหลังผ่าตัด การทำหน้าที่ของกล้ามเนื้อหัวใจจะลดต่ำลงโดยประมาณ 10-15% จากค่าปกติเดิม และจะคืนสู่ระดับปกติหรือสูงกว่าอย่างรวดเร็วภายใน 24 ชั่วโมง (St. André & Del Rossi, 2005)

2. ผลกระทบด้านไตและอิเล็กโทรไลต์ พบว่าเมื่ออุณหภูมิ $\leq 35^{\circ}\text{C}$ จะมีผลต่อการเคลื่อนผ่านของสารน้ำระหว่างเซลล์และภายในเซลล์ของร่างกาย มีการทำหน้าที่ของท่อไตผิดปกติ ผลของความเย็นทำให้มีการตีบในหลอดเลือดส่วนปลาย ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของปริมาณเลือดในส่วนกลางจึงเกิดสภาวะปริมาณสารน้ำมาก ทำให้เกิดการยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน antidiuretic hormone (ADH) จึงส่งผลต่อการขับปัสสาวะออกเป็นจำนวนมาก (Cold diuresis) หลังผ่าตัด ทำให้ปริมาณสารน้ำในกระแสเลือดลดลงมาก (Edwards, 2005) และในขณะเดียวกันก็ทำให้มีการขับโพแทสเซียม แมกนีเซียม และฟอสเฟตออกมาก จึงส่งผลกระทบต่อด้านอื่นๆ ด้วย เช่น ความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ ปัญหาต่อระบบหายใจ และความเสี่ยงต่อการติดเชื้อเมื่อระดับฟอสเฟตต่ำ (Polderman, 2009) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของสมดุลกรดเบส ในช่วงแรกๆ ของการมีอุณหภูมิกายต่ำทำให้มีการหายใจเพิ่มขึ้นเพื่อระบายอากาศ (Hyperventilation) จึงทำให้เกิด respiratory alkalosis และเมื่ออุณหภูมิกายยังลดต่ำลงมาก จะทำให้การหายใจล้มเหลว ซึ่งนำไปสู่ respiratory และ metabolic acidosis (Edwards, 2005)

3. ผลกระทบด้านการเผาผลาญพลังงาน พบว่าระดับอุณหภูมิกายที่ต่ำประมาณ 30°C มีผลต่อระดับและการทำงานของอินซูลินที่สร้างจากตับอ่อนในเลือดลดลง เซลล์ของร่างกายคือต่อ

การกระตุ้นจากอินซูลิน ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น (Reynolds et al, 2008) ซึ่งจะขาดต่อการรักษา ต้องใช้ปริมาณอินซูลินเพิ่มมากขึ้น ทำให้ส่งผลกระทบต่ออื่นๆ ตามมา จนกว่าระดับอุณหภูมิแกนร่างกายจะสูงกว่า 30°C ความต้องการใช้อินซูลินจึงจะลดลง (Edwards, 2005) เมื่ออุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นอย่างรวดเร็วระดับน้ำตาลในเลือดจะลดต่ำลงผิดปกติอย่างรวดเร็วเช่นกัน (Polderman, 2009)

4. ผลกระทบด้านโลหิตวิทยา พบว่า การมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ มีผลดังนี้

ก. ผลต่อความหนืดของเลือดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การกำซาบของเลือดผิดปกติ (Kumar et al., 2005) เมื่ออุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้น ทุก 1°C ค่าความเข้มข้นของเลือดจะเพิ่มขึ้น 2% ค่าความเข้มข้นของเลือดที่สูงขึ้นนี้อาจลงทำให้การแปลผลค่าความเข้มข้นของเลือดผิดพลาดได้ในผู้ป่วยที่มีอุณหภูมิร่างกายต่ำและเสียเลือดมาก

ข. ผลต่อเกล็ดเลือด ในการผ่าตัดทั่วไปการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำในช่วง 24 ชั่วโมงแรกหลังผ่าตัด มีผลต่อการทำงานของเกล็ดเลือดพร่องหน้าที่ (McArthur, 2009) โดยทำให้เกิดภาวะเกล็ดเลือดต่ำ (Thrombocytopenia) เนื่องจากการอุดตันการไหลเวียนเลือดในตับและม้าม นอกจากนี้ อุณหภูมิร่างกายต่ำ จะทำให้การสังเคราะห์ Thromboxane B2 ผิดปกติ ส่งผลให้การทำงานของเกล็ดเลือดผิดปกติ จึงทำให้ bleeding time นานมากขึ้นแต่สามารถคืนกลับได้ (Kumar et al., 2005)

ค. ผลต่อกระบวนการแข็งตัวของเลือด (Coagulation cascade) มี 3 กลไกที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติในการแข็งตัวของเลือดที่เกี่ยวกับอุณหภูมิ คือ การทำหน้าที่ของเกล็ดเลือด การทำหน้าที่ของเอนไซม์ในการแข็งตัวของเลือด และการสลายไฟบริน (fibrin) ในปี 1992 Rohrer และ Natale พบว่าผลของอุณหภูมิร่างกายต่ำจะชะลอปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องทั้งใน intrinsic และ extrinsic pathways โดยที่ทำให้ระยะเวลาของ prothrombin time และ partial thromboplastin time นานมากขึ้นในคนที่ร่างกายแข็งแรง รวมทั้ง clotting time นานมากขึ้นในผู้ที่ทำผ่าตัดซึ่งไม่ใช่การผ่าตัดหัวใจ และอุณหภูมิร่างกายต่ำชนิดรุนแรงทำให้กระบวนการสลายไฟบรินเพิ่มขึ้น (อ้างใน Kumar et al., 2005) แต่เมื่อทำการตรวจความแข็งตัวของเลือด prothrombin time และ partial thromboplastin times ที่ระดับอุณหภูมิ 37 °C จะพบว่ามีค่าปกติ (Reynolds et al., 2008) เนื่องจากไม่ได้ตรวจตามค่าอุณหภูมิจริงของผู้ป่วย ซึ่งถ้าทำการตรวจตามอุณหภูมิแกนที่แท้จริงของผู้ป่วยจะได้ค่าผลตรวจมีค่ายาวนานมากขึ้น

ในระดับอุณหภูมิร่างกายต่ำเล็กน้อยจำนวนเกล็ดเลือดจะมีค่าปกติแต่การทำหน้าที่ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิร่างกายต่ำมีผลต่อการทำหน้าที่ของเกล็ดเลือดและเอนไซม์ที่เป็นปัจจัยในขั้นตอนการแข็งตัวของเลือดผิดปกติ จึงทำให้การกระตุ้นเกล็ดเลือดและการเกาะติดรวมกันของเกล็ดเลือดลดลง (Putzu et al., 2007) ในผู้ป่วยหลังการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมอาจมีการขาดตัวกระตุ้นเกล็ดเลือดมากกว่าการขาดเกล็ดเลือด นอกจากนี้ อุณหภูมิร่างกายต่ำยังทำให้มีการสร้าง thrombin และ

ความต้านแรงของเกล็ดเลือดลดลง ทำให้มีการหลั่งของสารด้านการแข็งตัวของเลือดที่มีฤทธิ์คล้ายเฮปาริน (Reynolds et al., 2008) ทำให้มีการลดลงของระดับ protein C และ S ทำให้เพิ่มการหลั่งของ thrombin และ thrombomodulin เพิ่มขึ้น (Paparella, Brister & Buchanan, 2004) และทำให้ขั้นตอนการแข็งตัวของเลือดช้าลง

จากการทบทวนงานวิจัยเป็นระบบแบบแบบการวิเคราะห์เมตาของ Rajagopalan, Mascha, Na และ Sessler (2008) สอดคล้องกับ Reynolds และคณะ (2008) ถึงผลจากปัจจัยการแข็งตัวของเลือดลดลง ทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการเสียเลือดมาก และความต้องการได้เลือดทดแทนเพิ่มขึ้น การลดลงของระดับอุณหภูมิกาย เพียงเล็กน้อย ($<1^{\circ}\text{C}$) มีผลทำให้เสียเลือดโดยเฉลี่ย 16% (4% – 26%) และสัมพันธ์กับความเสี่ยงของการได้รับเลือดเพิ่มขึ้น 22% (3%–37%) ซึ่งเหมือนกับข้อสังเกตในการศึกษาของ Lewis-Sims (1995) ที่พบว่าในจำนวนผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจที่มีการเสียเลือดมาก จำเป็นต้องเข้าผ่าตัดใหม่จำนวน 95% มี pulmonary artery (PA) temperatures ต่ำกว่า 35.5°C (อ้างใน Baltimore, 2001) ส่วนการศึกษาของ Schmied และคณะ (1996) พบว่าในผู้ป่วยรับการผ่าตัด Hip arthroplasty การมีอุณหภูมิกายต่ำกว่าค่าปกติ 1.6°C ทำให้มีการเสียเลือดเพิ่มขึ้น 500 มิลลิลิตร (30%) และทำให้มีความต้องการใช้เลือดเพิ่มมากขึ้น (อ้างใน Reynolds et al., 2008)

ในการทบทวนวรรณกรรมเป็นระบบของงานทดลองแบบสุ่มโดย Steiner และ Despotis (2007) ได้ให้คำนิยามการมีเลือดออกมาก (Excessive bleeding) คือ การที่ไม่มีการแข็งตัวเป็นลิ่มเลือด มีการสูญเสียเลือดมากกว่า 2 ลิตร ภายใน 24 ชั่วโมงหลังผ่าตัด มีอัตราการสูญเสีย 300 มิลลิลิตร/ชั่วโมง หรือ 100 - 200 มิลลิลิตร/ชั่วโมง ต่อเนื่องเป็นเวลา 4 ชั่วโมง การเสียเลือดมากผิดปกติหลังผ่าตัดหัวใจพบได้ 3% ถึง 11% มีจำนวนประมาณ 5% ที่ต้องเปิดทำผ่าตัดใหม่ ซึ่ง 50% ถึง 60% เป็นผลจากการห้ามเลือดผ่าตัดไม่เพียงพอ จึงเพิ่มความเสี่ยงต่อการเสียชีวิต 3 ถึง 4 เท่า ปัจจัยด้านอายุ ความซับซ้อนของการผ่าตัด รวมทั้งการมีระยะเวลาของการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมนานมากกว่า 2.5 ชั่วโมง การทำผ่าตัดซ้ำ หรือการทำผ่าตัดร่วมกันหลายวิธี การมีภาวะไตพร่องหน้าที่ ผู้สูงอายุ พื้นที่ผิวร่างกายน้อย และการใช้ยาต้านการแข็งตัวของเลือดก่อนผ่าตัดหรือยาต้านเกล็ดเลือด ต่างมีความสัมพันธ์กับการเสียเลือดมากในการผ่าตัดหัวใจในผู้สูงอายุ การมีความผิดปกติในระดับปานกลางของการแข็งตัวของเลือด เมื่อเทียบกับผู้ที่มีอายุน้อยกว่า ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเสียเลือดหลังผ่าตัดหัวใจมากกว่า (Boldt et al., 2002)

5. ผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย อุณหภูมิกายต่ำจะมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันด้านเซลล์ การสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกายในการผลิต T-cell-mediated เสียไป การกระตุ้น complement และการผลิต C-reactive protein ลดลง ในการศึกษาของ Beilin และคณะ (1998) อ้างใน Kumar และคณะ (2005) พบว่าปฏิกิริยาการเคลื่อนตัวและการเกาะติดของ neutrophil และโมเลกุลของ CD11b,

CD11c และ CD18 จะต่ำลง เนื่องจากอุณหภูมิร่างกายที่ต่ำจะไปกดการผลิตสาร interleukin-1 และ interleukin-2 ส่งผลให้ความสามารถในการทำลายเชื้อโรคของ neutrophils ลดลง แต่ความสามารถจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึง 37 °C นอกจากนี้อุณหภูมิร่างกายที่ต่ำยังไปกดการสร้าง interleukin-6 และ tumour necrosis factor- α ซึ่งเป็น pro-inflammatory cytokines การสร้าง interleukin-8 ที่มีความแรงและจำเพาะต่อการเกาะติดของ neutrophil จะลดลง แต่จะเพิ่มการผลิต interleukin-10 ซึ่งเป็น anti-inflammatory cytokine ที่มีคุณสมบัติในการกดภูมิคุ้มกัน

ผลของการกดภูมิคุ้มกันของร่างกายจากภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ จึงส่งผลทำให้ปฏิกิริยาภูมิคุ้มกันของร่างกาย และความต้านทานต่อการติดเชื้อของผิวหนังลดลง เมื่อมีการเพิ่มการสลายของโปรตีนทำให้มีการเสียไนโตรเจนทางปัสสาวะ ร่วมกับการทำให้ออกซิเจนมีไม่เพียงพอในเนื้อเยื่อส่วนปลายของแผลจึงทำให้ชะลอกระบวนการหายของแผล ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มความเสี่ยงในการติดเชื้อของแผลผ่าตัด (Reynolds et al., 2008) ซึ่งพบอุบัติการณ์เพิ่มขึ้นถึง 3 เท่า ในการติดเชื้อของแผลหลังการผ่าตัดทุกชนิด (Auler, 2005)

การมีอุณหภูมิร่างกายต่ำจึงมีผลกระทบทำให้เกิดการติดเชื้อแผลผ่าตัดโดย 2 กลไก คือ

ก. การตีบตัวของหลอดเลือดส่วนปลายจะส่งผลให้มีนัยสำคัญต่อการลดแรงดึงออกซิเจน (Oxygen tension) ในบริเวณเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง (Sheffield, Sessler, Hopf et al., 1997 อ้างใน Putzu et al., 2007) ผลจากการหดตัวของหลอดเลือดจะทำให้ออกซิเจนบริเวณชั้นใต้ผิวหนังลดลง เนื้อเยื่อจึงขาดออกซิเจน ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นร่วมกับผลของอุณหภูมิร่างกายต่ำจะทำให้การกระตุ้นเกล็ดเลือดเกาะตัวลดลง จึงส่งผลสืบเนื่องทำให้กระบวนการหายของแผลช้าลง (Reynolds et al., 2008) ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการมีอุบัติการณ์ของการติดเชื้อแผลผ่าตัดเพิ่มขึ้น (Putzu et al., 2007)

ข. ผลต่อภูมิคุ้มกันด้านสารน้ำและภูมิคุ้มกันด้านเซลล์ การมีอุณหภูมิร่างกายต่ำมีผลกระทบโดยตรงต่อการทำหน้าที่ของภูมิคุ้มกันในการผลิต T-cell mediated antibody ผิดปกติ และไปทำลายความสามารถของการเจาะจงในการกำจัดแบคทีเรียของ neutrophils (Putzu et al., 2007)

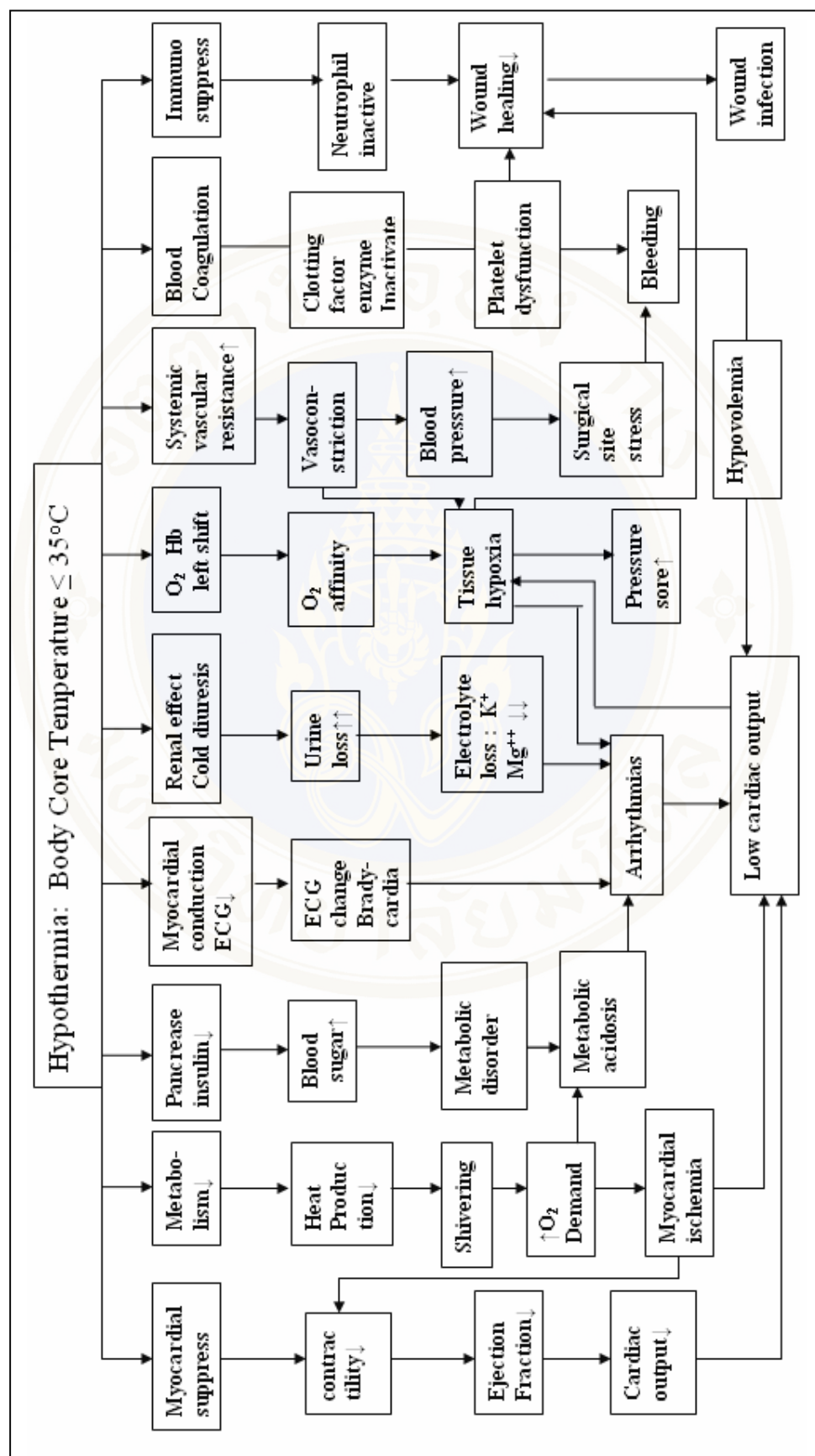
6. ผลทางเภสัชวิทยา อุณหภูมิร่างกายต่ำมีผลกระทบต่ออัตราการเผาผลาญและการกำจัดยาออกนอกร่างกาย (Drug metabolism) โดยอุณหภูมิร่างกายต่ำจะส่งผลต่อการไหลเวียนของเลือดไปสู่อวัยวะภายในลดลง ปริมาณของเลือดที่ไปเลี้ยงไตและอัตราการกรองที่หน่วยไตมีการลดลง และลดการทำงานของตับซึ่งทำหน้าที่การกำจัดยา จึงทำให้การขับยาออกจากร่างกายใช้เวลานานมากขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาการออกฤทธิ์ของยาระงับความรู้สึกทั้งจากการสูดดมและให้ทางหลอดเลือดดำ ยาคลายกล้ามเนื้อที่มีผลต่อประสาทและกล้ามเนื้อ นานมากขึ้น เช่น pancuronium, D-tubocurarine และ morphine (Kumar et al., 2005) ระยะเวลาการออกฤทธิ์ของยาระงับความรู้สึกนานนี้ ทำให้การฟื้น

จากยาระงับความรู้สึกช้า (Auler, 2005; Reynolds et al, 2008) จึงส่งผลให้การย้ายออกจากห้องพักฟื้นหลังผ่าตัดช้า

7. ผลกระทบด้านความไม่สบายจากอุณหภูมิ (Thermal discomfort) พบว่าความไม่สบายจากความเย็นและอาการหนาวสั่นจะเกิดขึ้นประมาณ 24% โดยช่วงระยะเวลาเฉลี่ยของการเกิดหนาวสั่นในช่วงแรกหลังผ่าตัดหัวใจคือ ระยะ 45 ± 30 นาทีแรก เมื่อออกจากห้องผ่าตัด (Currey & Botti, 2005) อาการหนาวสั่นเป็นภาวะแทรกซ้อนที่สำคัญ มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของระดับ catecholamine ในกระแสเลือดทำให้เกิดอุบัติการณ์ของการมีหัวใจเต้นเร็ว และความดันโลหิตสูง (Putzu et al., 2007) ซึ่งช่วยสร้างความร้อนให้ร่างกายได้ถึง 2 เท่า แต่ทำให้ความต้องการออกซิเจนของร่างกายเพิ่มขึ้น 2-3 เท่า และมีการใช้ออกซิเจนเพิ่มมากขึ้นถึง 200% ซึ่งนำไปสู่กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด (Currey & Botti, 2005) การเกิดอาการหนาวสั่นทำให้มีความรู้สึกไม่สบายมากกว่าความรู้สึกปวดแผลผ่าตัดและช่วยส่งเสริมทำให้ปวดแผลผ่าตัดเพิ่มขึ้น ทำให้ความดันในสมองเพิ่มมากขึ้น และความดันในลูกตาเพิ่มมากขึ้น ในกลุ่มผู้สูงอายุจะพบอาการหนาวสั่นได้น้อย เพราะการเสื่อมสภาพในการควบคุมอุณหภูมิร่างกาย (Reynolds et al., 2008) การมีอาการหนาวสั่นในช่วงการตื่นจากยาระงับความรู้สึก มีผลด้านจิตใจทำให้ผู้ป่วยรู้สึกว่าเป็นประสบการณ์ที่เครียด เลวร้ายและแย่ที่สุด ในการอยู่รักษาในโรงพยาบาล (Putzu et al., 2007)

8. ผลกระทบด้านอัตราการเสียชีวิต ในการศึกษาของ Slotman, Jed และ Burchard (1985) ที่อ้างใน Good และคณะ (2006) กล่าวถึงระยะเวลาการมีอุณหภูมิกายต่ำหลังการผ่าตัดเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมงหลังผ่าตัด รวมทั้งในผู้ที่มีอุณหภูมิกายต่ำในระยะ 4 และ 8 ชั่วโมงหลังผ่าตัด มีอัตราการเสียชีวิตสูงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มอุณหภูมิปกติ

9. ผลต่อค่ารักษา เป็นผลกระทบโดยอ้อมต่อค่ารักษาภาวะแทรกซ้อนต่างๆ เช่น ค่าการใช้เลือด การรักษาการติดเชื้อ และระยะเวลานอนโรงพยาบาลนาน จากอุบัติการณ์ของการติดเชื้อแผลผ่าตัดทำให้ระยะเวลานอนโรงพยาบาลเพิ่มมากขึ้น 20% (Reynolds et al., 2008) สำหรับอุณหภูมิที่ลดต่ำลงแต่ละ 1.5°C (2.7°F) มีผลต่อระยะเวลาในห้องพักฟื้นนานมากขึ้น การหมุนเวียนเตียงมีน้อย ระยะเวลานอนโรงพยาบาลมากขึ้น มีผลต่อปริมาณการใช้เลือด การใช้เครื่องช่วยหายใจ ผลกระทบค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากปกติ \$2,500 - \$7,000 ต่อคน (Washington & Matney, 2008; McArthur, 2009)



รูปที่ 1.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและผลระยะยาวจากภาวะอุณหภูมิเยือก

ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในการผ่าตัด (Perioperative hypothermia)

การมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในการผ่าตัดมีสาเหตุจากขั้นตอนการผ่าตัดที่สัมผัสสิ่งแวดล้อมที่เย็นในการทำผ่าตัด และการเสียสภาพกลไกการควบคุมอุณหภูมิร่างกายจากผลของยาชนิดต่างๆ และยาสลบยับยั้งศูนย์ควบคุมอุณหภูมิ (Kunert, 2009) ในภาวะปกติ ระบบการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย จะพยายามปรับให้ร่างกายมีความแปรผันของอุณหภูมิไม่เกิน 0.2-0.4°C ของค่าปกติ (Auler, 2005)

กลไกการสูญเสียความร้อนของร่างกายมีหลายกลไก ทั้งการนำ การพา การแผ่ และการระเหย ในระหว่างการผ่าตัด ผู้ป่วยมีการสูญเสียความร้อนผ่านทางผิวหนังประมาณ 90% (Auler, 2005) ที่พบมากและเร็วที่สุดคือประมาณ 50% ด้วยการแผ่ (Radiation) สูญเสียความร้อนทางศีรษะ และส่วนที่ไม่มีการปกป้อง ส่วนประมาณ 20% ของการสูญเสียความร้อนในห้องผ่าตัด เป็นการระเหย (Evaporation) ของน้ำที่นำความร้อนออกมาด้วยทางผิวหนังหรือเยื่อ โดยปริมาณขึ้นกับพื้นที่ผิวของร่างกาย ขนาดของแผลผ่าตัดที่เปิด และความชื้นในแก๊สสูดดม ส่วนการพาความร้อน (Convection) ทำให้สูญเสียความร้อนจากผู้ป่วยสู่อากาศประมาณ 15% ของการสูญเสียความร้อนทั้งหมดในการผ่าตัด และการนำความร้อน (Conduction) เมื่อสัมผัสกับวัตถุที่เย็น ทำให้สูญเสียความร้อนประมาณ 5% (Insler & Sessler, 2006)

การที่มีอุณหภูมิร่างกายต่ำจากการผ่าตัด สามารถจำแนกได้ 3 กลุ่ม คือ (Edwards, 2005)

ก. Inadvertent, Intra operative หรือ unintentional hypothermia คือภาวะที่อุณหภูมิแกนของร่างกายต่ำ เป็นผลจากการสูญเสียความร้อนของร่างกายจากความไม่ตั้งใจ เช่น การเปิดโล่งของร่างกายหรือช่องอกที่ถูกเปิดกว้างขยายออกสัมผัสกับอุณหภูมิห้องผ่าตัดที่เย็นตลอดเวลา (20°C - 22 °C) พบได้ในผู้ป่วยที่ทำผ่าตัด และได้รับยาสลบที่ไม่ผ่านความอุ่น มีการสูญเสียความร้อนทางผิวหนัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าระยะเวลาการผ่าตัดที่นานจะมีผลต่ออุณหภูมิลดต่ำลง (Rogovin, 2005) ปัจจัยที่ทำให้สูญเสียความร้อนของร่างกายต่อสิ่งแวดล้อม คือ ความเย็นของอุณหภูมิห้องผ่าตัด อุปกรณ์ อัตรการหมุนเวียนของอากาศ จะพาความร้อนให้สูญเสียเพิ่มมากขึ้น การใช้น้ำยาฆ่าเชื้อโรคที่เย็น เช็ดผิวหนัง จะทำให้มีการระเหยความร้อนออกไปจากผิวหนัง การชะล้างช่องของร่างกายด้วยน้ำเย็น การให้สารน้ำเย็นเข้าหลอดเลือด ผลของยาระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกายที่จะลดอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย ลดการตีบของหลอดเลือด และความสามารถในการสัน (Kunert, 2009)

ข. Induced hypothermia หรือ intention induced hypothermia คือภาวะที่อุณหภูมิแกนของร่างกายต่ำกว่า 35°C ซึ่งเกิดจากความตั้งใจทำให้เย็น เช่น การทำผ่าตัดหัวใจ (Kunert, 2009) ที่ปรับเปลี่ยนอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม ในการทำผ่าตัดหัวใจแบบเปิด

แบ่งระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการทำผ่าตัดได้ 3 ระดับ คือ ระดับต่ำเล็กน้อย (mild) 32°C - 35°C ระดับต่ำปานกลาง (moderate) 28°C - 32°C และระดับต่ำมาก (severe) คือ ต่ำกว่า 28°C (Aslam et al., 2006) ประโยชน์ของการมีอุณหภูมิต่ำในระดับปานกลางจะช่วยทำให้ลดเมตาบอลิซึมของเซลล์ในร่างกายลง ซึ่งการลดลงทุก 1°C จะทำให้เมตาบอลิซึมลดลง 7% ทำให้ปกป้องอวัยวะสำคัญจากภาวะขาดเลือด (Munro, 2005; Nussmeier, 2005)

ก. Post anaesthesia หรือ postoperative hypothermia คือ อุณหภูมิแกนของร่างกายลดต่ำลงสืบเนื่องจากผลตกค้างของการลดอุณหภูมิลงและการได้ยาระงับความรู้สึกในระหว่างการผ่าตัด ทำให้มีผลถึงช่วงหลังผ่าตัด (Edwards, 2005) สาเหตุเกิดจากความเย็นภายในห้องผ่าตัด การได้รับสารน้ำที่ไม่ได้ทำให้อุ่น การได้รับยาที่ทำให้หลอดเลือดขยาย การลดลงของอัตราการเผาผลาญพลังงานจากฤทธิ์ของยาสงบ ทำให้มีความผิดปกติในการควบคุมอุณหภูมิของไฮโปทาลามัส การเปิดโล่งของช่องร่างกายและการสูญเสียความร้อนจากปอดผ่านการหายใจ (Good et al., 2006)

ปัจจัยและสาเหตุการเกิดภาวะอุณหภูมิต่ำในผู้ป่วยทำผ่าตัดหัวใจ

ในกระบวนการผ่าตัดหัวใจนั้น เพื่อให้ศัลยแพทย์สามารถกระทำหัตถการต่อหัวใจได้ และเพื่อการปกป้องกล้ามเนื้อหัวใจ สมอง ลดความต้องการเผาผลาญพลังงาน ซึ่งจะช่วยลดผลเสียต่อการเกิดความเสียหายของเนื้อเยื่อจากขาดออกซิเจน (Ischemic tissue damage) (Kunert, 2009) และเซลล์ทั่วร่างกายไม่ให้ขาดเลือด (Nemec & Dilucente, 2000; Campos & Paniagua, 2008) ให้สามารถทำงานได้ตามปกติ ได้มีการนำหลักการลดอุณหภูมิร่างกายให้ต่ำกว่าปกติ (Therapeutic hypothermia, Induced hypothermia) การทำให้เลือดอยู่ในสภาวะเจือจาง (Hemodilution) และการใช้สารต้านเลือดแข็งตัว (Anticoagulant) (Smeltzer et al., 2008) ร่วมกับการถ่ายเทวงจรการทำงานของระบบไหลเวียนเลือดผ่านออกนอกร่างกาย เพื่อคงสภาวะการไหลเวียนเลือดในร่างกาย ก่อนทำให้หัวใจหยุดนิ่ง ระหว่างการทำผ่าตัด โดยใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม (Cardiopulmonary bypass: CPB) ทำงานแทนชั่วคราว

การที่อุณหภูมิร่างกายลดต่ำลงในการผ่าตัดหัวใจ เป็นผลจากการทำงานของเครื่องควบคุมอุณหภูมิที่ต้องการให้อุณหภูมิแกนของร่างกาย ลดต่ำลงทั้งระบบ ให้อยู่ในระดับต่ำปานกลางระหว่าง 28°C - 32°C ร่วมกับการใช้สารละลาย cardioplegia เย็น (4°C) ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิของกล้ามเนื้อหัวใจเย็นลงที่ระดับ 8°C - 15°C และการได้รับน้ำแข็งปกคลุมลงบนหัวใจโดยตรง (Munro, 2005) นอกจากนี้ การได้ยาระงับความรู้สึก การเปิดโล่งของช่องอกที่ถูกเปิดถ่างขยายออกสัมผัสกับอุณหภูมิห้องผ่าตัดที่เย็นตลอดเวลา (22°C) การใช้สารละลายที่เย็นในการล้างช่องอก จะทำให้มีการ

สูญเสียความร้อนของร่างกาย และทำให้อุณหภูมิแกนของร่างกายลดต่ำลง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าระยะเวลาการผ่าตัดที่นาน จะมีผลต่ออุณหภูมิร่างกายลดต่ำลงมาก (Rogovin, 2005)

การแลกเปลี่ยนความร้อนผ่านวงจรของ CPB จะทำให้อุณหภูมิภายในระบบไหลเวียนเลือดลดต่ำลง และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิในส่วนแกนของร่างกาย แต่อุณหภูมิในเนื้อเยื่อส่วนปลาย เช่น กล้ามเนื้อ และไขมัน จะลดต่ำลงช้ากว่า ดังนั้นในภายหลังก่อนการแยกออกจากการใช้ CPB อุณหภูมิแกนของร่างกาย จะถูกปรับให้สูงถึง 37°C (Kunert, 2009) แม้ว่าการทำให้อุณหภูมิภายในระหว่างการผ่าตัด จะได้มีการทำให้อุ่นขึ้นก่อนการออกจาก CPB แต่อุณหภูมิแกนของร่างกาย มักลดต่ำลงอีก (afterdrop) ภายในช่วง 60 นาทีภายหลังการหยุดใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม (Insler et al., 2008) หรือระยะ 45 ถึง 90 นาทีแรก ในระยะการฟื้นตัวหลังการผ่าตัด (Currey & Botti, 2005) ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากความไม่เพียงพอของการให้ความอุ่น ระหว่างการผ่าตัด และผลกระทบด้านสรีรวิทยาของการใช้ CPB ในระหว่างการผ่าตัดหัวใจ (Bräuer et al., 2007) โดยเมื่อความร้อนในเลือดที่อุ่นจากส่วนแกนถ่ายเทไปสู่หลอดเลือดส่วนปลายที่มีการขยายและเลือดที่เย็นจากส่วนปลายไหลเวียนกลับเข้าสู่ส่วนแกน จึงทำให้อุณหภูมิในส่วนแกนลดต่ำลงอีก นอกจากนี้ มีสาเหตุจากการสูญเสียความร้อนออกไปในช่วงขั้นตอนการปิดแผล ระยะเวลาการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปไอซียู รวมถึงฤทธิ์ของยาระงับความรู้สึกชนิดทั่วร่างกาย ทั้งชนิด opioids และ barbiturates ต่างมีผลต่อการควบคุมการปิดกั้นการนำส่งสัญญาณ การเปลี่ยนแปลงจุดตั้งอุณหภูมิหรือยับยั้งการตอบสนองกลับของร่างกายทั้งในส่วนกลางและส่วนปลาย (Kunert, 2009) ดังนั้นเมื่อแรกรับหลังการผ่าตัดหัวใจจะพบว่า 92% ของผู้ป่วย มีอุณหภูมิแกนต่ำกว่าหรือเท่ากับ 36.5°C ในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจซึ่งมีอายุเฉลี่ย 67±10.5 ปี (Currey & Botti, 2005)

ปัจจัยเสี่ยงการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำ ปัจจัยเสี่ยงการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำจำแนกได้ดังนี้

ก. ปัจจัยจากผู้ป่วย ที่ทำให้มีโอกาสเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำได้ง่าย เช่น ทารก ผู้สูงอายุ เพศหญิง โรคร่วม โรคของต่อมไร้ท่อ ความสามารถในการทำหน้าที่ของหัวใจก่อนผ่าตัด การสูบบุหรี่ ค่าความเข้มข้นของเลือดต่ำก่อนผ่าตัด พื้นที่ผิวกายน้อยผอมบาง น้ำหนักร่างกายน้อย ผลการประเมินสภาพร่างกายก่อนการได้ยาระงับความรู้สึก (Physical status classification of the American Society of Anesthesiologists: ASA physical status) ที่สูงระดับ 3-4 (Insler, O'Connor, Leventhal, Nelson, & Starr, 2000; Kiekkas, Pouloupoulou, Papahatzi, & Souleles, 2005; Washington & Matney, 2008) มีอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่า 36°C ก่อนการผ่าตัด (NICE, 2008)

ข. ปัจจัยเสี่ยงจากยาระงับความรู้สึก การได้รับยาระงับความรู้สึกเฉพาะที่หรือทั่วร่างกายทำให้อุณหภูมิร่างกายต่ำ โดยในระยะ 1 ชั่วโมงแรก อุณหภูมิร่างกายเริ่มลดลง 1-1.5°C จากการที่

ความร้อนกระจายออกจากส่วนแกนของร่างกายสู่ส่วนปลาย ใน 2-3 ชั่วโมงต่อมาจะลดลงอย่างช้าๆ เพราะการสูญเสียความร้อนสัมพันธ์กับอัตราการผลิตความร้อน และในระยะ ช่วง 3-4 ชั่วโมงสุดท้าย อุณหภูมิแกนร่างกายจะมีความคงที่ (Kumar et al., 2005) ถ้าเป็นการใช้ยาระงับความรู้สึกทั้งแบบเฉพาะที่และทั่วร่างกายร่วมกัน จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำมากขึ้นหลังการผ่าตัด (NICE, 2008)

ค. ปัจจัยเสี่ยงจากการผ่าตัด ชนิดของการผ่าตัด เช่น การผ่าตัดแบบเปิดช่องท้องหรือทรวงอก และระยะเวลาผ่าตัดที่มากกว่า 2 ชั่วโมง (Washington & Matney, 2008; Kiekkas et al., 2005; Reynolds et al., 2008) ขนาดของการผ่าตัด ทั้งขนาดปานกลาง และการผ่าตัดใหญ่ มีผลต่อการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำหลังการผ่าตัดเพิ่มขึ้น (NICE, 2008)

ง. ปัจจัยเสี่ยงจากการให้เลือดและสารน้ำ เป็นปัจจัยเสี่ยง ของการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำหลังผ่าตัดในไอซียู ถ้ามีการใช้น้ำชะล้าง (Irrigation fluids) ที่มีอุณหภูมิน้ำเท่ากับอุณหภูมิห้องผ่าตัด ในปริมาณมาก จะมีผลมากต่อการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำหลังผ่าตัดในไอซียู การได้รับเลือดที่อุณหภูมิ 4°C โดยไม่ผ่านการอุ่น 1 ถุง หรือการให้สารน้ำชนิด crystalloid solution ปริมาณ 1 ลิตร ณ ระดับอุณหภูมิห้อง จะทำให้อุณหภูมิร่างกายเฉลี่ยของผู้ใหญ่ลดลงประมาณ 0.25°C (Sessler, 2001) จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่เพิ่มความเสี่ยงการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำระหว่างการผ่าตัด (NICE, 2008) และการได้รับสารน้ำเย็นจะทำให้อุณหภูมิแกนลดลง 1-3 °C (Kumar et al., 2005)

จ. ปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมระหว่างการผ่าตัด เช่น อุณหภูมิห้องผ่าตัดที่ต่ำกว่า 26°C การเปิดเผยร่างกาย วิธีการให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายทั้งในระยะก่อนผ่าตัด ขณะผ่าตัด และหลังผ่าตัด (Washington & Matney, 2008; Kiekkas et al., 2005; Reynolds et al., 2008) ระยะเวลาการอยู่ในห้องผ่าตัดที่มีอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานจะมีผลกระทบต่อการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำได้ ถ้าหลังจากออกจาก CPB ยังคงอยู่ในห้องผ่าตัดนานกว่า 90 นาที (El-Rahmany et al., 2000b)

ฉ. ปัจจัยด้านเทคนิคการจัดการดูแลหลังผ่าตัดหัวใจ การจัดการทรัพยากร เทคนิคการดูแลของพยาบาล ในการรักษาอุณหภูมิร่างกายผู้ป่วยให้ปกติ ช่วงระหว่างและหลังผ่าตัด

ปัญหาการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ

การผ่าตัดหัวใจเป็นการผ่าตัดใหญ่ ที่มีขั้นตอนที่ซับซ้อนยุ่งยากมีการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย จึงต้องใช้ทีมงานเป็นจำนวนมากในการผ่าตัดแต่ละครั้ง และมีค่าใช้จ่ายสูงในการรักษาพยาบาล (Financial catastrophic illness) ก่อให้เกิดภาระทางการเงินแก่บุคคลหรือครอบครัว รวมทั้งภาระด้านงบประมาณ การให้บริการสุขภาพของประเทศ การจัดการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ หลังการผ่าตัดให้มีความคุ้มค่าคุ้มทุนจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะในผู้ป่วยโรคหัวใจที่สูงอายุ

จะมีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตสูงมาก ผู้สูงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป หากมีหัวใจล้มเหลว จะพบว่าประสิทธิภาพการบีบตัวของหัวใจจะต่ำลง ค่า New York Heart Association (NYHA) อยู่ระหว่าง class II-IV ค่า Left Ventricular Ejection Fraction (LVEF) < 40% (Maganti, Rao, Borger, Ivanov & David, 2005) เป็นต้น ด้วยปัจจัยทางสรีระที่เสื่อมถอยของผู้สูงอายุและความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาต่ำดังกล่าว ถ้ามีอุณหภูมิร่างกายต่ำในช่วงหลังการผ่าตัดก็จะเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญในระยะหลังการผ่าตัด เพราะหากมีกลไกการควบคุมอุณหภูมิไม่ดีพอ (Resnick, 2005) จะเป็นเหตุซึ่งนำไปสู่การเกิดภาวะแทรกซ้อนอื่นไม่พึงประสงค์หลายอย่าง เช่น ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ ปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลง การเสียเลือดมาก (Currey & Botti, 2005; Smeltzer et al., 2008) การเสี่ยงต่อการติดเชื้อของแผลผ่าตัด เป็นต้น ที่สัมพันธ์กับระยะวันนอนในไอซียูและค่ารักษาพยาบาลที่มากขึ้น (Insler et al., 2000; Richards, 2007; Atoui et al., 2008) รวมทั้งยังส่งผลให้เกิดทุพพลภาพหรือการเสียชีวิตของผู้สูงอายุหลังผ่าตัดได้ง่ายขึ้น (Frank et al., 1997 อ้างใน Leslie & Sessler, 2003)

จากรายงานสถิติจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจในประเทศไทยของสมาคม ศัลยแพทย์ทรวงอกแห่งประเทศไทยปี พ.ศ. 2550, 2551 มีจำนวน 12,208 และ 12,144 ราย ตามลำดับ โดย สถาบันโรคทรวงอกเป็นสถานที่ให้บริการทำผ่าตัดหัวใจมากเป็นลำดับที่ 3 ของประเทศ คือ ในปี 2550 ผ่าตัดจำนวน 943 ราย และปี 2551 ผ่าตัดจำนวน 1,081 ราย ด้วยการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด และแบบปิดให้แก่ผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีความผิดปกติของหัวใจที่มีแต่กำเนิด หรือเกิดภายหลังทุกชนิด (สมาคมศัลยแพทย์ทรวงอกแห่งประเทศไทย, 2551) จากสถิติการเกิดความเสี่ยงทางคลินิกในผู้ป่วย หลังผ่าตัดหัวใจในไอซียู สถาบันโรคทรวงอก ระหว่างปี 2551 และ 2552 ระบุถึงความเสี่ยงที่พบ มากหลังผ่าตัดหัวใจตามลำดับ คือ ภาวะปริมาณเลือดออกจากหัวใจต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักลดลง (low cardiac output) ที่ต้องการใช้เครื่องมือพิเศษพองการทำงานของหัวใจ พบ 9.17% และ 9.67% (เกณฑ์ < 10%) ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ (Arrhythmia) ชนิดรุนแรงที่ต้องได้รับการรักษาพบ 25.05% และ 19.15% (เกณฑ์ < 30%) ภาวะเลือดออกมากที่ต้องทำผ่าตัดซ้ำพบ 4.36% และ 5.71% (เกณฑ์ < 5%) จากสถิติความเสี่ยงดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นของความเสี่ยง ทางคลินิกที่สำคัญ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำหลังการผ่าตัด และผลความเสี่ยงนี้ทำให้การใช้เครื่องช่วยหายใจนานกว่า 48 ชั่วโมง ส่งผลให้ผู้ป่วยมีจำนวนวันนอนในไอซียูโดยเฉลี่ย 3.73 ถึง 3.89 วันต่อคน ซึ่งในกลุ่มที่อยู่ไอซียูนานเกิน 48 ชั่วโมงนี้ เป็นผู้ที่ มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 57.27% (122/213 ราย) และสถิติผู้สูงอายุที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจและทรวงอกที่พิกในไอซียูมี จำนวนเพิ่มมากขึ้นทุกปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ถึง 2551 มีจำนวน 440 ราย (40.40%), 463 ราย (45.30%), 495 ราย (45.12%) และ 539 ราย (46.34%) ตามลำดับ (สถิติผู้ป่วยไอซียู สถาบันโรค

ทรวงอก, 2552) จึงสะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มจำนวนผู้ป่วยที่สูงอายุมีมากขึ้นและค่าใช้จ่ายมากขึ้น ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อภาระด้านค่าใช้จ่ายขององค์กรและงบประมาณของประเทศโดยรวม จึงมีความต้องการการจัดการที่เหมาะสม

จากการสังเกตเมื่อปฏิบัติงานในไอซียู สถาบันโรคทรวงอก และการฝึกปฏิบัติในหอผู้ป่วยหนักตั้งตรงจิตร โรงพยาบาลศิริราช ที่ดูแลผู้ป่วยหนักหลังผ่าตัดหัวใจ พบว่าผู้ป่วยสูงอายุและผู้ที่มิมีประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจต่ำ ในช่วงระยะแรกหลังการผ่าตัด จะมีอุณหภูมิกายต่ำและมักมีภาวะแทรกซ้อนของระบบไหลเวียนเลือดไม่คงที่ มีภาวะเสียเลือดมากหลังผ่าตัด มีภาวะปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลง มีความไม่สมดุลของกรด-เบส สารน้ำและอิเล็กโทรไลต์ แม้จะได้รับการรักษาด้วยยาชนิดต่างๆ และเครื่องมือสนับสนุนการไหลเวียนเลือดให้เพียงพอแต่ผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์เหล่านั้นยังคงเกิดอย่างต่อเนื่องและเป็นระยะเวลานานไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จึงส่งผลเสียหายต่ออวัยวะสำคัญ เกิดการล้มเหลวและเสียชีวิตได้ เช่น ไตวาย หัวใจขาดเลือด ทำให้ระยะการใส่ท่อช่วยหายใจนานมากขึ้น และระยะวันนอนในไอซียูนานมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการผ่าตัดหัวใจ ต้องผ่านขั้นตอนที่ทำให้อุณหภูมิกายลดต่ำกว่าปกติมาก คือ ประมาณ $30-32^{\circ}\text{C}$ ทำให้ผู้ป่วยทุกรายต้องได้รับการทำให้ร่างกายอุ่นขึ้นเท่ากับภาวะปกติ ก่อนหยุดการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม ทำให้เกิดข้อสงสัยต่อการให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยในไอซียูว่ามีความเพียงพอและเหมาะสมหรือไม่ และนอกเหนือจากการทำให้ร่างกายอุ่นขึ้นแล้ว ความอุ่นจะมีประโยชน์อะไรอีกบ้าง ความอุ่นจะช่วยลดภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดได้หรือไม่ และควรมีวิธีการดูแลอย่างไร

ในการประเมินอุณหภูมิกายของผู้ป่วยแรกรับหลังผ่าตัดหัวใจในไอซียู สถาบันโรคทรวงอก ในเดือนธันวาคม 2552 พบว่าในผู้ป่วยจำนวน 19 ราย อายุเฉลี่ย 62.3 ± 15.3 ปี ที่ทำผ่าตัดหัวใจแบบเปิดทั้งการทำผ่าตัดทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจ ทำผ่าตัดเปลี่ยนหรือซ่อมแซมลิ้นหัวใจหลังผ่าตัดทุกรายพบว่ามีอุณหภูมิกายต่ำ โดยจะมีค่าอุณหภูมิแกนเฉลี่ยเมื่อแรกรับเท่ากับ $33.93 \pm 0.79^{\circ}\text{C}$ ซึ่งวัดด้วยเครื่องชนิดอินฟราเรดทางเยื่อแก้วหู ผู้ป่วยกลุ่มนี้ในระยะผ่าตัดมีระยะเวลาการดมยาสลบ 190-345 นาที (266.32 ± 39.26 นาที) และมีค่าอุณหภูมิแกนก่อนสิ้นสุดการให้ความอุ่นผ่านทางเครื่องปอดและหัวใจเทียมระหว่าง $33.8-37.1^{\circ}\text{C}$ ($35.6 \pm 0.84^{\circ}\text{C}$) เมื่อแรกรับในไอซียู ค่าอุณหภูมิแกนที่วัดด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรดทางเยื่อแก้วหูมีค่าระหว่าง $32.1-34.9^{\circ}\text{C}$ (เฉลี่ย $33.93 \pm 0.79^{\circ}\text{C}$) แสดงให้เห็นว่า ในช่วงระยะเวลาประมาณ 88.57 ± 18 นาที หลังสิ้นสุดการคืนความอุ่นด้วยเครื่องปอดและหัวใจเทียม จากห้องผ่าตัดและ ก่อนการเริ่มให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยในไอซียู ได้มีการลดต่ำลงของอุณหภูมิแกน $0.3-2.9^{\circ}\text{C}$ (1.67 ± 0.8) ซึ่งทำให้ระยะเวลาในการให้ความอบอุ่นร่างกายแก่ผู้ป่วยเพื่อให้อุณหภูมิกายอยู่ในระดับปกติ $36.5-37.5^{\circ}\text{C}$ นานประมาณ 3-10 ชั่วโมง

ในกลุ่มผู้ป่วยดังกล่าวมีภาวะแทรกซ้อนที่สัมพันธ์กับการมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ เช่น การมีภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ การเสียเลือดมากหลังผ่าตัดที่ต้องเปิดผ่าตัดห้ามเลือดการมีภาวะ low cardiac output จากประเด็นปัญหาที่พบในการปฏิบัติงานนี้และการศึกษาความรู้เพิ่มเติมพบว่า การมีอุณหภูมิร่างกายต่ำจากการผ่าตัดหัวใจเป็นปัจจัยส่งเสริมต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัด การเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (Bräuer & Quintel, 2009) โดยที่ฤทธิ์ของยาระงับความรู้สึกมีผลทำให้การผลิตความร้อนของร่างกายลดลงและกลไกอัตโนมัติในการควบคุมอุณหภูมิร่างกายเสียไป จึงทำให้ร่างกายมีการกระจายความร้อนจากส่วนแกนกลางของร่างกายไปสู่ส่วนปลาย ส่งผลนำไปสู่อุณหภูมิร่างกายที่ลดต่ำลง อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมภายในห้องผ่าตัดก็ส่งผลให้สูญเสียความร้อนซึ่งก่อให้เกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำได้ (Sessler, 2008) ในการศึกษาของ Insler และคณะ (2000) ในกลุ่มผู้ป่วยจำนวน 5,701 ราย อายุเฉลี่ย 64.3 ± 0.1 ปี ที่ได้รับการผ่าตัดทำทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจที่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม พบว่าผู้ที่มีอุณหภูมิแกนต่ำกว่า 36°C มีอัตราการเกิดภาวะผิดปกติ 7.4% อัตราการเสียชีวิต 1.8% มีความผิดปกติของระบบหัวใจ 1.5% ส่วนในกลุ่มที่มีอุณหภูมิร่างกายปกติ จะมีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตน้อยกว่า ($p = 0.02$) ความต้องการใช้เลือดน้อยกว่า ($p = 0.001$) ความต้องการใส่เครื่องช่วยหายใจลดลง ($p = 0.007$) จำนวนวันนอนในไอซียูและในโรงพยาบาลลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.01, p = 0.005$)

การเกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำที่เป็นผลจากการผ่าตัดสามารถนำไปสู่การเกิดผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์หลายประการ เช่น ระยะเวลาการคลายกล้ามเนื้อนานมากขึ้น การทำหน้าที่ของเกล็ดเลือดเสียหายที่ส่งผลให้กลไกการแข็งตัวของเลือดผิดปกติ ทำให้การเสียเลือดระหว่างการผ่าตัดมากขึ้นมีความต้องการในการใช้เลือดเพิ่มมากขึ้น มีอาการหนาวสั่น มีความไม่สบายจากอุณหภูมิกระบวนการเมตาบอลิซึมของยาที่ผู้ป่วยได้รับระยะผ่าตัดถูกรบกวน ทำให้ระยะเวลาในการฟื้นจากยาสลบนานมากขึ้น มีความผิดปกติต่อหัวใจจากระดับ catecholamine ในกระแสเลือดเพิ่มมากขึ้น กระบวนการหายของแผลทำหน้าที่ได้ไม่สมบูรณ์ เพิ่มความเสี่ยงต่อการติดเชื้อของแผลผ่าตัด และระยะเวลาในการอยู่โรงพยาบาลยาวนานมากขึ้น (Sessler, 2001; ASPAN, 2001)

บทบาทพยาบาลและการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ

ในการปฏิบัติที่ส่งเสริมให้มีอุณหภูมิร่างกายปกติเพื่อลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนต่างๆจากภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ สำหรับผู้ปฏิบัติทางคลินิก เช่น ผู้ให้ยาระงับความรู้สึก พยาบาลผู้ให้การดูแลระหว่างการได้ยาระงับความรู้สึกหรือการผ่าตัด แก่ผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำในการผ่าตัด ได้มีการพัฒนา แนวปฏิบัติทางคลินิกโดยการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (Hooper et al., 2009) ด้วยการปฏิบัติเป็นทีมสหสาขาวิชาชีพรับผิดชอบต่อการเริ่มวิธีการป้องกันโดยมุ่งเพื่อการ

ลดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ จากหลักฐานเชิงประจักษ์ในปัจจุบันจะเน้นให้ความสำคัญต่อการให้หลายกลยุทธ์ร่วมกันเพื่อลดการสูญเสียความร้อนในผู้ป่วยศัลยกรรม (Burns et al., 2009)

การลดปัญหาภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในการผ่าตัด ต้องการความพยายามอย่างเต็มที่ของ ทีมตลอดระยะเวลาการผ่าตัด สิ่งที่สำคัญยิ่งในการส่งเสริมให้มีสมดุลของอุณหภูมิร่างกายปกติสำหรับผู้ป่วย ศัลยกรรมคือการให้ความรู้เกี่ยวกับการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ และผลกระทบ แก่ทีมงานศัลยกรรมทั้งหมด ซึ่งรวมถึงพยาบาลที่ดูแลทั้งระยะก่อนผ่าตัด ระยะผ่าตัดและระยะหลังผ่าตัด ผู้ให้ยาระงับความรู้สึก ศัลยแพทย์ และนักเทคนิคผู้ปฏิบัติเกี่ยวกับการผ่าตัด การให้ตระหนักเห็นความสำคัญ ถ้าขาดการ ผลักดัน อุบัติการณ์ของอุณหภูมิร่างกายต่ำซึ่งเป็นสิ่งที่ป้องกันได้จะยังคงดำเนินต่อไป การพัฒนา บทบาทของพยาบาลซึ่งเป็นบุคลากรที่สำคัญในการดูแลผู้ป่วยที่ทำผ่าตัดหัวใจอย่างใกล้ชิด ในการ ป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดที่เกิดจากการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ พยาบาลควรได้ตระหนักถึง ความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำ ด้วยการเข้าใจถึงสรีรวิทยาของการควบคุมอุณหภูมิและปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำ จะเป็นพื้นฐานที่ดีในการวางแผนการดูแลผู้ป่วยและการ ป้องกันสามารถลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนได้ (Burns et al., 2009)

ระยะก่อนผ่าตัด บทบาทพยาบาลระยะก่อนการผ่าตัดในการประเมินสภาพผู้ป่วยก่อน การผ่าตัด ในผู้ป่วยที่ทำผ่าตัดทุกรายต้องมีการเผื่อคิดตามอุณหภูมิร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วย กลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำ (Burns et al., 2009) การประเมินอุณหภูมิผู้ป่วยก่อน การผ่าตัดเพื่อใช้จำแนกปัจจัยเสี่ยงการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำ (Ayres, 2004) เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในการ ให้ความอุ่นและใช้ในการเปรียบเทียบภายหลัง นอกจากค่าอุณหภูมิควรสังเกตอาการสั่นและขนลุก ตั้งด้วย (Burger & Fitzpatrick, 2009) การประเมินความเสี่ยง การค้นหาความเสี่ยงต่อการเกิด ภาวะแทรกซ้อนในระหว่างและหลังผ่าตัด เช่นปัจจัยเสี่ยงของการเสียชีวิตหรือทุพพลภาพหลังผ่าตัด ในผู้สูงอายุคือ ภาวะไตวาย และการทำผ่าตัดเร่งด่วน (Rosborough, 2006) การประเมินผู้ป่วยอย่าง รอบคอบสามารถลดปริมาณการสูญเสียความร้อนได้ ช่วยลดความเสี่ยงที่สัมพันธ์ กับการเกิด ภาวะแทรกซ้อน (Burger & Fitzpatrick, 2009)

บทบาทพยาบาลในการดูแลผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจด้วยการเป็นที่ปรึกษาและให้ความรู้แก่ ผู้ป่วยและครอบครัว เกี่ยวกับความสำคัญของการเก็บรักษาร่างกายให้อุ่น เป็นสิ่งสำคัญ ช่วยเพิ่ม ความตระหนักต่อภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำที่เกิดได้บ่อยและทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อน (Ayres, 2004; Rosborough, 2006; Burger & Fitzpatrick, 2009) การให้ความรู้ก่อนผ่าตัดสามารถช่วยลดระยะวัน นอนหลังผ่าตัด ภาวะแทรกซ้อนและช่วยลดความวิตกกังวลในการผ่าตัดได้ วิธีการให้ความรู้ที่มี ประสิทธิภาพที่สุดควรสอนในช่วงที่ผู้ป่วยมีความวิตกกังวลน้อยที่สุด (Martin & Turkelson, 2006; NICE, 2008) ผู้ป่วยควรได้มีการกระตุ้นให้บอกพยาบาลถึงความรู้สึกเกี่ยวกับความ หงวนเหินทั้ง

ก่อนผ่าตัดหรือหลังผ่าตัด ซึ่ง การซักถามผู้ป่วยเป็นการเสริมกำลังใจให้แก่ผู้ป่วยในการดูแลตัวเองที่มั่นใจได้ว่าเขาได้รับความอุ่นอย่างเพียงพอก่อนการผ่าตัด (Burger & Fitzpatrick, 2009)

การรักษาอุณหภูมิร่างกายผู้ป่วยให้เป็นปกติก่อนการเข้าผ่าตัด เป็นการเน้นย้ำถึงบทบาทของพยาบาลในการให้บำบัดตั้งแต่แรกเริ่มเพื่อรักษาสภาพให้ผู้ป่วยมีอุณหภูมิกายปกติ (Burns et al., 2009) เช่น ลดการเปิดโล่งของผิวหนังเท่าที่จะเป็นไปได้ การให้ผ้าคลุมที่เพียงพอสำหรับการย้ายไปห้องผ่าตัด หรือการใช้ผ้าห่มลมอุ่นก่อนผ่าตัดมีส่วนสำคัญในการช่วยป้องกันการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำให้ประสบผลสำเร็จได้ (Burger & Fitzpatrick, 2009)

ระยะผ่าตัด เป็นช่วงที่จะส่งผลต่อการดูแลหลังผ่าตัด บทบาทพยาบาลวิสัญญี และพยาบาลผู้ควบคุมการทำงานเครื่องปอดและหัวใจเทียมมีบทบาทสำคัญในการดูแลผู้ป่วยที่ถูกทำให้มีอุณหภูมิร่างกายต่ำระหว่างการผ่าตัด ที่จะถูกทำให้ร่างกายอุ่นด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) ของเครื่องปอดและหัวใจเทียม รวมทั้งในผู้ป่วยบางรายที่ทำผ่าตัดโดยไม่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม อาจมีอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่าในรายที่ใช้ CPB เพราะไม่ได้รับการทำให้อุ่นด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Martin & Turkelson, 2006) พยาบาลห้องผ่าตัดเป็นตัวแทนของผู้ป่วยและรับผิดชอบในการช่วยป้องกันการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ ซึ่งสามารถกระทำได้โดย การให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยอย่างเพียงพอหรือการให้ความอบอุ่นก่อนการผ่าตัด (Clayton, 2008)

ระยะหลังผ่าตัด ในการดูแลหลังผ่าตัดเพื่อลดอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนและอัตราการตายที่เกี่ยวข้องกับการผ่าตัดและยาระงับความรู้สึก พยาบาลต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาของผู้ป่วย เช่น การหายใจ ความคงที่ของระบบไหลเวียนเลือด การจัดการเรื่องสารน้ำ การปลูกให้ต้นจากยาระงับความรู้สึก การจัดการความปวดและ ความสุขสบาย (Clayton, 2008) ระยะหลังผ่าตัดหัวใจเป็นระยะที่สำคัญที่ต้องมีการจัดการให้ทันเวลาและป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังการผ่าตัด พยาบาลห้องผ่าตัด และวิสัญญีแพทย์จะส่งต่อข้อมูลที่สำคัญให้แก่พยาบาลไอซียู การจัดการด้านระบบไหลเวียนโลหิตในระยะแรกมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะถ้ามีภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดในการผ่าตัดจะนำไปสู่การเกิด low cardiac output ในช่วงฉับพลันหลังการผ่าตัดได้ (Martin & Turkelson, 2006) พยาบาลทำหน้าที่ในการประเมินระบบการหายใจและไหลเวียนเลือดทันทีเมื่อแรกรับหลังการผ่าตัด ประเมินอุณหภูมิร่างกายและห่มผ้าให้ความอบอุ่นประเมินอาการปวดและการได้ยาแก้ปวด ดูแลการให้ออกซิเจนให้เพียงพอ โดยเฉพาะช่วงการหนาวสั่นเพื่อให้พอกับความต้องการใช้ในเมตาบอลิซึม ประเมินแผลผ่าตัด การเสียเลือด การได้สารน้ำและจำนวนปัสสาวะ ดูแลด้านจิตใจเมื่อมีอาการหนาวสั่นทำให้เกิดความกังวล ถ้าในผู้ป่วยสูงอายุมีข้อควรระวังคือ เป็นผู้ที่ไวต่อการสูญเสียความร้อนของร่างกายได้ง่ายและร่างกายเย็นได้ง่ายจากระบบการควบคุมอุณหภูมิร่างกายเสื่อมหน้าที่ การดูแลป้องกันตั้งแต่ช่วงผ่าตัดจะลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดได้

ในช่วงผ่าตัดเกิดแผลกดทับได้ง่าย อุทริยาค้างนานทำให้การฟื้นจากยาสลบช้า ความสามารถในการเพิ่มความร้อนให้ร่างกายได้ช้า (Ayres, 2004) ถ้าผู้ป่วยมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำพยาบาลต้องทำการให้ความอบอุ่นร่างกายแก่ผู้ป่วย ซึ่งการให้ความอบอุ่นอาจโดยการให้ผ้าห่มอุ่น การให้ความอบอุ่นขึ้นทางเดินหายใจ ที่นอนอุ่น เนื่องจากการมีหลอดเลือดตีบที่เป็นผลจาก การมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ จะนำไปสู่การมีความดันโลหิตสูงเกินกำหนด ที่อาจส่งผลกระทบต่อรอยเย็บเชื่อมต่อของหลอดเลือดได้ จึงมีการให้ยาขยายหลอดเลือด ในช่วงขณะการให้ความอุ่น เมื่ออุณหภูมิร่างกายปกติและแรงต้านทานของหลอดเลือดส่วนปลายทั้งร่างกายลดลง อาจต้องมีการเพิ่มปริมาณสารน้ำให้เพียงพอ พยาบาลจึงต้องเฝ้าระวังแรงดันในช่องหัวใจ ความดันโลหิต และปริมาณเลือดออกจากหัวใจ อย่างใกล้ชิด ซึ่งควรเฝ้าติดตามทุก ครั้ง-1 ชั่วโมง ตลอดในช่วงแรกหลังการผ่าตัด (Martin & Turkelson, 2006)

สรุปการวิเคราะห์ปัญหา

จากประสบการณ์ปฏิบัติงานและความรู้ที่ได้ศึกษาเพิ่มเติมทำให้ได้ประเด็นปัญหา คือ การมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำหลังการผ่าตัดหัวใจ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะแทรกซ้อนที่นำไปสู่ผลลัพธ์อื่นไม่พึงประสงค์ ต้องการแนวทางการจัดการที่ชัดเจนและเป็นระบบต่อเนื่อง ตั้งแต่ระยะก่อนผ่าตัดถึงระยะหลังผ่าตัด เช่น ปฎิบัติเสี่ยงก่อนผ่าตัด ระยะผ่าตัด ปฎิบัติด้านการรักษาอุณหภูมิร่างกายผู้ป่วยในระยะผ่าตัด อัตราการเร่งระดับอุณหภูมิให้ความอุ่นของเครื่องปอดและหัวใจเทียม ระดับอุณหภูมิสุดท้ายก่อนหยุดใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม และช่วงระยะเวลาหลังการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม ช่วงสุดท้ายในห้องผ่าตัดก่อนมาถึงไอซียู ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการให้ความอุ่นที่ต่อเนื่องในไอซียู และการเฝ้าระวังระดับอุณหภูมิและสัญญาณชีพอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการจัดการผลลัพธ์ด้านอื่นๆ ที่มีสาเหตุส่งเสริมมาจากการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำในช่วงการผ่าตัด ซึ่งจะนำไปสู่ภาวะแทรกซ้อนต่างๆ ที่รุนแรงได้

จากการทบทวนแนวปฏิบัติการดูแลผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ พบว่าไม่ได้มีการระบุ หรือมีแบบแผนที่ชัดเจนและครอบคลุมเพียงพอ สำหรับการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ ซึ่งนำไปสู่การเกิดภาวะแทรกซ้อนดังกล่าว ทำให้มีผลต่อความแปรปรวน (Variance) ในการดูแลทางคลินิก เช่น ระยะเวลาการใช้เครื่องช่วยหายใจ ระยะวันนอนไอซียูนานเกินค่าปกติ ซึ่งนำไปสู่การสูญเสีย ค่าใช้จ่ายผู้ป่วยและองค์กร รวมถึงสะท้อนคุณภาพการดูแล การป้องกันและแก้ไขภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำของผู้ป่วยผู้ใหญ่ หลังผ่าตัดหัวใจ ซึ่งมีผลทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดได้ง่าย จะช่วยลดอุบัติการณ์ การเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังการผ่าตัด เช่น ภาวะไม่สุขสบาย การเสียเลือดมาก หัวใจเต้นผิดจังหวะ ซึ่งจะนำไปสู่การเกิดภาวะปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลงและหัวใจล้มเหลวได้

ดังนั้นการค้นหาวิธีการที่จะช่วยลดภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิร่างกายต่ำในการผ่าตัดหัวใจโดยวิธีการปฏิบัติการพยาบาลตามหลักฐานเชิงประจักษ์ (Evidence-based Nursing) ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาการพยาบาลทางคลินิกที่บูรณาการหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ดีที่สุดจากงานวิจัยที่มีการออกแบบอย่างดี ค่านิยม/ความเชื่อของผู้ป่วยและความเชี่ยวชาญทางคลินิกของพยาบาลในการพิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับการดูแลหรือการให้การพยาบาลผู้ป่วย (ฟองคำ ดิลกสกุลชัย, 2551) ตามกรอบแนวคิดการศึกษาค้นคว้าและการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ (รูปภาพที่ 1.2) จึงนำไปสู่การศึกษาในครั้งนี้

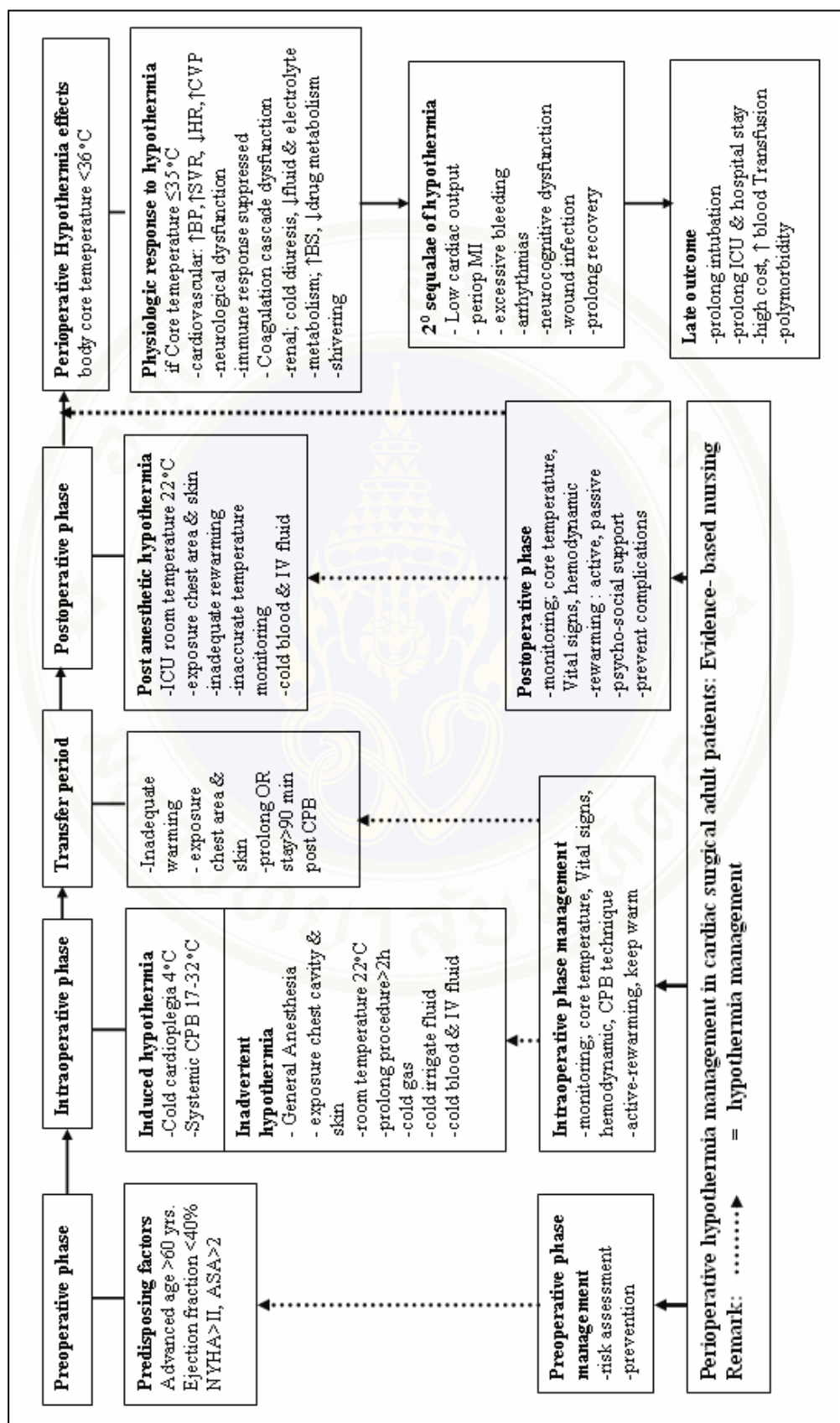
ปัญหาทางคลินิกที่ต้องการศึกษา (Clinical question)

ประเด็นปัญหาหลักที่เป็นปัญหาทางคลินิก คือการขาดแนวปฏิบัติหรือแบบแผนในการดูแลที่ชัดเจนในการจัดการทั้งภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำและภาวะแทรกซ้อนสำหรับผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจระยะวิกฤต ในช่วงระยะเวลาระหว่างการเปลี่ยนผ่านเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการผ่าตัดและการเพิ่มอุณหภูมิร่างกายให้อบอุ่นและส่งต่อผู้ป่วยจากห้องผ่าตัดเพื่อการดูแลหลังผ่าตัดในไอซียู ผู้ป่วยจะมีความเสี่ยงมากหากขาดความต่อเนื่องในการดูแลและจัดการที่ดีจากบุคลากรที่ดูแลผู้ป่วย เพราะจะทำให้มีผลกระทบต่อผู้ป่วย และจะส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์การจัดการขององค์กร

ประเด็นที่ต้องการศึกษา คือ วิธีการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำทุกระยะการผ่าตัดหัวใจที่มีการใช้และไม่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม เพื่อการป้องกัน การลดความเสี่ยง การควบคุม และการจัดการภาวะแทรกซ้อนหรือผลสืบเนื่องที่เกิดจากภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ

วัตถุประสงค์ของการศึกษา (Purposes of the study)

เพื่อค้นหา วิเคราะห์ สังเคราะห์ หลักฐานเชิงประจักษ์ และหาข้อสรุปเพื่อให้ข้อเสนอแนะในการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยผู้ใหญ่หลังผ่าตัดหัวใจระยะวิกฤต



รูปภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดผลกระทบและการจัดการภาวะอุณหภูมิเย็นเกินไปของผู้ใหญ่ผ่าตัดหัวใจ

ผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected benefits/ outcomes)

การศึกษาครั้งนี้คาดว่าจะประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการพยาบาลดังนี้

ก. เข้าใจการเกิด ปัจจัย สาเหตุ และผลกระทบจากการเกิดภาวะอุณหภูมิกายต่ำในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจระยะวิกฤต

ข. เข้าใจแนวทางในการป้องกัน และการจัดการความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อน เพื่อลดผลกระทบของภาวะอุณหภูมิกายต่ำในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจระยะวิกฤตได้ตั้งแต่ระยะเริ่มแรก

ค. สามารถนำความรู้ไปพัฒนาเป็นแบบแผนการดูแลสำหรับผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจ จัดทำแนวปฏิบัติในการควบคุมอุณหภูมิกายต่ำ เพื่อป้องกันภาวะอุณหภูมิกายต่ำหลังการผ่าตัดซึ่งจะนำไปสู่การเกิดภาวะหัวใจล้มเหลวเฉียบพลันจากการเกิดภาวะระบบไหลเวียนเลือดไม่คงที่ และปริมาณเลือดออกจากหัวใจต่อนาทีลดลงหลังการผ่าตัดหัวใจระยะวิกฤต และเพื่อลดทั้งอัตราการเกิดทุพพลภาพ ระยะวันนอน และค่าใช้จ่ายในการรักษา

ง. เป็นแนวทางในการทำวิจัย เพื่อศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับภาวะอุณหภูมิกายต่ำหลังผ่าตัดหัวใจ เช่น ภาวะเสียเลือดมาก ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ ภาวะปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลง และ พลศาสตร์การไหลเวียนเลือดไม่คงที่ หลังการผ่าตัดหัวใจระยะวิกฤต

จ. เป็นองค์ความรู้เพื่อให้นักศึกษาแก่นุคลากรเกี่ยวกับการจัดการภาวะอุณหภูมิกายต่ำ

บทที่ 2

วิธีการดำเนินการศึกษา

เพื่อการค้นหาหลักฐานเชิงประจักษ์ที่จะสนับสนุนการบูรณาการอย่างเป็นระบบระหว่างความรู้/หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ดีที่สุด ในขณะที่ปัจจุบัน ร่วมกับความเชี่ยวชาญทางคลินิกและค่านิยมความเชื่อของผู้รับบริการ ในการตัดสินใจให้การดูแล พัฒนาเป็นแนวทางการดูแลทางคลินิกต้องผ่านขั้นตอนต่างๆ ตามลำดับ คือ 1) การสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์ 2) การวิเคราะห์ประเมินคุณภาพและระดับของหลักฐานเชิงประจักษ์ 3) การสังเคราะห์หลักฐานเชิงประจักษ์ และ 4) การสรุปข้อแนะนำที่ได้จากหลักฐานเชิงประจักษ์

ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อค้นหาวิธีการจัดการภาวะอุณหภูมิกายดำในการผ่าตัดหัวใจที่เป็นปัจจัยเสริมให้เกิดภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดหัวใจ ที่ทำให้เกิดผลลัพธ์แปรปรวนต่อระยะวันนอนในไอซียูและโรงพยาบาล ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายรักษาในโรงพยาบาล จึงเสนอขั้นตอนวิธีการดำเนินการศึกษาค้นหาและการวิเคราะห์ประเมินคุณภาพระดับของหลักฐานเชิงประจักษ์ ดังนี้

2.1 วิธีการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์ (Search strategy) ประกอบด้วย

2.1.1 กำหนดกรอบการสืบค้น PICO เพื่อการสืบค้นงานวิจัยและหลักฐานเชิงประจักษ์ (Craig & Smyth, 2002 อ้างใน ฟองคำ ติลกสกุลชัย, 2551; Melnyk & Fineout-Overholt, 2005 อ้างใน ฟองคำ ติลกสกุลชัย, 2551) ดังนี้

P (Problem, population) ภาวะอุณหภูมิกายดำและผลกระทบในผู้ป่วยผู้ใหญ่ ทำผ่าตัดหัวใจแบบเปิด (Hypothermia, cardiac surgery, adult, complications)

I (Intervention) การจัดการ การรักษา การพยาบาล ภาวะอุณหภูมิกายดำและภาวะแทรกซ้อนของอุณหภูมิกายดำ (Thermal regulation, nursing, management, prevention)

C (Comparison) ไม่มีการเปรียบเทียบ

O (Outcome) อุณหภูมิกายปกติ (Normothermia, body temperature)

2.1.2 กำหนดขอบเขต (Scope of searching) ในการสืบค้นงานวิจัยและหลักฐานเชิงประจักษ์ดังนี้

2.1.2.1 ฐานข้อมูลในการสืบค้น ใช้ฐานข้อมูล อิเล็กทรอนิกส์ เช่น CINAHL, Ovid Full Text, Pro Quest, MD Consult, Nursing Consult, Pub Med, MEDline, Science direct, internet website/journal website และ การสืบค้นด้วยมือ จากห้องสมุด

2.1.2.2 ประเภทของหลักฐานเชิงประจักษ์ที่เป็นรายงานฉบับเต็ม ของงานวิเคราะห์เมตา แนวปฏิบัติทางคลินิก งานวิจัยเชิงทดลองหรือกึ่งทดลอง งานวิจัยชนิด Cohort แบบ retrospective หรือ prospective งานวิจัยเชิงพรรณนา บทความวิชาการ ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ วิทยานิพนธ์

2.1.2.3 ระยะเวลาการเผยแพร่งาน ปีที่ตีพิมพ์ ในช่วงระหว่าง ค.ศ. 2001 - 2010 หรือ พ.ศ. 2544-2553

2.1.2.4 ภาษาของรายงานที่ใช้ในการตีพิมพ์ ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

2.1.2.5 เกณฑ์ในการคัดเข้า วรรณกรรมที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับ การผ่าตัดหัวใจทุกชนิดในผู้ใหญ่ทั้งที่มีการใช้และไม่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม การเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังการผ่าตัดหัวใจ การมีอุณหภูมิร่างกายต่ำในการผ่าตัด ผลกระทบของภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำและการจัดการ/การดูแลหรือการพยาบาลในขณะมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำทั้งในระยะก่อนผ่าตัด ระหว่างผ่าตัด และหลังผ่าตัด

2.1.2.6 เกณฑ์ในการคัดออก พิจารณาวรรณกรรมที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับ เด็ก ผู้ป่วยบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ การทดลองในสัตว์

2.1.2.7 คำศัพท์สำคัญในการสืบค้น Cardiac surgery, hypothermia, warming, core temperature, perioperative hypothermia, guideline, nursing intervention, prevention, management, perioperative care, pre-post operative care, monitoring

2.2 วิธีการที่ใช้ในการประเมินคุณภาพและระดับของหลักฐานเชิงประจักษ์ (Appraisal method and level of evidence) การประเมินคุณภาพของหลักฐานเชิงประจักษ์ ใช้ตามหลักการ Utilization criteria (Polit & Beck, 2008) มี 4 ด้าน คือ

ก. ความสอดคล้องกับประเด็นปัญหาทางคลินิก (Clinical relevance)

ข. การมีความหมายในเชิงศาสตร์ (Scientific merit)

ค. แนวโน้มความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในการปฏิบัติ (Implementation potential)

-การเทียบเคียงความรู้สู่การปฏิบัติจริง (Transferability of the findings)

-ความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติในสถานการณ์จริง (Feasibility of implementation)

-ความคุ้มค่าคุ้มประโยชน์เมื่อนำไปใช้ (Cost benefit ratio)

ง.ระดับของงานวิจัยหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ (Level of evidence or research)

โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้

ก. ความสอดคล้องกับประเด็นปัญหาทางคลินิก (Clinical relevance) โดยการคัดเลือกรงานวิจัยหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ตามเกณฑ์เบื้องต้น ที่สอดคล้องหรือเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางคลินิก เพื่อประเมินในรายละเอียดความมีประโยชน์ในการช่วยการตัดสินใจแก้ปัญหาทางคลินิกหรือทำให้เกิดความชัดเจนในการปฏิบัติ โดยประเมินพิจารณาการทดสอบสมมติฐานที่มีความสอดคล้อง กับประเด็นปัญหาที่ต้องการปรับปรุงหรือไม่ กระบวนการเก็บข้อมูลสามารถนำมาใช้จริงได้หรือไม่ ผลของงานวิจัยเรื่องนั้นพยาบาลมีเอกสิทธิ์ในการนำมาปฏิบัติหรือไม่

ข. การมีความหมายในเชิงศาสตร์ (Scientific merit) เป็นขั้นตอนการประเมินเนื้อหาหลักฐานเชิงประจักษ์ ในความหมายเชิงศาสตร์ สามารถนำไปใช้ได้ทางปฏิบัติหรือไม่ มีเกณฑ์การประเมินตามลักษณะชนิดของหลักฐานเชิงประจักษ์ ดังนี้

1. การประเมินคุณภาพงานทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Dickson, 1999 อ้างใน ฟองคำ ดิลกสกุลชัย, 2551; Craig & Smyth, 2002 อ้างใน ฟองคำ ดิลกสกุลชัย, 2551) ทำการประเมินตามคำถามต่างๆดังนี้

1.1 คำถามการทบทวนชัดเจนหรือไม่ เช่นการระบุกลุ่มประชากร วัตถุประสงค์ การรักษา

1.2 มีการกำหนดวัตถุประสงค์การทบทวนชัดเจนหรือไม่

1.3 มีการระบุกลยุทธ์ในการสืบค้นงานวิจัยครอบคลุมทุกแหล่งข้อมูลอย่างละเอียด

1.4 เกณฑ์การคัดเลือกรงานวิจัยชัดเจนหรือไม่

1.5 มีการประเมินคุณภาพของงานวิจัยที่คัดเลือกหรือไม่

1.6 มีรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยต้นฉบับที่คัดเข้ามาแต่ละเรื่องหรือไม่

1.7 มีการรวบรวมผลการวิจัยอย่างเหมาะสมหรือไม่

1.8 มีการสรุปผลการทบทวนที่นำไปเป็นแนวปฏิบัติได้หรือไม่ที่อยู่บนพื้นฐานของการค้นพบ และมีหลักฐานสนับสนุนชัดเจน

2. การประเมินคุณภาพของแนวปฏิบัติทางคลินิก (สายพิณ เกษมกิจวัฒนา, 2550) พิจารณาคุณภาพของงานโดยใช้คำถามดังนี้

2.1 ขอบเขตและเป้าหมาย (Scope and purpose) การระบุเป้าหมายของการสร้างแนวปฏิบัติทางคลินิกมีความเฉพาะเจาะจง แนวปฏิบัติที่นำเสนอครอบคลุมประเด็นปัญหาทางคลินิก มีการระบุผู้ป่วยที่จะได้รับประโยชน์จากแนวปฏิบัติทางคลินิกที่สร้างขึ้น

2.2 บุคคลที่เกี่ยวข้อง (Stakeholder involvement) คณะทำงานที่สร้างแนวปฏิบัติ รวมบุคคลทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดูแลผู้ป่วยที่ระบุในแนวปฏิบัตินั้น ๆ การสร้างแนวปฏิบัติการพยาบาลได้นำความคิดเห็นและความชอบของผู้ป่วยเข้าร่วมพิจารณาด้วย มีการระบุกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้ใช้แนวปฏิบัติการทางคลินิก ไว้ชัดเจน แนวปฏิบัติที่สร้างขึ้น มีการนำไปทดลองใช้ก่อนเผยแพร่

2.3 ความเข้มงวดในการสร้าง (Rigor development) มีการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างเป็นระบบ เกณฑ์ในการคัดเลือกหลักฐานเชิงประจักษ์ ระบุไว้ชัดเจน วิธีการที่ใช้ในการสร้างแนวปฏิบัติทางคลินิก ระบุไว้ชัดเจนการสร้างแนวปฏิบัติทางคลินิกมีการคำนึงถึงประโยชน์ผลข้างเคียง และ ความเสี่ยงที่อาจมีได้ มีความเชื่อมโยงระหว่างแนวปฏิบัติที่นำเสนอและข้อมูลสนับสนุนจากหลักฐานเชิงประจักษ์ แนวปฏิบัติทางคลินิกที่สร้างขึ้น ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญก่อนการเผยแพร่ มีการปรับปรุงแนวปฏิบัติให้ทันสมัย

2.4 ความชัดเจนและการนำเสนอ (Clarify and presentation) แนวปฏิบัติที่นำเสนอมีความจำเพาะเจาะจง และไม่คลุมเครือมีการระบุทางเลือกที่แตกต่าง ในการจัดการกับเงื่อนไขสถานการณ์ไว้ชัดเจน ข้อเสนอแนะที่สำคัญๆ ง่ายต่อการเข้าใจ แนวปฏิบัติทางคลินิกมีเครื่องมือประกอบในการนำไปใช้

2.5 การนำไปใช้ (Applicability) กล่าวถึงอุปสรรคที่อาจมีได้ในการนำแนวปฏิบัติทางคลินิกไปใช้ กล่าวถึงค่าใช้จ่ายในการนำแนวปฏิบัติทางคลินิกไปใช้

2.6 ความมีอิสระในการสร้าง (Editorial independence) แนวปฏิบัติทางคลินิกเป็นอิสระจากแหล่งทุนที่ให้การสนับสนุน มิได้สร้างเพื่อให้ประโยชน์แก่นายทุน ได้มีการระบุความขัดแย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแนวปฏิบัติของคณะทำงานไว้

3. การประเมินคุณภาพงานวิจัยเชิงทดลอง (สายพิน เกษมกิจวัฒนา, 2550) พิจารณาคุณภาพของงานโดยใช้คำถามดังนี้

3.1 มีการระบุคำถามการวิจัยไว้ชัดเจนหรือไม่

3.2 การเลือกและลักษณะกลุ่มตัวอย่างเป็นอย่างไร

3.3 กลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเหมือนกันก่อนทดลองหรือไม่ ถ้าไม่เหมือน มีการวิเคราะห์ปรับความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มหรือไม่

3.4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้รับการดูแลเหมือนกันยกเว้น โปรแกรมการทดลอง ที่ให้ใช้หรือไม่

3.5 โปรแกรมการทดลองคืออะไร และกลุ่มควบคุมได้รับอะไร

3.6 มีการสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหรือไม่

3.7 ทั้งกลุ่มตัวอย่างและผู้เก็บรวบรวมข้อมูล ไม่ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างใด เป็นกลุ่มทดลอง หรือกลุ่มควบคุมใช้หรือไม่ (double - blind)

3.8 ระยะเวลาในการวิจัยเหมาะสมหรือไม่

3.9 ผู้ป่วยและบริบทของการวิจัยคล้ายคลึงกับผู้ป่วยในหน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้หรือไม่

3.10 ผลของการให้โปรแกรมทดลองได้ผลดีหรือไม่

3.11 โปรแกรมการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างประโยชน์และผลเสียที่อาจจะเกิดขึ้นแล้ว มีความคุ้มค่าหรือไม่

4. การประเมินคุณภาพงานวิจัยเชิงบรรยาย (สายพิณ เกษมกิจวัฒนา, 2550)

4.1 การระบุความสำคัญของปัญหาทางคลินิก และที่มาของคำถามการวิจัยมีความชัดเจนหรือไม่

4.2 วิธีการวิจัยที่ใช้มีความเหมาะสมหรือไม่

4.3 การเลือกแหล่งเก็บข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง ระบุไว้ชัดเจนหรือไม่

4.4 การเก็บข้อมูลใช้วิธีใด และให้รายละเอียดเพียงพอหรือไม่

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีใด และมีการควบคุมคุณภาพอย่างไร

4.6 ผลงานวิจัยเชื่อถือได้หรือไม่ ถ้าใช่ ผลการวิจัยมีความสำคัญกับการพยาบาลหรือไม่

4.7 ข้อเสนอจากงานวิจัยคืออะไร และได้มาจากผลของการวิจัยหรือไม่

ค. การประเมิน แนวโน้มความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในการปฏิบัติ (Implementation potential)

การประเมินความเป็นไปได้ในการนำหลักฐานเชิงประจักษ์มาใช้ทางคลินิกใช้แนวคิดของ Polit และ Beck (2008) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินดังต่อไปนี้

1. การเทียบเคียงความรู้สู่การปฏิบัติจริง เพื่อประเมินความเหมาะสมสอดคล้องระหว่างผลที่ได้จากหลักฐานเชิงประจักษ์และบริบทขององค์กร โดยพิจารณาจากการสอดคล้องกับหน่วยงานที่จะนำไปใช้ใน กลุ่มประชากรเป้าหมายและ ปรัชญาการดูแลมีความคล้ายกันหรือไม่ จำนวนผู้ป่วยที่จะได้รับประโยชน์มากพอหรือไม่ และต้องใช้เวลาในการดำเนินงานหรือประเมินผลนานหรือไม่

2. ความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติในสถานการณ์จริง สิ่งที่ต้องคำนึงคือ ความยุ่งยากซับซ้อน ความพร้อม ของ บุคลากร สิ่งเอื้ออำนวย บรรยากาศในองค์กร ความต้องการการ

ช่วยเหลือจากภายนอกและความเป็นไปได้ในการประเมินผลทางคลินิก พยาบาลมีอิสระในการดำเนินการหรือยุติการดำเนินการหรือไม่ รบกวนการทำงานตามปกติของเจ้าหน้าที่หรือไม่ ผู้บริหารสนับสนุนหรือไม่ บรรยากาศในองค์กรนำไปสู่การดำเนินการได้หรือไม่

3. ความคุ้มค่าคุ้มประโยชน์เมื่อนำไปใช้ เป็นประเด็นสำคัญในการตัดสินใจใช้โครงการปฏิบัติตามหลักฐานเชิงประจักษ์โดยประเมินความคุ้มค่าคุ้มทุนอย่างรอบคอบเกี่ยวกับผู้ป่วย เจ้าหน้าที่ องค์กรในภาพรวม สิ่งที่สำคัญคือคำนึงถึง ความเสี่ยงและประโยชน์ที่ผู้ป่วย จะได้รับและระดับความน่าเชื่อถือของหลักฐานเชิงประจักษ์ ความเสี่ยงที่จะเกิดเมื่อปฏิบัติตามแนวเดิมคืออะไร ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการมีอะไรบ้างและเป็นอย่างไร การยอมรับในผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้นวัตกรรมทั้งที่เป็นด้านวัตถุและไม่ใช่วัตถุ คืออะไร

ง. การประเมินระดับของหลักฐานเชิงประจักษ์ (Level of evidence or research) เป็นการประเมินระดับของหลักฐานเชิงประจักษ์ ที่บ่งบอกความน่าเชื่อถือของประสิทธิผลของหัตถการ/การรักษา ตามแนวคิดของ Polit และ Beck (2008) รายละเอียดตามตารางที่ 2.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ระดับของหลักฐานเชิงประจักษ์ (Hierarchy of evidence) ที่บ่งบอกประสิทธิผลของหัตถการ/การรักษา (Intervention) (Polit & Beck, 2008)

ระดับงาน	ชนิดของหลักฐาน
ระดับที่ 1a	หลักฐานที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เป็นระบบ ของงานวิจัยเชิงทดลองที่มีการสุ่มเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Systematic reviews of randomized clinical trials)
ระดับที่ 1b	หลักฐานที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เป็นระบบ ของงานวิจัยเชิงทดลองที่ไม่มีการสุ่มเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Systematic reviews of non-randomized clinical trials)
ระดับที่ 2a	หลักฐานที่ได้จากงานวิจัยเดี่ยวที่เป็นการวิจัยเชิงทดลองที่มีการสุ่มเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีการออกแบบวิจัยอย่างดี (Single randomized clinical trials)
ระดับที่ 2b	หลักฐานที่ได้จากงานวิจัยเดี่ยวที่เป็นการวิจัยเชิงทดลองที่ไม่มีการสุ่มเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีการออกแบบวิจัยอย่างดี (Single non-randomized clinical trials)
ระดับที่ 3	หลักฐานที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เป็นระบบ ของงานวิจัยโดยการสังเกตปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ (Systematic review of correlational and observational studies)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ระดับของหลักฐานเชิงประจักษ์ (Hierarchy of evidence) ที่บ่งบอกประสิทธิภาพของหัตถการ/การรักษา (Intervention) (Polit & Beck, 2008)

ระดับงาน	ชนิดของหลักฐาน
ระดับที่ 4	หลักฐานที่ได้จากงานวิจัยเดี่ยวในการสังเกตปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ (Single correlational and observational studies)
ระดับที่ 5	หลักฐานที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของงานวิจัยเชิงบรรยาย งานวิจัยเชิงคุณภาพหรือการศึกษาด้านสรีรวิทยา (Systematic review of descriptive, qualitative and physiologic studies)
ระดับที่ 6	หลักฐานที่ได้จากงานวิจัยเดี่ยวที่เป็นงานวิจัยเชิงบรรยาย งานวิจัยเชิงคุณภาพ หรือการศึกษาด้านสรีรวิทยา (Single descriptive, qualitative and physiologic studies)
ระดับที่ 7	หลักฐานที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มวิชาชีพเฉพาะ และ/หรือ รายงานจากคณะกรรมการ ผู้ทรงคุณวุฒิเฉพาะเรื่อง (Opinions from authorities and expert committees)

บทที่ 3

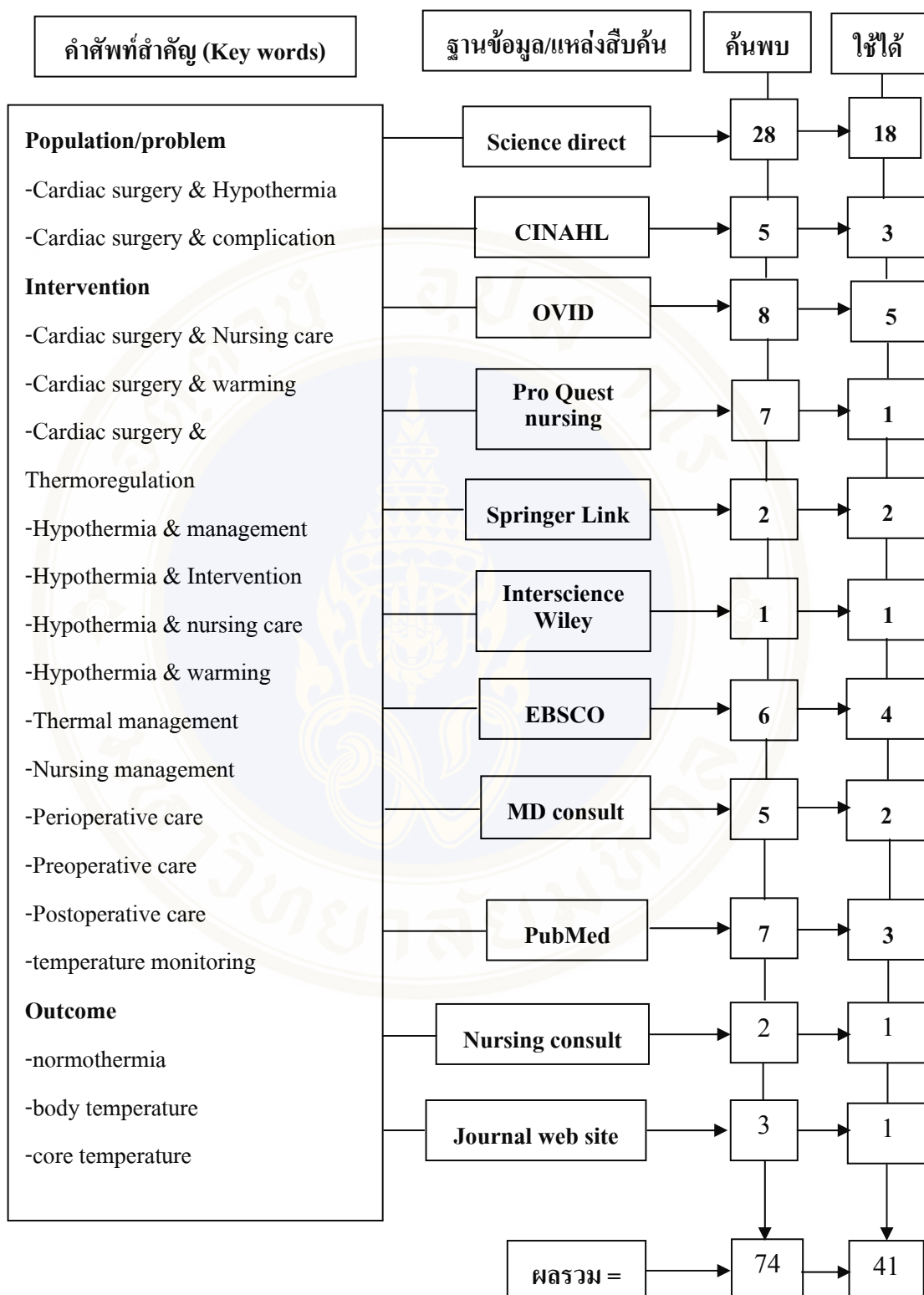
ผลการดำเนินการ

3.1 ผลการดำเนินการสืบค้น

จากขั้นตอนการสืบค้นที่ดำเนินตามกรอบการสืบค้น จากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ และการสืบค้นด้วยมือ สามารถได้หลักฐานเชิงประจักษ์ ที่เข้าเกณฑ์ตามกำหนดในเบื้องต้นจำนวน 109 เรื่อง แต่ได้มีการคัดออกจำนวน 35 เรื่อง เนื่องจากเป็นวรรณกรรมที่เกี่ยวกับ การศึกษาในเด็ก ผู้ป่วยบาดเจ็บ ข้อเสนอแนะการดูแลที่ไม่มีเอกสารอ้างอิงชัดเจน การดูแลในผู้ป่วยฉุกเฉินกึ่งวิกฤตจากอากาศเย็นจัด หรือบทความที่มีความคล้ายกัน เป็นต้น ในขั้นสุดท้าย จาก 74 เรื่อง ที่คงเหลือได้คัดออก คงเหลือวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในการจัดการภาวะฉุกเฉินกึ่งวิกฤต ระยะการผ่าตัดโดยตรง จำนวน 41 เรื่อง ดังแสดงใน ตารางที่ 3.1 และรูปภาพที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ผลสรุปการสืบค้นตามระดับหลักฐานเชิงประจักษ์

ระดับหลักฐาน เชิงประจักษ์	ชนิดหลักฐานเชิงประจักษ์	จำนวน (เรื่อง)
ระดับที่ 1a	Systematic reviews of randomized clinical trials	4
ระดับที่ 1b	Systematic reviews of non-randomized clinical trials)	-
ระดับที่ 2a	Single randomized clinical trials	8
ระดับที่ 2b	Single non-randomized clinical trials	2
ระดับที่ 3	Systematic review of correlational and observational studies	-
ระดับที่ 4	Single correlational and observational studies	6
ระดับที่ 5	Systematic review of descriptive, qualitative and physiologic studies	3
ระดับที่ 6	Single descriptive, qualitative and physiologic studies	-
ระดับที่ 7	Opinions from authorities and expert committees	18
สรุปรวมทั้งหมด (เรื่อง)		41



รูปภาพที่ 3.1 ผลการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์

จากผลการสืบค้นในประเด็นการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ เมื่อประเมินระดับหลักฐานเชิงประจักษ์ ตามรูปแบบของ Polit และ Beck (2008) สามารถแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.2 โดยจำแนกตามกลุ่มระดับหลักฐานเชิงประจักษ์ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ผลการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์เกี่ยวกับการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ

ลำดับ ที่	หลักฐานเชิงประจักษ์ ระดับ 1a systematic review of RCTs จำนวน 4 เรื่อง	ฐานข้อมูล
1.	Shann, K. G., Likosky, D. S., Murkin, J. M., Baker, R. A., Baribeau, Y. R., DeFoe, G. R., et al. (2006). An evidence-based review of the practice of cardiopulmonary bypass in adults: A focus on neurologic injury, glycemic control, hemodilution, and the inflammatory response.	Science direct
2.	Galvão, C. M., Marck, P. B., Sawada, N. O. & Clark, A. M. (2009). A systematic review of the effectiveness of cutaneous warming systems to prevent hypothermia.	Interscience Wiley
3.	The National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE) (2008). NICE clinical practice guideline: The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults.	www.rcn.org.uk
4.	Forbes, S. S., Eskicioglu, C., Nathens, A. B., Fenech, D. S., Laflamme, C., McLean, R.F., McLeod, R. S. (2009). Evidence-based guidelines for prevention of perioperative hypothermia.	Science direct
ลำดับ ที่	หลักฐานเชิงประจักษ์ ระดับ 2a single prospective randomized clinical study จำนวน 8 เรื่อง	ฐานข้อมูล
1.	El-Rahmany, H. K., Frank, S. M., Schneider, G. M., El-Gamal, N. A., Vannier, C. A., Ammar, R. & Okasha, A. S. (2000a). Forced-air warming decreases vasodilator requirement after coronary artery bypass surgery.	Ovid
2.	Bar-Yosef, S., Mathew, J.P., Newman, M.F., Landolfo, K.P., Grocott, H.P. et al. (2004). Prevention of cerebral hyperthermia during cardiac surgery by limiting on-bypass rewarming in combination with post-bypass body surface warming: A feasibility study.	PubMed
3.	Taguchi, A., Ratnaraj, J., Kabon, B., Sharma, N., Lenhardt, R., Sessler, D.I., & Kurz, A. (2004). Effects of a circulating-water garment and forced-air warming on body heat content and core temperature.	EBSCO

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ผลการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์เกี่ยวกับการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ

ลำดับ ที่	หลักฐานเชิงประจักษ์ ระดับ 2a single prospective randomized clinical study จำนวน 8 เรื่อง	ฐานข้อมูล
4.	Bräuer, A., Weyland, W., Kazmaier, S., Trostdorf, U., Textor, Z., Hellige, G. & Braun, U. (2004). Efficacy of postoperative rewarming after cardiac surgery.	PubMed
5.	Zangrillo, A., Pappalardo, F., Talò, G., Corno, C., Landoni, G., Scandroglio, A-M., Rosica, C., & Crescenzi, G., (2006). Temperature management during off-pump coronary artery bypass graft surgery: A randomized clinical trial on the efficacy of a circulating water system versus a forced-air system.	Science direct
6.	Jeong S-M., Hahm, K-D., Jeong, Y-B., Yang, H-S. & Choi, I-C. (2008). Warming of intravenous fluids prevents hypothermia during off-pump coronary artery bypass graft surgery.	Science direct
7.	Kimberger, O., Held, C., Stadelmann, K., Mayer, N., Hunkeler, C., Sessler, D. I. & Kurz, A. (2008). Resistive polymer versus forced-air warming: Comparable heat transfer and core rewarming rates in volunteers.	Ovid
8.	Boodhwani, M., Rubens, F. D., Wozny, D., & Nathan, H. J., (2009). Effects of mild hypothermia and rewarming on renal function after coronary artery bypass grafting.	Science direct
ลำดับ ที่	หลักฐานเชิงประจักษ์ ระดับ 2b single prospective non randomized clinical study จำนวน 2 เรื่อง	ฐานข้อมูล
1.	Ohtsuka, N., Yamakage, M., Chen, X., Kamada, Y. & Namiki, A. (2002). Evaluation of four techniques of warming intravenous fluids.	EBSCO
2.	Bock, M., Hohlfeld, U., von Engeln, K., Meier, P. A., Motsch, J. & Tasman, A. J. (2005). The accuracy of a new infrared ear thermometer in patients undergoing cardiac surgery.	Springerlink
ลำดับ ที่	หลักฐานเชิงประจักษ์ ระดับ 4 single observational/ correlational study จำนวน 6 เรื่อง	ฐานข้อมูล/ ชนิดหลักฐาน
1.	Currey, J. & Botti, M. (2005). The haemodynamic status of cardiac surgical patients in the initial 2-h recovery period.	MDconsult/ observational study

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ผลการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์เกี่ยวกับการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ

ลำดับ ที่	หลักฐานเชิงประจักษ์ ระดับ 4 single observational/ correlational study จำนวน 6 เรื่อง	ฐานข้อมูล/ ชนิดหลักฐาน
2.	Bräuer, A., English, M. J, Steinmetz, N., Lorenz, N., Perl, T., Weyland, W. & Quintel, M. (2007). Efficacy of forced-air warming systems with full body blankets.	SpringerLink/ correlational study
3.	Kiya, T., Yamakage, M., Hayase, T., Satoh, J.-I. & Namiki, A. (2007). The usefulness of an earphone-type infrared tympanic thermometer for intraoperative core temperature monitoring.	ovid/ observational study
4.	Lawson, L., Bridges, E.J., Ballou, I., Eraker, R., Greco, S., Shively, J. & Sochulak, V.(2007). Accuracy and precision of noninvasive temperature measurement in adult intensive care unit.	CINAHL/ prospective observational study
5.	Washington, G. T & Matney, J. L. (2008). Comparison of temperature measurement devices in post anesthesia patients.	Science direct/ correlational study
6.	Scheya, B. M., Williamsa, D. Y. & Bucknallc, T. (2009). Skin temperature as a noninvasive marker of haemodynamic and perfusion status in adult cardiac surgical patients: An observational study.	Science direct/ prospective, observational and correlational
ลำดับ ที่	หลักฐานเชิงประจักษ์ ระดับ 5 systematic review of descriptive/ qualitative/ physiologic study จำนวน 3 เรื่อง	ฐานข้อมูล
1.	Hooper, V.D. & Andrews, J. O. (2006). Accuracy of noninvasive core temperature measurement in acutely ill adults: The state of the science.	EBSCO
2.	Hooper, V. D., Chard, R., Clifford, T., Fetzer, S., Fossum, S., Godden, B., Martinez, E. A., Noble, K. A., O'Brien, D., Odom-Forren, J., Peterson, C. & Ross, J. (2009). ASPAN's evidence-based clinical practice guideline for the promotion of perioperative normothermia.	nursing consult
3.	Pikus, E. & Hooper, V.D. (2010). Postoperative rewarming: Are there alternatives to warm hospital blankets.	Science direct
ลำดับ ที่	หลักฐานเชิงประจักษ์ระดับ 7 ชนิด Clinical practice guideline จำนวน 3 เรื่อง	ฐานข้อมูล
1.	American Society of PeriAnesthesia Nurses: ASPAN. (2001). Clinical guideline for the prevention of unplanned perioperative hypothermia.	Science direct

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ผลการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์เกี่ยวกับการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ

ลำดับ ที่	หลักฐานเชิงประจักษ์ระดับ 7 ชนิด Clinical practice guideline จำนวน 3 เรื่อง	ฐานข้อมูล
2.	American Society of Anesthesiologists. (2002). Practice guidelines for postanesthetic care: A report by the American Society of Anesthesiologists task force on postanesthetic care.	Ovid
3.	AORN Recommended Practices Committee. (2007). Recommended practices for the prevention of unplanned perioperative hypothermia.	Pro Quest nursing
ลำดับ ที่	หลักฐานเชิงประจักษ์ระดับ 7 ชนิด Best practice (integrative review) จำนวน 5 เรื่อง	ฐานข้อมูล
1.	Leslie, K. & Sessler, D. I. (2003). Perioperative hypothermia in the high-risk surgical patient.	Science direct
2.	Kumar, S., Wong, P.F., Melling, A. C., & Leaper, D. J. (2005). Effects of perioperative hypothermia and warming in surgical practice.	CINAHL
3.	Kurz,A. (2008b). Thermal care in the perioperative period.	Science direct
4.	Torossian, A. (2008). Thermal management during anaesthesia and thermoregulation standards for the prevention of inadvertent perioperative hypothermia.	Science direct
5.	Campos, J.-M. & Paniagua, P. (2008). Hypothermia during cardiac surgery.	Science direct
ลำดับ ที่	หลักฐานเชิงประจักษ์ระดับ 7 ชนิด Review จำนวน 4 เรื่อง	ฐานข้อมูล
1.	Aslam, A. F., Aslam, A. K., Vasavada, B. C. & Khan, J. K. (2006) Hypothermia: Evaluation, electrocardiographic manifestations and management.	Science direct
2.	Putzu, M., Casati, A. Berti, M., Pagliarini, G. & Fanelli, G. (2007). Clinical complications, monitoring and management of perioperative mild hypothermia: anesthesiological features.	PubMed Review
3.	Sessler, D.I. (2008). Temperature monitoring and perioperative thermoregulation.	MD consult/ Medline/
4.	Bräuer, A., & Quintel, M. (2009). Forced-air warming: Technology, physical background and practical aspects.	Ovid

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ผลการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์เกี่ยวกับการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ

ลำดับ ที่	หลักฐานเชิงประจักษ์ระดับ 7 ชนิด Article จำนวน 4 เรื่อง	ฐานข้อมูล
1.	Martin, C.G. & Turkelson, S. L. (2006). Nursing care of the patient undergoing coronary artery bypass grafting.	Ovid
2.	Stanhope, N. (2006). Temperature measurement in the phase I PACU.	Science direct
3.	Burger, L. & Fitzpatrick, J. (2009). Prevention of inadvertent perioperative hypothermia.	CINAHL
4.	Nussmeier, N. A. (2005). Management of temperature during and after cardiac surgery.	EBSCO
ลำดับ ที่	หลักฐานเชิงประจักษ์ระดับ 7 ชนิด Home study program/ continuing education จำนวน 2 เรื่อง	ฐานข้อมูล
1.	Noble, K. A. (2006). Chill can kill.	Science direct
2.	Burns, S. M., Wojnakowski, M., Piotrowski, K. & Caraffa, G. (2009). Unintentional hypothermia: Implications for perianesthesia nurses.	Science direct

3.2 การประเมินคุณภาพหลักฐานเชิงประจักษ์

จากผลการสืบค้นได้ประเมินคุณภาพหลักฐานเชิงประจักษ์จำนวน 41 เรื่อง ที่เป็นงานวิจัย การทบทวนวรรณกรรมเป็นระบบ แนวปฏิบัติทางคลินิก และบทความทบทวนวิชาการสรุปใน 3 ประเด็นหลัก คือ

1. ความสอดคล้องกับปัญหาทางคลินิก ในจำนวนหลักฐานเชิงประจักษ์ทั้งหมด มีความสอดคล้องในด้านการดูแลกลุ่มผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่เกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำจากการผ่าตัด ที่ได้ยาระงับความรู้สึกชนิดทั่วร่างกาย รวมทั้งเป็นการทำผ่าตัดหัวใจแบบใช้เครื่องและไม่ใช้เครื่องปอด และหัวใจเทียม โดยมีแนวทางการป้องกันและรักษาภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำเพื่อป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนสำคัญเช่น ความผิดปกติต่อหัวใจ การเสียเลือดมากในการผ่าตัด การติดเชื้อของแผลผ่าตัด ซึ่งเป็นผลกระทบ ที่มีความสัมพันธ์ กับการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำทั้งจากการตั้งใจและไม่ตั้งใจตลอดระยะการผ่าตัด

2. การมีความหมายหรือคุณค่าในเชิงศาสตร์ เนื่องจากการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์หลายระดับทั้งชนิดการทดลอง แบบสุ่ม การทดลองเชิงสังเกต การรวบรวมวรรณกรรมเป็น

ระบบ แนวปฏิบัติทางคลินิก และบทความ ซึ่งในบางงาน เป็นการประมวลความรู้เกี่ยวกับด้าน อุณหภูมิผู้ป่วยที่มีอุณหภูมิร่างกายต่ำในการผ่าตัดที่ได้ผ่านการทดลองทางคลินิกมาในระยะ 15-20 ปี ของการพัฒนาการจัดการด้านอุณหภูมิผู้ป่วย จึงทำให้มีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่มีคุณภาพ หลากหลาย ในการประเมิน คุณภาพงานพบว่างานแต่ละระดับจะมีรูปแบบการทดลองหรือรวบรวม ที่ชัดเจน มีวัตถุประสงค์และการศึกษาที่สอดคล้องกัน มีการใช้ค่าสถิติและเครื่องมือตรวจสอบความ น่าเชื่อถือ การแปลผลและการนำเสนอมีความเหมาะสม งานทบทวนวรรณกรรมเป็นระบบมีการ กำหนดวัตถุประสงค์การทบทวนชัดเจน มีการประเมินคุณภาพของงานวิจัยที่คัดเลือกมีการสรุปผล การทบทวนที่นำไปเป็นแนวปฏิบัติได้ ในการประเมินคุณภาพของแนวปฏิบัติทางคลินิกมีการระบุ เป้าหมายของการสร้างแนวปฏิบัติทางคลินิกมีความเฉพาะเจาะจง แนวปฏิบัติที่นำเสนอครอบคลุม ประเด็นปัญหาทางคลินิก มีการระบุผู้ป่วยที่จะได้รับประโยชน์จากแนวปฏิบัติทางคลินิกที่สร้างขึ้น มีคณะทำงานที่สร้างแนวปฏิบัติ รวมบุคคลทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดูแลผู้ป่วยที่ระบุในแนว ปฏิบัตินั้น เช่น NICE guideline, AORN recommend practice และ ASPAN guideline ที่มีการนำไป ทดลองใช้ก่อนเผยแพร่และได้มีการทำวิจัยพิสูจน์ผลการใช้ และปรับปรุงเป็นปัจจุบัน

3. การประเมินแนวโน้มที่จะนำหลักฐานเชิงประจักษ์มาใช้ทางคลินิก

3.1 การเทียบเคียงความรู้สู่การปฏิบัติจริง (Transferability of the findings) เมื่อประเมิน ความเหมาะสมสอดคล้องระหว่างผลที่ได้จากหลักฐานเชิงประจักษ์และบริบทขององค์กรโดย พิจารณาจากการสอดคล้องกับหน่วยงานที่จะนำไปใช้ คือ การนำไปใช้ในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจ ทั้งระยะผ่าตัดและหลังผ่าตัด ผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจซึ่งมีอุณหภูมิร่างกายต่ำจำนวนมากจะได้รับ ประโยชน์ สามารถดำเนินการปฏิบัติและประเมินผลได้ทันที ในระยะเริ่มต้น และพัฒนาหรือ ประเมินผลอย่างต่อเนื่อง

3.2 ความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติในสถานการณ์จริง (Feasibility of implementation) ในการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในไอซียู ไม่มีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจาก พยาบาลมีอิสระในการดำเนินการหรือยุติการดำเนินการ ไม่รบกวนการทำงานตามปกติ แต่สิ่งที่คำนึง คือ การตระหนักเห็นความสำคัญของปัญหาและความพร้อมด้านความรู้ของบุคลากร รวมทั้งอุปกรณ์ ที่จะเอื้ออำนวยอาจยังมีไม่ครบถ้วนอาจต้องการความช่วยเหลือจากภายนอก เช่น บริษัทที่ผลิต อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการจัดการ แต่บรรยากาศภายในองค์กรผู้บริหารสนับสนุน ในการนำไปสู่ การดำเนินการทางคลินิกและติดตามประเมินผลความเป็นไปได้

3.3 ความคุ้มค่าคุ้มประโยชน์เมื่อนำไปใช้ (Cost benefit ratio) เนื่องจาก การทำผ่าตัด หัวใจเป็นการทำผ่าตัดที่มีค่าใช้จ่ายสูง ที่เป็นภาระทางการเงินต่อองค์กร โดยเฉพาะถ้าผู้ป่วยที่รับการ ผ่าตัดเกิดภาวะแทรกซ้อนในการผ่าตัด เช่น ภาวะความผิดปกติต่อหัวใจ (low out put, post operative

arrhythmia, post operative heart failure) การเสียเลือดมากในการผ่าตัดที่ต้องเปิดผ่าตัดใหม่ และการติดเชื้อของแผลผ่าตัด ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เพิ่มสูงขึ้นในส่วนการรักษาภาวะแทรกซ้อนนี้ หน่วยบริการผ่าตัดต้องรับผิดชอบเอง ไม่สามารถเบิกได้จากสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ, 2552) จึงเป็นประเด็นสำคัญในการตัดสินใจใช้โครงการปฏิบัติตามหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อลดค่าใช้จ่ายจากการเกิดภาวะแทรกซ้อนดังกล่าวที่พบว่ามีความสัมพันธ์กับการมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ ซึ่งถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงแนวปฏิบัติการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำจะทำให้ผู้ป่วยยังคงมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังการผ่าตัดต่อไป แต่ถ้ามีการนำไปปฏิบัติจะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่าย เพิ่มคุณภาพการดูแลและความพึงพอใจของผู้ป่วยได้ ซึ่งค่าใช้จ่ายที่จะเพิ่มขึ้นคือเครื่องมือในการวัดอุณหภูมิร่างกายผู้ป่วยที่ให้ความแม่นยำและสะดวก เช่น เครื่องวัดทางเยื่อบุแก้มชนิดอินฟราเรด เครื่องทำความอุ่นสารน้ำ หรือเลือดชนิดต่อเนื่องด้วยเครื่องควบคุม ซึ่งจะช่วยให้ผู้ป่วยได้รับการประเมินอุณหภูมิร่างกายอย่างถูกต้องและได้รับการให้ความอบอุ่นร่างกายอย่างเหมาะสม มีความสุขสบายและพึงพอใจจากการให้บริการที่ใกล้ชิดจากบุคลากร ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นคือการใช้เครื่องมือหรือการปฏิบัติจากเจ้าหน้าที่ ซึ่งต้องการการพัฒนาความร่วมมือของทีมสหสาขาวิชาชีพ ในการทำงานร่วมกันอย่างมีความรู้และเข้าใจวิธีปฏิบัติและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องปลอดภัยแก่ผู้ป่วย

3.3 การสังเคราะห์หลักฐานเชิงประจักษ์

จากหลักฐานเชิงประจักษ์ตามเกณฑ์คัดเข้า ใน การรวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำเนื่องจากการผ่าตัด ในกลุ่มผู้ป่วยผู้ใหญ่ ที่ได้รับการทำผ่าตัดหัวใจ โดยได้รับยาระงับความรู้สึกทั่วร่างกาย ทั้งที่มีการใช้และไม่ใช้ เครื่องปอดและหัวใจเทียม โดยมีประเด็นในการสืบค้นจากหลักฐานเชิงประจักษ์ คือ

I. ผลลัพธ์ (Outcomes) อุณหภูมิร่างกายปกติ

II. การบำบัดรักษา (Interventions) ในการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำประกอบด้วย 2 ประเด็นหลักดังนี้

1. การประเมิน (Assessment) ประกอบด้วย

1.1 การประเมินปัจจัยเสี่ยงที่นำไปสู่ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ

1.2 การประเมินอาการและอาการแสดงของภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ

1.3 การประเมินอาการและอาการแสดงของภาวะแทรกซ้อนจากภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ

1.4 เครื่องมือและตำแหน่งในการประเมินอุณหภูมิร่างกาย

1.5 การเฝ้าติดตามอุณหภูมิกาย ระหว่างและหลังผ่าตัด

2. รูปแบบการรักษา/การพยาบาล และการจัดการการดูแล (Nursing care and management)

2.1 การรักษาด้วยการทำความอบอุ่นร่างกาย (Warming treatment)

- ชนิดการให้ความอบอุ่นร่างกายเมื่อมีอุณหภูมิกายต่ำ
- วิธีการและอุปกรณ์การให้ความอบอุ่นร่างกาย
- เทคนิคและข้อควรระวังในการให้ความอบอุ่นร่างกาย

2.2 การจัดการการดูแลในระบะการผ่าตัด (Perioperative care)

2.3 การพัฒนาระบบการจัดการภาวะอุณหภูมิกายต่ำ

ผลสรุปจากประเด็นในหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สืบค้นได้มีรายละเอียดดังนี้

I. ผลลัพธ์ (Outcomes) ผลลัพธ์ที่ต้องการในการดูแลผู้ป่วยที่มีภาวะอุณหภูมิกายต่ำคือ อุณหภูมิกายปกติ ในการจัดการดูแลผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจมีเป้าหมายที่สำคัญ คือ เพื่อคงความสามารถในการทำงานของหัวใจ มีปริมาณเลือดไหลเวียนเพียงพอต่อความต้องการของเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย (Smeltzer et al., 2008) อุณหภูมิกายเป็นหนึ่งในสัญญาณชีพที่สำคัญในผู้ป่วยหนักทุกรายที่ควรได้รับการตรวจวัดและเฝ้าระวังอย่างเหมาะสม (Smith, Bland & Mullett, 2005) เพราะเป็นสัญญาณที่กลไกร่างกาย พยายามควบคุมให้ปกติมากกว่าความดันโลหิตหรืออัตราการเต้นของหัวใจ (Sessler, 2008) อุณหภูมิกายเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงสัญญาณชีวิต นอกเหนือไปจากอัตราการเต้นของหัวใจ ชีพจร อัตราการหายใจ และค่าความดันโลหิต ใน ระยะผ่าตัดและหลังผ่าตัดพยาบาลจะเป็นผู้ที่ มีบทบาทสำคัญในการให้การดูแลที่มีคุณภาพในการรักษาอุณหภูมิกายผู้ป่วยให้ปกติ ทำให้ลดภาวะเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติต่อหัวใจและภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากหลักฐานเชิงประจักษ์พบว่า มีเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องในการประเมินผลลัพธ์ด้านอุณหภูมิ ซึ่งจำแนกได้ตามตารางที่ 3.3 ดังนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงการจำแนกระดับของระดับอุณหภูมิแกน

แหล่งอ้างอิง	ระดับอุณหภูมิกาย				
	ปกติ	ต่ำ	ต่ำเล็กน้อย	ต่ำปานกลาง	ต่ำมาก
Aslam et al. (2006)		<35°C 95°F	32°C-35°C 90°F -95°F	28°C-32°C 82°F-90°F	<28°C <82°F
Polderman & Herold (2009)		<36.0°C	34.0-35.9°C	30.0-33.9°C	<30.0°C
NICE(2008)* Burnset al., (2009)*	36.5-37.5°C	<36°C	35.0-35.9°C	34.0-34.9°C	≤33.9°C
Forbes et al. (2009); ASA(2002); Good et al. (2006)*		<36.0°C 96.8°F			
Sessler (2008)	36.5-37.5°C	<36.0°C			
ASPAN (2001)* AORN(2007)* Hooper et al. (2009)*	36-38°C 96.8-100.4°F	<36°C			

หมายเหตุ * = Perioperative hypothermia

เกณฑ์การประเมินเกี่ยวกับอุณหภูมิกาย ตามหลักฐานเชิงประจักษ์ เกณฑ์ระดับของอุณหภูมิกาย จากหลักฐาน แนวปฏิบัติทางคลินิก ระดับ 1 จำนวน 2 เรื่อง ระดับ 5 จำนวน 1 เรื่อง และระดับ 7 จำนวน 6 เรื่อง สรุปเกณฑ์ระดับของอุณหภูมิกาย ดังนี้

1. ค่าอุณหภูมิกายปกติ (normothermia) หมายถึง อุณหภูมิแกนร่างกาย 36.5- 37.5°C (NICE, 2008) โดยมีความแปรผันของระดับอุณหภูมิไม่เกินช่วงระหว่าง 36-38°C (ASPAN, 2001; AORN, 2007; Hooper et al., 2009) ถ้าเกินบ่งบอกการมีความผิดปกติของอุณหภูมิกาย (Sessler, 2008)

2. อุณหภูมิกายต่ำ (hypothermia) หมายถึง อุณหภูมิแกนร่างกาย < 36°C (96.8°F) (ASPAN, 2001; ASA, 2002; Good, et al., 2006; AORN, 2007; NICE, 2008; Forbes, et al., 2009) หรืออาจแสดงออก โดยผู้ป่วยบอกถึงความรู้สึกเย็น หนาวสั่น หลอดเลือดส่วนปลายตีบและขนลุกตั้ง (ASPAN, 2001) เนื่องจากแต่ละระดับของอุณหภูมิกายต่ำมีความรุนแรงของอาการแตกต่างกัน

ซึ่งจากหลักฐานเชิงวิชาการได้มีการจัดแบ่งระดับที่แตกต่างกันมาก จำแนกเป็น 3 กลุ่มในแต่ละระดับดังนี้

2.1 ระดับอุณหภูมิต่ำเล็กน้อย (mildly hypothermia) (32°C - 35.9°C)

กลุ่มที่ 1. 35.0°C - 35.9°C (NICE, 2008; Burns et al., 2009)

กลุ่มที่ 2. 34.0°C - 35.9°C (Polderman, & Herold, 2009)

กลุ่มที่ 3. 32°C - 35°C (Aslam, et al., 2006)

2.2 ระดับอุณหภูมิต่ำปานกลาง (moderately hypothermia) (28°C - 34.9°C)

กลุ่มที่ 1. 34.0°C - 34.9°C (NICE, 2008; Burns et al., 2009)

กลุ่มที่ 2. 32.0°C - 33.9°C (Polderman, & Herold, 2009)

กลุ่มที่ 3. 28°C - 32°C (Aslam et al., 2006)

2.3 ระดับอุณหภูมิต่ำอย่างรุนแรง (severely hypothermia) ($<28^{\circ}\text{C}$ - $\leq 33.9^{\circ}\text{C}$)

กลุ่มที่ 1. $\leq 33.9^{\circ}\text{C}$ (NICE, 2008; Burns et al., 2009)

กลุ่มที่ 2. $<30.0^{\circ}\text{C}$ (Polderman, & Herold, 2009)

กลุ่มที่ 3. $<28^{\circ}\text{C}$ (Aslam et al., 2006)

นอกจากเกณฑ์การประเมินระดับอุณหภูมิกายดังกล่าวแล้วยังมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่แสดงถึงการวัดผลลัพธ์ของอุณหภูมิโดย

1. ระดับความรู้สึกอุ่นสบาย (Comfortably warm) หมายถึง ช่วงอุณหภูมิแกนร่างกายที่ปกติ ของผู้ป่วยผู้ใหญ่ ช่วงระหว่าง 36.5°C และ 37.5°C ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการยุติให้ความอุ่นร่างกายในผู้ใหญ่ (NICE, 2008)

2. เกณฑ์ผลลัพธ์ระดับอุณหภูมิกายที่พอเหมาะก่อนย้ายออกจากห้องพักฟื้นคือ อุณหภูมิแกนมากกว่าหรือเท่ากับ 36°C และลักษณะต่างๆของอุณหภูมิกายต่ำ เช่น หนาวสั่น ขนลุก ตั่ง ควรหมดไป ผู้ป่วยควรบอกหรือสื่อสารได้ถึงระดับความอุ่นที่ยอมรับได้ ยกเว้นผู้ป่วยที่ไม่สามารถพูดได้ เช่น ใส่ท่อช่วยหายใจ (ASPAN, 2001; NICE, 2008)

II. การบำบัดรักษา (Interventions) การจัดการภาวะอุณหภูมิกายต่ำประกอบด้วย 2 ประเด็นหลักดังนี้

1. การประเมิน (Assessment) ประกอบด้วยวิธีการประเมินปัจจัยเสี่ยงที่นำไปสู่ภาวะอุณหภูมิกายต่ำ อาการและอาการแสดงของ ภาวะอุณหภูมิกายต่ำและภาวะแทรกซ้อน

1.1 การประเมินปัจจัยเสี่ยงที่นำไปสู่ภาวะอุณหภูมิกายต่ำ ได้แก่

- 1.1.1 ปัจจัยจากผู้ป่วยที่เป็นปัจจัยพื้นฐานด้านสภาพร่างกายที่เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิกายต่ำหลังผ่าตัด เช่น อายุ น้ำหนักร่างกาย ความผิดปกติของระบบการเผา

ผลาญพลังงาน ระดับอุณหภูมิกายก่อนผ่าตัด และผลการประเมินระดับความพร้อมของสภาพร่างกายก่อนการผ่าตัด มีรายละเอียดดังนี้

อายุมากกว่า 60 ปี เป็นปัจจัยเสี่ยงอย่างหนึ่งต่อการเกิดอุณหภูมิกายต่ำทั้งในระยะผ่าตัดและหลังผ่าตัด การมีอายุเพิ่มมากขึ้น โอกาสการเกิดความผิดปกติต่อหัวใจยิ่งเพิ่มสูงขึ้น และความสามารถในการทำให้ร่างกายอบอุ่นหลังการผ่าตัดใช้เวลานานกว่าอุณหภูมิถึง 36°C (NICE, 2008) เนื่องจากผู้สูงอายุมีไขมันหรือมวลกล้ามเนื้อน้อย ความยืดหยุ่นของหลอดเลือดลดลงทำให้การควบคุมความร้อนลดลง รวมทั้งการได้ยาระงับความรู้สึกชนิดทั่วร่างกาย ส่งผลกระทบต่อการป้องกันด้านอุณหภูมิของร่างกาย ต่ำกว่าในผู้ที่มีอายุน้อยกว่า จึงมีโอกาสสูญเสียความร้อนของร่างกายได้ง่ายและรวดเร็วกว่า (AORN, 2007)

น้ำหนักร่างกาย การมีน้ำหนักร่างกายน้อย จัดเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิกายต่ำ เนื่องจากผู้ที่มีร่างกายผอมบางจะมีสัดส่วนขนาดพื้นที่ผิวกายมากเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักตัว จึงมีความจำกัดของฉนวนในการป้องกันการสูญเสียความร้อนทางผิวหนัง ในขณะที่ผู้ที่อ้วนจะมีสัดส่วนน้ำหนักต่อพื้นที่ผิวกายสูง และการมีไขมันของร่างกายมากทำให้สามารถคงระดับอุณหภูมิสูงในเนื้อเยื่อส่วนปลายได้ (AORN, 2007)

ความผิดปกติของระบบการเผาผลาญพลังงาน (metabolic disorder) เนื่องจากความผิดปกติที่เกิดขึ้นยับยั้งกลไกการควบคุมอุณหภูมิของการผลิตความร้อนหรือการตอบสนองด้านสรีรวิทยาของร่างกายเช่น ด้านระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้ประสิทธิภาพการควบคุมอุณหภูมิไม่เพียงพอ โรคหัวใจและหลอดเลือดทำให้มีการตีบตัวของหลอดเลือดส่วนปลาย โรคของต่อมไทรอยด์ทำงานน้อยกว่าปกติ (Hypothyroidism) และโรคของต่อมพิทูอิทารีทำงานน้อยกว่าปกติ (Hypopituitarism) อาจยับยั้งการผลิต ความร้อนของร่างกาย (AORN, 2007) นอกจากนี้ผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม (diabetic neuropathies) มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิกายต่ำในช่วง 3 ชั่วโมงหลังการผ่าตัดมากกว่าผู้ป่วยเบาหวานที่ไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม (NICE, 2008)

ระดับอุณหภูมิกายก่อนผ่าตัด การมีระดับอุณหภูมิแกนต่ำกว่า 36°C ก่อนการเข้าผ่าตัดเป็นปัจจัยที่เสี่ยงต่อการมีอุณหภูมิกายต่ำภายหลังการผ่าตัด (NICE, 2008)

ระดับความพร้อมของสภาพร่างกายก่อนการผ่าตัด เมื่อจำแนกโดย American Society of Anesthesiologists (ASA) Physical Status Classification System ของสมาคมวิสัญญีแพทย์อเมริกา ที่มีการจัดแบ่งเป็น 5 ระดับ ถ้าผลการประเมินมากกว่าระดับ 1 จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะอุณหภูมิกายต่ำหลังผ่าตัด ค่าคะแนนยิ่งสูงยิ่งเสี่ยงมากขึ้น (NICE, 2008) ASA Physical Status มีรายละเอียดดังนี้ (สุปราณี นิรุตติศาสตร์, 2547)

Class I ผู้ป่วยแข็งแรงดี ไม่มีโรคประจำตัวทั้งทางร่างกายและจิตใจ

Class II ผู้ป่วยที่มีโรคประจำตัวเล็กน้อยควบคุมได้ ผู้ป่วยที่มีอายุน้อยมาก อ้วนมากหรือสูงอายุน้อยกว่า 60 ปี

Class III ผู้ป่วยที่มีโรคประจำตัวรุนแรงมากแต่ยังไม่เป็นอันตรายถึงชีวิต เช่น โรคหัวใจที่การทำงานลดลงมาก มีประวัติกล้ามเนื้อหัวใจตาย ความดันโลหิตสูง เบาหวานที่คุมได้ดี และมีภาวะแทรกซ้อนของระบบอื่น โรคปอดเรื้อรังที่การทำงานลดลงมาก

Class IV ผู้ป่วยที่มีโรคประจำตัวรุนแรงมากจนเป็นอันตรายต่อชีวิต เช่น โรคหัวใจล้มเหลวอย่างรุนแรง ผู้ป่วยที่มีโรคปอด โรคตับหรือโรคไตอย่างรุนแรง

Class V ผู้ป่วยที่วิกฤตอาจไม่รอดชีวิต ภายใน 24 ชั่วโมง แต่ได้รับการผ่าตัดเพราะอาจเป็นทางช่วยชีวิตผู้ป่วยไว้ได้

1.1.2 ปัจจัยเสี่ยงจากยาระงับความรู้สึก ยาระงับความรู้สึกเฉพาะที่หรือทั่วร่างกายทำให้อุณหภูมิร่างกายต่ำ โดยในระยะ 1 ชั่วโมงแรกหลังได้รับยา อุณหภูมิร่างกายจะเริ่มลดต่ำลง $1-1.5^{\circ}\text{C}$ มีการกระจายความร้อนออกจากส่วนแกนของร่างกายสู่ส่วนปลาย ใน 2-3 ชั่วโมงต่อมา อุณหภูมิแกนจะลดลงอย่างช้าๆ เพราะการสูญเสียความร้อนสัมพันธ์กับอัตราการผลิตความร้อน และในระยะ 3-4 ชั่วโมง อุณหภูมิแกนร่างกายจะมีความคงที่ (Kumar et al., 2005; Kurz, 2008a) ถ้าเป็นการใช้ยาระงับความรู้สึกทั้งแบบเฉพาะที่และทั่วร่างกายร่วมกัน จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำมากขึ้นหลังการผ่าตัด (NICE, 2008) เพราะกลไกการควบคุมอุณหภูมิทั้งส่วนกลางและส่วนปลายเสียการควบคุม (Noble, 2006)

1.1.3 ปัจจัยเสี่ยงจากการผ่าตัด ชนิดของการผ่าตัด เช่น การผ่าตัดแบบเปิดช่องท้อง หรือทรวงอก และระยะเวลาผ่าตัดที่มากกว่า 2 ชั่วโมง (Washington & Matney, 2008; Kiekkas et al., 2005; AORN, 2007; Reynolds et al., 2008) ขนาดของการผ่าตัด ทั้งขนาดปานกลาง และการผ่าตัดใหญ่ มีผลต่อการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำหลังการผ่าตัดเพิ่มขึ้น (NICE, 2008)

1.1.4 ปัจจัยเสี่ยงจากการให้เลือดและสารน้ำ เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำหลังผ่าตัดในไอซียู การได้รับเลือดที่เย็น 4°C โดยไม่ผ่านการอุ่น 1 ถุง หรือการให้สารน้ำชนิด crystalloid solution ปริมาณ 1 ลิตร ณ อุณหภูมิห้อง จะทำให้อุณหภูมิร่างกายเฉลี่ยของผู้ใหญ่ลดลงประมาณ 0.25°C (Sessler, 2001) จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่เพิ่มความเสี่ยงการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำระหว่างการผ่าตัด (NICE, 2008) และการได้รับสารน้ำที่เย็นจะทำให้อุณหภูมิแกนลดลง $1-3^{\circ}\text{C}$ (Kumar et al., 2005) นอกจากนี้ถ้ามีการใช้น้ำชะล้าง (Irrigation fluids) ที่มีอุณหภูมิต่ำเท่ากับอุณหภูมิห้องผ่าตัดในปริมาณมาก จะมีผลต่อการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำหลังผ่าตัดในไอซียูได้มาก

1.1.5 ปังจัยจากสิ่งแวดลอมระหวางการผ่าตัด เช่น การเปิดเผยร่างกาย วิธีการให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายทั้งในระยะก่อนผ่าตัด ขณะผ่าตัด และหลังผ่าตัด อุณหภูมิห้องผ่าตัด ที่ต่ำกว่า 26°C (Washington & Matney, 2008; Kiekkas et al., 2005; Reynolds et al., 2008) ระยะเวลาที่อยู่ในห้องผ่าตัดที่มีอุณหภูมิต่ำ จะส่งผลให้เกิดอุณหภูมิกายต่ำได้ ถ้าระยะเวลาการคงอยู่ในห้องผ่าตัดนานกว่า 90 นาทีหลังออกจาก CPB (El-Rahmany, Frank, Vannier, Schneider, Okasha, & Bulcao, 2000b)

วิธีการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะอุณหภูมิกายต่ำ

ในการจำแนกกลุ่มเสี่ยงต่อการเกิดภาวะอุณหภูมิกายต่ำหลังการผ่าตัด เพื่อการจัดทำ แนวปฏิบัติทางคลินิกในการจัดการภาวะอุณหภูมิกายต่ำจากการผ่าตัดโดย NICE (2008) ได้มีการ วิเคราะห์ห้เมตาดังงานวิจัยและสรุปไว้ว่า กลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิกายต่ำ หรือเกิด ภาวะแทรกซ้อนของระบบหัวใจ จัดเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูง (higher risk) ซึ่งมีความทนต่อการ ให้การรักษาต่ำลง ในผู้ป่วยกลุ่มนี้ ถ้าในการประเมินพบปังจัยเสี่ยงอย่างน้อย 2 อย่างในปังจัยเสี่ยง เหล่านี้ถือเป็กลุ่มเสี่ยงสูง คือ

- ASA physical status grade II-V
- อุณหภูมิร่างกายก่อนผ่าตัด < 36.0°C
- เป็นการผ่าตัดคว่นหรือผ่าตัดใหญ่ (intermediate or major surgery)
- เป็นการใชัยาระับความรู้สึกร่วมกันทั้งแบบ general และ regional anaesthesia
- มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนด้านหัวใจ (cardiac complications)

นอกจากนี้มีปังจัยรวมอื่นๆ เช่น การใช้สารน้ำชะล้าง การให้สารละลาย หรือ เลือดที่ ไม่อุ่น เข้าหลอดเลือดดำ และการมีอุณหภูมิห้องผ่าตัดที่ต่ำ (NICE, 2008)

ซึ่งปังจัยที่ทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนด้านหัวใจ (cardiac complications) ที่สำคัญโดยเฉพาะหลังการผ่าตัดหัวใจคือการเกิดภาวะหัวใจล้มเหลวฉับพลันที่มี อาการแสดงด้วย Low cardiac output syndrome: LCOS มีได้จากหลายปังจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ปังจัย เสี่ยงได้แก่ ก่อนผ่าตัดมีประสิทธิภาพในการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ (Ejection fraction: EF) ต่ำ (<40%) อายุมากกว่า 70 ปี หัวใจโต เพศหญิง และ diastolic dysfunction มีประวัติไตวายเรื้อรังก่อน ผ่าตัด เป็นการผ่าตัดคว่น (Maganti, Rao, Borger, Ivanov, & David, 2005; Atoui et al., 2008) ส่วนปังจัยส่งเสริม ได้แก่ ประสิทธิภาพการบีบตัวของหัวใจ (Contractility) ลดลง เนื่องจากปฏิกิริยา การอักเสบทั้งระบบ จากการที่เลือดสัมผัสกับพื้นผิวของวงจรเครื่องปอด หัวใจเทียม การมีกล้ามเนื้อ หัวใจตายก่อนการผ่าตัดหรือระหว่างผ่าตัด กล้ามเนื้อหัวใจมีการบวมอย่างรุนแรง และ/หรือการ ทำงานของ เวนทริเคิลขวา เสียหน้าที่ มีอัตราการเต้นของหัวใจผิดปกติ เนื่องจากภาวะพร่อง

ออกซิเจน ความไม่สมดุลกรดเบส และ อิเล็กโทรไลต์ มีความไม่เพียงพอของ preload เนื่องจากการเสียเลือดมาก ($> 100-300$ ml/h หรือ มากกว่า 1 ลิตร/การผ่าตัด) (Foot, Fraser, & Mullany, 2005) มีการซึมผ่านของน้ำ ออกนอกหลอดเลือดเข้าสู่ 3rd space การมีภาวะน้ำเกิน (fluid overload) การมีปัสสาวะออกมาก การมีช่องหัวใจถูกบีบอัด (cardiac tamponade) การเพิ่มขึ้นของ afterload จากความดันโลหิตสูง ความดันในหลอดเลือดแดงปอดสูง (pulmonary hypertension) ที่มีค่า systolic pulmonary artery pressure มากกว่า 35 mmHg (Zamanian, Haddad, Doyle, & Weinacker, 2007) อุณหภูมิร่างกายต่ำ (Hypothermia) และปัจจัยอื่นๆ เช่น การใช้ positive end-expiratory pressure ที่สูง ผลของยาที่กดการทำงานของ left ventricular ทำให้เสียหน้าที่ เป็นต้น

1.2 การประเมินอาการและการแสดงของภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ โดยสังเกตอาการหรืออาการแสดงออกที่ปรากฏ เช่น อาการหนาวสั่น ระดับความรู้สึกตัว ความรู้สึกสุขสบาย ขนลุก ตั่ง สีผิวหนัง ซึ่งอาการดังกล่าว สามารถบ่งบอกถึงระดับอุณหภูมิแกนของผู้ป่วยได้ดังนี้ (Aslam et al., 2006)

- อุณหภูมิร่างกายต่ำระดับเล็กน้อย (32°C - 35°C หรือ 90°F - 95°F) จะมีอาการหนาวสั่นอย่างรุนแรง ผิวซีดเย็น และมีจำนวนปัสสาวะออกมาก (cold diuresis)

- อุณหภูมิร่างกายต่ำระดับปานกลาง (28°C - 32°C หรือ 82°F - 90°F) จะมีอาการหนาวสั่นเล็กน้อย, เสียงรัว (slurred speech), หลงลืม (amnesia), สับสน (confusion), ไร้อารมณ์ (apathy), สูญเสียทักษะการใช้กล้ามเนื้อเล็ก ปฏิกริยาตอบสนองช้า ปวดตามข้อ เคลื่อนไหวลำบาก และ หัวใจเต้นช้า

- อุณหภูมิร่างกายต่ำระดับรุนแรง ($<28^{\circ}\text{C}$ หรือ $<82^{\circ}\text{F}$) จะไม่มีอาการหนาวสั่น แต่มีผิวหนังบวมเย็น (cold edematous skin) หัวใจเต้นช้า ซึ่งจะนำไปสู่ภาวะหัวใจหยุดเต้น การทำงานของหัวใจช่วงการบีบตัวของหัวใจถูกกด ความดันโลหิตต่ำ การหายใจลดลง (hypoventilation) ซึ่งจะนำไปสู่การหยุดหายใจ ปอดบวม การรับรู้เปลี่ยนแปลง ซึ่งจะทำให้หมดสติ ไม่มีปฏิกริยาตอบสนอง ไม่มีปัสสาวะ คลำชีพจรส่วนปลายไม่ได้ รูปร่างดาวยาวค้ำ (ซึ่งไม่ใช่สัญญาณของก้านสมองตาย)

1.3 การประเมินอาการและการแสดงของภาวะแทรกซ้อนจากอุณหภูมิร่างกายต่ำ ในระยะหลังผ่าตัดภาวะแทรกซ้อนที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิร่างกายต่ำ ต่อระบบต่างๆของร่างกายมีดังนี้

1.3.1 ระบบไหลเวียนเลือด

- มีความไม่คงที่ของระบบไหลเวียนเลือดในระยะวิกฤต 2 ชั่วโมงแรก หลังการผ่าตัดหัวใจ ค่าความดันในห้องหัวใจ CVP สูง, SVR สูง (Currey & Botti, 2005) ความดันโลหิตสูง (Currey & Botti, 2005; Putzu et al, 2007) Cardiac output ต่ำ หลอดเลือดหดตีบ ความแรงชีพจรเบา ระดับความอุ่นปลายเท้าเล็กน้อย (Schey et al., 2009)

-คลื่นไฟฟ้าหัวใจมีลักษณะพิเศษในอุณหภูมิร่างกายต่ำ คือ การมี J (Osborn) waves มีคลื่นลักษณะ J wave, J deflection, หรือลักษณะหลังอุฐ, prolonged PR, QRS, QT intervals, ST segment elevation, ST segment depression, T wave inversion การนำกระแสไฟฟ้าผิดปกติ เช่น AV block (1°, 2°, complete) จังหวะการเต้นผิดปกติเช่น sinus bradycardia, junctional bradycardia, atrial arrhythmias, supraventricular arrhythmias, AF, VF ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิร่างกายต่ำ เช่น alkalosis, acidosis, hypocapnia, hyperkalemia (Aslam et al., 2006)

เครื่องมือในการประเมินระบบไหลเวียนโลหิต โดยเฝ้าติดตาม อัตราและลักษณะการเต้นของหัวใจ (HR, ECG, ST segment) ความดันโลหิตเฉลี่ยทางหลอดเลือดแดง (ABP, MAP) ความดันในห้องหัวใจ (CVP, PAP) แรงต้านหลอดเลือดส่วนปลาย (SVR), ปริมาณเลือดออกจากหัวใจต่อนาที (CO) (Currey & Botti, 2005) ความแรงชีพจรส่วนปลาย การกำซาบเลือดส่วนปลาย (Oliva & Monteiro da Cruz, 2003) และการประเมินอุณหภูมิผิวหนังส่วนปลายเท้า (Toe temperature) ซึ่งเป็นวิธีประเมินการทำงานของหัวใจ แบบ noninvasive เพื่อตรวจสอบความเพียงพอของปริมาณเลือดออกจากหัวใจและ การกำซาบเลือดส่วนปลายในผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจ แบ่งผลการประเมินเป็น 3 ระดับ คือ ระดับ 1 มีความเย็นทั้งเท้า ระดับ 2 มีความอุ่นจากส้นเท้าถึงนิ้วเท้ายกเว้นส่วนนิ้วหัวแม่เท้า และ ระดับ 3 มีความอุ่นของเท้าทั้งหมดรวมส้นเท้า สามารถสะท้อน cardiac output และ perfusion ได้ (Schey et al., 2009)

1.3.2 ระบบหายใจ เนื่องจาก เมื่ออุณหภูมิร่างกายต่ำ ทำให้มีการตีบตัวของหลอดเลือดส่วนปลายอาจสังเกตพบ การขาดออกซิเจนในเนื้อเยื่อส่วนปลาย ค่าความเข้มข้นออกซิเจนส่วนปลายนิ้วต่ำ ในระยะแรกที่มีอุณหภูมิร่างกายต่ำ มีลักษณะการหายใจเร็ว จากภาวะ respiratory alkalosis เมื่ออุณหภูมิร่างกายลดต่ำมากเกิด respiratory acidosis, metabolic acidosis (Burns et al., 2009)

เครื่องมือในการประเมินระบบหายใจ: การสังเกตลักษณะการหายใจ การประเมินจากผลแก๊สในเลือดแดง (Arterial blood gas), pulse oxymetry และสังเกตความต้องการใช้ออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น

1.3.3 ระบบประสาท เนื่องจากอุณหภูมิร่างกายต่ำมีผลต่อ therapeutic index ของยาจะแคบทำให้มีความต้องการยา ในปริมาณสูง การกำจัดยาออกจากร่างกายลดลง ทำให้ระยะเวลาการออกฤทธิ์ของยานานขึ้น เช่น opioids และ propofol ซึ่งควรระวังการให้ยาในผู้สูงอายุที่มีอุณหภูมิร่างกายต่ำเนื่องจากความสามารถในการกำจัดยาออกจากร่างกายลดลงเมื่ออุณหภูมิร่างกายต่ำ ทำให้

ระดับความรู้สึกตัวและการตื่นรู้สีกตัวหลังการผ่าตัดซ้ำ การทำงานที่เป็นปกติของกล้ามเนื้อร่างกายลดลง การฟื้นจากยาสลบซ้ำ (Campos & Paniagua, 2008)

เครื่องมือในการประเมินระบบประสาท: สังเกตระดับความรู้สึกตัวการทำงานที่เป็นปกติของกล้ามเนื้อ หรือใช้เครื่องมือในการประเมินระบบประสาทผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ คือ The Neurologic Intensive Care Evaluation (NICE) ทำการประเมินหลังการเข้าสู่ไอซียูทุก 30 นาทีตั้งแต่แรกเริ่ม ตลอดช่วง 9 ชั่วโมงแรก และตลอด 24 ชั่วโมงหลังผ่าตัดหัวใจ (Bickert, Gallagher, Reiner, Hager & Stecker, 2008) โดยจำแนกตามค่าคะแนนประเมินดังนี้

ค่าคะแนน NICE = 1 พบการฟื้นของ brainstem reflexes (corneal & pupillary responses) เริ่มปรากฏใน 1.4 ± 1.4 ชั่วโมงหลังผ่าตัด

ค่าคะแนน NICE =2 มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อการกระตุ้นเจ็บเริ่มปรากฏใน 2.6 ± 2.2 ชั่วโมงหลังผ่าตัด

ค่าคะแนน NICE = 4 ทำตามคำสั่งได้เริ่มปรากฏใน 2.9 ± 2.3 ชั่วโมงหลังผ่าตัด

ค่าคะแนน NICE =8 การฟื้นตื่นรู้สีกตัวเต็มที่ เริ่มปรากฏใน 5.1 ± 3.8 ชั่วโมงหลังผ่าตัด

1.3.4 ระบบโลหิตวิทยา อุณหภูมิกายต่ำมีผลต่อการทำหน้าที่ของระบบการห้ามเลือดผิดปกติ เกิดเลือดต่ำ ส่งผลต่อการเกิดภาวะเสียเลือดมากหลังการผ่าตัด (Excessive bleeding)

เครื่องมือประเมินการเสียเลือดมากหลังผ่าตัดหัวใจ คือ การเสียเลือดมากกว่า 1 ลิตรต่อการทำหัตถการ 1 ครั้งหรือการเสียเลือดทางท่อระบายทรวงอกมากกว่า 100-300 มิลลิลิตร/ ชั่วโมง (Foot, Fraser & Mullany, 2005) เสียเลือดมากกว่า 2 ลิตร ภายใน 24 ชั่วโมง หลังผ่าตัด อัตรา 300 มิลลิลิตร/ ชั่วโมงหรือ 100 - 200 มิลลิลิตร/ ชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (Steiner & Despotis, 2007)

1.3.5 ระบบต่อมไร้ท่อ อุณหภูมิกายต่ำมีผลต่อการทำงานของอินซูลินที่สร้างจากตับอ่อนในเลือดลดลง เซลล์ของร่างกายต้องการกระตุ้นจากอินซูลิน ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น (Reynolds et al, 2008) โดยเฉพาะช่วง 6 ชั่วโมงแรกหลังผ่าตัด ผู้ป่วยทุกรายทั้งที่เป็นเบาหวานและไม่เป็นเบาหวานที่ทำผ่าตัดหัวใจที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงลอย (serum glucose > 180 mg/dL) ควรได้รับอินซูลินเข้าหลอดเลือดดำอย่างต่อเนื่อง ทั้งในห้องผ่าตัดและภายหลังผ่าตัดเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง (Lazar et al., 2009)

เครื่องมือในการประเมิน ควรติดตามผลตรวจระดับน้ำตาลในเลือด และควบคุมระดับน้ำตาลให้ต่ำกว่า $< 180 \text{ mg/dL}$ ตลอดช่วงการรักษาในไอซียู (Lazar et al., 2009) และระหว่างการให้อินซูลินควรระวังการมี hypokalemia เนื่องจากโพแทสเซียม ถูก glucose และ insulin นำเข้าเซลล์ จึงต้องมีการเฝ้าระวัง และตรวจสอบระดับน้ำตาลในเลือด ระดับค่าโพแทสเซียม และให้การรักษาไปพร้อมกัน และเมื่ออุณหภูมิกายเริ่มอุ่นขึ้น การดำนอินซูลินลดลง ทำให้ผู้ป่วยมีน้ำตาลในเลือดต่ำได้ (Shine, Uchikado, Crawford & Murray, 2007)

1.3.6 ระบบไต สารน้ำและ อิเล็กโทรไลต์ อุณหภูมิร่างกายต่ำมีผลต่อการตีบในหลอดเลือดส่วนปลาย ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของปริมาณเลือดในส่วนกลางจึงเกิดสภาวะปริมาณสารน้ำมาก ทำให้เกิดการยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน antidiuretic hormone (ADH) จึงส่งผลการขับปัสสาวะออกเป็นจำนวนมาก (Cold diuresis) หลังผ่าตัด ทำให้ปริมาณสารน้ำในกระแสเลือดลดลงมาก ในภายหลัง (Edwards, 2005) และในขณะเดียวกันก็ทำให้มีการขับโพแทสเซียม แมกนีเซียม และฟอสเฟตออกมา (Polderman, 2009)

เครื่องมือในการประเมินระบบไต สารน้ำและอิเล็กโทรไลต์ ควรประเมินจำนวนปัสสาวะต่อชั่วโมง การติดตามผลตรวจอิเล็กโทรไลต์ โพแทสเซียม แมกนีเซียม

1.3.7 ภาวะอาการหนาวสั่นในผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจมักพบใน 45-90 นาทีแรก หลังการผ่าตัด ที่จะส่งผลกระทบต่อความไม่สบาย ปวดแผลผ่าตัด และความต้องการออกซิเจนของกล้ามเนื้อหัวใจเพิ่มมากขึ้น (Currey & Botti, 2005)

เครื่องมือในการประเมิน สังเกตอาการและอาการแสดงของภาวะหนาวสั่น ซึ่งประยุกต์ตามแบบประเมินของฮอลซ์คลอ (Holtzclaw, 1990 อ้างใน พนารัตน์ จำปา, 2548) คือ เมื่อใช้มือคลำบริเวณขากรรไกรพบที่มีการสั่นของกล้ามเนื้อหรือมองเห็นว่ามีการสั่นพริ้วของกล้ามเนื้อบริเวณศีรษะ ลำคอ หน้าอก และ ลำตัว หรือมีตัวสั่นเกร็งและฟินกระแทกกัน เป็นต้น

1.4 ตำแหน่งและเครื่องมือในการประเมินอุณหภูมิ

ตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิร่างกาย (Monitoring sites)

ตำแหน่งในการวัดและเฝ้าติดตามอุณหภูมิร่างกาย ขึ้นกับตำแหน่งของร่างกายที่มีการกำซาบเลือดที่แตกต่างกัน การเลือกวิธีขึ้นกับลักษณะผู้ป่วยและการผ่าตัด สำหรับผู้ป่วยที่ได้ยาระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกายเกิน 30 นาที และทำผ่าตัดนานกว่า 1 ชั่วโมง ควรมีการเฝ้าระวังอุณหภูมิ โดยเฉพาะในการผ่าตัดใหญ่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำ (Sessler, 2008) ในการเลือกตำแหน่ง การวัดอุณหภูมิแกนจึงมีความสำคัญมากที่จะสะท้อนค่าอุณหภูมิที่แท้จริงของร่างกาย มี 4 ตำแหน่งหลัก ที่มีความน่าเชื่อถือมากในการประเมินค่าอุณหภูมิแกน (AORN, 2007) สามารถจำแนกตำแหน่งการวัดได้ดังนี้

1. Pulmonary artery เป็นตำแหน่งที่สามารถวัดอุณหภูมิของเลือดจากส่วนกลางทำให้สามารถอ่านค่าของอุณหภูมิจากหลอดเลือด ได้อย่างต่อเนื่อง ประเมินค่าได้เป็นอุณหภูมิจากหัวใจโดยตรง ถือเป็นมาตรฐานสูงสุดในการวัดอุณหภูมิแกนของร่างกาย ที่นิยมใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงในการวัดแทนตำแหน่งอื่นๆ แต่มีข้อด้อย คือ มีราคาแพงและเป็นการสอดใส่สายรุกล้ำเข้าร่างกาย (Pulmonary artery catheter: PAC) ซึ่งสอดใส่ลำบาก (Stanhope, 2006; Kurz, 2008b)

2. Esophageal temperature: เป็นการวัดอุณหภูมิ ผ่านทางหลอดอาหาร (esophagus) ซึ่งมีความยาวจากปลายจมูกในผู้ใหญ่โดยประมาณ 45 เซนติเมตร ด้วยการใช้ แผ่นวัด (probe) สอดผ่านเข้าไปในส่วนล่างตำแหน่งหนึ่งส่วนสามของหลอดอาหาร (12-16 เซนติเมตร) ซึ่งเป็นบริเวณที่ห่างจากตำแหน่งที่ได้ยินเสียงหัวใจและหายใจ เป็นตำแหน่งที่ตีความค่าอุณหภูมิแกนที่วัดได้จากการใช้ thermistor หรือ thermocouple ร่วมกับ esophageal stethoscope (Stanhope, 2006; Kurz, 2008b) นิยมเลือกเป็นวิธีแทนการใช้ Pulmonary artery catheter ในระหว่างการผ่าตัด (AORN, 2007)

3. Nasopharyngeal temperature เป็นตำแหน่ง ในส่วนต้นของหลอดอาหาร (nasopharyngeal) ที่ใกล้สมอง และแกนของร่างกาย ในการวัดผ่านทางส่วนต้นของหลอดอาหาร ต้องสอดสายวัดผ่านช่องจมูกเข้าไปที่ nasopharynx, ส่วนหลังต่อเพดานอ่อน (soft palate) วิธีนี้จะอ่านอุณหภูมิโดยประมาณของ hypothalamus (Stanhope, 2006; Kurz, 2008b) มักนิยมสำหรับผู้ป่วยที่ได้ยาระงับความรู้สึกทั่วร่างกาย (Putzu et al., 2007) ตำแหน่งการวัดอาจมีผลกระทบจากอุณหภูมิของแก๊สที่สูดดม มักมีค่าต่ำกว่าค่าที่วัดได้ด้วย Pulmonary artery catheter 0.5°C (AORN, 2007)

4. Tympanic membrane temperature เป็นวิธีการวัดอุณหภูมิแกนที่วัดอุณหภูมิผ่าน เยื่อแก้วหู (tympanic membrane) โดยที่ส่วนต้นของเยื่อแก้วหู จะอยู่ใกล้ตำแหน่ง hypothalamus และเส้นเลือด internal carotids artery ที่เลี้ยงบริเวณนั้น Tympanic thermometry สามารถวัดค่าอุณหภูมิแกนได้แม่นยำกว่าวิธีการวัด noninvasive ตำแหน่งอื่นๆ มีความน่าเชื่อถือ (reliable measure) โดยเฉพาะช่วงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ภายในช่องหูมีความแตกต่างของอุณหภูมิมากตั้งแต่ในช่วงตำแหน่งใกล้เยื่อแก้วหูและที่ตำแหน่งรูหู ด้านนอก (Stanhope, 2006) วิธีการนี้ต้องวาง transducer ใกล้ชิดติดกับเยื่อแก้วหู (Kurz, 2008b)

5. Jugular bulb temperature สามารถสะท้อนค่าระดับอุณหภูมิสมอง (cerebral cortical temperature) ได้ดีที่สุดในช่วง rewarming phase ของ CPB อุณหภูมิของเลือดที่วัดได้จาก arterial line และจาก oxygenator เป็นสิ่งชี้บ่งได้เที่ยงตรงและคงที่ ที่สุดของอุณหภูมิสมอง (Nussmeier, 2005)

ตำแหน่งที่มีความน่าเชื่อถือน้อยกว่า ในการประเมินอุณหภูมิแกน มีดังนี้

1. Bladder Temperature เป็นวิธีที่วัดอุณหภูมิในกระเพาะปัสสาวะผ่านทาง foley's catheter หรือการใช้โดยติด temperature thermistor หรือ thermocouple ที่ปลายสายสวนปัสสาวะจะทำให้มีการวัดอุณหภูมิภายในร่างกายส่วนช่องท้องได้อย่างต่อเนื่องบอกค่าอุณหภูมิแกนได้แต่ความแม่นยำจะลดลงเมื่อมีจำนวนปัสสาวะน้อย ระบบไหลเวียนเลือดไม่คงที่ และทำผ่าตัดช่องท้อง จะให้ค่าอุณหภูมิ ช้ากว่าตำแหน่งอื่นๆในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิกาย เช่น ช่วงการผ่าตัด cardiopulmonary bypass (Stanhope, 2006; AORN, 2007; Kurz, 2008b)

2. Rectal temperature เป็นตำแหน่งการวัดอุณหภูมิทางทวารหนักใช้ประมาณค่าอุณหภูมิแกนได้ แต่ค่าที่อ่านอาจมีผลกระทบจากการมีอุจจาระหรือแบคทีเรียที่ผลิตความร้อน ดังนั้นวิธีการนี้จึงมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิแกนเล็กน้อย (Kurz, 2008b) การวัดทางทวารหนักให้ผลการวัดที่ช้ากว่าตำแหน่งอื่นๆไม่สามารถสะท้อนค่าอุณหภูมิแกนที่ตรงกับอุณหภูมิส่วนกลางของ hypothalamus ได้แม่นยำหรือรวดเร็วในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิกายเนื่องจากอัตราการไหลเวียนเลือดสู่บริเวณนี้ต่ำ ในระหว่างการเฝ้าติดตามวัดอุณหภูมิช่วงการทำ rewarming เช่น ช่วงการผ่าตัด cardiopulmonary bypass เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแกน (Kumar et al., 2005; Stanhope, 2006; Kurz, 2008b)

3. Skin temperature monitors เป็นตำแหน่งการวัดอุณหภูมิทางผิวหนัง ผ่านตัวรับสัญญาณ (sensors) ที่ผิวหนัง มักใช้กับผู้ป่วยที่มีการควบคุมอุณหภูมิแวดล้อม เช่น ห้องแยก หรือการใช้เครื่องทำความร้อนแบบแผ่สำหรับ ทารก แต่ตัวรับสัญญาณ เหล่านี้ไม่สามารถเป็นวิธีที่ดีในการประเมินผู้ป่วยหลังการได้ยาระงับความรู้สึก เพราะไม่สามารถประมาณค่าอุณหภูมิได้ใกล้เคียง แต่เป็นวิธีใช้ร่วมสำหรับการวัดการกระจายของความร้อน จากส่วนแกนสู่ส่วนปลาย ในการเปลี่ยนแปลงการควบคุมอุณหภูมิ (Stanhope, 2006; Kurz, 2008b) ข้อสังเกต ผลการวัดอุณหภูมิผิวโดยทั่วไปจะได้ค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าอุณหภูมิแกน 2°C ($2-4^{\circ}\text{C}$) และมีความแปรปรวนมาก ขึ้นกับตำแหน่งการวัดและอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (Kumar et al., 2005; Sessler, 2008)

4. Infrared temporal artery thermometry เป็นวิธีวัดอุณหภูมิแกนผ่าน temporal artery แบบไม่รุกรานที่เริ่มแนะนำใช้แต่การทดลองผลไม่มีความไวเพียงพอในการประเมินอุณหภูมิกายต่ำหรือการมีไข้ (Kurz, 2008b)

5. Axillary temperature ตำแหน่งวัดทางรักแร้ มีความเที่ยบเที่ยงได้ดีกับอุณหภูมิแกนในผู้ใหญ่ที่มีอุณหภูมิปกติหรือในผู้ที่มีไข้เล็กน้อย แต่ในผู้ที่มีอุณหภูมิกายต่ำ มีหลอดเลือดส่วนปลายหด การวัดด้วยวิธีนี้ไม่สามารถบอกอุณหภูมิแกนได้ (Stanhope, 2006; Kurz, 2008b) ผลการวัดอุณหภูมิผิวจะได้ผลค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าอุณหภูมิแกน $2-4^{\circ}\text{C}$ และมีความแปรปรวนมาก ขึ้นกับตำแหน่งการวัด และอุณหภูมิที่แวดล้อม (Kumar et al., 2005)

6. Oral temperature ตำแหน่ง ทางช่องปากเป็นวิธีวัดอุณหภูมิที่ใกล้ส่วนแกนและไม่รบกวน ถ้า การใช้ เทอร์โมมิเตอร์วัดทางปากเป็นวิธีที่สะดวกและปลอดภัย ยกเว้นในผู้ที่ไม่รู้สึกรู้สีกตัว ผู้มีอาการหนาวสั่น การวัดทางปากต้องมีเทคนิคในการวัด ต้องวางตำแหน่งให้ถูกต้องในช่องกระพุ้งแก้มหรือใต้ลิ้น การวัดอุณหภูมิในผู้ที่หายใจทางปาก ผู้ที่หายใจเร็ว หรือได้ยาพ่นทางปาก ได้ออกซิเจน ใส่ท่อช่วยหายใจ หรือสายทางจมูก อาจทำให้อุณหภูมิต่ำลงกว่าค่าความจริง เช่น เมื่อใช้ electronic thermometer จะทำให้อุณหภูมิเพิ่ม 0.3 ถึง 0.4°F เมื่อวัดในตำแหน่งใต้ลิ้น (Stanhope, 2006) ค่าเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิแกน 2-4°C และมีความแปรปรวนมาก ขึ้นกับตำแหน่งการวัดและอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (Kumar et al., 2005) แต่ในการศึกษาของ Lawson และคณะ (2007) ที่เปรียบเทียบการวัดอุณหภูมิทางปากกับค่าอุณหภูมิแกนที่วัดได้ทางหลอดเลือดปอดในผู้ป่วยผู้ใหญ่ ในไอซียู แม้แต่ในผู้ป่วยใส่ท่อช่วยหายใจ พบว่าเป็นวิธี ที่ให้ความแม่นยำและน่าเชื่อถือที่สุดของการวัดอุณหภูมิแกน ถึงแม้ผลลัพธ์ที่วัดได้จะมีค่าต่ำกว่าค่าอุณหภูมิแกน 0.2-0.3°C (Torossian, 2008) จึงอาจเหมาะสมกับผู้ป่วยบางกลุ่มขึ้นกับการเลือกใช้ เช่น การเฝ้าระวังอุณหภูมิผู้ป่วยผู้ใหญ่วิกฤตในไอซียู (Hooper & Andrews, 2006) ผู้ป่วยในห้องพักฟื้น (Kurz, 2008b) แต่วิธีนี้ไม่แนะนำให้ใช้ในห้องผ่าตัด (AORN, 2007)

เครื่องมือประเมินอุณหภูมิร่างกาย (Temperature measurement device)

การทราบค่าอุณหภูมิแกนที่แม่นยำมีความสำคัญมาก ในการเฝ้าติดตามดูแลผู้ป่วยระยะฟื้นฟูจากยาระงับความรู้สึกหลังการผ่าตัด ทั้งนี้ขึ้นกับ ตำแหน่ง วิธีการวัดและ การเลือกใช้อุปกรณ์ ที่เหมาะสม ซึ่งการเลือกเครื่องมือวัดอุณหภูมิ เครื่องมือที่ดีควรมีความแม่นยำ และมีค่าความเที่ยงตรงภายในช่วง $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ให้ค่าที่คงที่ในการวัดไม่แปรตามอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม (AORN, 2007) สิ่งที่ต้องคำนึงเพื่อป้องกันความผิดพลาดของการเลือกเครื่องมือคือ พิจารณาตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิ วิธีใช้เครื่องมือ ขนาดของเทอร์โมมิเตอร์ ควรเหมาะสมกับตำแหน่งหรือบริเวณที่วัด ควรปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตซึ่งจะให้รายละเอียดช่วยให้การวัดมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ดังนั้นใน การเลือกเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่ดีที่สุดควรขึ้นกับความแม่นยำและเที่ยงตรง การเข้าถึงตำแหน่งที่วัดได้ง่าย มีเทคนิคและวิธีการใช้ที่ง่าย มีความปลอดภัยและให้ความสะดวกสบายต่อผู้ป่วย (Hooper & Andrews, 2006) รวมถึงสมรรถนะของผู้ทำการวัดที่มีความใส่ใจเทคนิค ถ้าได้ผ่านการฝึกอบรมการใช้ที่เหมาะสม และทำการประเมินสมรรถนะรายปี จะช่วยให้ทำการวัดอุณหภูมิแกนผู้ป่วยได้อย่างแม่นยำ รวดเร็วและมี ประสิทธิภาพ (Stanhope, 2006)

ชนิดของเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

1. Glass mercury thermometers เป็นเทอร์โมมิเตอร์ชนิดแท่งแก้วปรอท ใช้เวลาในการวัดนาน ให้ผลช้าไม่เป็นที่นิยม ซึ่งสารปรอทในหลอดแก้วเป็นอันตรายต่อผู้ป่วยและสิ่งแวดล้อม

2. Tympanic thermometry เทอร์โมมิเตอร์ที่วัดทางเยื่อแก้วหู เป็นวิธีที่เป็นประโยชน์ในการเฝ้าติดตามอุณหภูมิแกนเพราะ มีเลือดส่งผ่านจากหลอดเลือดแดงคาโรติด (internal carotid artery) โดยตรงซึ่งไปเลี้ยงที่ ศูนย์ควบคุมอุณหภูมิใน hypothalamus เครื่องมือมี 2 ลักษณะ คือ 1) แบบสัมผัสผิวดูดเยื่อหู (contact-type TTym monitoring device) ที่พบว่าอาจ ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกเจ็บได้เมื่อตื่นรู้สึกตัวและมีรายงานถึงการทำความเสียหายต่อเยื่อแก้วหูจากการสอดใส่ในช่วงไม่รู้สึกตัว และ 2) แบบใช้คลื่นอินฟราเรด (Infrared tympanic thermometers) เครื่องมือวัดอุณหภูมิทางหูที่เป็นระบบ เครื่องรับสัญญาณอินฟราเรด (infrared sensor) ทำงานโดยการประเมินพลังงานจากอินฟราเรดที่ปล่อยจากทุกพื้นผิวเหนือองศาศูนย์สมบูรณ์ เครื่องมือชนิดนี้ให้ค่าที่เที่ยงตรงและราคาไม่แพง เป็นที่นิยมมาก (Sessler, 2008)

ในการทบทวนวรรณกรรม โดย Hooper และ Andrews (2006) กล่าวถึงการใช้เครื่องมือวัดทางเยื่อแก้วหูมีหลักฐานสนับสนุนน้อย คุณภาพต่ำไม่ทันสมัย (หลักฐานปี 1988 ถึง 1998) ขาดหลักฐานที่มีคุณภาพสูงและทันสมัยในการสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีนี้ หลักฐานที่สนับสนุนมีน้อย และไม่เพียงพอ สอดคล้องกับการศึกษาของ Lawson และคณะ (2007) ที่ประเมินความแม่นยำของเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบไม่รุกราน 4 ชนิดคือทางปาก ทางหู ทางหน้าผาก และทางรักแร้ โดยเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิแกนที่วัดทางหลอดเลือดปอดในผู้ป่วยผู้ใหญ่ ที่รวมทั้งผู้ทำผ่าตัดหัวใจ และปอด จำนวน 60 รายที่รักษาในไอซียูพบว่า ค่าที่วัดทางหูมีความแม่นยำน้อยที่สุด และในการทบทวนวิชาการโดย Torossian (2008) และ Kurz (2008b) ระบุวิธีการวัดด้วย Infrared tympanic thermometers, infrared ear temperature (IR) เป็นวิธีที่อาจจัดการยากและอาจไม่สะท้อนค่าอุณหภูมิของเยื่อแก้วหู ไม่มีความแม่นยำไม่แนะนำให้ใช้ในการผ่าตัด ซึ่งในระหว่างการผ่าตัด ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิที่เป็น กึ่งรุกราน (semi-invasive) และยอมรับได้ คือ nasopharynx, oesophagus และ urinary bladder แต่ขัดแย้งกับการศึกษาโดย Bock และคณะ (2005) ในการทดสอบความแม่นยำของเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรดทางเยื่อแก้วหูรุ่นใหม่ (new infrared ear thermometer; IRT 4000) กับการวัดอุณหภูมิทาง pulmonary artery catheter (PAC) และเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบต่อเนื่องชนิดแตะสัมผัสกับเยื่อแก้วหู (continual contact probe on the tympanic membrane) ในจำนวนผู้ป่วยผู้ใหญ่ทั้งหมด 26 ราย ที่มีค่า ASA physical status II และ III, อายุระหว่าง 18- 85 ปี มีกำหนดทำผ่าตัด elective coronary artery bypass graft surgery ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่วัดด้วย IRT 4000 มีค่าสูงกว่า ค่าที่วัดทาง PAC 0.08°C ที่ระดับความเชื่อมั่น (95% confidence interval) จาก -0.44 – 0.61°C เครื่องวัดอุณหภูมิทางหูแบบอินฟราเรด ชนิด IRT 4000 สามารถอ่านค่าที่สะท้อนอุณหภูมิแกนได้อย่างแม่นยำและมีความสัมพันธ์อย่างดีกับการวัดทาง PAC. แสดงถึง Infrared ear thermometers มีประโยชน์ ในการเป็นทางเลือก ของการวัดอุณหภูมิแกนในการผ่าตัด

หรือในไอซียู และเพื่อแก้ไขปัญหาของการใช้เครื่องวัดชนิดแผ่นแตะสัมผัสเยื่อแก้วหูที่ไม่สามารถใช้ได้ตลอดเวลา

Kiya และคณะ (2007) ได้มีการพัฒนาและทดสอบเครื่องมือต้นแบบ เครื่องมือวัดอุณหภูมิแกนชนิดอินฟราเรดทางเยื่อแก้วหู (earphone-type infrared tympanic thermometer: IRT) ในการเฝ้าระวังอุณหภูมิผู้ป่วยผู้ใหญ่ระหว่างการผ่าตัด ทั้งที่มีการใช้และไม่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม โดยวัดในตำแหน่งช่องรูหูส่วนนอกซึ่งไม่ได้สัมผัสกับเยื่อแก้วหูโดยตรง ค่าอุณหภูมิแกนเฉลี่ยที่วัดได้ทางเยื่อแก้วหูค่อนข้างจะมีค่าสูง ($+0.72^{\circ}\text{C}$) กว่า ค่าที่วัดทางหลอดเลือดอาหารในช่วงระหว่างการผ่าตัดหัวใจที่ใช้ CPB เนื่องจากอุปกรณ์เป็นชนิดไม่รุกรานร่างกายจึงสามารถใช้ได้เมื่อมีการให้ยาสงบระบบและการให้ยาระงับความรู้สึกเฉพาะส่วนและการใส่ probe ของเทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้ผู้ป่วยสามารถสอดใส่ได้ด้วยตัวเอง มีข้อดีด้านคือ สะอาดเนื่องจากไม่ต้องเข้าสัมผัสกับสารคัดหลั่งที่ติดเชื้อของผู้ป่วย ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้บล็อกชนิดใช้แล้วทิ้ง เพราะอุปกรณ์สามารถใช้ซ้ำได้ด้วยการใช้สารละลายแอลกอฮอล์ ทำความสะอาด ใช้จนกว่า sensor membrane จะชำรุด เครื่องมือชนิด earphone-type IRT นี้มีความน่าเชื่อถือในการใช้เฝ้าติดตามอุณหภูมิแกนผู้ป่วยที่ได้รับยาระงับความรู้สึก อุณหภูมิทางเยื่อแก้วหูสามารถบอกการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแกนได้ เพราะมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างการวัดทางเยื่อแก้วหูและทางหลอดเลือดอาหารน้อยมากในช่วงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขณะทำให้ร่างกายเย็นลงและอุ่นขึ้นในผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจที่ใช้ CPB

ดังนั้น การมีเทคนิคที่เหมาะสมในการใช้ของผู้ปฏิบัติเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญมาก ซึ่งมีผลต่อความเที่ยงตรง (reliability) ของค่าอุณหภูมิในเยื่อแก้วหูนี้ ความไม่แม่นยำในการวัดเป็นผลจากการวางตำแหน่งของเทอร์โมมิเตอร์ ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจเกิดจากเทคนิคของผู้ปฏิบัติหรือลักษณะที่แตกต่างของรูปร่างช่องรูหู ทำให้มีผลกระทบต่อการตรวจจับสัญญาณคลื่นแสงอินฟราเรดและเยื่อแก้วหู เทคนิคที่ไม่ถูกต้อง ที่จะเป็นสาเหตุของการอ่านค่าผิดพลาด เช่น การใส่ tympanic probe เข้าช่องหูไม่แน่น หรือไม่เพียงพอ ทำให้ได้ค่าของอุณหภูมิผิวหนัง หรือจากไข้ การให้ความรู้ถึงเทคนิคการวัดจึงสำคัญ เช่น การตรวจสอบวิธีการใส่ ปอดอย่างถูกต้อง ในการตรวจส่วน probe lens ไม่ควรมีการปนเปื้อนก่อนการใช้ ควรมีการตรวจสอบอาการแสดงของการมีหูติดเชื้อมาก่อนการวัด ควรมีการสาธิตการตรวจหลังการสอน และประเมินประสิทธิภาพการปฏิบัติของเจ้าหน้าที่ทุกปี (Stanhope, 2006) การวัดทางเยื่อแก้วหู มักนิยมวัดในผู้ป่วยที่ได้รับยาระงับความรู้สึกเฉพาะส่วน (Putzu et al., 2007)

3. Temporal artery thermometry ใช้วิธีการลากแผ่นตรวจ (scanner probe) ผ่านบริเวณหน้าผากเนื่องจากบริเวณนี้มี temporal artery ซึ่งเป็นสาขาของ carotid artery จึงใช้เป็นวิธีการวัด core temperature แต่เป็นวิธีที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ (AORN, 2007)

4. Chemical thermometers ประกอบด้วยสารเคมีที่มีความไวต่อความร้อนจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของสีเมื่อถูกความร้อน โดยมีการเปลี่ยนแปลงเป็นช่วง 0.1°C ซึ่งแต่ละจุด จะมีระดับความไวที่แตกต่างกัน ค่าอุณหภูมิจะถูกบันทึก ณ จุดสุดท้ายที่มีการเปลี่ยนสี

-เทอร์โมมิเตอร์ชนิด Dot matrix thermometers ประกอบด้วยแผ่นพลาสติกที่ยึดหยุ่นและใช้แล้วทิ้งได้ เป็นทางเลือกแทนวิธีที่วัดทางปากและรักแร้ เครื่องมือนี้ใช้หลักการ จุดที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะมีการเปลี่ยนสีตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้ หรือจุดหลอม เทอร์โมมิเตอร์เหล่านี้ จะขาดความแน่นอนในการวัดอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเพราะช่วงการวัด แต่เป็นประโยชน์ในการคัดกรอง

-เทอร์โมมิเตอร์อื่นๆ ที่วัดทางผิวหนัง เช่น Tempa-dot thermometer ใช้เวลาในการวัด 1 นาที แต่ช่วงอุณหภูมิมีความจำกัดระหว่าง 35.5 ถึง 40.4°C ทำให้พลาดต่อค่าอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำกว่าช่วงนี้

-เทอร์โมมิเตอร์ชนิด Liquid Crystal (liquid crystal thermometer: LCT) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ติดกับหน้าผาก บอกการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายขณะที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความคงที่ของอุณหภูมิห้อง (Stanhope, 2006)

5. Electronic thermometer ประกอบด้วยชนิด อิเล็กทรอนิกส์ เช่น thermistors และ thermocouples โดย Thermistors เป็นเครื่องวัดอุณหภูมิที่ไวต่อ semiconductors ในขณะที่ thermocouples จะขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงที่แม่เหล็กน้อยของกระแสที่คล้ายโลหะส่งเข้ามา เครื่องมือทั้งสองชนิดมีความแม่นยำในการใช้ทางคลินิกแต่มีราคาแพง ในการใช้ต้องมีการปรับให้มีความเที่ยงตรง

ผลสรุปชนิดเครื่องมือและตำแหน่งการเฝ้าระวังอุณหภูมิแกนแสดงในตารางที่ 3.4 ดังนี้

ตารางที่ 3.4 สรุปชนิดเครื่องมือและตำแหน่งการเฝ้าระวังอุณหภูมิแกน

แหล่งอ้างอิง ชนิดและระดับ หลักฐานเชิง ประจักษ์	กลุ่มประชากร	ชนิดเครื่องมือ/ตำแหน่งการ เฝ้าระวังอุณหภูมิแกน	ผลการศึกษา
Hooper & Andrews (2006) integrative review ระดับ 5	ผู้ป่วยผู้ใหญ่วิกฤต	-ทางปาก -ทางเยื่อหูแก้วหู	ทางปากมีความแม่นยำทาง เยื่อหูแก้วหูมีหลักฐาน สนับสนุนน้อย

ตารางที่ 3.4 (ต่อ) สรุปชนิดเครื่องมือและตำแหน่งการใส่ระวางอุณหภูมิแกน

แหล่งอ้างอิง ชนิดและระดับ หลักฐานเชิง ประจักษ์	กลุ่มประชากร	ชนิดเครื่องมือ/ตำแหน่งการ ใส่ระวางอุณหภูมิแกน	ผลการศึกษา
Torossian (2008) review ระดับ 7	ผู้ป่วยใส่ท่อช่วยหายใจ ในไอซียู	-ทางปาก -infrared ear temperature (IR) - nasopharyngeal, -oesophagus - urinary bladder	การวัดทางปากมี ค่าต่ำกว่า ค่าอุณหภูมิแกน 0.2-0.3°C ให้ผลที่น่าเชื่อถือที่สุด การ วัดทางเยื่อแก้วหู ไม่มีความ แม่นยำ ไม่แนะนำให้ใช้ในการ ผ่าตัด ควรใช้ nasopharynx, oesophagus และ urinary bladder
Lawson et al. (2007) /prospective observational study ระดับ 4	ผู้ป่วยผู้ใหญ่ในไอซียู จำนวน 60 ราย อายุ 57 ปี (±15) Cardiac medicine 28 คน Cardiac surgery 20 คน Pulmonary medicine 6 คน Pulmonary surgery 6 Other medicine 3	ทางปาก, ขมับ รักแร้และเยื่อแก้วหูเปรียบ กับ pulmonary artery temperature	การวัดอุณหภูมิแกนทางปาก เทียบค่าได้กับการวัดทาง หลอดเลือดปอด แต่ค่าวัด ทางรักแร้มีค่าต่ำกว่าค่าทาง หลอดเลือดปอดและ การวัด ทางเยื่อแก้วหูมีความ แม่นยำน้อยที่สุด
Washington & Matney (2008) correlational study ระดับ 4	ผู้ป่วยหลังผ่าตัดทั่วไป ที่ ได้รับยาระงับความรู้สึก จำนวน 752 รายในห้องพัก ฟื้นหลังผ่าตัด	-ทางปาก -ทางรักแร้	ทางปากและทางรักแร้มี ความสัมพันธ์ในระดับปาน กลางกับ core temperature
Kurz (2008b) review ระดับ 7	ผู้ป่วยทุกรายที่ได้รับยา ระงับความรู้สึกแบบทั่ว ร่างกาย (general anesthesia)	-Pulmonary artery catheter - Esophageal - Nasopharyngeal - Tympanic membrane	ในการวัดอุณหภูมิแกน Pulmonary artery catheter ถือเป็นมาตรฐานสูงสุด Tympanic membrane มี ความน่าเชื่อถือ
Putzu et al., (2007) /Review / ระดับ 7	ผู้ป่วยที่ได้ยาระงับ ความรู้สึกทั่วร่างกาย ระยะ การผ่าตัดทั่วไป	pulmonary artery, nasopharynx, tympanic membrane, oesophagus	ที่นิยมมากที่สุดคือ nasopharynx

ตารางที่ 3.4 (ต่อ) สรุปชนิดเครื่องมือและตำแหน่งการใส่ระวางอุณหภูมิแกน

แหล่งอ้างอิง ชนิดและระดับ หลักฐานเชิง ประจักษ์	กลุ่มประชากร	ชนิดเครื่องมือ/ตำแหน่งการ ใส่ระวางอุณหภูมิแกน	ผลการศึกษา
Sessler (2008) Review article ระดับ 7	ผู้ป่วยที่ได้ยาระงับ ความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย เกิน 30 นาที และทำผ่าตัด นานกว่า 1 ชั่วโมงและ ผ่าตัดใหญ่	ตำแหน่งใส่ระวางอุณหภูมิ แกนในระหว่างการใช้ CPB คือ tympanic membrane, nasopharynx, pulmonary artery และ esophagus	tympanic membrane, nasopharynx, pulmonary artery และ esophagus
Forbes et al., (2009) /systematic review ระดับ 1	ผู้ใหญ่รับการผ่าตัดทั่วไป	-หลอดอาหาร -ทางปาก -Infrared tympanic thermometry	เครื่องมือที่มีความแม่นยำ ที่สุดคือทางหลอดอาหาร และทางปาก(level II grade B recommendations; Infrared tympanic thermometry grade D recommendations
Bock et al., (2005) /prospective non randomized clinical trial/ ระดับ 2b	ผู้ป่วยผู้ใหญ่ 26 ราย (เพศ หญิง 6 ราย เพศชาย 20 ราย) ที่มีค่า ASA A physical status II และ III, อายุ 18- 85 ปี ขณะทำผ่าตัด elective coronary artery bypass graft surgery	-เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบ อินฟราเรดทางเยื่อแก้วหู (IRT 4000), เครื่องวัด อุณหภูมิแบบต่อเนื่องชนิด แตะสัมผัสกับเยื่อแก้วหูวัด เปรียบเทียบกับการวัด อุณหภูมิทาง pulmonary artery catheter (PAC)	ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่วัดด้วย อินฟราเรดทางเยื่อแก้วหู มี ค่าสูงกว่าค่าที่วัดทาง PAC 0.08°C (95% CI) จาก -0.44– 0.61°C) สามารถอ่านค่า อุณหภูมิแกนได้อย่างแม่นยำ และสัมพันธ์กับการวัดทาง PAC
Kiyaet al., (2007) /prospective observational study/ ระดับ 4	กลุ่ม 1 ทำผ่าตัดทั่วไป 18 ราย อายุ 18-67 ปี ASA II- III, ได้ยาระงับความรู้สึกทั่ว ร่างกาย กลุ่ม 2 ทำผ่าตัด หัวใจ ที่ใช้ CPB 8 ราย ค่า ASA II – III อายุ 56 - 78 ปี	เครื่องมือวัดอุณหภูมิแกน ชนิดอินฟราเรดทางเยื่อแก้ว หู (earphone-type infrared tympanic thermometer: IRT) เปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่วัด ทางหลอดอาหาร	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแกนที่ วัดได้ทางเยื่อแก้วหู ค่อนข้างจะมีค่าสูง (+0.72°C) กว่า ค่าที่วัดทางหลอดอาหาร ในช่วงระหว่างการผ่าตัด หัวใจที่ใช้ CPB

ข้อสรุป ตามตารางที่ 3.4 จากหลักฐานเชิงประจักษ์ ชนิด systematic review จำนวน 1 เรื่อง non RCT จำนวน 1 เรื่อง observational/correlational study จำนวน 3 เรื่อง Review article จำนวน 5 เรื่อง

สรุปเครื่องมือและตำแหน่งที่เหมาะสมในการประเมินอุณหภูมิกายสำหรับผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจและมีความวิตกกังวลที่เป็นเครื่องมือมาตรฐานในการวัดอุณหภูมิแกนชนิดรูกำลังคือ PA catheter Nasopharyngeal, Esophageal โดยเฝ้าติดตามและประเมินอย่างต่อเนื่อง หลายตำแหน่ง เครื่องมือชนิดไม่รูกำลังที่สามารถให้ความแม่นยำได้ทั้งระยะผ่าตัดและ ระยะหลังผ่าตัดหัวใจในไอซียูคือการวัดอุณหภูมิแกนในตำแหน่ง Tympanic membrane โดยใช้ Tympanic infrared ซึ่งชนิดที่ทำการวัดอย่างต่อเนื่องได้ เช่น ลักษณะ earphone-type infrared tympanic thermometer และ new infrared ear thermometer: IRT 4000 เครื่องมืออื่นที่สามารถวัดอุณหภูมิได้แม่นยำสำหรับผู้ป่วยไอซียู คือการวัดทางปากด้วย electronic thermometer แต่เครื่องมือและตำแหน่งการวัดที่ไม่แนะนำในผู้ป่วยวิกฤตคือ Glass mercury thermometers และการวัดทางรักแร้ ทั้งนี้ในการใช้เครื่องมือเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพเต็มที่ควรมีการสอนและสาธิตวิธีการใช้และประเมินประสิทธิภาพการปฏิบัติของเจ้าหน้าที่ทุกปี

1.5 การเฝ้าติดตามอุณหภูมิกายระหว่างและหลังผ่าตัด (Temperature monitoring)

1.5.1 การเฝ้าติดตามอุณหภูมิกายระหว่างการผ่าตัดใช้ cardiopulmonary bypass ตำแหน่งการเฝ้าระวังอุณหภูมิในช่วง hypothermic CPB มีความสำคัญมากเนื่องจากในการควบคุมกระบวนการ ให้ความอุ่นร่างกายต้องทำอย่างระมัดระวัง และต้องเฝ้าระวังอุณหภูมิในช่วงระหว่างหลังผ่าตัดอย่างต่อเนื่องซึ่งอาจเกิดภาวะอุณหภูมิสูงเกินได้ (Inadvertent hyperthermia) การวัดอุณหภูมิของร่างกายด้วยเครื่องมือวัดชนิดไม่รูกำลังในขณะที่ถูกทำให้เย็นอย่างรวดเร็วไม่สามารถสะท้อนค่าอุณหภูมิสมองได้ แต่การใช้ Jugular bulb temperature จะเป็นตัวชี้บ่งที่สามารถสะท้อนอุณหภูมิสมองได้ดี (Nussmeier, 2005) นอกจากนี้วิธีที่ช่วย ลดความเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติของอุณหภูมิกาย โดยการเลือกตำแหน่งในการเฝ้าระวัง ซึ่งมี 4 ตำแหน่งหลักที่ใช้เฝ้าระวังอุณหภูมิแกนได้ดีแม้ในระหว่างการใช้ cardiopulmonary bypass คือ tympanic membrane, nasopharynx, pulmonary artery และ distal third of the oesophagus (Putzu et al., 2007; Sessler, 2008) ซึ่งความแม่นยำในการวัดค่าอุณหภูมิแกนผู้ป่วยผ่าตัดในแต่ละตำแหน่งไม่ควรมีความแตกต่างกันเกิน 0.5°C (Sessler, 2008) ในการทำให้ร่างกายผู้ป่วยอุ่นขึ้นจึงต้องพิจารณาจากทั้งอุณหภูมิส่วนแกนและ “intermediate” คือทางทวารหนักและทางกระเพาะปัสสาวะ (Sessler, 2008) การวัดอุณหภูมิที่ถูกต้องและแม่นยำของ arterial inflow มีความสำคัญมาก การวัดอุณหภูมิของ oxygenators ควรวัดหลายตำแหน่ง “Coupled temperature” และควรตรวจสอบความแม่นยำและเที่ยงตรง (Shann, et al., 2006) ในช่วงการผ่าตัด ควรมีการบันทึกค่าอุณหภูมิก่อนการได้ยาระับความรู้สึก และต่อจากนั้นทุก 30 นาทีจนกว่าการผ่าตัดจะสิ้นสุด (NICE, 2008)

1.5.2 การเฝ้าติดตามอุณหภูมิ หลังผ่าตัด

1.5.2.1 ทำการประเมิน ความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะอุณหภูมิกายต่ำโดยวัดอุณหภูมิ ถ้าต่ำกว่า 36°C บ่งถึงการเกิดภาวะอุณหภูมิกายต่ำ ให้ทำการประเมินต่อเนื่องทุก 30 นาที จนกว่าอุณหภูมิกายปกติ ในห้องพักฟื้นหลังผ่าตัด ควรมีการบันทึกค่าอุณหภูมิทุก 15 นาที (NICE, 2008)

1.5.2.2 ประเมินระดับอุณหภูมิความรู้สึกที่สุขสบายของผู้ป่วย ทุก 30 นาที (ASPAN, 2001)

1.5.2.3 ประเมินอาการและอาการแสดงของภาวะอุณหภูมิกายต่ำ เช่น หนาวสั่น ขนลุกตั้ง แขนขาเย็น (ASPAN, 2001)

1.5.2.4 ทำการประเมินอุณหภูมิซ้ำ ถ้าระดับความรู้สึกสุขสบายด้านอุณหภูมิลดลงหรือปรากฏอาการแสดงของอุณหภูมิกายต่ำ ประเมินอุณหภูมิอีกครั้งก่อนจำหน่ายจากห้องพักฟื้น (ASPAN, 2001)

2. รูปแบบการรักษา/การพยาบาล และการจัดการการดูแล (interventions/ nursing care and care management)

การจัดการภาวะอุณหภูมิกายต่ำโดยการรักษาอุณหภูมิผู้ป่วยให้อยู่ระดับปกติ สามารถลดการเกิดผลข้างเคียง ที่ไม่พึงประสงค์ ของภาวะอุณหภูมิกายต่ำจากการผ่าตัดได้ เช่น ลดผลกระทบต่อหัวใจลงได้ถึง 55% (Jin & Chung, 2001) ลดการเสียเลือดผ่าตัดได้ 25% และลดความต้องการได้รับเลือด (Rajagopalan et al., 2008) ลดปริมาณการให้ยาขยายหลอดเลือดหลังผ่าตัดหัวใจ (El-Rahmany et al., 2000a) ทำให้ลดความเสี่ยงต่อการเสียชีวิต ความต้องการใช้เลือด ความต้องการใส่เครื่องช่วยหายใจ ระยะเวลา ICU และวันนอนโรงพยาบาล (Insler et al., 2000) ซึ่งวิธีหนึ่งที่จะช่วยรักษาอุณหภูมิกายให้ปกติได้คือการทำความอบอุ่นร่างกาย ที่สามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การนำ การพา และการแผ่

2.1 การรักษาด้วยการทำความอบอุ่นร่างกาย (Warming treatment)

การทำความอบอุ่นร่างกายให้แก่ผู้ป่วย เป็นวิธีป้องกันการเกิดผลลัพธ์ที่ไม่ต้องการในผู้ป่วยศัลยกรรม ช่วย ลดการเสียเลือดและความต้องการเลือด ลดภาวะแทรกซ้อนจากการได้เลือดมาก ลดการหนาวสั่น ความเจ็บปวด ลดการใช้ออกซิเจน ลดโอกาสเกิดการต้องกู้ชีวิตในผู้ป่วยช็อก ก่อนการผ่าตัด ช่วยลดความเจ็บปวด ช่วยเพิ่มผลดีต่อแผลผ่าตัดทั้งการกำซาบเลือดและออกซิเจน รวมทั้ง ลดการติดเชื้อของแผลผ่าตัดและช่วยลดโอกาสเกิดแผลกดทับได้ ลดการมีอุณหภูมิต่ำระหว่างการเคลื่อนย้าย ลดความวิตกกังวลและเพิ่มความพึงพอใจแก่ผู้ป่วย (Kumar et al., 2005) มีวิธีจัดการ สามารถทำได้ทั้งทางอ้อม คือ แบบ passive warming ที่ลดการสูญเสียความร้อนทางผิวหนัง

และโดยตรงคือ active warming ที่ส่งผ่านความร้อนเข้าสู่ร่างกาย (Kurz, 2008b) วิธีทำความอบอุ่นร่างกายมีรายละเอียดดังนี้

ชนิดการให้ความอบอุ่นร่างกายเมื่อมีอุณหภูมิกายต่ำ

I. การเก็บพลังงานความร้อนภายในตัวเอง (Passive warming) โดยปกติ ร่างกายต้องการความร้อน 0.83 kcal/kg แต่ในขณะที่ได้ยาระงับความรู้สึก ร่างกายสามารถผลิตความร้อนได้ประมาณ 0.8 kcal/kg/h จึงมีการเสียความร้อน 13°C/h ซึ่ง 90% ของความร้อนที่ได้จากการเผาผลาญพลังงานของร่างกายสูญเสียไปทางผิวหนัง (Kurz, 2001) ในช่วงการผ่าตัด ร่างกายเสียความร้อนด้วยการแผ่ความร้อนประมาณ 60% (Kurz, 2008b) การทำให้ร่างกายอบอุ่นด้วยตัวเองจากวิธีภายนอก (Passive external warming) เป็นวิธีการเก็บกักพลังงานความร้อนของผู้ป่วย ด้วยการห่มคลุมผิวหนังด้วยวัสดุต่างๆ ที่นำมาดัดแปลงเพื่อปกคลุมหรือห่อหุ้มผู้ป่วย ด้วยคุณสมบัติของการเป็นฉนวน (Passive insulation) เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนจากผู้ป่วยสู่สิ่งแวดล้อม วิธีโดยทั่วไปประกอบด้วยการใช้อุปกรณ์ที่เป็นฉนวนกันการเสียความร้อน (Insulating blankets) เช่น ผ้าห่มใยฝ้าย (cotton blankets) การใช้ผ้าที่เสริมฉนวนกันความร้อน (Reflective blankets) (Kumar et al., 2005) ผ้าคลุมผ่าตัด (surgical draping) และ แผ่นพลาสติกเคลือบโลหะ (metallized plastic covers) ในการใช้ผ้าห่มใยฝ้าย 1 ผืน สามารถป้องกันการเสียความร้อนของร่างกายได้ประมาณ <30% และเมื่อใช้ผ้าห่ม 3 ผืนสามารถลดการเสียความร้อนได้ประมาณ 50% ซึ่งมากกว่าการใช้ผ้าห่ม 1 ผืนเพียง 18% (Kurz, 2001; Leslie & Sessler, 2003) ในวัสดุต่างๆ ที่ใช้ห่มเหล่านี้ไม่มีความแตกต่างกันในการป้องกันการสูญเสียความร้อนแม้จะเพิ่มจำนวนหลายๆ ชั้น ก็ไม่ช่วยลดการสูญเสียได้มากไปกว่านี้ (Kurz, 2008b) จึงเป็นวิธีที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการป้องกัน อุณหภูมิกายต่ำในผู้ป่วยที่ได้ยาระงับความรู้สึก การที่ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกอุ่นขึ้น เพราะผิวหนังมีความไวต่อการรับรู้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแม้เพียงเล็กน้อย (0.0033°C) (Kurz, 2001) สำหรับผู้ป่วยที่ตื่นดีควรใช้ผ้าห่มนวมเพื่อรักษาอุณหภูมิร่างกาย เนื่องจากผ้าห่ม ชนิดนี้ มีพื้นที่ในการกักอากาศได้มาก (Torossian, 2008) นอกจากนี้มีวิธีการห่มคลุมเฉพาะส่วน เช่น การใช้ สิ่งปกคลุมศีรษะหมวก ถุงมือ ถุงเท้า ถุงเท้ายาว การจำกัดการเปิดเผยผิวหนัง การเพิ่มอุณหภูมิห้อง วิธีต่างๆ เหล่านี้จะทำให้ยังมีอากาศระหว่างวัสดุที่ปกคลุมและผิวหนังซึ่งจะช่วยลดการสูญเสีย ความร้อนได้ (Pikus & Hooper, 2010) ทั้งนี้ในการห่มคลุมผ้ามีดซิดทั้งศีรษะและลำคอจะช่วยลดการสูญเสียความร้อน และสามารถให้ความอุ่นอัตราการ 0.5-4 °C/h (Aslam et al., 2006)

II. การเพิ่มความอุ่นจากภายนอกให้แก่ร่างกาย (Active external warming) การให้ความอุ่นด้วยวิธี กระทำให้ จากภายนอก (Active external warming) หรือวิธีการให้ความอุ่นทางผิวหนัง (Active cutaneous warming systems) เป็นการให้ความร้อนโดยวิธีการพาความร้อน ผ่าน

ทางผิวหนัง ซึ่งเป็นวิธีการเพิ่มพลังงานความร้อน ให้แก่ผู้ป่วย ด้วยการเพิ่มการผลิตหรือส่งผ่านความร้อนจากแหล่งพลังงานภายนอกร่างกาย เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี passive insulation ที่ใช้ผ้าห่มใยฝ้ายเพียงอย่างเดียว วิธีการให้ความอบอุ่น เช่น การใช้ forced-air convection warming system, circulating-water mattresses, resistive heating blankets, radiant warmers, negative-pressure warming systems, hot-water containers, และ warmed humidified inspired oxygen (Pikus & Hooper, 2010) จำแนกวิธีการได้ดังนี้

วิธีการให้เป็นระบบ (Systemic) (Kumar et al., 2005)

1. วิธีการให้ความอบอุ่นโดยให้ร่างกายสัมผัสกับวัตถุที่อุ่น เช่น ที่นอนอุ่น ผ้าห่ม แผ่นรองที่นอนระบบน้ำไหลวน (Circulating water mattress/pad), อุปกรณ์เสริมในการทำความร้อน (Incorporated heating elements), ผ้าห่มไฟฟ้า (Electric blankets), ที่นอนชนิดฉนวนเส้นใยคาร์บอน (Resistive carbon-fibre mattresses) อุปกรณ์ให้ลมอุ่นไหลเวียน (Forced air warming devices), ระบบให้ความอบอุ่นด้วยการพาความร้อน (Therma care convective warming system)

2. วิธีการแผ่ความร้อน (Radiant warming) เช่น เครื่องทำความร้อนในห้อง (Radiant room heaters), การใช้โคมอินฟราเรด (Infrared lamps)

วิธีการให้เฉพาะที่ (local) (Kumar et al., 2005)

1. เครื่องนุ่งห่มที่ให้ความอบอุ่น (Radiant heat dressing) เช่น เครื่องเพิ่มความอบอุ่น (Warm-up therapy) ผ้าพันแผลที่ให้ความอบอุ่น (Exothermic wound dressings) เครื่องเพิ่มความอบอุ่นใช้ในการดูแลแผล (Warm-up acute wound care) แผ่นรองนำความร้อนคาร์บอนโพลิเมอร์ (Conductive carbon polymer pads)

2. ถุงมือที่มีส่วนประกอบให้ความอบอุ่น (Gloves with warming elements)

3. การอาบน้ำด้วยไข (Wax bath)

4. การอาบน้ำอุ่น (Water bath) การแช่ผู้ป่วยในน้ำอุ่น (Warm water immersion) ฝ้าระวังผู้ป่วยลำบากอาจเกิดอุณหภูมิลดต่ำในภายหลัง และความดันโลหิตต่ำ อัตราการให้ความอบอุ่น 2-4°C/h (Aslam et al., 2006)

5. การประคบด้วยความร้อน (Hot fomentation) เช่น ผ้าเปียก ขวดน้ำอุ่น แผ่นเจลสำเร็จรูป (microwaveable gels) แต่ไม่ควรใช้ขวด หรือถุงบรรจุน้ำอุ่น วางบนผิวหนัง ผู้ป่วย (AORN, 2007)

6. การใช้อินฟราเรด (Infrared source)

วิธีการและอุปกรณ์การให้ความอบอุ่นร่างกาย มีรายละเอียดดังนี้

ระบบให้ลมอุ่นไหลเวียน (Forced air warming system)

ในการดูแลผู้ป่วยที่ทำผ่าตัดวิธีการให้ความร้อนที่นิยมมากคือวิธีการให้ความร้อนด้วยลมอุ่นไหลเวียน ซึ่งข้อดีที่สุดของวิธีนี้คือการลดการสูญเสียความร้อนที่เกิดขึ้นของร่างกายและช่วยส่งผ่านความร้อนจากภายนอกจะให้ความร้อนมากกว่า 50 watts ผ่านทางผิวหนัง ซึ่งเพิ่มอุณหภูมิร่างกายได้เร็วและรักษาระดับอุณหภูมิให้ปกติได้อย่างต่อเนื่องแม้ในระหว่างการผ่าตัดใหญ่ (Kurz, 2001; Kurz, 2008b) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิผล และนิยมใช้มากที่สุดของระบบการให้ความร้อน (active warming systems) มีอัตราการให้ความร้อน 1-2.5°C /h (Aslam et al., 2006) ถ้าใช้ในระหว่างการผ่าตัด จะช่วยเพิ่มอุณหภูมิแกนได้เกือบ 0.75°C/hour (Putzu et al., 2007) เพิ่มความสมดุลการผลิตความร้อนทั้งระบบได้ 140±21 kcal (Taguchi et al, 2001 อ้างใน Pikus & Hooper, 2010) เมื่อใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ การให้ความร้อนด้วยเครื่อง forced-air warmers ให้ความร้อนเร็ว กว่าการใช้วิธี negative pressure เป็น 2 เท่า และ ยังช่วยลดความต้องการใช้ยา meperidine ในผู้ป่วยที่ใช้ผ้าห่ม forced-air blankets (Pikus & Hooper, 2010) สามารถเพิ่มอุณหภูมิร่างกายได้เร็วกว่าการห่มผ้าเพียงอย่างเดียว ในผู้ป่วยทำผ่าตัด CABG เมื่อร่วมกับการให้ความร้อนทางเดินหายใจและการให้เลือดอุ่น สามารถเพิ่มระดับอุณหภูมิแกนได้เร็วกว่า เป็น 2 เท่าของการห่มผ้า และดีกว่าการใช้ radiant heaters (Bräuer et al., 2004) สามารถช่วยคงอุณหภูมิปกติ ของร่างกายได้ แม้ในการผ่าตัดที่มีพื้นที่ผ่าตัดขนาดใหญ่ วิธีการให้ความร้อนแบบลมอุ่นไหลเวียน เป็นวิธีที่ปฏิบัติเป็นปกติในผู้ป่วยหลังการผ่าตัดหัวใจ

ในปี ค.ศ. 1994 Giesbrecht และคณะ (Bräuer et al., 2007) พบว่าค่าอุณหภูมิผิวหนังเฉลี่ยภายใต้ forced-air warming ที่ทำการศึกษากับหุ่นทดลอง มีช่วงระหว่าง 36.5°C -37.5°C ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจค่าอุณหภูมิผิวหนังเฉลี่ยภายใต้ forced-air warming blanket จะสูงขึ้นอย่างช้าๆ จาก 32°C ถึงเกือบ 38°C ในระหว่างการผ่าตัดหัวใจ forced-air warming เป็นเพียงวิธีเดียวที่เป็นไปได้ในการให้ความร้อนหลังสิ้นสุดการเลาะหลอดเลือดดำที่ขาพร้อมการใช้ผ้าห่มพิเศษที่ปราศจากเชื้อ วิธีนี้จะช่วยลดการสูญเสียความร้อนหลังการหยุดใช้ CPB แต่ไม่สามารถป้องกันการเกิดอุณหภูมิลดต่ำภายหลังได้ (afterdrop) อย่างสมบูรณ์ แต่เมื่อใช้ห่มบริเวณขาและเริ่มให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงการพักฟื้น สามารถช่วยลดการเกิดอุณหภูมิลดต่ำหลังผ่าตัดลงได้เกือบครึ่งคือลดจาก 1.2°C เป็น 0.53°C (Kurz, 2001) จึงเป็นวิธีที่ปลอดภัยและใช้อย่างกว้างขวาง ทั้งในกลุ่มผู้ป่วย เด็ก ทารก คน อ้วนรวมทั้งในผู้ป่วยหลังการใช้ cardiopulmonary bypass ไม่เพิ่มความเสี่ยงต่อการติดเชื้อแผลผ่าตัด (AORN, 2007)

การใช้ forced-air warming เป็นเครื่องมือมาตรฐานในการให้ความร้อนทางผิวหนัง (Torossian, 2008) มีงานวิจัย 39 งานวิจัย (NICE, 2008) และคู่มือการปฏิบัติทางคลินิกจำนวนมากสนับสนุนว่าการใช้เครื่อง Forced-air warmers ว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยที่สุดในการ

ให้ความอบอุ่นผู้ป่วยทั้งในห้องผ่าตัด ห้อง พักฟื้นและหลังผ่าตัด(Burns et al., 2009) ระบบลมอุ่นไหลเวียน ประกอบด้วย อุปกรณ์ส่วนที่เป็นเครื่องไฟฟ้าผลิตความร้อน (power unit) และส่วน ผ้าห่มที่ใช้ปกคลุมทำด้วยพลาสติกและกระดาษ ที่เป็นส่วนนำส่งและกระจายความร้อนให้แก่ผิวหนังผู้ป่วยโดยตรงให้ความร้อนด้วยการพาความร้อนและป้องกันการแผ่สูญเสียความร้อนด้วย หน่วยผลิตความร้อน ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเครื่องทำความร้อนด้วยไฟฟ้า และส่วนพัดลม ในการเป่ากระจายลมร้อน ผ่านเข้าท่อสู่ผ้าห่ม หน่วยผลิตความร้อนนี้บางครั้งเรียก ตัวควบคุม ซึ่งสามารถปรับตั้งระดับอุณหภูมิของความร้อนที่เป่าเข้าผ้าห่มได้ โดยมีการควบคุมด้วย อุปกรณ์ตัดอุณหภูมิ (thermostat) วางในตำแหน่งทางออกของหน่วยผลิตความร้อนก่อนออกสู่ท่อและพวยปากท่อเข้าผ้าห่ม ซึ่งจะป้องกันท่อหลุดออกจากผ้าห่มโดยไม่ตั้งใจที่จะทำให้เกิดอันตรายบาดเจ็บจากความร้อนได้ ลมร้อนที่เป่าออกมาจากหน่วยผลิตจะขึ้นกับอุณหภูมิตรงพวยปลายท่อและการไหลของอากาศ การส่งผ่านความร้อนจากผ้าห่มสู่ส่วนผิวของร่างกายขึ้นกับอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน อุณหภูมิผ่านเข้าออกระหว่างผ้าห่มและพื้นผิวของร่างกายในบริเวณส่วนที่ถูกปกคลุมรวมทั้งการกระจายความร้อนอย่างทั่วถึงภายในผ้าห่มเป็นสิ่งสำคัญมาก ผ้าห่มที่ดีควรมีส่วนต่างของอุณหภูมิระหว่างสูงสุดและต่ำสุดที่น้อย

โดยสรุปประสิทธิภาพของระบบลมอุ่นไหลเวียนโดยหลักสำคัญขึ้นกับการออกแบบลักษณะผ้าห่มเป็นสำคัญ ผ้าห่มที่ดีของระบบลมอุ่นไหลเวียนควรที่จะสามารถตรวจวัดความต่างของอุณหภูมิที่เกิดสูงสุดและต่ำสุดได้ง่าย ซึ่งความต่างของอุณหภูมินี้ควรต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพราะข้อจำกัดของประสิทธิภาพของ forced-air warming systems คือการป้องกันอุณหภูมิกายต่ำสำหรับการทำความอุ่นก่อนการผ่าตัด และหลังผ่าตัดมักนิยมใช้ร่วมกับการห่มผ้าแบบเต็มตัว ในขณะที่ระหว่างการผ่าตัดจะนิยมวิธีการคลุมส่วนบนของร่างกาย ในการผ่าตัดผู้ป่วยควรจะได้รับ การให้ความอุ่นไว้ก่อน ล่วงหน้า 30-60 นาที ถ้าเป็นการใช้ผ้าห่มแบบเต็มตัว สิ่งที่มีความสำคัญมากคือการใช้อัตราการเป่าลมที่สูง และในการผ่าตัดที่ให้น้ำปริมาณมากควรมีการอุ่นสารน้ำขณะที่ใช้ร่วมกันกับผ้าห่มลมอุ่นนี้ (Bräuer & Quintel, 2009) เนื่องจากผ้าห่มเป็นชนิดใช้ครั้งเดียวทิ้ง จึงเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น และทำให้บรรยากาศโดยรวมอบอุ่น (Torossian, 2008)

2. ระบบน้ำไหลวน (Circulating water mattress/pad) เป็นระบบการส่งผ่านความร้อนด้วยการใช้น้ำอุ่นวนเนื่องจากน้ำสามารถพาความร้อนได้ดี (Kurz, 2008b)

Circulating water mattresses เป็นที่นอน ระบบน้ำวน มีการใช้มานานในการให้ความอุ่นระหว่างผ่าตัด (Putzu et al., 2007) เป็นวิธีช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิลดต่ำลงในผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจหลังการหยุดให้ความอุ่นจากเครื่องปอดและหัวใจเทียม หรือแม้แต่ในราย ผ่าตัดทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจที่ไม่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม (Kurz, 2008b) มีข้อด้อย คือ ถ้าเป็นวิธีวางใต้ตัว

ผู้ป่วยจะไม่มีประสิทธิภาพเพราะมีความร้อนเพียงเล็กน้อยที่สูญเสียทางหลัง และเนื่องจากน้ำหนักตัวผู้ป่วยที่กดทับลงไปทำให้มีผลต่อการไหลเวียนเลือดในส่วนนั้น เพิ่มโอกาสเกิดแผลกดทับจากความร้อน การใช้ระบบน้ำไหลวนจะมีประสิทธิภาพดีและปลอดภัยเมื่อวางบนตัวผู้ป่วยหรือพันรอบ ดีกว่าวางไว้ใต้ตัว ดังนั้นวิธีการให้อาจะต้องใช้เทคโนโลยีมากขึ้น เช่นการใช้ระบบ circulating-water garment ที่ออกแบบพิเศษ (Kurz, 2008b)

Circulating-water garments เป็นวิธีการให้น้ำอุ่นไหลวนภายในเครื่องนุ่งห่มที่พันรอบสวมให้ผู้ป่วยให้ผลดีในการคงอุณหภูมิร่างกายให้ปกติ เป็นวิธีมีประสิทธิภาพที่สุดในการคงระดับอุณหภูมิกายปกติ ในขณะที่ทำการผ่าตัด (Galvão et al., 2009) เช่น Arctic Sun temperature-management system เป็นเครื่องมือที่ประกอบด้วย hydrogel matrix ที่ทำให้มีความยืดหยุ่น และระบบการพาความร้อนด้วยน้ำ (conductive water-delivery) ที่ไม่รบกวนต่อผิวหนัง ใช้เป็นแผ่น biocompatible pads ติดกับผิวหนังรับความร้อนที่ส่งมาจากน้ำร้อนสู่ผู้ป่วย ไม่ต้องปกคลุมร่างกายผู้ป่วยมากแต่ให้ผลดีและเร็ว ($0.3^{\circ}\text{C}/\text{h}$ VS $0.14^{\circ}\text{C}/\text{h}$) กว่าวิธีการใช้ forced-air system และสามารถทำให้อุณหภูมิร่างกายของผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจเมื่อมาถึงไอซียู สูง $36.6 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ เมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้ forced-air system $35.4 \pm 0.9^{\circ}\text{C}$ เกิด after-drop น้อย (Kurz, 2008b) ให้ผลดีในการให้ความอุ่นแก่ผู้ป่วยหลัง cardiopulmonary bypass ที่มีอุณหภูมิร่างกายต่ำในระหว่างการผ่าตัดหัวใจแบบไม่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม (AORN, 2007) วิธี circulating-water garment สามารถเพิ่มความร้อนให้ร่างกายผู้ป่วยได้ดีกว่ามากกว่า (56%) การใช้ upper body forced-air blanket, จึงทำให้อุณหภูมิแกนร่างกายสูงกว่าวิธี Forced-air warming โดยเฉพาะในช่วง 1 ชั่วโมงแรก ที่ส่งผลทำให้อุณหภูมิแกนหลัง 2 ชั่วโมงครั้ง สูงกว่า $1.1^{\circ}\text{C} \pm 0.7^{\circ}\text{C}$ ($P < 0.001$) (Taguchi et al., 2004) circulating-water garment, (Allon Thermo-Wrapping Thermoregulation System) สามารถคงระดับอุณหภูมิร่างกายให้ปกติในระหว่างการผ่าตัด OPCAB ได้ดีกว่า forced-air systems โดยเฉพาะในช่วง 2 ชั่วโมงแรกของการผ่าตัด และไม่มีผลกระทบต่อบริเวณการทำผ่าตัด (Zangrillo et al., 2006) นอกจากนี้ในผู้ป่วยผ่าตัดที่ใช้ hydrogel-pad device จะมีความต้องการใช้เลือดน้อยกว่าลดต่อช่วยหายใจได้เร็วและมีระยะเวลาในไอซียูและโรงพยาบาลสั้นกว่า (Kurz, 2008b) เครื่องมือนี้เก็บความร้อนได้ดี ไม่ทำให้สภาพแวดล้อมโดยรอบอุ่น มีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดแผลไหม้ แต่น้ำมีโอกาสรั่วได้ เสี่ยงต่อการติดเชื้อ (Torossian, 2008)

3. ระบบผ้าห่มจนวนกันความร้อน (Resistive heating blankets) เป็นระบบให้ความร้อนด้วยผ้าห่มที่กันความร้อน มีประสิทธิภาพ เทียบเท่าและราคาถูกกว่า forced-air system เพราะไม่จำเป็นต้องมีส่วนที่ใช้คลุมครั้งเดียวแล้วทิ้ง (Putzu et al., 2007) จึงเหมาะกับการรักษา accidental hypothermia เพราะมีประสิทธิภาพมากในการส่งผ่านความร้อนระหว่างเครื่องมือและผู้ป่วย (Putzu

et al., 2007) ในการศึกษาของ Kimberger และคณะ (2008) ถึงประสิทธิภาพของ standard forced-air warming system กับ resistive polymer system ในอาสาสมัครที่มีสุขภาพแข็งแรงจำนวน 8 ราย พบว่า หลังการอุ่น 30 นาที ด้วยวิธี forced-air อุณหภูมิแกนเริ่มสูงขึ้นสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง 0.98 (95% confidence interval 0.91-1.04) °C/h ส่วนวิธี resistive heating 0.92 (0.85-1.00) °C/h (P=0.4) ดังนั้นประสิทธิภาพของความร้อนและอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิส่วนแกนมีความคล้ายกันทั้ง full body forced-air และ full-body resistive polymer ในอาสาสมัครที่มีสุขภาพแข็งแรง เครื่องมือที่ได้มีการพัฒนา เช่น Hot Dog เป็นระบบให้ความอุ่นที่ใช้คุณสมบัติการต้านความร้อนของผ้าห่มใยโพลีเมอร์ ที่ปกคลุมด้วยแผ่นโพลีโพรพิลีน มีสามประเด็นหลักที่ดีกว่าของ resistive warming device เมื่อเปรียบเทียบกับ forced-air warming คือ (1) Hot Dog system ไม่มีส่วนที่เคลื่อนที่ได้ยกเว้นพดลมเล็กที่เปราะบางอากาศที่วงจรหลักซึ่งค่อนข้างเจียม (2) ผ้าห่มเป็นส่วนที่นำกลับใช้ซ้ำได้ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการให้ความอุ่นผู้ป่วยแต่ละคน และ (3) อุปกรณ์ทุกส่วนของ resistive warming device สามารถทำความสะอาดได้ง่ายลดความเสี่ยงต่อการเกิดโคโลนิ ของแบคทีเรีย แต่มีข้อด้อยคือการนำมาใช้อีกต้องทำความสะอาดที่ต้องใช้แรงคน เวลาและอุปกรณ์ทำความสะอาด ถ้าทำความสะอาดไม่เพียงพอจะกลายเป็นแหล่งของแบคทีเรียได้

4. The Negative-Pressure Warming เป็นวิธีการใหม่ที่เริ่มนำมาใช้ ด้วยการทำให้เป็นช่องสุญญากาศ และนำไปใช้กับบริเวณมือและแขน โดยการให้ความร้อนผ่านจากส่วนปลายสู่ส่วนกลาง เพื่อป้องกันการมีอุณหภูมิต่ำจากการหดตัวของหลอดเลือด (Putzu et al., 2007)

5. ผ้าห่มอุ่น (Warm cotton blankets) การให้ผ้าห่มที่ถูกทำให้อุ่นมาก่อน จะทำให้ผู้ป่วยรู้สึกสบายแต่อัตราการให้ความอุ่น ไม่แน่นอนให้ความอุ่นเพียงเล็กน้อยและช่วงระยะสั้น (Kurz, 2001) จึงไม่มี ประสิทธิภาพเพียงพอเพราะช่วยเพิ่มการส่งผ่านความร้อนได้เล็กน้อยมาก (Leslie & Sessler, 2003) ในขณะที่มีความเสี่ยงต่อการไหม้ของผิวหนัง อุณหภูมิ ลดต่ำในภายหลังและความดันโลหิตต่ำ (Aslam et al., 2006)

6. วิธีการแผ่ความร้อน (Radiant warming) ด้วยเครื่อง Radiant warmers เป็นการให้ความร้อนด้วยการแผ่คลื่นอินฟราเรด มีประโยชน์ช่วยในการหลีกเลี่ยงไม่ให้ผิวหนังผู้ป่วยสัมผัสกับอุปกรณ์โดยตรง ประสิทธิภาพของวิธีนี้ขึ้นกับระยะและทิศทางระหว่างอุปกรณ์และผิวหนังผู้ป่วย ข้อเสียของวิธีนี้คือไม่สามารถยับยั้งการสูญเสียความร้อนด้วยการพาได้ ซึ่งเป็นการสูญเสีย ที่มากกว่าวิธีการแผ่ (Putzu et al., 2007) และไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอเทียบเท่ากับการใช้ force air warmer ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ (Bräuer et al., 2004)

7. การเพิ่มอุณหภูมิห้องผ่าตัด วิธีนี้ ควรพิจารณาใช้ เมื่อไม่สามารถทำวิธี active skin warming ได้ เช่นจากการมีพื้นที่ในการผ่าตัดขนาดใหญ่ ซึ่งการใช้ forced-air warming อาจทำได้ยาก

ในการเพิ่มอุณหภูมิห้องให้มากกว่า 23°C อาจช่วยลดความรุนแรงของอุณหภูมิต่ำได้ ในผู้ป่วยผ่าตัด กระดูกสามารถรักษาอุณหภูมิให้ปกติได้โดยไม่ต้องใช้ forced-air warming เมื่อมีอุณหภูมิห้อง 26°C (AORN, 2007) มีหลักฐานสนับสนุนชัดเจนว่าการเพิ่มอุณหภูมิห้อง ช่วยป้องกันการมีอุณหภูมิกายต่ำ ทั้งในขณะผ่าตัดและหลังผ่าตัด (NICE, 2008)

8. สารละลายในการเตรียมผิวหนัง (Skin preparation solutions) ควรใช้ในระดับอุณหภูมิห้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต การทำสารละลาย ในการเตรียมผิวหนังบางชนิดให้ร้อนอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการไหม้จากอุณหภูมิหรือสารเคมี สารต้านจุลชีพชนิดไวต่อความร้อนอาจเกิดอันตรายจากเปลวไฟได้ (AORN, 2007)

III. การให้ความอุ่นด้วยวิธีนำเข้าสู่ภายใน (Active internal warming) เป็นวิธีการให้ความร้อน เข้าสู่ภายในร่างกาย มีดังนี้

การกระทำภายในเซลล์ (Endogenous)

เป็นการให้ความอุ่นด้วยสารเคมี (Chemical warming) เช่น การให้ อะมิโนแอซิด เข้าหลอดเลือดดำอย่างต่อเนื่อง (Amino acid infusion) (Kumar et al., 2005) เป็นวิธีที่ช่วยเพิ่ม อัตราการเผาผลาญ และผลิตความร้อนป้องกันอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยที่ได้ยาระงับความรู้สึกทั่วร่างกาย สารละลาย อะมิโนแอซิดรักษากระดับอุณหภูมิแกนได้สูงกว่า ที่ได้รับ crystalloid ถึง 0.5°C (Putzu et al., 2007) ช่วยเพิ่มการฟื้นตัวและระยะเวลาอยู่โรงพยาบาลสั้นในผู้ป่วยหลังผ่าตัด OPCAB ยังช่วยลดระยะเวลาการใช้เครื่องช่วยหายใจ ระยะเวลาในไอซียู และเพิ่มความพร้อมในการจำหน่ายกลับบ้าน (Umenai, Nakajima, Sessler et al., 2006 อ้างใน Kurz, 2008b)

การกระทำภายนอกเซลล์ (Exogenous)

1. การให้สารน้ำอุ่นทางหลอดเลือดดำ (Intravenous Fluid Warming) ช่วยลดการสูญเสียความร้อน จากการได้รับสารละลายที่เย็นระดับอุณหภูมิห้อง (Putzu et al., 2007) ซึ่งการได้เลือด สารน้ำ 1 ลิตร จะทำให้อุณหภูมิร่างกายลดต่ำลงเฉลี่ย 0.25°C (Kurz, 2001) สำหรับผู้ใหญ่ เมื่อให้สารน้ำในปริมาณมาก เช่น มากกว่า 2 ลิตร/ชั่วโมง ควรให้สารน้ำที่อุ่น อุณหภูมิประมาณ 37°C (98.6°F) เป็นวิธีที่ใช้ร่วมกันในการป้องกันการลดการสูญเสียความร้อนจากการให้สารน้ำเย็นในปริมาณที่มาก และควรให้ร่วมกับการทำความอุ่นทางผิวหนัง (Kurz, 2008b) ถ้าปริมาณสารน้ำที่ให้ต่ำกว่า 2 ลิตร การให้สารน้ำที่อุ่นอาจไม่มีผลมากเพราะปริมาณสารน้ำที่จะทำให้เย็นมีปริมาณเล็กน้อย ในการศึกษาการผ่าตัดใหญ่โดยการให้ร่วมกันของ forced-air warming และ fluid warming ช่วยลดความเสี่ยงการมีอุณหภูมิต่ำมากกว่าการใช้วิธี forced-air warming เพียงวิธีเดียว การให้สารน้ำอุ่นทางหลอดเลือดดำไม่ใช่วิธีที่ทดแทนการใช้ forced-air warming ซึ่งสามารถให้ความร้อนได้ดีกว่า และการให้สารน้ำอุ่นเพียงอย่างเดียวไม่สามารถรักษาสภาพให้ผู้ป่วยอุณหภูมิปกติได้ เมื่อทำ

การอุ่นสารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ ควรอุ่นด้วยเครื่องมือที่มีการออกแบบเพื่อการนี้โดยเฉพาะตามระดับอุณหภูมิที่ผู้ผลิตสารน้ำแนะนำ ควรปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติของผู้ผลิต ที่ออกแบบเทคโนโลยีมาเพื่อวัตถุประสงค์นี้ (AORN, 2007) ส่วนวิธีการอุ่นสารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ ที่มีประสิทธิภาพที่สุดคือการใช้ วิธี IV fluid tube warmer จะให้ความอุ่นได้โดยไม่ขึ้นกับอัตราการไหลของสารน้ำ ในการป้องกันการลดลงของอุณหภูมิกายขณะผ่าตัดหัวใจที่ไม่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม (Ohtsuka et al., 2002) ซึ่งสนับสนุนด้วยผลการวิจัยของ Jeong และคณะ (2008) ในการใช้ระบบ 2 Hotline system ร่วมกับการเพิ่มอุณหภูมิห้องผ่าตัด เป็น 25°C และ การใช้ warmed water mattress (38°C) ในระหว่างการผ่าตัด สามารถช่วยป้องกันการลดลงของอุณหภูมิกายในระหว่างการผ่าตัดหลอดเลือดหัวใจที่ไม่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมได้

2. การให้อุ่นทางการหายใจ (Warm inhalation) การให้ความอุ่นและชื้นผ่านการหายใจ การให้ความอุ่นชื้นผ่านแก๊สดมยาสด (humidify warm anesthetic gases) มีหลายการศึกษาระบุไว้ว่า active airway heating and humidification จะให้ความร้อนเพียงเล็กน้อยในการคงอุณหภูมิแกนให้ปกติ จะช่วยรักษาการทำหน้าที่ของขนกวัด และป้องกันการหดเกร็งของหลอดลม (Putzu et al., 2007) การทำให้อากาศมีความอุ่นขึ้น 42°C ผ่านลมหายใจ เข้าสู่ผู้ป่วยรวมทั้งส่วนศีรษะและลำคอ ช่วยลดการระเหยเสียความร้อนได้ อัตราการให้ความอุ่น 0.5-1.2°C/h แต่ความสามารถส่งผ่านความร้อนต่ำ (Aslam et al., 2006) เมื่อใช้วิธีเก็บกักความร้อนจากลมหายใจออกของผู้ป่วยด้วย heat and moisture exchanging filters ('artificial noses') (Kurz, 2001) ที่เป็นตัวกรองและแลกเปลี่ยนให้ความอุ่นชื้น จะเป็นวิธีที่สะดวกและประหยัด (Putzu et al., 2007) เนื่องจากการสูญเสียความร้อนจากการเผาผลาญพลังงาน ผ่านทางเดินหายใจมีปริมาณน้อยกว่า 10% จึงมีผลกระทบต่ออุณหภูมิแกนน้อยมาก เหมาะสำหรับผู้ป่วยเด็กและทารก การส่งผ่านความร้อนวิธีนี้จะต่ำกว่า forced-air warming จึงไม่ควรใช้ทดแทนกัน (AORN, 2007)

3. การชะล้างด้วยน้ำอุ่น (Warm lavage) การใช้สารละลายที่อุ่น (Warming irrigation solutions) อุณหภูมิ 37°C (98.6°F) ในการใช้น้ำอุ่น ล้างทั้งในช่องอก หรือช่องท้อง สามารถลดการสูญเสียความร้อนได้ แต่อัตราการให้ความอุ่นไม่แน่นอน (Aslam et al., 2006) ดังนั้นถ้าเป็นการใช้เพียงวิธีเดียวไม่สามารถป้องกัน อุณหภูมิกายต่ำได้ควรมีการใช้ร่วมกับวิธีอื่นๆ มีข้อควรระวังคือ ในขณะก่อนการใช้ควรมีการวัด อุณหภูมิของน้ำให้ถูกต้อง การใช้น้ำที่ร้อนทำให้ มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของเยื่อ (AORN, 2007)

4. การให้ความอุ่นด้วยระบบไหลเวียนภายนอกร่างกาย (Extracorporeal)

4.1 การฟอกเลือด (Haemodialysis) การฟอกเลือด และการกรองเลือด สามารถเริ่มทำได้เร็ว และใช้อย่างกว้างขวาง แต่ต้องการความดันโลหิตที่เพียงพอ อัตราการให้ความอุ่น $2-3^{\circ}\text{C/h}$ (Aslam et al., 2006)

4.2 การให้ความอุ่นผ่านเครื่องเครื่องปอดและหัวใจเทียม (Extracorporeal Cardiopulmonary bypass) ช่วยประคองการทำงานของระบบไหลเวียนเลือดและได้รับออกซิเจนอย่างเต็มที่ แต่ต้องการผู้ปฏิบัติการที่ผ่านการฝึกอบรม จึงมีความสะดวกน้อยในการทำ เริ่มการทำได้ช้า อัตราการให้ความอุ่น $7-10^{\circ}\text{C/h}$ (Aslam et al., 2006)

4.3 Endovascular warming/cooling เป็นวิธีให้ความร้อน เข้าสู่หลอดเลือด เช่นการให้ความอุ่นผ่านทางเบี่ยงหลอดเลือดดำสู่หลอดเลือดดำ (Venovenous bypass), การให้ความอุ่นผ่านทางเบี่ยงหลอดเลือดแดงสู่หลอดเลือดดำ (Arteriovenous bypass) (Kumar et al., 2005) ซึ่งต้องการสายที่สอดเข้า inferior vena cava ผ่าน femoral vein เพื่อนำการแลกเปลี่ยนและส่งผ่านความร้อน ในอัตรา $400-700\text{W}$ จึงเป็นวิธีที่ให้ความร้อนได้เร็วกว่าทางผิวหนัง อัตราการทำให้อุ่น 2°C/h (Kurz, 2008b) การทำ Continuous arteriovenous rewarming สามารถปฏิบัติได้เร็ว แต่ต้องการผู้ปฏิบัติการที่ผ่านการฝึกอบรม จึงมีความสะดวกน้อย และในระหว่างการทำ ผู้ป่วยควรมีความดันโลหิตที่เพียงพอ อัตราการให้ความอุ่น $3-4^{\circ}\text{C/h}$ (Aslam et al., 2006)

เทคนิคและข้อควรระวังในการให้ความอบอุ่นร่างกาย

ในการจัดการให้ความอบอุ่นเพื่อความปลอดภัยของผู้ป่วย อุปกรณ์การให้ความอุ่นต้องใช้อุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานชัดเจน จาก US Food and Drug Administration (FDA) เท่านั้นและควรปฏิบัติให้ถูกวิธีเพื่อลดโอกาสการทำอันตรายต่อผู้ป่วย (AORN, 2007) ในผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจจึงมีข้อควรระวังในการให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยดังนี้

ข้อควรระวังระหว่างการให้ความอบอุ่นร่างกาย ด้วย CPB

1. หลีกเลี่ยงการทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงเกิน (Hyperthermia) ในช่วงการคืนความอุ่นให้ร่างกาย ด้วย CPB ควรมีการใช้เครื่องมือประเมินอุณหภูมิ ที่เที่ยงตรงแม่นยำ และทำการคืนความอุ่นให้ร่างกายอย่างช้าๆ หลีกเลี่ยงการทำให้อุณหภูมิสมองสูง ไม่ให้อุณหภูมิแกนเกิน $>37^{\circ}\text{C}$ ซึ่ง จะทำให้เกิดความเสี่ยง ต่อระบบสมองและประสาทได้ (Class I, Level A ใน Shann et al., 2006)

2. การให้ความอุ่นทางผิวหนัง (surface warming) ช่วยลดระยะเวลาการทำให้ร่างกายอุ่น โดยช่วยลดการทำ rewarming จาก hypothermic CPB ของเครื่องปอดและหัวใจเทียม (CPB) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับ neurocognitive dysfunction จากการเกิด Cerebral hyperthermia และหลีกเลี่ยงการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ ($<36^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลานานหลังการผ่าตัด (Bar-Yosef et al., 2004)

3. ควรหลีกเลี่ยงการทำ rewarming ด้วย CPB เพราะมีความสัมพันธ์ที่เพิ่มขึ้นของการบาดเจ็บต่อไต และควรระวังภาวะไตเสียหายในผู้ป่วยที่ทำ rewarming ถึง 37°C ด้วย CPB ควรทำการ rewarm ช้าๆ และติดตามการเฝ้าระวังผล serum creatinine สูงขึ้น 25% หลังผ่าตัด (Boodhwani, Rubens, Wozny & Nathan, 2009)

4. pH Management ในผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่อยู่ภายใต้ moderate hypothermic CPB ทีมควรมีการจัดการภาวะกรดเบส ด้วย alpha stat pH management และเฝ้าระวังรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติในผู้ป่วยทุกราย (Shann et al., 2006)

ข้อควรระวัง ให้ความอบอุ่นร่างกายด้วย Forced-air warming

1. การใช้อุปกรณ์ ในการอุ่นควรปฏิบัติตามคู่มือผู้ผลิต เพื่อลดโอกาสเกิดอันตราย การใช้ Forced-air warming ควรใช้ร่วมกับผ้าห่มที่มีความเหมาะสมและให้ยึดติดกับ ท่อส่งความร้อน ซึ่งบริเวณส่วนปลาย จะมีอันตรายจากอากาศที่มีอุณหภูมิสูง ผ้าห่มจะเป็นส่วนที่กระจายความร้อน การใช้เครื่องมือ โดยไม่มีผ้าห่มทำให้เกิดแผลไหม้ที่รุนแรงได้ (AORN, 2007)

2. เพื่อความปลอดภัยควรมีการเชื่อมต่อผ้าห่มกับพวยปลายท่อส่งความร้อน ไม่ควรให้ผิวหนังมีการสัมผัสโดยตรงกับท่อหรือปลายพวย ท่อ เพราะจะทำให้ผิวหนังไหม้ได้ ไม่ควรใช้ผ้าห่ม ให้ความร้อนในส่วนองผิวหนัง บริเวณเนื้อเยื่อของแขนขาที่ขาดเลือดไปเลี้ยง (Bräuer & Quintel, 2009) เพราะการกระจายตัวของความร้อนไม่ทั่วถึงในเนื้อเยื่อที่มีการขาดเลือด การให้ความร้อนจึงเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากอุณหภูมิได้ (AORN, 2007)

3. วิธีการตั้งระดับอุณหภูมิ จากหลายงานวิจัยยังมีความหลากหลายในการตั้งระดับอุณหภูมิตั้งแต่ระดับต่ำ ปานกลาง (36.5°C-38°C) และระดับสูง (42°C-43°C) แต่งานวิจัยส่วนใหญ่ ตั้งที่ระดับ 'high' ซึ่งอาจเกิดผลข้างเคียงของ burns ถ้าตั้งสูงเกินไป ถ้าเป็นการใช้ผ้าห่มแบบเต็มตัว ควรใช้อัตราการเป่าลมที่สูง (Bräuer & Quintel, 2009) จึงควรเฝ้าระวังอุณหภูมิแกนโดยในระยะเริ่มแรกมีการตั้งในระดับสูงและมีการปรับลงเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิแกนให้อย่างน้อยมากกว่า 36.5°C (NICE, 2008)

4. ระยะเวลาของการให้ความอุ่น ในไอซียูหรือห้องพักฟื้นใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มอุณหภูมิจาก 35.0°C เป็น 36.0°C และ 3 ชั่วโมงเพื่อให้ถึง 36.5°C (NICE, 2008)

5. เทคนิคการทำ rewarm ควรทำจากบริเวณลำตัวส่วนแกนก่อนบริเวณแขนขาเพื่อลดความเสี่ยงต่อ การมีอุณหภูมิแกนลดต่ำลงจากการที่เลือดซึ่งมีความเย็นจากระบบไหลเวียนส่วนปลายไหลเวียนกลับเข้าสู่ระบบไหลเวียนส่วนกลางทำให้ อุณหภูมิแกน ต่ำลงไปอีก และความดันโลหิตต่ำ (Aslam et al, 2006)

6. ข้อควรระวังการให้ความอุ่นมากเกินไปทำให้เกิดอุณหภูมิสูงผิดปกติได้ ดังนั้นการเผื่อระวังจะช่วยให้สามารถตรวจพบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้เร็ว ในช่วงการให้ความอุ่นด้วยผ้าห่มลมอุ่นไหลเวียนให้ติดตามประเมินอุณหภูมิแกนผู้ป่วยอย่างน้อย 15 ถึง 30 นาที (Noble, 2006)

7. ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการยุง การให้ความอุ่นเมื่อผู้ป่วยรู้สึกอุ่นสบาย (อุณหภูมิ > 36.5°C) (NICE, 2008)

ข้อสรุปวิธีให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยทำผ่าตัด (ตามตารางที่ 3.5)

จากจำนวนหลักฐานเชิงประจักษ์ที่เป็น Systematic review, Evidence based guideline, clinical practice guideline จำนวน 7 เรื่อง randomized control จำนวน 8 เรื่อง correlational study จำนวน 1 เรื่อง article และ review จำนวน 8 เรื่อง วิธีที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยที่สุดในการให้ความอบอุ่นผู้ป่วยทั้งในห้องผ่าตัด ห้อง พักฟื้นและหลังผ่าตัดคือ การใช้ forced-air warming systems with a full body cover set on high (43°C) และ Circulating water garments (Class IIb/Level B) ที่ให้ความอุ่นด้วยระบบน้ำวน ที่ออกแบบพิเศษเป็นวิธีมีประสิทธิภาพที่สุด ในขณะที่ทำการผ่าตัด เหมาะกับการใช้ควบคุมอุณหภูมิกายผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจทั้งที่ใช้และไม่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม ควรมีการให้ความอุ่นทุกวิธีร่วมกัน เช่น สารน้ำเข้าหลอดเลือดดำที่อุ่น 37°C ด้วยเครื่องมือ Hotline warmer set at 41°C สารน้ำอุ่นชะล้าง (37°C) ให้ความอุ่นขึ้นผ่านแก๊สสูดดมเข้าทางเดินหายใจด้วย warmed humidified oxygen 42°C หรือเครื่อง Heat and moisture exchangers และการปกป้องการสูญเสียความร้อนทางผิวหนังจำกัดพื้นที่การเปิดโล่งของผิวหนังปกคลุมด้วยผ้าห่มหรือวัสดุกันความร้อน ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียทางผิวหนังได้ 30-50% ตลอดช่วงการให้ความอบอุ่นร่างกายควรระวังการมีอุณหภูมิกายสูงเกินจึงควรเฝ้าติดตามประเมินอุณหภูมิแกนทุก 15-30 นาที ด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิเช่น Infrared tympanic membrane

ตารางที่ 3.5 สรุปวิธีให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยทำผ่าตัด

แหล่งอ้างอิง/ชนิดและระดับหลักฐานเชิงประจักษ์	กลุ่มประชากรสถานที่ปฏิบัติ	วิธีให้ความอบอุ่นร่างกาย	เครื่องมือ/ตำแหน่งการเฝ้าระวังอุณหภูมิ	ผลการศึกษา
El-Rahmany et al. (2000a) prospective, randomized trial designed / งานวิจัยระดับ 2a	ผู้ป่วยทำผ่าตัด CABG 149 ราย สุ่มแบ่งเป็น 2 กลุ่ม อุณหภูมิร่างกายต่ำสุดจาก CPB 28°C ศึกษาในช่วงผ่าตัดและหลังผ่าตัด	forced-air warming (FAW) ตั้งอุณหภูมิ 42°-46°C, ที่นอน น้ำอุ่นรองผ้า 1 ชั้น ตั้งอุณหภูมิ 42°C, fluid warmer อุณหภูมิ 37°C, ยา nitroglycerin, sodium nitroprusside	tympanic membrane, skin-surface thermocouple, วัดอุณหภูมิ เมื่อแรกปรับเข้าไอซียู และทุก 30 นาที, ประเมินการหนาวสั่นด้วย 0-4 point scale, ติดตามค่า ECG, HR, ABP, MAP, CO, SVR, PAP, pulse oximetry	ค่าอุณหภูมิผิวเฉลี่ยในกลุ่มใช้ FAW มีค่าสูงกว่ามากอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ความต้องการใช้ nitroprusside ในกลุ่มใช้ FAW ต่ำกว่าอีกกลุ่ม ดังนั้นการใช้ Forced-air warming หลังการผ่าตัดหัวใจช่วยลดความต้องการใช้ยาขยายหลอดเลือด
Bar-Yosef et al. (2004) Feasibility Study: prospective, RCT ระดับ 2	ผู้ป่วยอายุ ≥ 21 ปี 13 ราย แบ่ง 2 กลุ่ม ผ่าตัด elective CABG ลดอุณหภูมิร่างกาย 33°C ห้องผ่าตัด, ไอซียู	-CPB, the Arctic Sun® thermoregulatory system 35°C, Fluid warmers (Hotline), convective forced-air warming blankets	nasopharyngeal temperature, jugular bulb thermistor, oral temperature, pulmonary artery catheter, เกณฑ์อุณหภูมิร่างกายปกติ 37°C, อุณหภูมิตัว < 35.5°C	การทำ surface warming ช่วยลดเวลาการทำให้อุ่นจาก hypothermic CPB
Bräuer et al. (2004) prospective randomized study งานวิจัยระดับ 2a	ผู้ป่วยชาย 50 ราย หลังทำผ่าตัด CABG ASA III, LVEF >40% ไอซียู	อุณหภูมิห้อง 22.8°C, polyester filled blanket, forced-air warmers ห่มผ้าคลุมทั่วร่างกาย ตั้งระดับอุณหภูมิเครื่องสูงสุด, radiant heaters, warmed blood 37°C, Heat and moisture exchanger,	-oesophageal temperature -4 skin temperatures -เกณฑ์ 37.5°C -วัดอุณหภูมิอย่างต่อเนื่อง	Forced-air warming เพิ่มระดับอุณหภูมิแกนได้เร็วกว่าเป็น 2 เท่าของการห่มผ้าและมีประสิทธิภาพดีกว่า radiant heaters

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) สรุปวิธีให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยผ่าตัด

แหล่งอ้างอิง/ชนิดและระดับหลักฐานเชิงประจักษ์	กลุ่มประชากรสถานที่ปฏิบัติ	วิธีให้ความอบอุ่นร่างกาย	เครื่องมือ/ตำแหน่งการเฝ้าระวังอุณหภูมิ	ผลการศึกษา
Ohtsuka et al. (2002) single non randomized clinical trial ระดับ 2b	Ringer's solution อุณหภูมิ 21–23°C และ 4–6°C	water-bath warmer 37°-38°C, forced-air warmer with Blood/Fluid Warming System 42-43°C , dry heat plate warmer 38-40°C, IV fluid tube warmer 40-42°C อุณหภูมิห้อง 22–24°C	วัดอุณหภูมิสารน้ำด้วยเครื่อง thermocouples ที่สายของสารซึ่งยาว 1.2 m ในตำแหน่ง 1 เมตร ห่างจากเครื่องทำความอุ่น	1.วิธี IV fluid tube warmer ให้ความอุ่นมีประสิทธิภาพที่สุด 2.วิธีเครื่องเป่าลมอุ่น ต้องใช้ร่วมกับผ้าห่มเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น ประมาณ 34-35°C 3.การใช้หม้อต้มน้ำมี ประสิทธิภาพต่ำสุด
Jeong et al. (2008) Prospective randomized clinical study / ระดับ 2a	ผู้ป่วยที่ทำผ่าตัดหัวใจ ชนิด OPCAB จำนวน 40 ราย สุ่มแบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 20 ราย	ระบบการอุ่นสารน้ำเข้าหลอดเลือดดำให้มีอุณหภูมิ 41°C ด้วย 2 Hotline systems, อุณหภูมิห้องผ่าตัด 25°C, warmed water mattress (38°C)	pulmonary artery, nasopharynx, rectum, bladder, วัดทุกชั่วโมง หลังการให้ยาระงับความรู้สึกประเมินผล ลัพธ์ ด้วยอุณหภูมิ ภาย, hemodynamic parameters, serum catecholamine concentrations	การอุ่นสารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำด้วยการใช้ Hotline system ช่วยป้องกันการลดลงของอุณหภูมิในระหว่างการผ่าตัดหลอดเลือดหัวใจที่ไม่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม(OPCAB)
Taguchi et al. (2004) prospective randomized control trial ระดับ 2a	อาสาสมัครที่มีสุขภาพแข็งแรง จำนวน 9 ราย ได้รับ ยาระงับความรู้สึกและ ถูกกดอุณหภูมิร่างกายต่ำลง 34°C	circulating-water garment ตั้งอุณหภูมิ เครื่องมือ 37°C, forced-air with a full body cover ตั้งอุณหภูมิเครื่องมือ 43°C	esophageal temperature, วัด สมดุล ความร้อนด้วย thermal flux transducers, วัดการใช้ออกซิเจนอุณหภูมิเฉลี่ยของเนื้อเยื่อส่วนปลาย	circulating-water garment เพิ่มความร้อนให้ร่างกายมากกว่า วิธี Forced-air warming โดยอุณหภูมิแกนสูงเร็วกว่า (0.4°C/h) ในช่วง 1 ชั่วโมงแรกทำให้หลัง 2 ชั่วโมงครึ่ง สูงกว่า 1.1± 0.7°C ($P < 0.001$)

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) สรุปวิธีให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยทำผ่าตัด

แหล่งอ้างอิง/ชนิดและระดับหลักฐานเชิงประจักษ์	กลุ่มประชากรสถานที่ปฏิบัติ	วิธีให้ความอบอุ่นร่างกาย	เครื่องมือ/ตำแหน่งการเฝ้าระวังอุณหภูมิ	ผลการศึกษา
Zangrillo et al. (2006) Prospective, randomized controll study ระดับ 2a	ผู้ป่วยที่ทำผ่าตัดOPCAB สุ่มแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ศึกษาจำนวน 15 คน กลุ่มควบคุมจำนวน 16 คน	circulating-water garment, forced-air system, สารน้ำที่อุ่นทางหลอดเลือดดำด้วย Hotline warmer set at 41°C, อุณหภูมิห้องผ่าตัด 20°C, แก๊สผสมมีความชื้น, heat moisture exchanger	วัดอุณหภูมิทางทวารหนักด้วย calibrated thermistors ทุก 30 นาที ในช่วงระหว่างการผ่าตัดและเมื่อถึงไอซียู อุณหภูมิกายต่ำคืออุณหภูมิทางทวารหนัก <36°C	กลุ่มใช้ circulating-water garment มีอุณหภูมิสูงกว่าในกลุ่มใช้ forced-air system ตลอดทุกช่วงเวลาและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการเริ่มผ่าตัด 2 ชั่วโมง มีภาวะอุณหภูมิกายต่ำ 13% น้อยกว่า กลุ่มควบคุม 81.3% ($p=0.0006$)
Kimberger et al. (2008) randomized control ระดับ 2a	อาสาสมัครที่มีสุขภาพแข็งแรง จำนวน 8 ราย	forced-air warming “high” (43°C), polymer fiber resistive warming (HotDog whole body blanket “high” 43°C)	Tympanic membrane, Thermal comfort level ประเมิน ทุก 10 นาที ด้วย 100-mm long visual analog scale	ประสิทธิภาพและอัตราการอุ่นของอุณหภูมิส่วนแกนมีความคล้ายกันทั้ง full body forced-air และ full-body resistive polymer
Bräuer et al. (2007) correlational study ระดับ 4	ประเมินประสิทธิภาพเครื่องมือ	forced-air warming systems with full body blankets 11 ชนิด ตั้งอุณหภูมิสูงสุด	16 heat flux transducers.	มีเครื่องมือหลายชนิดที่ไม่สามารถส่งผ่านความร้อนที่อุณหภูมิให้ถึง 38 °C
Forbes et al. (2009); Evidence based guideline ระดับ 1	ผู้ป่วยผ่าตัดทุกชนิด การดูแลระยะผ่าตัดและหลังผ่าตัด	-Forced air warming -IV fluid warming	เครื่องมือที่มีความแม่นยำที่สุดคือทางหลอดเลือดอาหาร และทางปาก (level II grade B; Infrared tympanic grade D)	Forced air warming level 1 evidence, grade B recommendations -IV fluid warming level 1 evidence, grade B recommendations

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) สรุปวิธีให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยทำผ่าตัด

แหล่งอ้างอิง/ชนิดและระดับหลักฐานเชิงประจักษ์	กลุ่มประชากรสถานที่ปฏิบัติ	วิธีให้ความอบอุ่นร่างกาย	เครื่องมือ/ตำแหน่งการเฝ้าระวังอุณหภูมิ	ผลการศึกษา
Putzu et al. (2007) Review ระดับ 7	ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่าระดับเล็กน้อยในการผ่าตัด	-วิธีการให้ความอบอุ่นร่างกาย -ป้องกันการลดลงของอุณหภูมิแกน	อุณหภูมิกายปกติ	ป้องกันการสูญเสียความร้อน ให้ความอบอุ่นก่อนในช่วงระหว่างก่อนผ่าตัด และระหว่างการผ่าตัด ด้วยการให้นifedipine (20 mg) ก่อนผ่าตัด การให้ความอบอุ่นขึ้นผ่านทางแก๊สหายใจ การให้สารน้ำที่อุ่นนิยมนที่สุดคือการใช้ forced-air warming
Kurz (2008b) review ระดับ 7	ผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่ได้รับยาระงับความรู้สึกทั้งชนิด general and regional anesthesia หลังทำผ่าตัด	วิธีป้องกันการเกิดอุณหภูมิกายต่ำในการผ่าตัด	อุณหภูมิ > 36°C	นิยมมากในการผ่าตัดคือการใช้ forced air การใช้ Artic Sun device ให้ความร้อน (0.3 VS 0.14°C/h) เร็วกว่าการใช้ forced-air system ทำให้อุณหภูมิร่างกายของผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจสูง 36.6°C±0.5°C เปรียบกับ forced-air system 35.4±0.9°C เมื่อถึง ICU
Pikus & Hooper (2010) Systematic review ระดับ 5	ผู้ใหญ่ในช่วงระยะทันทีหลังผ่าตัดทั่วไปและผ่าตัดหัวใจ	Passive (ผ้าห่มอุ่น หมวก จำกัดการเปิดเผยผิวหนัง เพิ่มอุณหภูมิห้อง) active rewarming (forced-air, warmed humidified oxygen)	การมีอุณหภูมิกายปกติ (36°C)	active rewarming เช่น Forced-air warmers มีประสิทธิภาพและปลอดภัยที่สุด มากกว่าวิธี passive ในการให้ความอบอุ่นผู้ป่วยหลังผ่าตัด

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) สรุปวิธีให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยทำผ่าตัด

แหล่งอ้างอิง/ชนิด และระดับหลักฐาน เชิงประจักษ์	กลุ่มประชากร สถานที่ปฏิบัติ	วิธีให้ความอบอุ่น ร่างกาย	เครื่องมือ/ตำแหน่ง การเฝ้าระวังอุณหภูมิ	ผลการศึกษา
AORN Recommended Practices Committee (2007) guideline ระดับ 7	ผู้ป่วยทุกวัย ผ่าตัดทุกชนิด การดูแลระยะ ผ่าตัดและหลัง ผ่าตัด	การป้องกันอุณหภูมิ ร่างกายต่ำจากการผ่าตัด		วิธีที่มีประสิทธิภาพ Forced-air warming, Circulating-water garments, Energy transfer pads, สารน้ำอุ่น (37°C) เข้าหลอดเลือด ดำ, สารน้ำอุ่นชะล้าง (37°C), เพิ่มอุณหภูมิ ห้องมากกว่า 23°C, ให้ ความอุ่นทางเดินหายใจ
NICE (2008), clinical practice guideline ระดับ 1	ผู้ป่วยผ่าตัด ทุกชนิด การ ดูแลระยะ ผ่าตัดและหลัง ผ่าตัด	วิธีการให้ความอบอุ่น ร่างกาย ผ้าห่มลมอุ่น ไหลเวียน การอุ่นสาร น้ำ	-อุณหภูมิร่างกายต่ำ < 36.0°C -อุณหภูมิปกติ 36.5-37.5°C	1. ผ้าห่มลมอุ่นไหลเวียน ตั้งระดับสูง (42-43°C) 2. ระยะเวลาให้ความอุ่น ในไอซียูประมาณ 2-3 ชั่วโมงเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ จาก 35.0°C ถึง 36.5°C 3. การให้สารน้ำอย่าง น้อย 500 มิลลิลิตรขึ้น ไป, การให้ผลิตภัณฑ์ เลือดควรอุ่นให้มี อุณหภูมิ 37.0°C ด้วย อุปกรณ์การอุ่นสารน้ำ
Galvão et al. (2009) Systematic review ของ งานวิจัยเชิงทดลอง ระดับ 1	ผู้ป่วยอายุ ≥ 18 ปี ทำผ่าตัด ทั่วไปผ่าตัด ใหญ่ ผ่าตัด หัวใจชนิด OPCABG ช่วงผ่าตัด	ในการป้องกัน อุณหภูมิร่างกายต่ำ -carbon-fibre blankets -forced-air warming systems -circulating-water garments	ระดับอุณหภูมิภาย ปกติ	carbon-fibre blankets และ forced-air warming systems มีประสิทธิภาพ เท่ากับ circulating-water garments มี ประสิทธิภาพที่สุด ในขณะที่ทำผ่าตัด

2.2 การจัดการการดูแลในระหว่างการผ่าตัด (Perioperative care)

การจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจควรมีรูปแบบการจัดการระบบการดูแลตลอดการผ่าตัด คือระยะก่อนผ่าตัด ระหว่างการผ่าตัด และ ระยะหลังผ่าตัด โดยทีมสหสาขาวิชาชีพ ที่เกี่ยวข้องในการผ่าตัด พยาบาลควรตระหนักถึงความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำ การให้การดูแลเพื่อป้องกันการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำสามารถลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนได้ (Burger & Fitzpatrick, 2009)

การป้องกันและการรักษาภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำระยะผ่าตัด

1. การให้ความอบอุ่นก่อนการผ่าตัด (pre-warming) 1-2 ชั่วโมงก่อนการผ่าตัด ในขณะที่ผ่าตัด (Putzu et al., 2007) ในระหว่างการผ่าตัด การห่มคลุมผิวหนังช่วยลดการสูญเสียความร้อน 30 % (Leslie & Sessler, 2003) วิธีที่มีประสิทธิภาพ สะดวกที่และนิยมปฏิบัติมากที่สุดคือการใช้ความร้อนทางผิวหนังแก่ผู้ป่วยด้วยลมอุ่นไหลเวียน (Putzu et al., 2007)
2. การให้ยาขยายหลอดเลือดก่อนการให้ยาระงับความรู้สึก (pre-dilation) เช่น nifedipine (20mg) 12 ชั่วโมงก่อนการผ่าตัด และ 10mg ก่อนการเริ่มให้ยาระงับความรู้สึก 1 ชั่วโมง (Leslie & Sessler, 2003; Putzu et al., 2007) sodium nitroprusside (Bräuer et al., 2007)
3. การเพิ่มอัตราการไหลเวียนเลือดในระหว่างการทำให้อุ่น ด้วยเครื่อง CPB หรือการเพิ่มเวลาการให้ความอุ่นด้วยเครื่อง CPB (Bräuer et al., 2007)
4. การให้สารน้ำอุ่นทางหลอดเลือดดำ เมื่อให้สารน้ำปริมาณมากกว่า 2 ลิตรใน 1 ชั่วโมง ควรใช้อุปกรณ์การอุ่นสารน้ำในกรณีมีการให้สารน้ำในปริมาณมากในช่วงการทำผ่าตัด ควรใช้เครื่องทำความอุ่นสารน้ำร่วมกับ forced-air warming (Bräuer & Quintel, 2009)
5. การให้ความอุ่นขึ้น 42°C ผ่านลมหายใจ (Aslam et al., 2006)
6. การเพิ่มอุณหภูมิห้องผ่าตัด 24°C หรือสูงกว่า (Hooper et al., 2009)

การป้องกันภาวะแทรกซ้อนของอุณหภูมิร่างกายต่ำหลังผ่าตัด

เพื่อป้องกันการเกิดความรุนแรงของภาวะแทรกซ้อนจากอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยผ่าตัด ป้องกันการมีอุณหภูมิลดต่ำหลังการหยุดใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม การให้ความอบอุ่นหลังการผ่าตัด ควรทำความอบอุ่นให้ช้าๆ การให้ยาขยายหลอดเลือด การให้ forced-air warming การให้ความอุ่น ทางเดินหายใจ การให้ amino-acid infusion การให้ความอุ่นทางผิวหนัง (Kurz, 2001) การให้สารน้ำหรือผลิตภัณฑ์เลือดที่อุ่นทางหลอดเลือดดำและการเพิ่มความร้อนให้แก่ร่างกายไม่ควรเกิน 2 องศาต่อชั่วโมง (Noble, 2006) ในระยะ 45 นาทีแรก หลังผ่าตัดหัวใจ มีโอกาสเกิดการหนาวสั่นได้ง่ายจากภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ ควรวัดอุณหภูมิแกนและเฝ้าสังเกตอาการระงับการเกิดภาวะแทรกซ้อนต่อหัวใจ, การเสียเลือดมากและ ออกซิเจนต่ำได้ (Currey & Botti, 2005) ป้องกันผลกระทบของภาวะ

อุณหภูมิร่างกายต่ำต่อระบบไหลเวียนโลหิต โดยเฝ้าระวังระบบหัวใจ และการหายใจในไอซียู สังเกตอาการ เช่น การมีภาวะ acidosis, J (Osborn) waves, prolonged PR, QRS, และ QT interval, atrial arrhythmias (Aslam et al., 2006) รักษาระดับปริมาณเลือดออกจากหัวใจห้องซ้ายให้เพียงพอโดยให้มียากระตุ้นหัวใจ 100 ครั้งต่อนาที ด้วยการให้ยา chronotropic agents positive inotropic หรือ pacing การมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ นำไปสู่การมีความดันโลหิตสูงเกินกำหนด ที่อาจส่งผลกระทบต่อรอยเย็บเชื่อมต่อของหลอดเลือดได้ เมื่อมีการให้ยาขยายหลอดเลือด ในช่วงขณะการให้ความอุ่น (Martin & Turkelson, 2006)

ควรทำการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ขณะร่างกายปรับเปลี่ยนอุณหภูมิ เช่น ค่าอุณหภูมิแกนลดต่ำ ความดันโลหิตต่ำ ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ, ความไม่สมดุลกรด เบส หัวใจเต้นผิดจังหวะ (Aslam et al., 2006) เมื่ออุณหภูมิร่างกายกลับคืนปกติและแรงต้านทานของหลอดเลือดส่วนปลายทั้งร่างกายลดลงและความดันโลหิตต่ำ (Martin & Turkelson, 2006) อาจต้องการเพิ่มปริมาตรสารน้ำให้เพียงพอ ถ้าไม่ตอบสนองต่อการให้ สารน้ำ ให้ low dose Dopamine (Aslam et al., 2006) พยาบาลจึงต้องเฝ้าระวังแรงดันในห้องหัวใจ ความดันโลหิต และปริมาณเลือดออกจากหัวใจ อย่างใกล้ชิด โดยควรเฝ้าติดตามทุกครั้งถึงหนึ่งชั่วโมงตลอดในช่วงแรกหลังการผ่าตัด (Martin & Turkelson, 2006) รวมทั้ง ต้องติดตามการเกิด metabolic acidosis ในผู้ป่วยที่กำลังให้ความอุ่น ควรมีการประเมิน acid-base ด้วย blood gas analysis ถ้าจำเป็นอาจแก้ไข acidosis ด้วย sodium bicarbonate เพื่อให้ค่า pH กลับสู่ภาวะปกติ (Noble, 2006) เมื่อมีอาการหนาวสั่นนอกจากการให้ความอบอุ่นร่างกาย การให้ยา เช่น meperidine 25 mg iv, clonidine 75 mg iv (Torossian, 2008) pethidine และ propofol (Leslie & Sessler, 2003) ช่วยลด อาการหนาวสั่นได้

2.3 การพัฒนาระบบการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ

2.3.1 การบันทึกทางการแพทย์ พยาบาล ควรมีการบันทึก ผลการประเมินผู้ป่วยที่รวมทั้งค่าอุณหภูมิร่างกาย ความเสี่ยงที่วัดตลอดระยะการผ่าตัด การวางแผนการดูแล การป้องกัน ค่าอุณหภูมิการให้การบำบัดรักษา ผลลัพธ์ที่คาดหวัง และประเมินผลการป้องกันอุณหภูมิร่างกายต่ำ โดยมีการพัฒนานโยบายและกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ มีการวินิจฉัยทางการแพทย์ เช่น มีความเสี่ยงต่อการไม่สมดุลของอุณหภูมิร่างกาย ระบบการควบคุมอุณหภูมิไม่มีประสิทธิภาพ มีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ป่วยมีอุณหภูมิร่างกายปกติ (AORN, 2007)

2.3.2 การพัฒนาบุคลากร บุคลากรควรได้รับความรู้ และการรับรองสมรรถนะและมีความทันสมัยต่อการป้องกันการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำ จากความไม่ตั้งใจและการใช้อุปกรณ์ในการทำให้อุ่น โดยบุคลากร ที่ให้การดูแลผู้ป่วยทำผ่าตัดควรมีความรู้เกี่ยวกับหลักการควบคุมอุณหภูมิ ความ

เสี่ยงและผลลัพธ์ภายหลังของอุณหภูมิต่ำ มีการใช้เทคโนโลยีการวัดอุณหภูมิได้อย่างถูกต้อง และวิธีการเพื่อลดความเสี่ยง บุคลากรควรได้รับคำแนะนำการใช้ การดูแล การจัดการและการประกอบอุปกรณ์ให้ความอุ่นอย่างเหมาะสมก่อนการใช้งาน การให้ความรู้เบื้องต้นหลักการของภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ จะทำให้บุคลากรมีแนวทางให้การดูแลผู้ป่วยได้อย่างปลอดภัย นอกจากนี้การจัดโปรแกรมการศึกษาจะช่วยสนับสนุนในการเรียนรู้การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีใหม่ๆ ทั้งการใช้ การแข่งขันพัฒนาอุปกรณ์ ส่วนประกอบและอันตรายที่อาจเกิดได้ของอุปกรณ์ ผู้บริหารควรประเมินและบันทึก สมรรถนะของบุคลากรในการป้องกันการเกิดอุณหภูมิต่ำและความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ ที่มีความสอดคล้องกับนโยบายของหน่วยงานหรือโรงพยาบาล การใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง อาจทำให้เกิดอันตรายที่รุนแรงแก่ผู้ป่วยได้ การรับประกันความสามารถของบุคลากรและความเข้าใจในหลักการพื้นฐาน ความเสี่ยง และการใช้อุปกรณ์อย่างปลอดภัย ความรู้นี้เป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการลดความเสี่ยงของการใช้อุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้อง และให้การดูแลอย่างปลอดภัย (AORN, 2007)

2.3.3 ควรมีการพัฒนาแผนการดูแลหรือคู่มือการปฏิบัติร่วมกันของทีมการดูแลผู้ป่วยผ่าตัด ของผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ และรับผิดชอบในประเด็น การประเมินผู้ป่วยทุกระยะการผ่าตัด การให้การรักษา การบันทึกผลการดูแล วิธีการใช้ การดูแลรักษาและทำความสะอาดเครื่องมือ การบำรุงรักษาเครื่องมือ การรายงานและการกำจัดทิ้งเครื่องมือที่ชำรุด การรายงานอุบัติการณ์ของอุณหภูมิร่างกายต่ำหรือการบาดเจ็บจากเครื่องมือ รวมทั้งการรับรองสมรรถนะของเครื่องมือ (AORN, 2007)

2.3.4 โปรแกรมการจัดการหรือการพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่องควรมีการประเมินด้านโครงสร้าง กระบวนการและผลลัพธ์ของการให้การรักษาเพื่อป้องกันอุณหภูมิร่างกายต่ำ (AORN, 2007) การใช้วิธี PDCA model เพื่อพัฒนาคุณภาพการดูแลด้านอุณหภูมิของผู้ป่วยหลังผ่าตัดสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงรูปแบบการปฏิบัติทางคลินิก ในองค์กรได้เนื่องจากเป็นกระบวนการที่มีการเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องที่ต้องการข้อมูล การสะท้อนกลับและการทบทวน (Bitner, Hilder, Hall & Duvendack, 2007)

3.4 ข้อเสนอแนะ (Recommendations) ข้อเสนอแนะการปฏิบัติตามการนำหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อตอบคำถาม/แก้ไขปัญหาทางคลินิก มีระดับความเข้มแข็งของหลักฐานเชิงประจักษ์ (level of evidence: LOE) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

I. เกณฑ์ผลลัพธ์ เพื่อใช้ในการประเมินการจัดการเกี่ยวกับอุณหภูมิร่างกาย

1. ค่าอุณหภูมิกายปกติ ค่า 36.5°C - 37.5°C (Burns et al., 2009: LOE7; Sessler, 2008: LOE7; NICE, 2008: LOE1) โดยมีค่าแปรปรวนสูงสุดไม่เกิน ค่า 36°C - 38°C (ASPAN, 2001: LOE7; AORN, 2007: LOE7)
2. อุณหภูมิกายต่ำหมายถึง อุณหภูมิแกนร่างกาย $< 36^{\circ}\text{C}$ (ASPAN, 2001: LOE7; ASA, 2002: LOE7; Good, et al., 2006: LOE7; AORN, 2007: LOE7; NICE, 2008: LOE1; Forbes et al., 2009: LOE1)
3. การบอกได้ถึงความรู้สึกอุ่นสบาย (มีอุณหภูมิแกน $> 36.5^{\circ}\text{C}$) (NICE, 2008: LOE1) ไม่มีอาการหนาวสั่นหรือ ขนลุกผิวน้ำแข็งแขนขาเย็นหลอดเลือดหดตีบ (ASPAN, 2001: LOE7) เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการยุติให้ความอุ่นร่างกาย
4. ระดับความอุ่นของผิวหนังปลายเท้าระดับ 3 ที่มีความอุ่นของเท้าทั้งหมดรวมสันเท้า (Schey et al., 2009: LOE4) สะท้อนความเพียงพอของระบบไหลเวียนโลหิต

II. Interventions เพื่อการจัดการภาวะอุณหภูมิกายต่ำประกอบด้วยประเด็นสำคัญดังนี้

1. การประเมิน โดยประเมินสิ่งต่างๆ ในทุกระยะการผ่าตัดดังต่อไปนี้

1.1 ทำการประเมินความเสี่ยง

1.1.1 ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิกายต่ำ เช่น ผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 60 ปี ผู้ที่มีร่างกายผอมบาง diabetic neuropathies พื้นที่ผิวกายน้อยมาก และ ค่าคะแนนความรุนแรงก่อนผ่าตัด สูงระดับ 3-4 (Insler et al., 2000: LOE2a) ประเมินตามแนวปฏิบัติของ NICE (2008) ในการประเมิน พบปัจจัยเสี่ยงอย่างน้อย 2 อย่างในปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้ถือเป็นกลุ่มเสี่ยงสูง คือ ASA Physical Status grade II-V, อุณหภูมิร่างกายก่อนผ่าตัด $< 36.0^{\circ}\text{C}$, เป็นการผ่าตัดด่วนหรือผ่าตัดใหญ่ เป็นการใช้ยาสลบร่วมกันทั้งแบบ general และ regional anaesthesia มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนด้านหัวใจ ปัจจัยร่วมอื่นๆ เช่น การใช้สารน้ำที่ไม่อุ่นในการ ชะล้าง การให้สารละลาย หรือ เลือด เข้าหลอดเลือดดำ และการมีอุณหภูมิห้องผ่าตัดที่ต่ำ

1.1.2 ปัจจัยที่ทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนด้านหัวใจ การเกิดภาวะหัวใจล้มเหลวเฉียบพลันที่มีอาการแสดงด้วย Low cardiac output syndrome: LCOS ปัจจัยเสี่ยงได้แก่ ก่อนผ่าตัดมีประสิทธิภาพในการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ (EF) ต่ำ ($< 40\%$) อายุมากกว่า 70 ปี หัวใจโต เพศหญิง และ diastolic dysfunction มีประวัติไตวายเรื้อรังก่อนผ่าตัด ทำการผ่าตัดด่วน (Maganti et al., 2005: LOE4)

1.2 ทำการประเมินอาการและอาการแสดงของร่างกายเมื่อมีอุณหภูมิกายต่ำ โดยสังเกตอาการหรืออาการแสดงออก ของ อาการหนาวสั่น ระดับความรู้สึกตัว ความรู้สึกสบาย ขนลุกตั้งสีผิวน้ำ ตามการจำแนกอาการตามระดับอุณหภูมิแกน โดย Aslam และคณะ (2006)

1.3 ทำการสังเกตและประเมินอาการแสดงของภาวะแทรกซ้อน ที่สัมพันธ์กับภาวะ
อุณหภูมิร่างกายต่ำในระยะหลังผ่าตัด สิ่งที่ต้องบอกถึงผลตกค้างหรือการคงอยู่ ของการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ
เป็นข้อควรสังเกต มีดังนี้

1.3.1 ระบบไหลเวียนเลือดไม่คงที่ ในระยะ 2 ชั่วโมงแรกหลังการผ่าตัดหัวใจ ค่าความ
ดันในห้องหัวใจ CVP สูง, SVR สูง ความดันโลหิตสูง (Currey & Botti, 2005: LOE4; Putzu et al.,
2007: LOE 7) Cardiac output ต่ำ หลอดเลือดหดตีบ ความแรงชีพจรเบา ระดับความอ่อนปลายเท้ามี
เล็กน้อย (Schey et al., 2009: LOE 4) คลื่นไฟฟ้าหัวใจมีลักษณะพิเศษคือ การมี J (Osborn) waves ,
ST segment elevation, ST segment depression, T wave inversion การนำกระแสไฟฟ้าผิดปกติ เช่น
AV block (1°, 2 °, complete) จังหวะการเต้นผิดปกติ (Aslam et al., 2006: LOE 7)

1.3.2 ระบบหายใจ ค่าความเข้มข้นออกซิเจนส่วนปลาย ต่ำ มีภาวะ respiratory
acidosis, หรือ metabolic acidosis (Burns, 2009: LOE 7)

1.3.3 ระบบประสาท ระดับความรู้สึกตัวและการตื่นรู้สึกตัวหลังการผ่าตัดซ้ำ การ
ทำงานที่เป็นปกติของกล้ามเนื้อโครงร่างลดลง ในผู้สูงอายุ ที่มีอุณหภูมิร่างกายต่ำ จะมีความต้องการยา
ในปริมาณสูงเนื่องจากความสามารถในการขับยาออกจากร่างกายลดลง (Campos & Paniagua,
2008: LOE 7)

1.3.4 มีอาการหนาวสั่นใน 45-90 นาทีแรก หลังการผ่าตัด (Currey & Botti, 2005: LOE
4) เมื่อใช้มือคลำบริเวณขากรรไกรพบว่ามีการสั่นของกล้ามเนื้อหรือมองเห็นว่ามีการสั่น ผิวของ
กล้ามเนื้อบริเวณศีรษะ ลำคอ หน้าอก และ ลำตัว หรือมีตัวสั่นเกร็งและพันกระแทกกัน เป็นต้น
(Holtzclaw, 1990 อ้างในพนารัตน์ จำปา, 2548: LOE 7)

1.3.5 มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง (Reynolds et al, 2008: LOE7) >180 mg/dl (Lazar et
al., 2009: LOE1) โดยเฉพาะช่วง 6 ชั่วโมงแรกหลังผ่าตัด

1.3.6 มีจำนวนปัสสาวะต่อชั่วโมงออกมาก (Edwards, 2005: LOE7)

1.3.7 มีภาวะเสียเลือดมากหลังการผ่าตัด (Reynolds et al., 2008: LOE7) มากกว่า 100-
300 มิลลิลิตร/ ชั่วโมง (Foot, Fraser & Mullany, 2005: LOE7) เสียเลือดมากกว่า 2 ลิตร ภายใน 24
ชั่วโมง หลังผ่าตัด อัตรา 300 มิลลิลิตร/ ชั่วโมงหรือ 100 - 200 มิลลิลิตร/ ชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
(Steiner & Despotis, 2007: LOE7)

1.4 เลือกใช้เครื่องมือและตำแหน่งที่เหมาะสมในการประเมินอุณหภูมิร่างกายโดย
เครื่องมือมาตรฐานในการวัดอุณหภูมิแกนชนิดรูกล้าคือ PA catheter และ Nasopharyngeal,
Esophageal เฝ้าติดตามและประเมินอย่างต่อเนื่อง (Sessler, 2008: LOE7)

1.4.1 เครื่องมือที่มีความแม่นยำในระยะวิกฤตคือ Tympanic membrane thermometer/oral electronic thermometer (Hooper & Andrews, 2006: LOE5; Lawson et al., 2007: LOE4; Forbes et al., 2009: LOE 1)

1.4.2 เครื่องมือที่สามารถให้ความแม่นยำได้ทั้งระยะผ่าตัดและ ระยะหลังผ่าตัดหัวใจ ในไอซียูคือการวัดอุณหภูมิแกนในตำแหน่ง Tympanic membrane โดยใช้ Tympanic infrared (Putzu et al., 2007: LOE7; Sessler, 2008: LOE 7; Forbes et al., 2009: LOE 1) ชนิดการวัดต่อเนื่อง เช่น ลักษณะ ear phone type (Kiya et al., 2007: LOE4), new infrared ear thermometer: IRT 4000 (Bock et al., 2005: LOE 2b) ควรมีการสอนและสาธิตวิธีการใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิแกน ทางเยื่อแก้วหู และประเมินประสิทธิภาพการปฏิบัติของเจ้าหน้าที่ทุกปี (Stanhope, 2006: LOE 7)

1.4.3 เครื่องมือและตำแหน่งการวัดที่ไม่แนะนำในผู้ป่วยวิกฤตคือ Glass mercury thermometers และตำแหน่งการวัดทางรักแร้ (Stanhope, 2006: LOE 7; Kurz, 2008b: LOE 7)

1.4.4 การเลือกเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่ดีที่สุดควรขึ้นกับความแม่นยำและเที่ยงตรง การเข้าถึงตำแหน่งที่วัดได้ง่าย มีเทคนิคและวิธีการใช้ที่ง่าย มีความปลอดภัยและให้ความสุขสบายต่อผู้ป่วย (Hooper & Andrews, 2006: LOE5) และผู้ปฏิบัติควรมีสมรรถนะที่เพียงพอควรผ่านการฝึกอบรมการใช้ที่เหมาะสม และผ่านการประเมินสมรรถนะรายปี จะช่วยให้ทำการวัดอุณหภูมิแกนผู้ป่วยได้อย่างแม่นยำ รวดเร็วและมี ประสิทธิภาพ (Stanhope, 2006: LOE 7)

1.5 ทำการเฝ้าติดตามอุณหภูมิภายในช่วงการผ่าตัด ควรมีการบันทึกค่าอุณหภูมิก่อนการได้ยาระงับความรู้สึก และต่อจากนั้นทุก 30 นาทีจนกว่าการผ่าตัดจะสิ้นสุด ในห้องพักฟื้นหลังผ่าตัด ควรมีการบันทึกค่าอุณหภูมิทุก 15 นาที (NICE, 2008: LOE 1) โดยเมื่อแรกรับทำการประเมินจำแนกระดับอุณหภูมิภายในโดยถ้าอุณหภูมิ < 36°C คือมีอุณหภูมิภายในต่ำให้ทำการประเมินต่อเนื่องทุก 30 นาทีจนกว่าอุณหภูมิปกติ ร่วมกับการประเมินระดับอุณหภูมิความรู้สึกที่สุขสบายของผู้ป่วย ทุก 30 นาที และประเมินอาการและอาการแสดงของอุณหภูมิภายในต่ำ เช่น หนาวสั่น ขนลุกตั้ง แขนขาเย็น ให้ทำการประเมินอุณหภูมิซ้ำ ถ้าระดับความรู้สึกสุขสบายด้านอุณหภูมิลดลงหรือปรากฏอาการแสดงของอุณหภูมิภายในต่ำ ประเมินอุณหภูมิอีกครั้งก่อนจำหน่ายจากห้องพักฟื้น (ASPAN, 2001: LOE7)

2. รูปแบบการรักษา/การพยาบาล และการจัดการการดูแล กลยุทธ์ในการให้ความอบอุ่นร่างกาย ควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ป่วย ในการจัดการให้ความอบอุ่น ต้องใช้อุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานชัดเจน และ ควรปฏิบัติให้ถูกวิธีเพื่อลดโอกาสการทำอันตรายต่อผู้ป่วย (AORN, 2007: LOE 7) ดังนั้นการจัดการภาวะอุณหภูมิภายในต่ำควรใช้หลายวิธีร่วมกันดังนี้

เครื่องมือในการให้ความอบอุ่นร่างกาย

1. เครื่องมือที่ช่วยลดการสูญเสีย ความร้อน คือการห่มคลุมเฉพาะส่วน เช่น การใช้ สิ่งปกคลุมศีรษะหมวก ถุงมือ ถุงเท้า ถุงเท้ายาว การจำกัดการเปิดเผยผิวหนัง การเพิ่มอุณหภูมิห้อง (Pikus & Hooper, 2010: LOE 5)

2. การส่งผ่านความร้อนจากแหล่งพลังงานภายนอกร่างกาย เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีเก็บกักความร้อนภายในตัวเอง ที่มีการใช้ผ้าห่มใยฝ้ายเพียงอย่างเดียวในการรักษาอุณหภูมิร่างกายต่ำ มีวิธีการให้ความอบอุ่นแบบต่างๆ เช่น การใช้ forced-air convection warming system, circulating-water mattresses, resistive heating blankets, radiant warmers, negative-pressure warming systems, hot-water containers, และ warmed humidified inspired oxygen (Pikus & Hooper, 2010: LOE 5)

3. การใช้ forced-air warming systems เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยที่สุดใน การให้ความอบอุ่นผู้ป่วยทั้งในห้องพักผ่าตัด ห้อง พักฟื้นและหลังผ่าตัด (Kurz, 2001: LOE 7; Leslie & Sessler, 2003: LOE7; Bräuer et al., 2004: LOE2a; Torossian, 2008: LOE5; Burns et al., 2009: LOE 7)

4. ในการป้องกันอุณหภูมิร่างกายต่ำในขณะที่ทำการผ่าตัด carbon-fibre blankets และ forced-air warming systems มีประสิทธิภาพ ของการให้ความร้อน และอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ ส่วนแกนมีความคล้ายกันทั้ง full body forced-air warming system และ full-body resistive polymer system (Kimberger et al., 2008: LOE2a; Galvão et al., 2009: LOE 1)

5. ระบบ circulating-water garment มีประสิทธิภาพการส่งผ่านความร้อน การกระจาย ความร้อนสู่ส่วนต่างๆ ได้มากและเร็วกว่าวิธี forced-air cover $0.4^{\circ}\text{C}/\text{h}$ จึงเหมาะต่อการรักษาอุณหภูมิ ภายให้ปกติ ในการผ่าตัด (Taguchi et al., 2004: LOE 2a) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุด ในการคง ระดับอุณหภูมิร่างกายปกติขณะทำการผ่าตัด (Galvão et al., 2009: LOE 1) โดยเฉพาะใน ผู้ป่วยผ่าตัด หัวใจ circulating-water garment ช่วยลดการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำในการผ่าตัด สามารถคงระดับ อุณหภูมิร่างกายให้ปกติในระหว่างการผ่าตัด OPCAB ได้ดีกว่า forced-air systems โดยเฉพาะในช่วง 2 ชั่วโมงแรกของการผ่าตัด และไม่มีผลกระทบต่อบริเวณการทำผ่าตัด (Zangrillo et al., 2006: LOE 2a)

6. การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ >1 L/h ควรอุ่นให้ มีอุณหภูมิ 37°C (Torossian, 2008: LOE7) โดยเครื่อง IV fluid tube warmer ที่มีประสิทธิภาพที่สุดให้ความอุ่นได้โดยไม่ขึ้นกับ อัตราการไหลของสารน้ำ แต่มีโอกาสเกิดฟองอากาศในสาย ประสิทธิภาพรองลงมาคือเครื่องเป่าลม อุ่นไหลเวียน (forced-air warmer with Blood/Fluid Warming System) ตั้งอุณหภูมิ $42^{\circ}\text{--}43^{\circ}\text{C}$ ต้องใช้

ร่วมกับผ้าห่มแต่ผู้ป่วยได้รับความอบอุ่นร่างกายในเวลาเดียวกัน วิธีการใช้หม้อต้มน้ำมีประสิทธิภาพต่ำสุดแต่ถูกที่สุด ดังนั้น การเลือกใช้เครื่องมือขึ้นกับผลการทำงานและลักษณะการนำไปใช้งาน (Ohtsuka et al., 2002: LOE 2b) การใช้ Hotline system อุ่นสารน้ำ ที่ให้ทางหลอดเลือดดำช่วยป้องกันการลดลงของ อุณหภูมิภายในระหว่างการผ่าตัดหลอดเลือดหัวใจที่ไม่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม (Jeong et al., 2008: LOE 2a)

7. ตัวกรองและแลกเปลี่ยนให้ความอบอุ่นขึ้น จะเป็นวิธีที่สะดวกและประหยัดในการป้องกันการสูญเสียความร้อนผ่านทางเดินหายใจ (Putzu et al., 2007: LOE 7) แต่การส่งผ่านความร้อนวิธีนี้จะต่ำกว่า forced-air warming จึงไม่ควรใช้ทดแทนกัน (AORN, 2007: LOE 7)

8. เพิ่มความระวังในการใช้ Circulating water mattresses เมื่อวางได้ตัวผู้ป่วยจะไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอเนื่องจากมีความร้อนเพียงเล็กน้อยที่สูญเสียทางหลัง และน้ำหนักตัวผู้ป่วยที่กดทับลงไปทำให้มีผลต่อการไหลเวียนเลือดในส่วนนั้น เพิ่มโอกาสเกิดแผลกดทับได้ (Kurz, 2008b: LOE 7)

เทคนิคและข้อควรระวังในการให้ความอบอุ่นร่างกาย

1. ข้อควรระวังระหว่างในผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่อยู่ภายใต้ moderate hypothermic CPB ทีมควรมีการจัดการภาวะกรดเบส ด้วย alpha stat pH management (Class I, Level A ใน Shann et al., 2006: LOE 1) และเฝ้าระวังรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติในผู้ป่วยทุกราย (Class I, Level B ใน Shann et al., 2006: LOE 1) เมื่อทำการให้ความอบอุ่นร่างกาย ด้วย CPB ควรเพิ่มอุณหภูมิอย่างช้าๆ เพื่อหลีกเลี่ยงการทำอุณหภูมิเกินเกิน $>37^{\circ}\text{C}$ ซึ่งเสี่ยง ต่อระบบสมองประสาท (Class I, Level A ใน Shann et al., 2006: LOE 1) และการบาดเจ็บต่อไต จึงควรติดตามผล serum creatinine ที่อาจสูงขึ้น 25% หลังผ่าตัด (Boodhwani et al., 2009: LOE 2a) จึงควรเฝ้าระวังอุณหภูมิสมองสูงโดยการใช้ Jugular bulb temperature (Nussmeier, 2005: LOE 7) การให้ความอุ่นทางผิวหนังร่วมด้วยจะช่วยลดระยะเวลาการทำให้ร่างกายอุ่นด้วย CPB และการมีอุณหภูมิภายในต่ำ ($<36^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลานานหลังการผ่าตัด (Bar-Yosef et al., 2004: LOE 2a) การเฝ้าติดตามอุณหภูมิ แกนระหว่างการผ่าตัดและในระหว่างการใช้ cardiopulmonary bypass มี 4 ตำแหน่งหลักที่ใช้ได้ดี คือ tympanic membrane, nasopharyngeal, pulmonary artery และ distal third of the oesophagus (Putzu et al., 2007: LOE7; Sessler, 2008: LOE 7) ความแม่นยำในการวัดค่าอุณหภูมิแกนผู้ป่วยผ่าตัดในแต่ละตำแหน่งไม่ควรมีความแตกต่างกันเกิน 0.5°C (Sessler, 2008: LOE 7) ในการทำให้ร่างกายผู้ป่วยอุ่นขึ้นต้องพิจารณาจากทั้งอุณหภูมิส่วนแกนและ“intermediate” คือทางทวารหนักและทางกระเพาะปัสสาวะ (Sessler, 2008: LOE 7) การวัดอุณหภูมิที่ถูกต้องและแม่นยำของ arterial inflow มีความสำคัญมาก การวัด

อุณหภูมิของ oxygenators ควรวัดหลายตำแหน่ง “Coupled temperature” และควรตรวจสอบความแม่นยำและเที่ยงตรง (Shann, et al., 2006: LOE 1)

2. ข้อควรระวังเมื่อให้ความอบอุ่นร่างกายด้วย FAW ควรมีการเชื่อมต่อผ้าห่มกับพวยปลายท่อส่งความร้อน ไม่ควรให้ผิวหนังมีการสัมผัสโดยตรงกับท่อหรือปลายพวย ท่อ เพราะจะทำให้ผิวหนังไหม้ได้ ไม่ควรใช้ผ้าห่มให้ความร้อนในส่วนองผิวหนัง บริเวณเนื้อเยื่อของแขนขาที่ขาดเลือดไปเลี้ยง (Bräuer & Quintel, 2009: LOE 7; AORN, 2007: LOE7) วิธีการตั้งระดับอุณหภูมิเครื่อง ในระยะเริ่มแรก ควรมีการตั้งในระดับสูงและมีการปรับลงเพื่อรักษาอุณหภูมิแกนมากกว่า 36.5°C (NICE, 2008: LOE 1) เมื่อใช้ผ้าห่มแบบเต็มตัว ควรใช้อัตราการเป่าลมที่สูงและควรทำการเฝ้าระวังการเกิดแผลไหม้ (Bräuer & Quintel, 2009: LOE 7) การใช้อุปกรณ์ ควรปฏิบัติตามคู่มือผู้ผลิต (AORN, 2007: LOE7) เทคนิคการทำความอุ่นควรทำจากบริเวณลำตัวส่วนแกนก่อนบริเวณแขนขา (Aslam et al., 2006: LOE 7) โดยเฉพาะบริเวณอกซึ่งเป็นส่วนแกนที่สำคัญมากสำหรับผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจ ติดตามประเมินอุณหภูมิแกนผู้ป่วยอย่างน้อย 15 ถึง 30 นาที (Noble, 2006: LOE 7) ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการยุติ การให้ความอุ่นเมื่อผู้ป่วยรู้สึกอุ่นสบาย (อุณหภูมิ > 36.5°C) (NICE, 2008: LOE 1) ซึ่งระยะเวลาของการให้ความอุ่น ในไอซียูหรือห้องพักฟื้นใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มอุณหภูมิจาก 35.0°C เป็น 36.0°C และ 3 ชั่วโมงเพื่อให้ถึง 36.5°C (NICE, 2008: LOE 1)

รูปแบบการจัดการการดูแลในระหว่างการผ่าตัด

1. ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจเป็นปัญหาที่มีหลายสาเหตุ ร่วมกันทั้งที่เกิดจากความตั้งใจและไม่ตั้งใจให้เกิดจึงต้องการการดูแลจากบุคลากรของทีการผ่าตัดและใช้หลายวิธีในการจัดการร่วมกัน เพื่อป้องกันการเกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ และภาวะแทรกซ้อนที่สัมพันธ์กับภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำโดยการส่งเสริมให้ผู้ป่วยมีอุณหภูมิร่างกายปกติในการผ่าตัดจึงควรมีแนวทางปฏิบัติ ตลอดระยะเวลาการผ่าตัด (ASPAN, 2001: LOE 7; NICE, 2008: LOE 1; Torossian, 2008: LOE 7; Hooper et al., 2009: LOE 5)

2. ทำการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ ประเมินอุณหภูมิแกนทุกระยะการผ่าตัด อาการและอาการแสดงของการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ บันทึกและสื่อสารเกี่ยวกับสิ่งที่ตรวจพบแก่สมาชิกในทีม ตรวจสอบระดับความสบายด้านอุณหภูมิ (Hooper et al., 2009: LOE 5)

3. ทำการรักษาด้วยการป้องกันการเสียความร้อนของร่างกาย ลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำ ช่วงการผ่าตัดและหลังผ่าตัด (Hooper et al., 2009: LOE 5) การให้ความอบอุ่นก่อนการผ่าตัด ด้วยวิธี active warming (Putzu et al., 2007: LOE 7) เช่น การให้ยาขยายหลอดเลือดก่อนการให้ยาระงับความรู้สึก (Leslie & Sessler, 2003: LOE 7; Putzu et al., 2007: LOE 7; Bräuer et al.,

2007: LOE 4) การทำให้ร่างกายอุ่นด้วยเครื่อง CPB หรือการเพิ่มเวลาการให้ความอุ่นด้วยเครื่อง CPB (Bräuer et al., 2007: LOE 4) และการให้ความอบอุ่นหลังผ่าตัดด้วยวิธี active warming (Putzu et al., 2007: LOE 7; Hooper et al., 2009: LOE 5)

4. ทำการประเมินและเฝ้าระวังภาวะแทรกซ้อนของอุณหภูมิร่างกายต่ำ (Noble, 2006: LOE 7; Martin & Turkelson, 2006: LOE7)

5. ผลลัพธ์ที่คาดหวังจากการมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำจากการผ่าตัด คือ ผู้ป่วยมีอุณหภูมิปกติ 36.5°C- 37.5°C (NICE, 2008: LOE1) หรือไม่เกิน 36°C- 38°C (AORN, 2007: LOE 7) และมีความรู้สึกละสบายด้านอุณหภูมิ (Hooper et al., 2009: LOE 5)

การจัดการการดูแล พัฒนาระบบคุณภาพโดยพัฒนาระบบการบันทึกทางการแพทย์ อย่างมีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงประเด็นอุณหภูมิร่างกายต่ำตลอดระยะการผ่าตัดตามกระบวนการทางการแพทย์ ทำการพัฒนานุเคราะห์ให้ มีความรู้เกี่ยวกับหลักการควบคุมอุณหภูมิ ความเสี่ยงและผลลัพธ์ภายหลังของอุณหภูมิต่ำ และการรับรองสมรรถนะและมีความทันสมัยต่อการป้องกันการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำ และการใช้อุปกรณ์ในการทำให้อุ่น จัดโปรแกรมการศึกษาสนับสนุนในการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อ การแข่งขันพัฒนาอุปกรณ์ ผู้บริหารควรประเมินและบันทึก สมรรถนะของบุคลากรในการป้องกันการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำและความปลอดภัยในการใช้ อุปกรณ์ พัฒนาแผนการดูแลหรือคู่มือการปฏิบัติร่วมกันของทีมการดูแลผู้ป่วยผ่าตัด การบำรุงรักษาเครื่องมือ การรับรองสมรรถนะของเครื่องมือพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่องด้วยการประเมินด้าน โครงสร้าง กระบวนการและผลลัพธ์ของการให้การรักษเพื่อป้องกันอุณหภูมิร่างกายต่ำ (AORN, 2007: LOE7) การใช้วิธี PDCA model เพื่อพัฒนาคุณภาพการดูแลด้านอุณหภูมิของผู้ป่วยหลังผ่าตัด (Bitner, Hilder, Hall & Duvendack, 2007: LOE7)

ข้อเสนอแนะ ในการจัดทำแนวปฏิบัติการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจระยะผ่าตัด ควรมีรูปแบบดังนี้

การจัดการระยะก่อนผ่าตัด

1. การประเมิน (Assessment)

1.1 ประเมินปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในการผ่าตัด เช่น เพศหญิง, น้ำหนักน้อย พื้นที่ผิวกาย การมี diabetic neuropathy, การทำผ่าตัดฉุกเฉิน อายุมากกว่า 60 ปี, ASA Physical Status grade II-V, อุณหภูมิร่างกายก่อนผ่าตัด < 36.0°C, ชนิดการทำผ่าตัด (การทำผ่าตัดด่วนหรือผ่าตัดใหญ่), การใช้ยาสลบร่วมกันทั้งแบบ general และ regional anaesthesia, มีความเสี่ยง

สูงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนด้านหัวใจ (Noble, 2006: LOE 7; AORN, 2007: LOE7; Hooper et al., 2009: LOE 5; NICE, 2008: LOE 1)

1.2 ประเมินอุณหภูมิแกน: วัดอุณหภูมิผู้ป่วย ระดับความสบาย ด้านอุณหภูมิ อาการ และอาการแสดงของการมีอุณหภูมิกายต่ำเมื่อแรกรับ (ASA, 2002: LOE7; AORN, 2007: LOE7; NICE, 2008: LOE 1; Class I, Level C, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

1.3 บันทึกและสื่อสารเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงทั้งหมดที่ตรวจพบในผู้ป่วย แก่สมาชิกในทีม วิชาชีพและทีมผ่าตัด (AORN, 2007: LOE7; Class I, Level A ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

2. การรักษา (Interventions)

2.1 ป้องกันการเสียความร้อนของร่างกาย (AORN, 2007: LOE7; Class I, Level B, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

2.2 ให้ความอุ่นสำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะอุณหภูมิกายต่ำด้วยวิธีการให้จากภายนอก (Class IIb, Level B, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

2.3 ลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิกายต่ำ ช่วงการผ่าตัดและหลังผ่าตัดโดยการให้ความอบอุ่นร่างกายอย่างน้อย 30 นาที (Class IIb, Level B, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5) การให้ความอุ่นทางผิวหนังก่อนผ่าตัดด้วย forced-air warming systems ก่อนมาถึงห้องผ่าตัดจะช่วยป้องกันหรือลดการมีอุณหภูมิกายต่ำให้น้อยลงได้ในช่วงระหว่างการให้ยาระงับความรู้สึกชนิดทั่วร่างกาย (Putzu et al., 2007: LOE 7) เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการป้องกัน re-distribution hypothermia ที่มีการลดลงของอุณหภูมิแกนซึ่งเกิดจากการแลกเปลี่ยนความร้อนจากส่วนแกนของร่างกายสู่เนื้อเยื่อส่วนปลาย (AORN, 2007: LOE 7) โดย ตั้งอุณหภูมิเครื่อง forced air warmer สูง (43°C) (NICE, 2008: LOE 1) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะสามารถให้ความร้อนเพียงพอเพิ่มความร้อนเก็บไว้ในเนื้อเยื่อส่วนปลาย (Leslie & Sessler, 2003: LOE 7)

2.4 รักษาอุณหภูมิห้องที่ 24°Cหรือสูงกว่า (Class I, Level C, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

3. ผลลัพธ์ที่คาดหวัง อุณหภูมิปกติ 36.5°C- 37.5°C (NICE, 2008: LOE1) ผู้ป่วยบอกได้ถึงความรู้สึกสบายด้านอุณหภูมิ (Hooper et al., 2009: LOE 5)

การจัดการระหว่างการผ่าตัด

1. การประเมิน (Assessment) ในผู้ป่วยทุกราย

1.1 มีการวัดและบันทึกอุณหภูมิก่อนการให้ยาสลบ และเฝ้าติดตามอุณหภูมิระหว่างการผ่าตัดบ่อยๆ หรือทุก 30 นาที (NICE, 2008: LOE1) และ ประเมินปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดภาวะอุณหภูมิกายต่ำในการผ่าตัด (Class I, Level C ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

1.2 ปัจจัยเสี่ยงระหว่างการผ่าตัด เช่น การเปิดช่องใหญ่ของร่างกายหรือหลอดเลือด เทคนิคการดมยาสลบ วิธีการให้ความอุ่น การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ อุณหภูมิของของน้ำล้าง หรือแก๊ส ระยะเวลาการผ่าตัดหรือดมยาสลบ อุณหภูมิห้องผ่าตัด (Noble, 2006: LOE 7)

1.3 อาการและการแสดงของการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ และตรวจสอบระดับอุณหภูมิที่ ความสุขสบาย (Class IIb, Level C ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

1.4 บันทึกและสื่อสารเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงทั้งหมดที่ตรวจพบในผู้ป่วยแก่สมาชิกในทีม ผ่าตัด (NICE, 2008: LOE1; Class I, Level A ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

2. การรักษา (Interventions) ผู้ป่วยทุกรายควรได้รับการดูแลดังนี้

2.1 จำกัดบริเวณการเปิดโล่งของผิวหนังสัมผัสกับอุณหภูมิห้องที่ต่ำ เริ่มป้องกันการสูญเสียความร้อนของผู้ป่วยด้วยวิธี passive warming เช่น cotton blankets, surgical drapes, plastic sheeting และ reflective composites ห่มคลุมผิวหนัง ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ระหว่างการผ่าตัด สามารถลดการสูญเสียความร้อน 30 % (Leslie & Sessler, 2003: LOE 7)

2.2 การให้ความอบอุ่น ทางผิวหนังแก่ผู้ป่วย ก่อนการผ่าตัด เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง ช่วยลดการกระจายความเย็นในช่วงแรกเริ่มการให้ยาระงับความรู้สึก การให้ความอุ่นทางผิวหนังก่อน ในช่วงระหว่างก่อนผ่าตัดและระหว่างผ่าตัดร่วมกันทำให้ได้ผลดีกว่าการให้ความอุ่นในระหว่างการผ่าตัดเพียงอย่างเดียว ในการลดและป้องกันการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำในช่วง 2 ชั่วโมงแรกของการให้ยาระงับความรู้สึก ในขณะที่ผ่าตัด (Putzu et al., 2007: LOE 7)

2.3 การให้ยาขยายหลอดเลือดก่อนการให้ยาระงับความรู้สึก การให้ยาขยายหลอดเลือด ชนิดรับประทานคือ nifedipine (20mg) 12 ชั่วโมงก่อนการผ่าตัด และตามด้วย 10mg 1 ชั่วโมง ก่อนการเริ่มให้ยาระงับความรู้สึก 1 ชั่วโมง จะช่วยเพิ่มการกำซาบเลือดในส่วนปลายและเพิ่มความร้อนในส่วนปลาย ช่วยลดการกลับมีอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยผ่าตัด (Leslie & Sessler, 2003: LOE 7; Putzu et al., 2007: LOE 7) วิธีอื่นๆ เช่น การใช้ sodium nitroprusside เพื่อทำให้หลอดเลือดขยาย และการเพิ่มอัตราการไหลเวียนเลือดในระหว่างการทำให้อุ่น ด้วยเครื่อง CPB หรือการเพิ่มเวลาการให้ความอุ่นด้วยเครื่อง CPB (Bräuer et al., 2007: LOE 4)

2.4 การเพิ่มอุณหภูมิห้องผ่าตัดให้สูงขึ้นในระหว่างการผ่าตัด (Putzu et al., 2007: LOE 7) ระหว่าง 20-25°C (Class I/Level C, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

2.5 การให้ความอุ่นขึ้น 42°C ผ่านทางเดินหายใจ (Aslam et al., 2006)

2.6 วิธีการให้ความอุ่น active warming ที่คงระดับอุณหภูมิร่างกายให้ปกติได้เมื่อใช้เพียง ลำพังหรือใช้ร่วมกับ forced-air warming (Class IIb/Level B ใน Hooper et al., 2009: LOE 5) การให้สารน้ำอุ่นทางหลอดเลือดดำ ปริมาณตั้งแต่ 500 มิลลิลิตรขึ้นไป (NICE, 2008: LOE1) หรือมากกว่า 2

ลิตรใน 1 ชั่วโมง ควรใช้อุปกรณ์การอุ่นสารน้ำ (Bräuer & Quintel, 2009: LOE7) ให้สารน้ำอุ่น อุณหภูมิประมาณ 37°C (Class IIa, level B, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5; Kurz, 2008: LOE 7) Circulating water garments, (Class IIb/Level B, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5) Gel pad (Arctic Sun) surface warming (Class IIa/Level B, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5) และ Resistive heating (Class IIa/Level B, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5; Kumar et al., 2005: LOE 7)

3. ผลลัพธ์ที่คาดหวังในระหว่างการผ่าตัด ผู้ป่วยควรมีอุณหภูมิกายปกติ คือ ค่าอุณหภูมิ แขนระหว่าง 36.5°C- 37.5°C (NICE, 2008: LOE1) เมื่อย้ายออกจากห้องผ่าตัด ดังนั้นจึงควรรักษา ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยตลอดการผ่าตัดและส่งย้ายไปไอซียู

การจัดการระยะหลังการผ่าตัด หมายถึงระยะ 24 ชั่วโมงในห้องพักฟื้นหลังการผ่าตัด (NICE, 2008: LOE1)

1. การประเมิน (Assessment)

1.1 ตรวจสอบปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดภาวะอุณหภูมิกายต่ำในการผ่าตัด

1.2 วัดอุณหภูมิกายผู้ป่วยเมื่อแรกรับใน ICU ถ้าอุณหภูมิกายปกติให้วัดต่อเนื่องอย่างน้อยทุก 1 ชั่วโมง ถ้าอุณหภูมิกายต่ำให้วัดต่อเนื่องอย่างน้อยทุก 15 นาที จนกระทั่งมีอุณหภูมิ กายปกติ (NICE, 2008: LOE1; Class I, Level C, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

1.3 ตรวจสอบระดับความสุขสบายด้านอุณหภูมิ และอาการและอาการแสดงของการมี อุณหภูมิกายต่ำ เช่น หนาวสั่น ขนลุก หรือส่วนแขนขาเย็น (NICE, 2008: LOE1; Class I, Level C ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

1.4 การเกิด After-drop คือการมีอุณหภูมิกายลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว หลังการหยุดใช้ เครื่องปอดและหัวใจเทียม (Kurz, 2001: LOE7)

1.5 บันทึกและสื่อสารส่งต่อข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงทั้งหมดที่ตรวจพบในผู้ป่วยแก่ สมาชิกในทีมไอซียู (Class I, Level A, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

2. การรักษา (Interventions) เพื่อป้องกันการเกิดความรุนแรงของภาวะแทรกซ้อนจาก อุณหภูมิกายต่ำในผู้ป่วยผ่าตัด

2.1 ถ้าผู้ป่วยอุณหภูมิกายปกติ ดูแลให้มีความสุขสบายด้านอุณหภูมิ ด้วยวิธี passive thermal care และรักษาระดับอุณหภูมิห้อง 24°C (75°F) หรือสูงกว่า (Class I, Level C, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

2.2 ประเมินระดับอุณหภูมิที่สุขสบายของผู้ป่วยเมื่อแรกรับ สังเกตอาการและอาการ แสดงของการมีอุณหภูมิกายต่ำ เช่น หนาวสั่น ขนลุก หรือส่วนแขนขาเย็น ทำการประเมินซ้ำถ้า

ระดับความสบายด้านอุณหภูมิของผู้ป่วยมีการเปลี่ยนแปลงและ/หรือปรากฏมีอาการหรืออาการแสดงของอุณหภูมิร่างกายต่ำ (Class I, Level C, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

2.3 ถ้าผู้ป่วยมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ ให้เพิ่มเติมการรักษาต่อจากการมีอุณหภูมิร่างกายปกติ คือ การเริ่มให้ความอบอุ่นจากภายนอกร่างกาย ด้วยวิธีการ เช่น ให้ลมอุ่นไหลเวียน (Class I, Level A ใน Hooper et al., 2009: LOE 5) ให้สารน้ำอุ่นทางหลอดเลือดดำ (Class IIB, Level B ใน Hooper et al., 2009: LOE 5), ให้ออกซิเจนที่ผ่านความอุ่นขึ้น (Class IIB, Level C, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5) ทั้งนี้ในการให้สารน้ำหรือผลิตภัณฑ์เลือดที่อุ่นทางหลอดเลือดดำและการเพิ่มความร้อนให้แก่ร่างกาย ระดับอุณหภูมิแกนไม่ควรเพิ่มขึ้นเกิน 2°C / ชั่วโมง (Noble, 2006: LOE 7)

2.4 ประเมินอุณหภูมิร่างกายและระดับอุณหภูมิที่สุขสบายของผู้ป่วย ทุก 15 นาที จนกว่าจะมีอุณหภูมิร่างกายปกติ (Class I, Level C, ใน Hooper et al., 2009: LOE 5)

2.5 สังเกตผลกระทบต่อระบบไหลเวียนโลหิต ของภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะแทรกซ้อน เช่น acidosis, impaired myocardial function, bleeding diathesis, การพร่องหน้าที่ของตับและไต ลักษณะ ECG ที่บอก hypothermia คือ J (Osborn) waves, prolonged PR, QRS, และ QT interval, atrial arrhythmias (Aslam et al., 2006: LOE 7)

2.6 ประสานการดูแล เพื่อการรักษาระดับปริมาณเลือดออกจากหัวใจห้องซ้ายให้เพียงพอจากผลอุณหภูมิร่างกายต่ำกดการบีบคลายตัวของ LV contractility ทำให้มีความต้องการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ stroke volume และ contractility โดยที่การทำงานของหัวใจ ต้องการให้มีอัตราการเต้น 100 ครั้งต่อนาที ด้วยการให้ยา chronotropic agents positive inotropic หรือ pacing และเมื่อความดันโลหิตต่ำควรได้รับการรักษาด้วยการให้สารน้ำถ้าไม่ตอบสนองต่อการให้สารน้ำ ให้ low dose Dopamine (Aslam et al., 2006: LOE 7)

2.7 เฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ขณะร่างกายปรับเปลี่ยนอุณหภูมิ เช่น อุณหภูมิแกนลดต่ำ ความดันโลหิตต่ำ, ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ, หัวใจเต้นผิดจังหวะ acid- base balance, arrhythmias (Aslam et al., 2006: LOE 7) โดยพยาบาลต้องติดตามการเกิด metabolic acidosis ในผู้ป่วยที่กำลังให้ความอบอุ่น จากการที่ระบบไหลเวียนเลือดส่วนปลายเพิ่มขึ้นทำให้น้ำ local lactic acid เข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดส่วนกลาง ดังนั้น ควรมีการประเมิน acid-base ด้วย blood gas analysis ถ้าจำเป็นอาจแก้ไข acidosis ด้วย sodium bicarbonate เพื่อให้ค่า pH กลับสู่ภาวะปกติ (Noble, 2006: LOE 7)

2.8 ในช่วงขณะการให้ความอบอุ่นร่างกาย เมื่ออุณหภูมิร่างกายปกติและแรงต้านทานของหลอดเลือดส่วนปลายทั้งร่างกายลดลง อาจต้องมีการเพิ่มปริมาณสารน้ำให้เพียงพอ พยาบาลจึงต้อง

เฝ้าระวังแรงดันในห้องหัวใจ ความดันโลหิต และปริมาณเลือดออกจากหัวใจ อย่างใกล้ชิด ซึ่งควรเฝ้าทุกครั้งถึงหนึ่งชั่วโมงตลอดในช่วงแรกหลังการผ่าตัด (Martin & Turkelson, 2006: LOE7)

2.9 ทำให้ความอบอุ่นร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อช่วยให้กลไกการแข็งตัวของเลือด การทำงานของหัวใจ และ ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ กลับมาปกติ ทั้งนี้เพราะการเกิด bradycardia จะไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วย atropine (Aslam et al., 2006: LOE 7)

2.10 เมื่อมีอาการหนาวสั่นอาจนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของระดับคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ lactic acidosis ยังทำให้เพิ่มความต้องการใช้ออกซิเจนจึงต้องมีการประเมินระดับออกซิเจน และปรับแผนการรักษาให้เหมาะสม การรักษาอาการหนาวสั่นโดยการให้ neuromuscular blocking agents (Martin & Turkelson, 2006: LOE 7) การให้ยา pethidine และ propofol (Currey & Botti, 2005: LOE 4; Leslie & Sessler, 2003: LOE7)

3. ผลลัพธ์ที่คาดหวัง ในระยะหลังการผ่าตัดใน ICU ผู้ป่วยมีอุณหภูมิกายปกติ คือ ค่าอุณหภูมิแกนระหว่าง 36.5°C- 37.5°C (NICE, 2008: LOE1) และผู้ป่วยสามารถบอกได้ถึงระดับอุณหภูมิที่สบาย

บทที่ 4

สรุปการศึกษาและข้อเสนอแนะ

สรุปการศึกษา

ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมทั้งทางตรงและทางอ้อม ต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดหัวใจ ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่คุกคามชีวิตของผู้ป่วย ซึ่งมักเกิดขึ้นภายในช่วง 2-5 ชั่วโมงแรกหลังการผ่าตัด จากสถิติการผ่าตัดหัวใจในสถาบันโรคทรวงอกและในประเทศไทย ที่สูงเพิ่มมากขึ้นทุกปี พบว่าผู้ป่วยจำนวนมากที่เข้ารับการผ่าตัดหัวใจมีปัจจัยเสี่ยงสูงมาก่อนการผ่าตัด มีการเกิดผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์หลายประการที่คุกคามชีวิตผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ เช่น การมีภาวะปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลง ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะและการเสียชีวิตมากหลังผ่าตัดพบว่า มีความสัมพันธ์กับการมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในการผ่าตัด ซึ่งผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์ดังกล่าว มีแนวโน้มสูงขึ้นเกินเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ มากขึ้นทุกปี

ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำคือการที่มีอุณหภูมิแกนร่างกายต่ำกว่า 36°C ซึ่งในการทำผ่าตัดหัวใจเพื่อการปกป้องเนื้อเยื่อของสมองและหัวใจและส่วนอื่นๆของร่างกายในระหว่างการทำผ่าตัด จึงต้องมีการลดอุณหภูมิร่างกายให้ต่ำลงในระดับเล็กน้อย $32-35^{\circ}\text{C}$ ถึงระดับต่ำสุด (profound) $< 20^{\circ}\text{C}$ นอกจากเพื่อประโยชน์ในการปกป้องเนื้อเยื่อร่างกายจากการลดอัตราการเผาผลาญพลังงานลง แต่ในขณะเดียวกันระยะเวลาและระดับของการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำเป็นสิ่งที่ต้องมีการใส่ใจมากเป็นพิเศษเพราะในระดับอุณหภูมิที่ลดลงแต่ละองศาเซลเซียสจะส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ด้านลบในการทำหน้าที่ของร่างกาย ทั้งการเกิดความผิดปกติในการทำหน้าที่ของหัวใจ กลไกการแข็งตัวของเลือดผิดปกติ ความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นต่อการหายใจและการติดเชื้อของแผลผ่าตัดทั้งหมดล้วนเป็นประเด็นผลลัพธ์ที่สำคัญซึ่งไม่เพียงประสงค์สำหรับผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มที่มีความเสี่ยงมากมาก่อนการผ่าตัดที่มีแนวโน้มจะเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดได้ง่าย

การจัดการการดูแลและการพยาบาลผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจโดยเฉพาะช่วงฉับพลันหลังการผ่าตัดขณะเมื่อถึงไอซียูมีความสำคัญมากเพราะเป็นระยะที่ผู้ป่วยมีการเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนโลหิตที่ไม่คงที่ นอกจากการติดตามเฝ้าระวังสัญญาณชีพอย่างต่อเนื่องและการประสานการดูแลร่วมกับทีมสหสาขาวิชาชีพ การให้การพยาบาลโดยตรงที่เป็นบทบาทหลักของพยาบาลคือด้านการดูแลความสุขสบายและการป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัด เป็นบทบาทที่สำคัญ

สำหรับพยาบาลไอซียู ดังนั้นการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายสำหรับพยาบาลในการจัดการดูแลผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจเพื่อลดการเกิดผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์ในกลุ่มผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่เข้ารับการผ่าตัดหัวใจดังกล่าว

การพยาบาลตามหลักฐานเชิงประจักษ์จึงเป็นคำตอบสำหรับการค้นหาหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ทันสมัย ในการสืบค้นจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ เช่น CINAHL, science direct, OVID และการสืบค้นด้วยมือ โดยกลุ่มเป้าหมาย (Population/problem) คือ ผู้ป่วยผู้ใหญ่ทำผ่าตัดหัวใจ และการมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ ค้นหาการบำบัดรักษา (Interventions) เช่น การจัดการ การพยาบาล โดยผลลัพธ์ (Outcome) เพื่อให้ผู้ป่วยที่มีอุณหภูมิร่างกายต่ำกลับคืนมีอุณหภูมิปกติ ที่สำคัญในการสืบค้นคือ cardiac surgery, Hypothermia, perioperative, warming, nursing จากผลการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2001-2010 ที่พิมพ์เผยแพร่ด้วยภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เนื้อหาเกี่ยวกับ ผู้ป่วยผู้ใหญ่ทำผ่าตัดได้รับยาระงับความรู้สึก ทำผ่าตัดหัวใจมีการใช้และไม่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในการผ่าตัด การจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ การให้ความอบอุ่นร่างกาย พบหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สอดคล้องกับปัญหาทางคลินิกจำนวน 109 เรื่อง คัดออกจำนวน 68 เรื่อง เนื่องจากเป็นการเกี่ยวข้องกับ เด็ก ผู้ป่วยบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ อุณหภูมิร่างกายต่ำจากสาเหตุอื่นหรือเนื้อความคล้ายกันคงเหลือ จำนวน 41เรื่อง เมื่อผ่านการประเมินความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ และประเมินคุณภาพและระดับความเข้มแข็งของหลักฐานเชิงประจักษ์ตามรูปแบบของ Polit และ Beck (2008) เพื่อการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปข้อแนะนำปฏิบัติ ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

I. เกณฑ์สำหรับการประเมินผลลัพธ์ด้านอุณหภูมิร่างกาย (Outcome)

1. ระดับอุณหภูมิร่างกายปกติ หมายถึง ช่วงอุณหภูมิแกนร่างกายที่มีความรู้สึกอุ่นสบาย (Comfortably warm) ของผู้ป่วยผู้ใหญ่ คือ ช่วงระหว่าง 36.5°C และ 37.5°C (NICE, 2008) โดยมีความผันแปรไม่เกิน 36°C-38°C (ASPAN, 2001)
2. อุณหภูมิร่างกายต่ำในการผ่าตัด รวมทั้งการผ่าตัดหัวใจ คือ <36°C

II. การบำบัดรักษา (Intervention)

1. การประเมิน (Assessment) ทำการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำ ทั้ง 3 ระยะของการผ่าตัด โดยระยะก่อนการผ่าตัด ประเมินความเสี่ยง เช่น เพศ อายุ พื้นที่ผิวผิวน้อยมาก ค่า ASA grade II-V (ยิ่งสูงยิ่งเสี่ยงมากขึ้น) มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนด้านหัวใจ ประกอบด้วยค่าประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจต่ำ (EF<40%) อายุมากกว่า 70 ปี หัวใจโต เพศหญิง diastolic dysfunction มีประวัติไตวายเรื้อรังก่อนผ่าตัด และ การทำผ่าตัดด่วน ประเมินอาการและอาการแสดงของร่างกายเมื่อมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ เช่น อาการหนาวสั่น อย่างรุนแรง ผิวซีดเย็น และมีจำนวนปัสสาวะออกมาก สังเกตและประเมินอาการแสดงของภาวะแทรกซ้อนเช่นการเกิด

ภาวะปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลง พบได้จาก สัญญาณชีพผิดปกติ คือ ความดันโลหิตสูง หัวใจเต้นช้าหรือผิดจังหวะการมี J (Osborn) waves ระบบไหลเวียนโลหิตไม่คงที่ ในช่วงวิกฤต 2 ชั่วโมงแรกหลังการผ่าตัดหัวใจ ค่าความเข้มข้นออกซิเจนส่วนปลายต่ำ respiratory acidosis, metabolic acidosis การตื่นรู้สึกตัวช้าหลังการผ่าตัด การมีอาการหนาวสั่นใน 45-90 นาทีแรกหลังผ่าตัด การเสียเลือดมากหลังผ่าตัดและระดับน้ำตาลในเลือดสูงเป็นต้น ฝ้าติดตามประเมินอุณหภูมิร่างกาย และความรู้สึกที่สุขสบายด้านอุณหภูมิของผู้ป่วยระหว่างและหลังการผ่าตัดทุก 30 นาที ด้วยเครื่องมือและตำแหน่งที่เหมาะสม เครื่องมือที่เหมาะสมในการประเมินอุณหภูมิแกนที่เป็นมาตรฐานคือการวัดทางหลอดเลือดแดงปอด วิธีอื่นๆ เช่น ทางหลอดเลือดอาหารส่วนต้น หรือส่วนปลาย ส่วนวิธีที่ไม่รุกล้ำแต่ให้ค่าเที่ยงตรงคือการใช้ เครื่องมือวัดทางเยื่อบุแก้วหูชนิดอินฟราเรดที่สามารถวัดได้ทุกระยะการผ่าตัด

2. รูปแบบการรักษา/การพยาบาล และการจัดการการดูแล

2.1 การรักษาด้วยการทำความอบอุ่นร่างกาย เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากเพื่อป้องกันการมีภาวะแทรกซ้อนที่มีความสัมพันธ์กับการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ ที่อาจนำไปสู่การเสียชีวิตได้ อีกทั้งช่วยเพิ่มความสุขสบายและลดความวิตกกังวลให้แก่ผู้ป่วย ซึ่งจะส่งผลต่อความมั่นใจในการรักษา การฟื้นหายได้เร็วหลังผ่าตัดและการย้ายออกจากไอซียูได้เร็วของผู้ป่วย แต่ในขณะที่ทำการเพิ่มอุณหภูมิร่างกายผู้ป่วยให้สู่ระดับปกติทำให้ร่างกายมีความต้องการใช้ออกซิเจนเพิ่มมากขึ้นเป็นสองเท่า การเตรียมพร้อม การประเมินการตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และการประเมินผลลัพธ์อย่างมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก เทคนิคการจัดการให้ความอบอุ่นร่างกายที่เหมาะสมจึงเป็นการรักษาที่สำคัญยิ่ง เพื่อลดการเกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำและผลกระทบที่เกี่ยวข้อง วิธีการให้ความอบอุ่นร่างกายมี 3 วิธี คือการให้ความอบอุ่นจากภายนอกในร่างกาย (active external rewarming) การปกป้องการสูญเสียความร้อนทางผิวหนัง (passive external rewarming) การให้ความอบอุ่นเข้าสู่ภายในร่างกาย (active internal rewarming) มีอุปกรณ์หลายชนิดที่มีประสิทธิภาพในการให้ความอบอุ่นร่างกาย เช่น ผ้าห่มลมอุ่นไหลเวียน circular water garment จึงต้องมีความระวังในระหว่างการให้ความอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีต่างๆ เพื่อป้องกันผลกระทบจากการรักษาด้วยเครื่องมือดังกล่าว โดยแต่ละวิธีจะช่วยให้เนื้อเยื่อส่วนลึกของร่างกายมีการอุ่นขึ้นอย่างปลอดภัย ด้วยการที่ปอดและหัวใจจะถูกทำให้อุ่นเป็นอันดับแรก จากการให้ความอบอุ่นด้วยการให้ความร้อนเข้าสู่ภายในร่างกายด้วยสารนำอุ่นทางหลอดเลือดดำ และการอุ่นเลือดผ่านเครื่องปอดและหัวใจเทียม ทำให้ลดการขยายตัวของหลอดเลือดส่วนปลายจากผลของการให้ความอุ่นทางผิวหนังภายนอก แต่อาจมีผลต่อการเกิดภาวะอุณหภูมิลดต่ำลงอีก (after-drop) 1-2°C เมื่อสิ้นสุดการ

ให้ความอุ่นร่างกายแบบ การให้ความอุ่นเข้าสู่ภายในร่างกาย ทำให้มีการไหลเวียนเลือดที่เย็นจากส่วนปลายเข้าสู่ส่วนแกนจึงทำให้อุณหภูมิแกนลดต่ำลง (Edwards, 2005)

2.2 รูปแบบการจัดการการดูแลในระหว่างการผ่าตัด

การป้องกันและการรักษาภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำระยะผ่าตัด

การป้องกันอุณหภูมิร่างกายต่ำ ประกอบด้วยวิธีการต่างๆปฏิบัติร่วมกันคือ การให้ความอบอุ่นก่อนการผ่าตัด (pre-warming) การให้ยาขยายหลอดเลือดก่อนการให้ยาระงับความรู้สึก (pre-dilation) การให้ความอุ่นทางผิวหนังในระหว่างการผ่าตัด (Cutaneous warming) โดย Circulating-water garments เป็นวิธีการให้น้ำอุ่นไหลวนภายในเครื่องนุ่งห่มที่พันรอบสวมให้ผู้ป่วยให้ผลดีในการคงอุณหภูมิร่างกายให้ปกติ เป็นวิธีมีประสิทธิภาพที่สุดในการคงระดับอุณหภูมิร่างกายปกติในขณะทำการผ่าตัด การให้สารน้ำอุ่นทางหลอดเลือดดำ (Intravenous fluid warming) เมื่อให้ปริมาณมากกว่า 2 ลิตร/ชั่วโมง ควรให้สารน้ำที่อุ่น อุณหภูมิประมาณ 37°C (98.6°F) ด้วย IV fluid tube warmer ซึ่งมีประสิทธิภาพที่สุดในการอุ่นสารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ การให้ความอุ่นทางเดินหายใจ (Heating airway gases) ด้วยการทำให้อากาศมีความอุ่นขึ้น 42°C ผ่านลมหายใจ หรือเก็บกักความร้อนจากลมหายใจออกของผู้ป่วยด้วย humidification Hygroscopic condenser humidifiers and heat- and moisture-exchanging filters ('artificial noses') ที่เป็นตัวกรองและแลกเปลี่ยนให้ความอุ่นขึ้น จะเป็นวิธีที่สะดวกและประหยัด เพื่อลดการสูญเสียความร้อนของร่างกายเมื่อชะล้างแผลในช่องอก ควรใช้สารละลายที่อุ่น (Warming irrigation solutions) อุณหภูมิ 37°C (98.6°F) เพื่อป้องกันความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของเยื่อเมือกก่อนการใช้ควมมีการวัด อุณหภูมิของน้ำให้ถูกต้อง ในการคืนความอุ่นให้ร่างกาย ด้วย CPB ควรมีการใช้เครื่องมือประเมินอุณหภูมิที่เที่ยงตรงแม่นยำมี 4 ตำแหน่งหลักที่ใช้เฝ้าระวังอุณหภูมิแกนได้ดีในระหว่างการใช้ cardiopulmonary bypass คือ tympanic membrane, nasopharynx, pulmonary artery และ distal third of the oesophagus รวมทั้งการวัดอุณหภูมิสมองด้วย Jugular bulb temperature ในการคืนความอุ่นให้ร่างกายควรทำอย่างซ้ำๆ หลีกเลี่ยงการทำให้อุณหภูมิสมองสูง ไม่ให้อุณหภูมิแกนเกิน >37°C ซึ่งจะทำให้เกิดความเสี่ยง ต่อระบบสมองประสาท ระบบไตและลดการเกิด After-drop ได้ เมื่อมีการให้ความอุ่นทางผิวหนัง (surface warming) ร่วมด้วย จะช่วยลดระยะเวลาการทำให้ร่างกายอุ่น จากการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำในขณะที่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม และการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ (<36°C) เป็นเวลานานหลังการผ่าตัด ในผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่อยู่ภายใต้ moderate hypothermic CPB ควรมีการจัดการภาวะกรด-เบส ด้วย alpha stat pH management และเฝ้าระวังรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติในผู้ป่วยทุกราย เทคนิคการให้ความอุ่นควรกระทำหลายวิธีร่วมกันรวมทั้งการป้องกันการสูญเสีย ความร้อนทางผิวหนัง เช่น การจำกัดการเปิดโล่งของผิวหนัง การปกคลุมผิวหนังให้มิดชิดทั้งส่วนศีรษะ

และส่วนที่ไม่ได้ทำผ่าตัด ตลอดระยะเวลาการผ่าตัดจนถึงหลังผ่าตัดรวมทั้ง การให้ความอบอุ่นหลังการผ่าตัด

การป้องกันภาวะแทรกซ้อนของอุณหภูมิภายตํ่าหลังผ่าตัด

การป้องกันภาวะแทรกซ้อนของอุณหภูมิภายตํ่าหลังผ่าตัด เพื่อป้องกันการเกิดความเสี่ยงของภาวะแทรกซ้อนจากอุณหภูมิภายตํ่าในผู้ป่วยผ่าตัด เป้าระวังการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นขณะร่างกายปรับเปลี่ยนอุณหภูมิ เช่น core temperature after-drop, ความดันโลหิตตํ่า, ระดับน้ำตาลในเลือดตํ่า, acid-base balance, arrhythmias ในการเกิด After-drop ที่ระดับอุณหภูมิกลดตํ่าลงอย่างรวดเร็ว หลังการหยุดใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม เป็นผลจากการคืนกลับของความอุ่นในบริเวณเนื้อเยื่อส่วนปลายมีไม่เพียงพอในช่วงการคืนความอุ่นของร่างกายด้วย CPB ซึ่งปกติควรทำการคืนความอุ่นอย่างช้าๆ การให้ยาขยายหลอดเลือด การให้ความอุ่นทางผิวหนัง ด้วย การให้ความอุ่นแบบลมอุ่นไหลเวียน (forced-air warming) ให้ความอุ่นทางเดินหายใจ เนื่องจากอุณหภูมิตํ่ากดการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจจึงกระทบต่อระบบไหลเวียนเลือด ควรทำการรักษาระดับปริมาณเลือดออกจากหัวใจห้องซ้ายให้เพียงพอโดยให้มีอัตราการเต้นของหัวใจ 100 ครั้งต่อนาที ด้วยการใช้ยา chronotropic agents positive inotropic หรือ pacing ติดตามการเกิด metabolic acidosis ในผู้ป่วยที่กำลังให้ความอุ่น จากการที่ระบบไหลเวียนเลือดส่วนปลายเพิ่มขึ้นทำให้นํ้า local lactic acid เข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดส่วนกลาง ดังนั้น ควรมีการประเมิน acid-base ด้วย blood gas analysis

เทคนิคการให้ความอุ่นทางผิวหนัง ด้วย การให้ความอุ่นแบบลมอุ่นไหลเวียน ควรปฏิบัติตามคู่มือผู้ผลิต เพื่อลดโอกาสเกิดอันตราย การใช้เพื่อความปลอดภัยควรมีการเชื่อมต่อผ้าห่มกับพวยปลายท่อส่งความร้อน ไม่ควรให้ผิวหนังมีการสัมผัสโดยตรงกับท่อหรือปลายพวย ท่อ เพราะจะทำให้ผิวหนังไหม้ได้ ไม่ควรใช้ผ้าห่มให้ความร้อนในส่วนหนึ่งของผิวหนัง บริเวณเนื้อเยื่อของแขนขาที่ขาดเลือดไปเลี้ยง การตั้งอุณหภูมิเครื่องมือในระยะเริ่มแรกควรตั้งในระดับสูงและมีการปรับลงเพื่อรักษาให้มีอุณหภูมิแกน 36.5°C ระยะเวลาของการให้ความอุ่น ในไอซียูหรือห้องพักฟื้นใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมงเพื่อเพิ่มอุณหภูมิจาก 35.0°C ถึง 36.5°C การให้ความอุ่น ควรทำจากบริเวณลำตัวส่วนแกนโดยเฉพาะบริเวณอกซึ่งเป็นส่วนแกนที่สำคัญมากสำหรับผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจก่อนบริเวณแขนขาเพื่อลดความเสี่ยงต่อ core temperature after-drop ที่เลือดมีความเย็นจากระบบไหลเวียนส่วนปลายไหลเวียนกลับเข้าสู่ระบบไหลเวียนส่วนกลางทำให้อุณหภูมิแกนลดตํ่าลงไปอีก และความดันโลหิตตํ่า ควรระวังการให้ความอุ่นมากเกินไปทำให้เกิดอุณหภูมิสูงผิดปกติได้ ดังนั้นการเฝ้าระวังจะช่วยให้สามารถตรวจพบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้เร็ว ในช่วงการให้ความอุ่นด้วยผ้าห่มลมอุ่นไหลเวียนให้ติดตามประเมินอุณหภูมิแกนผู้ป่วยอย่างน้อย 15 ถึง 30 นาที ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการยุติ การให้ความอุ่นเมื่อผู้ป่วยรู้สึกอุ่นสบาย (อุณหภูมิ $> 36.5^{\circ}\text{C}$)

2.3 การพัฒนาระบบการจัดการ ภาวะอุณหภูมิกายต่ำ

การจัดการการดูแล ภาวะอุณหภูมิกายต่ำโดยการพัฒนาระบบการจัดการดังนี้

1. การพัฒนาระบบการบันทึกทางการพยาบาลที่เกี่ยวข้องกับภาวะอุณหภูมิกายต่ำตลอดระยะการผ่าตัด
2. การพัฒนาบุคลากร บุคลากรควรได้รับความรู้ และการรับรองสมรรถนะและมีความทันสมัยต่อการป้องกันการเกิดอุณหภูมิกายต่ำ การใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิและอุปกรณ์ในการทำให้อุ่น
3. การพัฒนาแผนการดูแลหรือคู่มือการปฏิบัติร่วมกันของทีมการดูแลผู้ป่วยผ่าตัด ของผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ และรับผิดชอบในประเด็น การประเมินและรักษาผู้ป่วยทุกระยะการผ่าตัดรวมทั้งการบำรุงรักษาเครื่องมือระบบการจัดการภาวะอุณหภูมิกายต่ำ ในระยะการผ่าตัด (perioperative management) เพื่อส่งเสริมให้ผู้ป่วยมีอุณหภูมิกายปกติในการผ่าตัดมีแนวทางปฏิบัติ เป็นการบำบัด 3 ระยะ ทั้งระยะก่อนผ่าตัด ระหว่างผ่าตัด และหลังผ่าตัดด้วยการจัดการร่วมกันของทีมผ่าตัดมีกิจกรรมสำคัญในแต่ละระยะการผ่าตัดคือ การประเมิน (Assessment) ประกอบด้วย ประเมินความเสี่ยง ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดภาวะอุณหภูมิกายต่ำในการผ่าตัด ประเมินอุณหภูมิแกนมีการเฝ้าติดตามอุณหภูมิกายระหว่างการผ่าตัดบ่อยๆ และระดับความสุขสบาย ด้านอุณหภูมิ อาการและอาการแสดงของการมีอุณหภูมิกายต่ำเมื่อแรกเริ่มทำการบันทึกและสื่อสารเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงทั้งหมดที่ตรวจพบในผู้ป่วย แก่สมาชิกในทีมการผ่าตัด การรักษา (Interventions) ประกอบด้วย การป้องกันการเสียความร้อนของร่างกาย การให้ความอุ่นสำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะอุณหภูมิกายต่ำด้วยวิธีการให้จากภายนอก การปรับระดับอุณหภูมิห้อง
4. โปรแกรมการจัดการหรือการพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่องควรมีการประเมินด้านโครงสร้าง กระบวนการและผลลัพธ์ของการให้การรักษาเพื่อป้องกันอุณหภูมิกายต่ำ

ข้อเสนอแนะ

การจัดการภาวะอุณหภูมิกายต่ำในผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจที่มีประสิทธิภาพ ควรประกอบด้วย

1. ทำการจัดการดูแลตลอดระยะการผ่าตัด ด้วยทีมสหสาขาวิชาชีพ
2. ระยะก่อนผ่าตัด ควรทำการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะอุณหภูมิกายต่ำและการเกิดความเสี่ยงต่อการเกิดความรู้สึกผิดปกติต่อหัวใจ และการประเมิน ASA status ตรวจสอบอุณหภูมิแกนด้วยเครื่องมือวัดเข้มนุ้แก้วหูชนิดอินฟราเรด ก่อนไปห้องผ่าตัด รักษาความอบอุ่นของร่างกายให้การดูแลด้านจิตใจ ความสุขสบายเป็นที่ปรึกษาและให้ความรู้แก่ผู้ป่วยและครอบครัว

3. ระยะผ่าตัดสำหรับการผ่าตัดหัวใจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนอย่างรวดเร็ว ควรใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ Pulmonary artery catheter: PAC, การวัดทางหลอดอาหารส่วนต้น (nasopharyngeal) หรือ ทางหลอดอาหาร (esophagus) และ การวัดอุณหภูมิสมองด้วย Jugular bulb temperature ในช่วง rewarming phase ของ CPB

4. ระยะผ่าตัดพยาบาลควรมีบทบาทต่างๆ ดังนี้

-พยาบาลวิสัญญี ทำการควบคุมระบบการให้ยาระงับความรู้สึก ประเมินอุณหภูมิแกนอย่างต่อเนื่อง การให้ยาหรือเลือด สารน้ำที่อุ่นทางหลอดเลือดดำหลังการสิ้นสุดการผ่าตัด การให้ความอุ่นขึ้นผ่านกระแสที่สูงสุดมในขณะให้ยาระงับความรู้สึก

-พยาบาลงานผ่าตัด พยายามควบคุมการเปิดเผยร่างกายผู้ป่วยให้สัมผัสอุณหภูมิห้องผ่าตัดให้น้อยที่สุด การใช้อุปกรณ์รักษาอุณหภูมิกายให้เหมาะสม เช่น Circular water garment การประเมินอุณหภูมิผู้ป่วยก่อนออกจากห้องผ่าตัดการใช้สารน้ำอุ่นในการชะล้างแผลในขณะผ่าตัด

-พยาบาลผู้ควบคุมเครื่องปอดและหัวใจเทียม ควบคุมการปรับอุณหภูมิร่างกายให้อุ่นด้วยเครื่องในอัตราที่ไม่ส่งผลต่อสมองและการทำหน้าที่ของไต และเฝ้าติดตามอุณหภูมิแกนไม่เกิน 37°C หลังสิ้นสุดการให้ความอุ่นส่วนแกนด้วยเครื่องปอดและหัวใจเทียมควรเก็บความอุ่นของร่างกายผู้ป่วยและเริ่มการให้ความอุ่นจากภายนอกทันทีรวมไปด้วยจะช่วยป้องกันการเกิด after-drop ทั้งระหว่างการย้ายผู้ป่วยไปไอซียูและเมื่อถึงไอซียูเป็นการรักษาระดับอุณหภูมิกายที่ต่อเนื่อง ด้วยผ้าห่มลมอุ่น ป้องกันการสูญเสียความร้อนทางผิวหนัง การรักษาความอุ่นทางศีรษะซึ่งเป็นส่วนที่มีการสูญเสียความร้อนได้มากที่สุด ด้วยการสวมหมวก ควรมีระยะเวลาในห้องผ่าตัดให้น้อยที่สุดหลังการหยุดใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมและในระหว่างการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปไอซียู

5. ระยะหลังผ่าตัดพยาบาลไอซียูมีบทบาทต่างๆ ดังนี้

5.1 รับส่งต่อข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงระดับอุณหภูมิแกน และสัญญาณชีพครั้งสุดท้ายก่อนออกจากห้องผ่าตัดจากทีมห้องผ่าตัด

5.2 ประเมินสัญญาณชีพและอุณหภูมิกายด้วยเครื่องมือวัดเชื่อมแก้วหูชนิดอินฟราเรดทันที รวมทั้งสังเกตภาวะหนาวสั่น ขนลุกและความสุขสบายด้านอุณหภูมิถ้าผู้ป่วยตื่นรู้สึกตัว

-เมื่อประเมินอุณหภูมิแกนต่ำกว่า 36°C ให้ความอบอุ่นร่างกายอย่างต่อเนื่องด้วยผ้าห่มชนิดกันความร้อนแบบเต็มตัวจำกัดการเปิดเผยผิวหนังโดยเฉพาะการเก็บรักษาความอุ่นบริเวณกลางอกและให้ความร้อนด้วยระบบลมอุ่นไหลเวียน ตั้งระดับอุณหภูมิเครื่องครั้งแรก สูงสุด (~43°C) ตามคู่มือการปฏิบัติของผู้ผลิต ในระยะประมาณ 45-60 นาทีต่อมาปรับลดลงระดับกลางหรือผลการประเมินอุณหภูมิใกล้เคียงค่าปกติคือ 36.5°C ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการยุติการให้ความอุ่นเมื่อผู้ป่วยรู้สึกอุ่นสบาย (> 36.5°C)

-ให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยหลายวิธีร่วมกับผ้าห่มลมอุ่นไหลเวียนทันที เช่นการให้เลือดหรือสารน้ำที่อุ่น 37°C ให้ความอุ่นขึ้นผ่านทางเดินหายใจ ด้วยอุปกรณ์ตัวกรองและแลกเปลี่ยนความอุ่นขึ้น (heat and moisture exchanger) หรือ เครื่องทำความอุ่นขึ้น ระดับอุณหภูมิ 37°C การให้อากาศอุ่นขึ้น 42°C (warm humidified air)

-ติดตามสัญญาณชีพและประเมินอุณหภูมิแกนอย่างต่อเนื่องทุก 15-30 นาที ใน 2 ชั่วโมงแรกเนื่องจากเป็นช่วงระยะวิกฤต

-ถ้าอุณหภูมิแกนมากกว่า 36°C ให้ป้องกันการสูญเสียความร้อนของร่างกายด้วยการห่มผ้าชนิดฉนวนกันความร้อน จำกัดการเปิดเผยผิวหนังโดยเฉพาะการเก็บรักษาความอุ่นบริเวณกลางอก สวมหมวกคลุมศีรษะ

5.3 ประเมินผลลัพธ์การรักษาด้วยความอุ่นและประเมินผลลัพธ์ที่เป็นภาวะแทรกซ้อนจากการมีอุณหภูมิกายต่ำถ้าอุณหภูมิแกนสูงถึง 36°C หยุดการให้ความอุ่นทางผิวหนังและให้ป้องกันการสูญเสียความร้อน

5.4 ในขั้นตอนการให้ความอบอุ่นร่างกายหลังผ่าตัดไม่ควรทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงเร็วเกิน $1-2^{\circ}\text{C}$ / ชั่วโมง ถ้าทำให้ผู้ป่วยอุ่นเร็วเกินไปจะมีผลต่อการใช้ออกซิเจน ความต้องการของกล้ามเนื้อหัวใจและการขยายตัวของหลอดเลือดที่เพิ่มมากขึ้นเร็วเกินกว่าความสามารถของหัวใจในการปรับตัว จึงจึงต้องมีการเฝ้าระวังสัญญาณชีพในระหว่างการทำการรักษาด้วยความอุ่น

5.5 ควรติดตามประเมินผลกระทบที่สัมพันธ์กับการมีอุณหภูมิกายต่ำซึ่งอาจสะท้อนการคงอยู่ของภาวะอุณหภูมิกายต่ำและสะท้อนความไม่เพียงพอของการให้ความอบอุ่นร่างกาย เพื่อเป็นประโยชน์ในการทบทวนวิธีการให้ความอบอุ่นร่างกาย โดยประเมินดังนี้

-ระบบไหลเวียนโลหิต ประเมินความเพียงพอของปริมาณเลือดออกจากหัวใจต่อนาทีวิธีที่ง่ายและสามารถประเมินได้อย่างรวดเร็วทันทีคือทำการประเมินอุณหภูมิผิวหนังด้วยการคลำปลายเท้าแบ่งความอุ่นเป็น 3 ระดับ รวมทั้งการประเมินระดับความแรงของชีพจรปลายเท้า และการสังเกตสีผิวการกำซาบของเลือดส่วนปลายแขน ขา การหดตัวของผิวหนังและขนลุกตั้ง ระดับความดันโลหิต คลื่นไฟฟ้าหัวใจและค่า ST segment ถ้าการมีความอุ่นที่เพียงพอประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจ กลับเป็นปกติ และความดันโลหิตอยู่ในเกณฑ์ปกติ

-เฝ้าระวังภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะโดยเฉพาะ ventricular fibrillation ที่เกิดจากภาวะ acidosis, afterdrop, แมกนีเซียมและโพแทสเซียมต่ำ เนื่องจาก อุณหภูมิกายต่ำทำให้ myocardial conductivity ลดลง ทำให้หัวใจเต้นช้า ทำให้มี premature ventricular contraction หรือ ventricular tachycardia ติดตามผลตรวจอย่างใกล้ชิดและจัดการการทดแทนแมกนีเซียมและโพแทสเซียม การ

เตรียม pace maker เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าหัวใจให้พร้อมใช้ (Nemec & Dilucente, 2000; Pezzella, Ferrais & Lancey, 2004)

-ระบบหายใจติดตามค่าออกซิเจนความเป็นกรดเบส อัตราและจังหวะการหายใจ

-ระบบประสาทและการกำจัดยาออกนอกร่างกาย ตรวจระดับความรู้สึกตัว ถ้าระดับความรู้สึกตัวที่ตื่นดีแสดงถึงการตกค้างของยาสลบลดลงสะท้อนถึงร่างกายมีระดับอุณหภูมิกายปกติ

-ระบบไต อิเล็กโทรไลต์และสารน้ำ ดวงจำนวนปัสสาวะต่อชั่วโมง ติดตามผลตรวจระดับโพแทสเซียม ดูแลการให้สารน้ำทดแทนอย่างเหมาะสม ระหว่างการให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายในช่วงแรกขณะอุณหภูมิกายต่ำ ต้องระวังการให้สารน้ำ หรือเลือดในปริมาณที่มาก เพราะกล้ามเนื้อหัวใจบวมทำให้ความสามารถในการบีบตัวลดลง และการส่งกระแสไฟฟ้าของหัวใจจะช้ากว่าปกติ จึงทำให้เกิดภาวะน้ำคั่งในช่องหัวใจและปอดมาก ส่งผลให้กล้ามเนื้อหัวใจล้มเหลวได้ โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีเวนทริเคิลขวาล้มเหลวมาก่อนผ่าตัด ผู้สูงอายุ หรือกลุ่มที่มีประสิทธิภาพการบีบตัวของหัวใจต่ำมาก่อน (Toramann et al., 2004)

-การเผาผลาญพลังงาน ติดตาม เผาผลาญระดับน้ำตาลในเลือดสูงและการให้ยาควบคุมระดับน้ำตาลทางหลอดเลือดดำ ระวังน้ำตาลในเลือดต่ำลงอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น ติดตามผลตรวจอย่างใกล้ชิด (Lazar et al., 2009)

-กระบวนการแข็งตัวของเลือด ประเมินปริมาณการเสียเลือดผ่าตัดต่อชั่วโมงหลังผ่าตัด เผาผลาญภาวะเลือดออกมากทุก 30 นาที ติดตามผลของระดับเกล็ดเลือด ค่าการแข็งตัวของเลือด การเกิด heparin rebound จากการที่ร่างกายอุ่นมากขึ้นทำให้สาร heparin คืนกลับเข้าสู่กระแสเลือด

6. บุคลากรผู้ปฏิบัติในทีมทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการดูแลผู้ป่วยโดยตรง ควรได้รับการทบทวนความรู้เรื่องผลกระทบด้านลบของภาวะอุณหภูมิกายต่ำ มีการให้ความรู้ ทั้งด้านสรีรวิทยาพื้นฐาน การป้องกัน การจัดการในการประเมินอุณหภูมิและการให้ความอุ่นร่างกายในการผ่าตัด ทำการฝึกทักษะโดยมีพี่เลี้ยงดูแลและติดตามประเมินผลในการฝึก

7. ควรมีการจัดการด้านอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการจัดการอุณหภูมิกายดังนี้

-การใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแกนทางเยื่อบุแก้วหูด้วยอินฟราเรด ไม่แนะนำการใช้เทอร์โมมิเตอร์แก้วและการวัดทางรักแร้ ซึ่งเป็นวิธีที่ให้ผลเที่ยงตรงน้อยที่สุด

-เมื่อให้เลือดหรือสารน้ำปริมาณตั้งแต่ 500 มิลลิตรขึ้นไปหรือในอัตรา มากกว่า 2 ลิตรต่อชั่วโมงควรทำให้อุ่นอุณหภูมิ 37°C ด้วยเครื่องมือที่สามารถรักษาอุณหภูมิได้อย่างคงที่ตลอดเวลา เช่นเครื่อง Hot line fluid warmer หรือถ้าไม่สามารถจัดหาได้การใช้เครื่องเป่าลมอุ่น สามารถเทียบเคียงใช้ร่วมกันได้ สามารถให้ความอุ่นได้ดีเมื่อให้ไม่เกิน 1500 มล/ชม สามารถรักษาอุณหภูมิร่างกายให้สูงได้ประมาณ 35°C

-อุปกรณ์การให้ความอบอุ่นภายนอกร่างกายหลังการผ่าตัดคือ forced air warmer หรือเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่า เช่น resistive heating blanket, Hotdog warmer

8. การจัดการปัญหาทำเป็นทีมร่วมกันทุกระยะการผ่าตัด จัดสร้างแนวปฏิบัติ เพื่อเป็นมาตรฐานในการจัดการภาวะอุณหภูมิกายต่ำร่วมกัน ของทีมสหสาขาวิชาชีพ ทำการประเมินความเสี่ยง และอุณหภูมิกายทุกระยะ ทำการบันทึกและสื่อสารให้ทราบทั่วกันในทีมการดูแล ทำการป้องกันและให้ความอุ่นหลายๆ วิธีร่วมกันพร้อมประเมินผลลัพธ์คืออุณหภูมิกายปกติและความสุขสบายด้านอุณหภูมิ รวมถึงการสังเกตภาวะแทรกซ้อนต่างๆ ที่สัมพันธ์กับการมีอุณหภูมิกายต่ำ ถ้าปรากฏอาจบ่งบอกถึงการยังคงอยู่ของการมีอุณหภูมิกายต่ำ

9. สร้างทีมกิจกรรมคุณภาพในการเฝ้าติดตามผลการใช้แนวปฏิบัติ และพัฒนาต่อเนื่องเป็นงานวิจัยวัดผลลัพธ์การใช้แนวปฏิบัติต่อการลดความเสี่ยงทางคลินิกที่เป็นภาวะแทรกซ้อน ซึ่งสัมพันธ์กับอุณหภูมิกายต่ำเช่น ภาวะปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลง ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ ภาวะเลือดออกมากผิดปกติ ระยะเวลาการตื่นจากยาระงับความรู้สึกหลังผ่าตัด ระยะเวลาการถอดท่อช่วยหายใจหลังผ่าตัดและ การติดเชื้อของแผลผ่าตัด นอกจากนั้นทำการวัดความพึงพอใจของผู้ป่วยต่อการให้ความอบอุ่นร่างกายในไอซียู ความรู้และความพึงพอใจของผู้ใช้แนวปฏิบัติ รวมทั้งผลลัพธ์ในด้านการเงินคือ ระยะเวลานอนในไอซียู และค่ารักษา

การจัดการภาวะอุณหภูมิกายดำในผู้ป่วยผู้ใหญ่ผ่าตัดหัวใจ: การพยาบาลตามหลักฐานเชิง
ประจักษ์

HYPOTHERMIA MANAGEMENT IN CARDIAC SURGICAL ADULT PATIENTS:
EVIDENCE- BASED NURSING

สุปัญญา โพธิ์ปัทมะ 5136761NSAN/M

พย.ม. (การพยาบาลผู้ใหญ่)

คณะกรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์: อุษาวดี อัครวิเศษ, Ph.D. (Nursing), อรพรรณ โตสิงห์,
พย.ด.

บทสรุปแบบสมบูรณ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาวะอุณหภูมิกายดำเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมทั้งทางตรงและทางอ้อม ต่อการเกิด
ภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดหัวใจ ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่คุกคามชีวิตของผู้ป่วย ซึ่งมักเกิดขึ้นภายในช่วง
2-5 ชั่วโมงแรกหลังการผ่าตัด ภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดหัวใจ ได้แก่ ความไม่สมดุลของระบบ
ไหลเวียนเลือด การเสียเลือดมาก หัวใจเต้นผิดจังหวะ กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด และปริมาณ
เลือดออกจากหัวใจต่อนาทีลดลง นำไปสู่ภาวะหัวใจล้มเหลวในที่สุด (Currey & Botti, 2005;
Karhunen, Sihvo, Suojaranta-Ylinen, Rämö, & Salminen, 2006; Smeltzer, Bare, Hinkle &
Cheever, 2008) หากไม่สามารถจัดการให้อุณหภูมิกายดำกลับสู่สภาพปกติภายใน 2 ชั่วโมง หลัง
ผ่าตัดได้ จะทำให้โอกาสการเสียชีวิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และจะสูงมากขึ้น ถ้ายังมีอุณหภูมิ
กายดำในระยะ 4 และ 8 ชั่วโมงหลังการผ่าตัด (Good, Verble, Secrest & Norwood, 2006)

ภาวะอุณหภูมิกายดำคือ การที่อุณหภูมิแกนของร่างกายมีค่าต่ำกว่า 36 °C หรือ 96.8 °F
โดยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของจุดกำหนดในไฮโปทาลามัส (ASPAN, 2001; ASA, 2002; Aslam et

al., 2006; AORN, 2007; NICE, 2008; Burns, Wojnakowski, Piotrowski & Caraffa, 2009; Forbes et al., 2009) มักพบได้เสมอในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดและได้รับยาระงับความรู้สึก พบอุบัติการณ์ 50% ถึง 90% (Burns et al., 2009)

การมีอุณหภูมิร่างกายต่ำในระยะผ่าตัดและหลังผ่าตัดหัวใจ แม้ระดับอุณหภูมิร่างกายที่ต่ำเพียงเล็กน้อย (mild hypothermia) จะมีผลต่อระดับ catecholamines ในกระแสเลือดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ ความดันโลหิตสูง หลอดเลือดตีบทั่วร่างกาย แรงต้านทานส่วนปลายทั้งระบบเพิ่มขึ้น รวมทั้งความหนืดของเลือดเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการกำซาบของเลือดและออกซิเจนผิดปกติ ทำให้เกิดความไม่สมดุลของออกซิเจนในกล้ามเนื้อหัวใจ (Currey & Botti, 2005; Kumar et al., 2005; Putzu, Casati, Berti, Pagliarini & Fanelli, 2007; Campos & Paniagua, 2008) ระยะเวลาและระดับความรุนแรงของอุณหภูมิร่างกายที่ลดต่ำลงในระยะผ่าตัด ร่วมกับการมีค่า ejection fraction (EF) <35% ก่อนการผ่าตัด และระยะเวลาการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อกำเนิดการทำงานของหัวใจทำให้ระดับความสามารถในการบีบตัวของหัวใจหลังผ่าตัดลดลง (St. André & Del Rossi, 2005)

การมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำยังส่งผลกระทบต่อกระบวนการแข็งตัวของเลือด โดยมีความผิดปกติ ของการทำหน้าที่ของเกล็ดเลือด การทำหน้าที่ของเอนไซม์ในการแข็งตัวของเลือด และการสลายไฟบริน ล้วนส่งผลให้เลือดออกมากผิดปกติหลังผ่าตัด (Kumar et al., 2005; Reynolds, Beckman & Kurz, 2008) เมื่ออุณหภูมิร่างกาย $\leq 35^{\circ}\text{C}$ จะมีผลต่อการเคลื่อนผ่านของสารน้ำระหว่างเซลล์และภายในเซลล์ของร่างกาย มีผลต่อการทำหน้าที่ของท่อไตผิดปกติ ผลของอุณหภูมิร่างกายที่ลดต่ำลงทำให้มีการตีบในหลอดเลือดส่วนปลาย ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของปริมาณเลือดในส่วนกลาง จึงเกิดภาวะปริมาณสารน้ำมาก ทำให้เกิดการยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน antidiuretic hormone (ADH) จึงส่งผลต่อการขับปัสสาวะออกเป็นจำนวนมาก รวมทั้งการสูญเสียโพแทสเซียม ซึ่งส่งผลต่อการเกิดหัวใจเต้นผิดจังหวะ และทำให้ปริมาณสารน้ำในกระแสเลือดลดลงมากหลังผ่าตัด (Edwards, 2005) และเมื่อระดับอุณหภูมิร่างกายต่ำ $\leq 30^{\circ}\text{C}$ การทำงานของตับอ่อนจะถูกยับยั้ง ทำให้การหลั่งอินซูลินลดลง เซลล์ของร่างกายจะต่อต้านการกระตุ้นจากอินซูลิน ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น (Reynolds et al., 2008)

นอกจากนั้น อุณหภูมิร่างกายต่ำยังมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกัน ได้แก่ การผลิต T-cell-mediated เสียไป การกระตุ้น complement และการผลิต C-reactive protein ลดลง ปฏิกริยาการเคลื่อนตัวและการเกาะติดของ neutrophil และโมเลกุลของ CD11b, CD11c และ CD18 จะช้าลง เนื่องจากอุณหภูมิร่างกายที่ต่ำจะไปกดการผลิตสาร interleukin-1 และ interleukin-2 ส่งผลให้ความสามารถในการทำลายเชื้อโรคของ neutrophils ลดลง จึงส่งผลให้ความสามารถต่อการติดเชื้อของผิวหนังลดลง (Kumar et

al., 2005) ประกอบกับการมีออกซิเจนไม่เพียงพอ เป็นผลจากการตีบตัวของหลอดเลือดในเนื้อเยื่อส่วนปลายของแผลผ่าตัด ทำให้กระบวนการหายใจของแผลชะลอตัว และส่งผลต่อการเพิ่มความเสี่ยงในการติดเชื้อของแผลผ่าตัดได้ (Reynolds et al., 2008)

ในแง่ของการได้รับยาระงับความรู้สึก ภาวะอุณหภูมิกายต่ำมีผลกระทบต่อการกระจายและเมตาบอลิซึมของยา ทำให้ระยะเวลาการออกฤทธิ์ของยานานขึ้น ดังนั้นจึงควรคำนึงถึงการฟื้นฟูจากการได้รับยาระงับความรู้สึกซ้ำ เนื่องจากภาวะอุณหภูมิกายต่ำ ส่งผลให้ปริมาณของเลือดที่ไปเลี้ยงไตและอัตราการกรองที่หน่วยไตลดลง รวมทั้งลดการทำงานของตับ (Leslie & Sessler, 2003; Auler, 2005; Reynolds et al., 2008)

นอกจากนี้อุณหภูมิกายต่ำยังมีผลกระทบด้านความไม่สบายจากความเย็น อาการหนาวสั่น และอาการปวดแผลผ่าตัด ที่มักพบในระยะ 45 นาทีแรกหลังการผ่าตัดหัวใจ (Currey & Botti, 2005; Kumar et al., 2005) โดยเฉพาะอาการหนาวสั่นเป็นภาวะแทรกซ้อนที่สำคัญ ซึ่งทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น ความดันโลหิตสูง และมีการใช้ออกซิเจนเพิ่มมากขึ้นถึง 200% ซึ่งนำไปสู่ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดได้ (Currey & Botti, 2005; Putzu et al., 2007; Reynolds et al., 2008)

ค่ารักษาพยาบาลอันเป็นผลจากภาวะแทรกซ้อนของภาวะอุณหภูมิกายต่ำ นำไปสู่การเพิ่มค่าใช้จ่าย เช่น ค่าใช้จ่ายจากการได้รับเลือด การรักษาการติดเชื้อ และจำนวนวันนอนในโรงพยาบาลนาน (Reynolds et al., 2008) สำหรับอุณหภูมิที่ลดต่ำลงแต่ละ 1.5°C (2.7°F) จะมีผลต่อระยะเวลาในห้องพักฟื้นนานมากขึ้น การหมุนเวียนเตียงมีน้อย ระยะวันนอนโรงพยาบาลมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อปริมาณการใช้เลือด และการใช้เครื่องช่วยหายใจที่เพิ่มขึ้น รวมถึงค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากปกติ \$2,500 - \$7,000 ต่อคน (Washington & Matney, 2008)

การมีภาวะอุณหภูมิกายต่ำในการผ่าตัด มีสาเหตุจากขั้นตอนการผ่าตัดที่สัมผัสสิ่งแวดล้อมที่เย็นในการทำผ่าตัด และการเสียสภาพกลไกการควบคุมอุณหภูมิร่างกายจากผลของยาชนิดต่างๆ และยาระงับความรู้สึกยับยั้งศูนย์ควบคุมอุณหภูมิ (Kunert, 2009) ในภาวะปกติ ระบบการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย จะพยายามปรับให้ร่างกายมีความแปรผันของอุณหภูมิแกนไม่เกิน 0.2-0.4°C ของค่าปกติ กลไกการสูญเสียความร้อนของร่างกายมีหลายกลไก ทั้งการนำ การพา การแผ่ และการระเหย ในระหว่างการผ่าตัด ผู้ป่วยมีการสูญเสียความร้อนผ่านทางผิวหนังประมาณ 90% (Auler, 2005)

ในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจ อุณหภูมิร่างกายลดต่ำลง เป็นผลจากการทำให้อุณหภูมิแกนของร่างกายลดต่ำลงทั้งระบบจากการทำงานของเครื่องควบคุมอุณหภูมิในเครื่องปอด และหัวใจเทียมให้อยู่ในระดับต่ำปานกลางคือ ระหว่าง 28 °C-32 °C ร่วมกับการใช้สารละลาย

cardioplegia เย็น (4°C) ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิของกล้ามเนื้อหัวใจเย็นลงที่ระดับ 8°C - 15°C และการได้รับน้ำแข็งปกคลุมลงบนหัวใจโดยตรง (Munro, 2005) นอกจากนี้ระยะเวลาของการได้ยาระงับความรู้สึก การเปิดโล่งของช่องอกที่ถูกเปิดกว้างขยายออกสัมผัสกับอุณหภูมิห้องผ่าตัดที่เย็นตลอดเวลา (22°C) การใช้สารละลายที่เย็นในการล้างช่องอก และระยะเวลาการผ่าตัดที่นาน จะส่งเสริมให้มีการสูญเสียความร้อนของร่างกาย และทำให้อุณหภูมิแกนของร่างกายลดต่ำลงมาก (Rogovin, 2005)

ในระยะหลังผ่าตัดหัวใจ แม้ว่าจะได้มีการทำให้ร่างกายอุ่น ก่อนการหยุดใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม แต่เนื่องจากความไม่เพียงพอของการให้ความอุ่นระหว่างการผ่าตัด และผลกระทบด้านสรีรวิทยาของการใช้ CPB ในระหว่างการผ่าตัดหัวใจ (Bräuer et al., 2007) จึงทำให้อุณหภูมิแกนของร่างกาย ลดต่ำลงอีก (after-drop) ภายหลังการหยุดใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม ซึ่งมักเกิดภายในช่วง 45 ถึง 90 นาทีแรก ในระยะการฟื้นตัวหลังการผ่าตัด (Currey & Botti, 2005; Insler et al., 2008)

จากประสบการณ์การทำงานในไอซียู ณ สถาบันโรคทรวงอก ผู้ป่วยหลังการผ่าตัดหัวใจเมื่อแรกเริ่ม พบว่าผู้ป่วยทุกราย มีภาวะอุณหภูมิกายดำเมื่อแรกเริ่มจากห้องผ่าตัด โดยเฉลี่ยเท่ากับ $33.93 \pm 0.79^{\circ}\text{C}$ นอกจากนี้ รายงานสถิติการเกิดความเสี่ยงทางคลินิกในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจในไอซียู สถาบันโรคทรวงอก ระหว่าง ปี 2551 และ 2552 พบว่าความเสี่ยงที่พบมากหลังผ่าตัดหัวใจ คือ ภาวะปริมาณเลือดออกจากหัวใจต่อหนึ่งหน่วยนาที่ลดลง 9.67% ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิดรุนแรง 25.05% และภาวะเลือดออกมากที่ต้องทำผ่าตัดซ้ำ 5.71% สะท้อนถึงสถิติความเสี่ยงที่อาจสัมพันธ์กับการมีภาวะอุณหภูมิกายดำหลังการผ่าตัด ซึ่งนำไปสู่ค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น ดังนั้นในหน่วยงานไอซียู จึงควรมีการจัดการด้านอุณหภูมิกายผู้ป่วยหลังผ่าตัดที่มีแนวทางการจัดการชัดเจนและเป็นระบบต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการผ่าตัด เพื่อลดความแปรปรวน (Variance) ในการดูแลทางคลินิก เช่น ระยะเวลาการใช้เครื่องช่วยหายใจ ระยะเวลานอนไอซียูนานเกินค่าปกติ ซึ่งนำไปสู่การสูญเสียต่อค่าใช้จ่ายผู้ป่วยและองค์กร และสะท้อนถึงคุณภาพการดูแล

การจัดการปัญหาภาวะอุณหภูมิกายดำเป็นสิ่งที่ท้าทายบทบาทของพยาบาลในการดูแลผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจขณะอยู่ในไอซียู เพื่อส่งเสริมให้เกิดสมดุลอุณหภูมิในผู้ป่วยที่มีอุณหภูมิกายดำหลังการผ่าตัด ให้มีอุณหภูมิกายปกติ และเพื่อป้องกันแก้ไขภาวะแทรกซ้อนจากอุณหภูมิกายดำ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการนำหลักฐานเชิงประจักษ์ (Evidence-based) มาใช้ในการปฏิบัติ ในหน่วยงานไอซียู เพื่อช่วยลดอุบัติการณ์ภาวะแทรกซ้อนจากอุณหภูมิกายดำในผู้ป่วยผู้ใหญ่ผ่าตัดหัวใจ ซึ่งวิธีการปฏิบัติการพยาบาลตามหลักฐานเชิงประจักษ์ (Evidence-based nursing) นี้จึงนำไปสู่การศึกษาในครั้งนี้

วัตถุประสงค์ของการศึกษา เพื่อค้นหา วิเคราะห์ สังเคราะห์ หลักฐานเชิงประจักษ์ และหาข้อสรุปเพื่อให้ข้อเสนอแนะ ในการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยผู้ใหญ่หลังผ่าตัดหัวใจระยะวิกฤต

วิธีการดำเนินการศึกษา ทำการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยกำหนดคำสำคัญตามกรอบการสืบค้น PICO คือ

Problem ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำและผลกระทบในผู้ป่วยผู้ใหญ่ ทำผ่าตัดหัวใจแบบเปิด: Hypothermia, cardiac surgery, adult, complications, adverse event, perioperative hypothermia

Intervention การจัดการ การรักษา การพยาบาล ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำและภาวะแทรกซ้อนของอุณหภูมิร่างกายต่ำ: Thermal regulation, nursing, management, prevention, warming, perioperative care, guideline, monitoring

Outcome อุณหภูมิร่างกายปกติ: Normothermia, body temperature, core temperature

โดยมีขอบเขตในการสืบค้นหลักฐานเชิงประจักษ์ทุกระดับ ที่ตีพิมพ์เป็น ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ระหว่าง ค.ศ. 2001 - 2010 หรือ พ.ศ. 2544 - 2553 ซึ่งเป็นรายงานฉบับเต็ม ของงานวิเคราะห์เมตา แนวปฏิบัติทางคลินิก งานวิจัยเชิงทดลองหรือกึ่งทดลอง งานวิจัยชนิด Cohort แบบ retrospective หรือ prospective งานวิจัยเชิงพรรณนา บทความวิชาการ ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ วิทยานิพนธ์ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับ การผ่าตัดหัวใจทุกชนิดในผู้ใหญ่ทั้งที่มีการใช้และไม่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม การเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังการผ่าตัดหัวใจ การมีอุณหภูมิร่างกายต่ำในการผ่าตัด ผลกระทบของภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำและการจัดการ/การดูแลหรือการพยาบาลในขณะมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำทั้งในระยะก่อนผ่าตัด ระหว่างผ่าตัดและหลังผ่าตัด ผ่านฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ เช่น CINAHL, Ovid Full Text, Pro Quest, MD Consult, Pub Med, Science direct, internet website/journal website และการสืบค้นด้วยมือจากห้องสมุด ทำการวิเคราะห์ประเมินคุณภาพและระดับของหลักฐานเชิงประจักษ์ ตามหลักการ Utilization criteria ของ Polit และ Beck (2008) โดยเบื้องต้นประเมินความสอดคล้องกับประเด็นปัญหาทางคลินิกและ การมีความหมายในเชิงศาสตร์ ต่อจากนั้นทำการประเมินแนวโน้มความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในการปฏิบัติ โดยพิจารณาจากการเทียบเคียงความรู้สู่การปฏิบัติจริง ความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติในสถานการณ์จริง และความคุ้มค่าคุ้มประโยชน์เมื่อนำไปใช้ ทำสรุปทำการประเมินระดับของงานงานวิจัยหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่บ่งบอกความน่าเชื่อถือของประสิทธิผลของหัตถการ/การรักษา

ผลการศึกษา

จากขั้นตอนการสืบค้นที่ดำเนินตามกรอบการสืบค้น จากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ และการสืบค้นด้วยมือ สามารถได้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่เข้าเกณฑ์ตามกำหนดจำนวน 109 เรื่อง แต่

ได้มีการคัดออก คงเหลือหลักฐานเชิงประจักษ์ จำนวน 41 เรื่อง ที่ประกอบด้วย Systematic reviews of randomized clinical trials 4 เรื่อง Single randomized clinical trials 8 เรื่อง Single non-randomized clinical trials 2 เรื่อง Single correlational and observational studies 6 เรื่อง Systematic review of descriptive, qualitative and physiologic studies 3 เรื่อง และ Opinions from authorities, and expert committees 18 เรื่อง ในการสังเคราะห์หลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อการค้นหา Interventions ในการจัดการ การรักษา การพยาบาล ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำและป้องกันภาวะแทรกซ้อนของอุณหภูมิร่างกายต่ำ ให้เกิดผลลัพธ์คือการมีอุณหภูมิร่างกายปกติ จึงสรุปประเด็นการสังเคราะห์หลักฐานเชิงประจักษ์ที่สืบค้นได้ ดังนี้

I. ผลลัพธ์ (Outcomes) เพื่อเป็นเกณฑ์ผลลัพธ์ของการมีอุณหภูมิร่างกายปกติ (normothermia)

เกณฑ์การประเมินอุณหภูมิร่างกาย อุณหภูมิร่างกายต่ำ คือ $<36^{\circ}\text{C}$ ระดับอุณหภูมิร่างกายปกติ คือ 36.5°C - 37.5°C และระดับอุณหภูมิที่สุขสบายคือ 36.5°C บอกได้ถึงความรู้สึกสุขสบาย ไม่มีอาการหนาวสั่น หรือขนลุกผิวหนังเย็นตลอดเลื้อยติด

II. การบำบัดรักษา (Interventions) ในการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำประกอบด้วย 2 ประเด็นหลัก ดังนี้

1. การประเมิน (Assessment) ทำการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิร่างกายต่ำและความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนด้านหัวใจ เช่น เพศ อายุ พื้นที่ผิวภavn้อยมาก ค่า ASA grade II-V ค่าประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจต่ำ ($\text{EF}<40\%$) อายุมากกว่า 70 ปี และหัวใจโต เป็นต้น ประเมินอาการและการแสดงของร่างกายเมื่อมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ เช่น ผิวซีดเย็น ขนลุกตั้ง และมีจำนวนปัสสาวะออกมาก สังเกตและประเมินอาการแสดงของภาวะแทรกซ้อน เช่น การเกิดภาวะปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลง พบได้จาก สัญญาณชีพผิดปกติ คือ ความดันโลหิตสูง หัวใจเต้นช้า หรือผิดจังหวะการมี J (Osborn) waves ระบบไหลเวียนเลือดไม่คงที่ ในช่วงวิกฤต 2 ชั่วโมงแรกหลังการผ่าตัดหัวใจ ค่าความเข้มข้นออกซิเจนส่วนปลายต่ำ respiratory acidosis, metabolic acidosis การตื่นรู้สึกตัวหลังการผ่าตัดหัวใจ การมีอาการหนาวสั่นในช่วง 45-90 นาทีหลังผ่าตัด การเสียเลือดมากกว่า 100-300 มิลลิลิตร/ ชั่วโมงหลังผ่าตัดและระดับน้ำตาลในเลือดสูง $>180\text{ mg/dL}$ เป็นต้น ทำการประเมิน เฝ้าติดตามอุณหภูมิร่างกาย และความรู้สึกที่สุขสบายด้านอุณหภูมิของผู้ป่วยระหว่างและหลังผ่าตัดทุก 30 นาที ด้วยเครื่องมือและตำแหน่งที่เหมาะสม เครื่องมือที่เหมาะสมในการประเมินอุณหภูมิแกนที่เป็นมาตรฐานคือการวัดทางหลอดเลือดแดงปอด วิธีอื่นๆ เช่น ทางหลอดเลือดอาหารส่วนต้น หรือส่วนปลาย ส่วนวิธีที่ไม่รุกล้ำแต่ให้ค่าที่เที่ยงตรงคือการใช้เครื่องมือวัดทางเยื่อแก้วหูชนิดอินฟราเรดที่สามารถวัดได้ทุกระยะการผ่าตัด

2. รูปแบบการรักษา/การพยาบาล และการจัดการการดูแล (nursing care and management)

2.1 การรักษาด้วยการทำความอบอุ่นร่างกาย

การใช้ forced-air warming เป็นเครื่องมือมาตรฐานในการให้ความอบอุ่นทางผิวหนัง (Torossian, 2008) ลดการสูญเสียความร้อนที่เกิดขึ้นของร่างกาย ช่วยส่งผ่านความร้อนจากภายนอกผ่านทางผิวหนัง เพิ่มอุณหภูมิร่างกายได้เร็ว และรักษาระดับอุณหภูมิให้ปกติได้อย่างต่อเนื่องแม้ในระหว่างการผ่าตัดใหญ่ (Kurz, 2001; Kurz, 2008) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิผล และนิยมใช้มากที่สุดของระบบการให้ความร้อน

Circulating-water garment เป็นเครื่องมือซึ่งมีประสิทธิภาพที่สุดในการคงระดับอุณหภูมิกายปกติ ในขณะที่ทำการผ่าตัด (Galvão, Marck, Sawada, & Clark, 2009) ให้ผลดีในการให้ความอุ่นแก่ผู้ป่วยหลัง cardiopulmonary bypass ที่มีอุณหภูมิร่างกายต่ำ (Nesher, Insler, Sheinberg, et al., 2002; Motta, Mossad, Toscana, Lozano, & Insler, 2004; Nesher, Zisman, Wolf, et al., 2003 อ้างใน AORN, 2007) สามารถเพิ่มความร้อนให้ร่างกายผู้ป่วยได้ดีกว่าการใช้ upper body forced-air blanket (Taguchi et al., 2004) circulating-water garment, (Allon Thermo-Wrapping Thermoregulation System) สามารถคงระดับอุณหภูมิร่างกายให้ปกติในระหว่างการผ่าตัด OPCAB ได้ดีกว่า forced-air systems (Zangrillo et al., 2006)

ระบบผ้าห่มฉนวนกันความร้อน (Resistive heating blanket) มีประสิทธิผล เทียบเท่าและราคาถูกลงกว่า forced-air system (Negishi, Hasegawa, Mukai, et al., 2003 อ้างใน Putzu et al., 2007)

การเพิ่มอุณหภูมิห้องผ่าตัดให้มากกว่า 23°C (AORN, 2007) ช่วยป้องกันการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ ทั้งในขณะผ่าตัดและหลังผ่าตัด (NICE, 2008)

การให้สารน้ำอุ่นทางหลอดเลือดดำ (Intravenous fluid warming) ควรจะมีอุณหภูมิประมาณ 37°C (98.6°F) เมื่อให้สารน้ำในปริมาณมาก เช่น มากกว่า 2 ลิตร/ชั่วโมง (Kurz, 2008) และควรใช้ระบบ 2 Hotline system ในระหว่างการผ่าตัดหลอดเลือดหัวใจที่ไม่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม (OPCAB) (Jeong, Hahm, Jeong, Yang & Choi, 2008) การใช้สารละลายที่อุ่น (Warming irrigation solutions) ควรจะมีอุณหภูมิ 37°C (Aslam et al., 2006)

2.2 รูปแบบการจัดการการดูแลในระหว่างการผ่าตัด

การให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายระยะผ่าตัด เป็นการรักษาที่สำคัญยิ่ง เพื่อลดการเกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำและผลกระทบที่เกี่ยวข้อง วิธีการให้ความอบอุ่นร่างกายมี 3 วิธี คือ การปกป้องการสูญเสียความร้อนทางผิวหนัง การให้ความอบอุ่นจากภายนอกร่างกาย และการให้ความร้อนเข้าสู่

ภายในร่างกาย วิธีปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพที่สุดคือการใช้ทุกวิธีร่วมกันเพื่อป้องกันอุณหภูมิร่างกายต่ำซึ่งประกอบด้วย การให้ความอบอุ่นก่อนการผ่าตัด การให้ยาขยายหลอดเลือดก่อนการให้ยาระงับความรู้สึกในผู้ป่วยทุกราย การจำกัดการเปิดโล่งของผิวหนังเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนทางผิวหนังโดยการปกคลุมผิวหนังให้มิดชิดทั้งส่วนศีรษะและส่วนที่ไม่ได้ทำผ่าตัดตลอดระยะเวลาการผ่าตัดจนถึงหลังผ่าตัด รวมทั้งการให้ความอบอุ่นหลังการผ่าตัด วิธีการให้ความอบอุ่นในระหว่างการผ่าตัด เช่น การให้ทางผิวหนังโดยอุปกรณ์ Circulating-water garment จะเป็นวิธีในการคงระดับอุณหภูมิร่างกายปกติที่มีประสิทธิภาพที่สุด ในขณะที่การให้สารน้ำอุ่นอุณหภูมิ 37°C ทางหลอดเลือดดำ เมื่อต้องให้สารน้ำมากกว่า 2 ลิตร/ชั่วโมง ซึ่งอุ่นด้วยเครื่อง IV fluid tube warmer จะมีประสิทธิภาพที่สุด

เพื่อลดการสูญเสียความร้อน เมื่อชะล้างแผลในช่องอก ควรใช้สารละลายที่อุ่นอุณหภูมิ 37°C โดยควรมีการวัดอุณหภูมิของน้ำให้ถูกต้องก่อนการใช้เพื่อป้องกันความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อ นอกจากนี้ควรให้อากาศที่มีความอุ่นขึ้น 42°C ผ่านลมหายใจหรือใช้ตัวกรองแลกเปลี่ยนให้ความอุ่นขึ้น

ในระหว่างการคืนความอุ่นให้ร่างกายด้วยเครื่องปอดและหัวใจเทียม ควรมีการใช้เครื่องมือประเมินอุณหภูมิที่เที่ยงตรงแม่นยำ ซึ่งมี 4 ตำแหน่งหลักที่ใช้เฝ้าระวังอุณหภูมิแกนได้ดี คือ tympanic membrane, nasopharynx, pulmonary artery และ distal third of the oesophagus รวมทั้งการใช้ jugular bulb temperature ในการวัดอุณหภูมิสมอง การคืนความอุ่นให้ร่างกายควรทำอย่างช้าๆ เพื่อหลีกเลี่ยงการทำให้อุณหภูมิสมองสูงและไม่ให้อุณหภูมิแกนเกิน $>37^{\circ}\text{C}$ ซึ่งจะทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสมอง ระบบประสาท และไต และช่วยลดการเกิด after-drop ได้ ในขณะการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมทำให้ร่างกายอุ่นจาก hypothermia ถ้ามีการให้ความอุ่นทางผิวหนังร่วมด้วยจะช่วยลดระยะเวลาการใช้ CPB และลดการมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ ($<36^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลานานหลังการผ่าตัดได้ในผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่อยู่ภายใต้ moderate hypothermic CPB ควรมีการจัดการภาวะกรด-เบส ด้วย alpha stat pH management และเฝ้าระวังรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติ ($<180\text{ mg/dL}$)

การป้องกันภาวะแทรกซ้อนของอุณหภูมิร่างกายต่ำหลังผ่าตัด ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดเพื่อป้องกันการเกิดความรุนแรงจากภาวะแทรกซ้อนของอุณหภูมิร่างกายต่ำ ในขณะที่กำลังให้ความอุ่นควรทำการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาที่เกิดขึ้น ในขณะที่ร่างกายกำลังมีการเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิ เช่น การลดต่ำของอุณหภูมิหลังผ่าตัด ความดันโลหิตต่ำ หัวใจเต้นผิดปกติ ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ ภาวะไม่สมดุลกรด-เบส การเกิด metabolic acidosis และการตื่นตัวหลังการผ่าตัด โดยประเมินความเสี่ยง อุณหภูมิแกน ติดตามการทำงานของหัวใจ ติดตามระดับน้ำตาลในเลือด ประเมิน acid-base ด้วย blood gas analysis และประเมินระบบประสาทด้วย NICE score ควร

รักษาระดับปริมาณเลือดออกจากหัวใจให้เพียงพอ โดย ด้วยการใส่ยาเพิ่มการบีบตัวของหัวใจหรือใช้เครื่องกระตุ้นจังหวะไฟฟ้าหัวใจ ให้ความอุ่นทางเดินหายใจ ให้สารน้ำอุ่นทางหลอดเลือดดำ และให้ความอุ่นทางผิวหนังด้วยระบบลมอุ่นไหลเวียนซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุด

เทคนิคการให้ความอุ่นทางผิวหนังด้วยการให้ความอุ่นแบบลมอุ่นไหลเวียน ควรปฏิบัติตามคู่มือผู้ผลิต เพื่อลดโอกาสเกิดอันตรายต่อผู้ป่วย (AORN, 2007) เพื่อความปลอดภัยในการใช้ควรมีการเชื่อมต่อผ้าห่มกับพวยปลายท่อส่งความร้อน ไม่ควรให้ผิวหนังมีการสัมผัสโดยตรงกับท่อหรือปลายพวยท่อ เพราะจะทำให้ผิวหนังไหม้ได้ ไม่ควรใช้ผ้าห่มให้ความร้อนในส่วนองผิวหนังบริเวณเนื้อเยื่อของแขนขาที่ขาดเลือดไปเลี้ยง (Brauer & Quintel, 2009) ในระยะเริ่มแรกของการตั้งค่าอุณหภูมิควรตั้งค่าให้อยู่ในระดับสูงก่อนแล้วจึงมีการปรับค่าอุณหภูมิลง เมื่ออุณหภูมิแกนใกล้เคียง 36.5°C ระยะเวลาของการให้ความอุ่นในไอซียูหรือห้องพักฟื้นใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มอุณหภูมิจาก 35.0°C ถึง 36.5°C (NICE, 2008) การให้ความอุ่น ควรทำจากบริเวณลำตัวส่วนแกนก่อนบริเวณแขนขา โดยเฉพาะบริเวณอกซึ่งเป็นส่วนแกนที่สำคัญมากสำหรับผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจ เพื่อลดความเสี่ยงต่อเลือดที่มีความเย็นจากระบบไหลเวียนส่วนปลายไหลเวียนกลับเข้าสู่ระบบไหลเวียนส่วนกลางซึ่งจะส่งผลให้อุณหภูมิแกนลดต่ำลงไปอีก รวมทั้งเกิดความดันโลหิตต่ำด้วย (Aslam, 2006) นอกจากนี้ยังควรระวังการให้ความอุ่นมากเกินไปจนทำให้เกิดอุณหภูมิสูงผิดปกติได้ ดังนั้นการเฝ้าระวังจะช่วยให้สามารถตรวจพบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้เร็ว และในช่วงการให้ความอุ่นด้วยผ้าห่มลมอุ่นไหลเวียนให้ติดตามวัดและบันทึกประเมินอุณหภูมิแกนผู้ป่วยทุก 15 ถึง 30 นาที สำหรับระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการยุติการให้ความอุ่นคือเมื่อผู้ป่วยรู้สึกอุ่นสบายและมีอุณหภูมิแกน $> 36.5^{\circ}\text{C}$

2.3 การพัฒนาระบบการจัดการ ภาวะอุณหภูมิกายต่ำ

1. พัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ถึงวิธีการป้องกันการเกิดอุณหภูมิกายต่ำ การใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิและอุปกรณ์ในการทำให้อุ่นรวมทั้งการบำรุงรักษาเครื่องมือ
2. พัฒนาแผนการดูแลหรือคู่มือการปฏิบัติร่วมกันของทีมการดูแลผู้ป่วยผ่าตัด เพื่อการส่งเสริมให้ผู้ป่วยมีอุณหภูมิกายปกติ มีกิจกรรมสำคัญในแต่ละระยะการผ่าตัด คือ การประเมิน และการบำบัดรักษาเพื่อป้องกันการเสียความร้อนของร่างกาย และการให้ความอุ่นด้วยวิธีการให้จากภายนอก เป็นที่ปรึกษาและให้ความรู้แก่ผู้ป่วยและครอบครัว และการดูแลด้านจิตใจ
3. พัฒนาระบบการบันทึกทางการพยาบาล และการสื่อสารระหว่างทีม รวมถึงการค้นพบความเสี่ยงและสิ่งควรใส่ใจที่เกี่ยวข้องกับภาวะอุณหภูมิกายต่ำตลอดระยะการผ่าตัด
4. การพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่องควรมีการประเมินด้านโครงสร้าง กระบวนการและผลลัพธ์ของการให้การรักษาเพื่อป้องกันอุณหภูมิกายต่ำ

5. การทำวิจัย เพื่อการประเมินผลลัพธ์การจัดการเป็นทีม และประเมินผลการใช้แบบแผนการดูแลร่วมกันในประเด็นการสามารถลดผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจ เช่น แผลผ่าตัดติดเชื้อ เสียเลือดมาก การตื่นจากยาสลบช้า หัวใจเต้นผิดจังหวะ หนาวสั่น และประเมินความรู้ ความพึงพอใจของบุคลากรต่อโปรแกรมการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ

ข้อสรุป สำหรับการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจ

1. เกณฑ์การประเมินอุณหภูมิร่างกาย อุณหภูมิร่างกายต่ำ คือ $<36^{\circ}\text{C}$ ระดับอุณหภูมิร่างกายปกติ คือ 36.5°C - 37.5°C

2. เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่เหมาะสมในระยะผ่าตัด คือ pulmonary artery catheter: PAC การวัดค่าอุณหภูมิแกนในการผ่าตัดหรือในไอซียู มีการวัดทางหลอดเลือดอาหารส่วนต้น (nasopharyngeal), ทางหลอดอาหาร (esophagus) และ jugular bulb temperature ซึ่งวัดอุณหภูมิสมอง (cerebral cortical temperature) เป็นวิธีการวัดแบบ invasive ในขณะที่ tympanic thermometry เช่น infrared ear thermometers และ earphone-type infrared tympanic thermometers เป็นวิธีการวัดแบบ noninvasive วิธีที่กล่าวนี้สามารถวัดได้แม่นยำและมีความน่าเชื่อถือกว่าวิธีอื่นๆ แม้ในช่วงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วและมีระบบไหลเวียนเลือดไม่คงที่

3. อุปกรณ์การให้ความอบอุ่นในระยะผ่าตัดและหลังผ่าตัด ที่มีประสิทธิภาพและนิยมมาก คือ ระบบผ้าห่มลมอุ่นไหลเวียน (force air warming blanket), circular water garment เครื่องทำความอุ่นชื้นผ่านทางเดินหายใจ เช่น heat and moisture exchanger: HME เครื่องมืออุ่นสารน้ำ (Hot line fluid warmer)

4. การให้ความอบอุ่นร่างกายในระยะการผ่าตัด เพื่อป้องกันการเกิด after drop ควรทำ pre warming ด้วยการทำ surface warming การใช้ CPB ควรทำให้ร่างกายอุ่นขึ้นๆ และอุณหภูมิเป้าหมายไม่เกิน 37°C พร้อมทั้งจำกัดการเปิดโล่งของผิวหนังและเก็บความร้อนร่างกายด้วยผ้าห่มชนิดกันความร้อนและให้ความร้อนด้วยระบบลมอุ่นไหลเวียนตลอดช่วงสิ้นสุดการผ่าตัด และการเคลื่อนย้ายมาไอซียู

5. การให้ความอบอุ่นร่างกายในไอซียู ถ้าค่าอุณหภูมิแกนต่ำกว่า 36°C ให้ความอบอุ่นร่างกายด้วยผ้าห่มชนิดกันความร้อนแบบเต็มตัว จำกัดการเปิดเผยผิวหนังโดยเฉพาะการเก็บรักษาความอบอุ่นบริเวณกลางอก และให้ความร้อนด้วยระบบลมอุ่นไหลเวียนตามคู่มือการปฏิบัติของผู้ผลิต พิจารณาให้ความอบอุ่นด้วยวิธีอื่นร่วมกันเช่น การให้สารน้ำอุ่น และอากาศอุ่น ถ้าค่าอุณหภูมิแกนมากกว่า 36°C ให้ป้องกันการสูญเสียความร้อนของร่างกาย ประเมินอุณหภูมิอย่างต่อเนื่องทุก 15-30 นาที จนกว่าอุณหภูมิร่างกายปกติในระยะวิกฤต 2 ชั่วโมงแรกหลังผ่าตัด

6. จัดการทำงานเป็นทีมร่วมกันทุกระยะการผ่าตัด โดยทำการประเมินความเสี่ยงและอุณหภูมิภาวะทุกระยะ เพื่อการจำแนกระดับอุณหภูมิที่ผิดปกติและการจัดการให้ความอุ่นได้อย่างเหมาะสม

7. ทำการบันทึกและสื่อสารให้ทราบทั่วกันในทีมการดูแล ทำการป้องกันและให้ความอุ่นหลายๆ วิธีร่วมกัน พร้อมทำการประเมินผลลัพธ์ คือ อุณหภูมิกายปกติ ความสุขสบายด้านอุณหภูมิ รวมถึงการสังเกตภาวะแทรกซ้อนต่างๆ ที่สัมพันธ์กับการมีอุณหภูมิกายต่ำ หากปรากฏอาจบ่งบอกถึงการยังคงอยู่ของการมีอุณหภูมิกายต่ำ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทบทวนหลักฐานเชิงประจักษ์ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2001-2010 ได้มีพัฒนาการการจัดการภาวะอุณหภูมิกายต่ำอย่างมากมาย แต่ส่วนใหญ่เป็นงานเกี่ยวกับการผ่าตัดทั่วไป ส่วนในการจัดการภาวะอุณหภูมิกายต่ำในผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจ มักเป็นการดูแลในระยะผ่าตัดด้วยการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม แม้จะมีข้อเสนอแนะในการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการอุณหภูมิกายต่ำ และประเมินภาวะอุณหภูมิกายผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดที่ผ่านการใช้ยาระงับความรู้สึกทุกราย แต่ในการปฏิบัติจริงทางคลินิก พบว่าขาดหลักฐานที่บ่งบอกการเฝ้าระวังหรือติดตามอุณหภูมิกายผู้ป่วยหลังผ่าตัด ซึ่งอาจเกิดจากการที่บุคลากรขาดความเข้าใจหรือตระหนักถึงความสำคัญของผลกระทบของภาวะอุณหภูมิกายต่ำ ดังนั้นพยาบาลซึ่งเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในทีมการดูแลและบุคลากรในทีมทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการดูแลผู้ป่วยโดยตรงในทุกระยะการผ่าตัด ควรมีความเข้าใจและมีความรู้ทั้งด้านสรีรวิทยาพื้นฐาน การป้องกัน การจัดการในการประเมินอุณหภูมิและการให้ความอุ่นร่างกาย การฝึกทักษะโดยมีพี่เลี้ยงดูแลและติดตามประเมินผลในการฝึก จัดสร้างแนวปฏิบัติเพื่อเป็นมาตรฐานในการจัดการภาวะอุณหภูมิกายต่ำ ร่วมกันของทีมสหสาขาวิชาชีพ มีการสร้างทีมกิจกรรมคุณภาพในการเฝ้าติดตามผลการใช้แนวปฏิบัติ และพัฒนาต่อเนื่องเป็นงานวิจัยวัดผลลัพธ์การใช้แนวปฏิบัติต่อการลดความเสี่ยงทางคลินิกที่เป็นภาวะแทรกซ้อน ซึ่งสัมพันธ์กับอุณหภูมิกายต่ำ เช่น ภาวะปริมาณเลือดออกจากหัวใจลดลง ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ ภาวะเลือดออกมากผิดปกติ และการติดเชื้อของแผลผ่าตัด นอกจากนี้ควรมีการวัดความพึงพอใจของผู้ป่วยต่อการให้ความอบอุ่นร่างกายในไอซียู ความรู้และความพึงพอใจของผู้ใช้แนวปฏิบัติ รวมทั้งผลลัพธ์ในด้านค่าใช้จ่าย และ จำนวนวันนอนในไอซียู และคำรักษา

**HYPOTHERMIA MANAGEMENT IN CARDIAC SURGICAL ADULT
PATIENTS: EVIDENCE-BASED NURSING**

SUPANYA BODHIPADMA 5136761 NSAN/M

M.N.S. (ADULT NURSING)

THEMATIC PAPER ADVISORY COMMITTEE: USAVADEE

ASDORNWISED, Ph.D. (NURSING), ORAPAN TOSINGH, D.N.S.

EXTENDED SUMMARY

Background and Significance of the Problem

Hypothermia was one of the direct and indirect predisposing factors associated with postoperative complications which were the risk that threaten life of the cardiac surgical patient frequently happening within the initial 2-5 hours after surgery. Postoperative complications include hemodynamic instability, bleeding, arrhythmia, myocardial ischemia and low cardiac output that leading to acute heart failure (Currey & Botti, 2005; Karhunen, Sihvo, Suojaranta-Ylinen, Rämö, & Salminen, 2006; Smeltzer, Bare, Hinkle & Cheever, 2008). If hypothermic patients were not returned to normothermia within initial 2 hours of postoperative period, the mortality rate rose significantly and patients also were at increased risk if they were hypothermic 4 and 8 hours after surgery (Good, Verble, Secrest & Norwood, 2006).

Hypothermia was defined as a core body temperature less than 36°C or 96.8°F without any changes in hypothalamic set point (ASPAN, 2001; ASA, 2002; Aslam et al., 2006; AORN, 2007; NICE, 2008; Burns, Wojnakowski, Piotrowski &

Caraffa, 2009; Forbes et al., 2009). This incidence usually occurred in patients undergoing surgery and anesthesia ranging from 50% to 90% (Burns et al., 2009).

During intraoperative and postoperative, even mild hypothermia could lead to the increasing level of circulating catecholamines which caused tachycardia, hypertension, systematic vasoconstriction, increased systematic peripheral vascular resistance and blood viscosity contributing to an impairment of tissue perfusion and imbalance of myocardial oxygen consumption and demand (Currey & Botti, 2005; Kumar et al., 2005; Putzu, Casati, Berti, Pagliarini & Fanelli, 2007; Campos & Paniagua, 2008). Length of time and degree of hypothermia at intraoperative as well as preoperative ejection fraction (EF) <35% and length of cardiopulmonary bypass (CPB) time had crucially influenced to depress myocardial function and reduce the contractility after surgery (St. André & Del Rossi, 2005).

Additionally hypothermia affected coagulation cascade which involved platelet function, clotting factor enzyme function and fibrinolytic activity resulting in perioperative blood loss and postoperative excessive bleeding (Kumar et al., 2005; Reynolds, Beckman & Kurz, 2008). When the body temperature $\leq 35^{\circ}\text{C}$, there was the effect on shifts of fluid from extra- and intra- cellular space and impair of renal function. This lower temperature made peripheral vasoconstriction and shunted blood to the core creating a relatively hypervolaemic state and suppressed the secretion of antidiuretic hormone (ADH) causing cold diuresis and loss of serum potassium which contributed to cardiac arrhythmias and hypovolemia after surgery (Edwards, 2005). Once the body temperature $\leq 30^{\circ}\text{C}$, pancreatic function was suppressed and decreasing in insulin secretion. The body cell became more resistance to insulin which later induced hyperglycemia (Reynolds et al., 2008).

Besides, hypothermia also had the effect on immune system, for instance, T-cell-mediated antibody production was impaired, activation of complement and the level of C-reactive protein were attenuated, leucocyte migration was suppressed, neutrophil-adhesion molecule CD11b, CD11c and CD18 expression was delayed. These occurred because hypothermia suppressed interleukin-1 and interleukin-2 production and reduced phagocytic capacity of neutrophils leading to the decreasing in resistance to dermal infections (Kumar et al, 2005). When assemble with less oxygen availability in the peripheral wound tissue according to vasoconstriction, wound

healing was delayed and contributed to increase risk in surgical infection (Reynolds et al., 2008).

In case of anaesthetic drug, hypothermia altered the distribution and metabolism of drug which increasing the duration of action. Therefore, prolong recovery from anaesthesia due to hypothermia should be considered since this low temperature affected the reduction of renal blood flow and glomerular filtration rate as well as the suppression of liver function (Leslie & Sessler, 2003; Auler, 2005; Reynolds et al., 2008).

Furthermore, hypothermia caused an uncomfortable perception from cold, shivering and pain which generally found at initial 45 minutes after cardiac surgery (Currey & Botti, 2005; Kumar et al., 2005), especially shivering was an important complication that increased heart rate and blood pressure and oxygen consumption by upto 200% which could provoke myocardial ischemia (Currey & Botti, 2005; Putzu et al., 2007; Reynolds et al., 2008).

The patient care cost due to hypothermic complications could intensify such as cost of blood transfusion, infection treatment and length of hospital stay (Reynolds et al., 2008). For each 1.5°C (2.7°F) decreased in temperature, it affected patient length of stay, hindered the flow of patients from the holding area and increased hospital length of stay resulting in the additional requirement of blood products and mechanical ventilation as well as an extra \$2,500 to \$7,000 per patient (Washington & Matney, 2008).

Perioperative hypothermia was the result of an exposure to cold environment during surgical procedure and impaired of thermoregulation mechanisms brought about by anesthetics and other drugs (Kunert, 2009). The thermoregulatory system usually maintains core body temperature within 0.2-0.4°C of normal. Heat loss during surgery occurred mostly by way of radiation, convection, evaporation and conduction. Thus, about 90% of metabolic heat was lost through the skin surface during surgery (Auler, 2005).

In cardiac surgical patients, hypothermia was achieved by lowered the patient's systemic core temperature to moderate degree at 28°C-32°C through heat exchanger in cardiopulmonary bypass and the infused of cold cardioplegia solution at 4 °C concomitant topical hypothermia cooled with ice normal saline slush over the

heart evenly while maintaining the myocardial temperature at 8°C-15°C (Munro, 2005). Moreover, the duration of anesthetic time, prolonged exposure of chest cavity to ambient, room temperature (22°C), cold irrigation solution and operative time promoted body heat loss and thus core body temperature decreased (Rogovin, 2005).

Postoperative hypothermia can occur after cardiac surgery, though the body was rewarmed before terminating CPB, as a consequence of inadequate intraoperative warming strategies and the physiological trespasses of cardiopulmonary bypass operation during cardiac surgery (Bräuer et al., 2007) could lead to after-drop in core temperature after discontinuation of CPB. This drop usually occur within the first 45-90 minutes after bypass in recovery period after surgery (Currey & Botti, 2005; Insler et al., 2008).

From the work experience in ICU at Chest Disease Institute, cardiac surgical patients after arrival totally were hypothermic on admission to ICU at the mean core temperature average of 33.93 ± 0.79 °C. In addition, the statistic report of clinical risk in cardiac surgical patients in ICU at Chest Disease Institute between 2008 and 2009 showed that the high risks after cardiac surgery were low cardiac output syndrome 9.67%, lethal cardiac arrhythmia (25.05%) and excessive bleeding that needed re-operation 5.71% reflecting high statistical risk which might correlate to postoperative hypothermia that brought the high cost of care. Thus, ICU should have the management of postoperative hypothermic patients with clear strategy and continuing care through perioperative period to reduce the variance in clinical care such as length of mechanical ventilation time, prolong ICU length of stay that was the burden to patients and hospital and reflecting the quality of care.

The management of problems associate with hypothermia challenges the nurse's role in caring postoperative patients in ICU to promote the thermal balance of postoperative hypothermic patients, restore normothermia and prevent hypothermic complications. As a result, it is necessary to implement evidence-based practicing in ICU to minimize incident of hypothermic complications in adult cardiac surgical patients. Thus, this evidence-based nursing practice pushed forward to this study.

Purpose of the study: To search the literature of current evidence associated with hypothermia, analyze and synthesize for recommendation management in adult cardiac surgical patients in critical period.

Methodology: On searching strategy, researcher seeks and selects the research and evidence following PICO framework by identifying key word, frame and criteria for searching as follows:

Problem: Hypothermia, cardiac surgery, adult, complications, adverse event, perioperative hypothermia

Intervention: Thermal regulation, nursing, management, prevention, warming, perioperative care, guideline, monitoring

Outcome: Normothermia, body temperature, core temperature

Scope of searching:

All literature searches between 2001 and 2010 in Thai and English were conducted by hand search and electronic resource database to identify relevant published articles on perioperative hypothermia, warming, cardiac surgery, nursing and management. Searching for full report of meta-analysis, clinical practice guideline, experimental or quasi experimental research, cohort study in retrospective or prospective types, descriptive study, article, expert's opinion and thesis. The context involved adult cardiac surgery with the use of CPB or non CPB, complications after cardiac surgery, perioperative hypothermia, effects of hypothermia and nursing intervention or management of hypothermia during perioperative period. The databases search included CINAHL, Ovid Full Text, Pro Quest, MD Consult, Pub Med, Science direct and internet website/journal website. After that, the possibility of research implementation was evaluated under the utilization criteria principle suggesting by Polit & Beck (2008) as follows: clinical relevance, scientific merit and implementation potential which include transferability of the findings, feasibility and cost benefit ratio.

Finding: From the search result, 109 publications was met the criteria. However, after evaluation the possibility of research implementation, only 41 evidences was significantly found for intervention in manage care of hypothermia in cardiac surgery patients. These evidences consisted of 4 systematic reviews of randomized clinical

trials, 8 single randomized clinical trials, 2 single non-randomized clinical trials, 5 single correlational and observational studies, 3 systematic review of descriptive, qualitative and physiologic studies and 19 opinions from authorities and expert committees. After analysis and synthesis of evidences for prevent hypothermia complications, treatment and nursing care to promote normothermia, the essential issues could be concluded as follow.

I. Outcomes: To set the outcome criteria of normothermia

Criteria for body temperature assessment: hypothermia was defined as a patients core temperature below 36°C, expected normal temperature was a core temperature ranging between 36.5°C and 37.5°C and comfortably warm was refer to core temperature above 36.5°C that no sign of shivering, piloerection and cool vasoconstriction skin.

II. Interventions: There were 2 points in hypothermia management

1. Assessment: identified risk factor of hypothermia and higher risk of cardiac complications such as sex, age, small body surface, ASA grade II-V, ejection fraction (EF<40%) age >70 year and cardiomegaly. Assessed patient for signs and symptom of hypothermia eg. cool skin, piloerection and cold diuresis. Observed and assessed signs of complications or adverse event associated with hypothermia eg. low cardiac output, bradycardia, high blood pressure, ECG show J (Osborn) waves or arrhythmias, hemodynamic instability initial 2 hours after surgery, low oxygen saturation, respiratory acidosis, metabolic acidosis delayed waken after surgery, shivering during 45-90 min postoperative, blood loss more than 100-300 ml/h and blood glucose level >180 mg/dL postoperatively. During intraoperative and postoperative period, temperature and thermal comfort level should be monitored and documented every 30 min with accurate temperature site and device. The standard for evaluation of core temperature was pulmonary artery catheter and the others were nasopharyngeal and esophagus. The most reliable noninvasive temperature measurement through perioperative period was infrared ear tympanic membrane.

2. Nursing care and management

2.1 Warming treatment

Forced-air warming was the standard instrument for cutaneous warming (Torossian, 2008), reducing body heat loss, transferring heat from outside through

skin, rapid increasing body temperature and maintaining normothermia continuously well, even in major operation (Kurz, 2001; Kurz, 2008). It was an efficient method and the most favorite appliance in warming system.

Circulating-water garment was the most effective device in maintaining normothermia during surgery (Galvão, Marck, Sawada, & Clark, 2009). It gave a good result in warming hypothermic patients after cardiopulmonary bypass (Nesher, Insler, Sheinberg, et al., 2002; Motta, Mossad, Toscana, Lozano, & Insler, 2004; Nesher, Zisman, Wolf, et al., 2003 cited in AORN, 2007). It could warm patient body better than using upper body forced-air blanket (Taguchi et al., 2004). Circulating-water garment (Allon Thermo-Wrapping Thermoregulation System) could also maintain normothermia in off-pump coronary artery bypass (OPCAB) intraoperation better than forced-air system (Zangrillo et al., 2006).

Warming system and resistive heating blanket had the efficiency equal to and cheaper than forced-air system (Negishi, Hasegawa, Mukai, et al., 2003 cited in Putzu et al., 2007).

Increasing in operating room temperature more than 23°C (AORN, 2007) would prevent hypothermia in both intraoperative and postoperative period (NICE, 2008).

Warming intravenous fluids should set the temperature about 37°C (98.6°F) if large volumes (i.e. more than 2 liters/hour) were being administered (Kurz, 2008) and better use 2 Hotline system in OPCAB intraoperation (Jeong, Hahm, Jeong, Yang, & Choi, 2008). Warming irrigation solutions should set the temperature about 37°C (Aslam et al., 2006).

2.2 Perioperative care strategy

Perioperative warming: Perioperative warming was a crucial treatment to minimizing hypothermia and associated adverse effects. There were 3 methods to warm the body i.e. prevent skin heat loss by passive warming, deliver external active warming and internal active warming. The most effective warming was to combine all methods preventing hypothermia which consisted of preoperative warming, administer vasodilation drugs before conduction of anesthesia in all patients, limit skin exposure to prevent skin heat loss by full body cover including head and non surgical skin area in intraoperative and postoperative period as well as postoperative warming. Warming

during operative period such as cutaneous warming by Circulating-water garment was the most effective method to maintain normothermia while IV fluid tube warmer was also the most effective device to warm intravascular fluid to 37°C if large volumes more than 2 liters/hour were being administered. To reduce heat loss when lavage the chest cavity, warming irrigation solution at 37°C should be used. The temperature of the solution should be measured with a thermometer and verified before instillation to avoid tissue injury. Besides, humid warm inspired gas at 42°C or heat and moisture exchanging filters should be operated as well. During rewarm patient body temperature by cardiopulmonary bypass (CPB), accurate temperature measurement device should be used for 4 sites core temperature monitoring such as tympanic membrane, nasopharynx, pulmonary artery and distal third of the oesophagus as well as using jugular bulb temperature for cerebral temperature measurement. Rewarming must proceed slowly done to avoid overheating of the brain and prevent core temperature >37°C which developed the risk to cerebral ischemia, neurologic injury and renal injury and decreased after-drop. While using CPB to rewarm from hypothermia, if cutaneous warming was accompanied, the length of CPB time and prolong postoperative hypothermia (<36°C) were reduced. Adult patients under moderate hypothermic CPB should have acid-base balance via alpha stat pH management and monitor blood glucose level to normal (< 180 mg/dL).

The prevention of postoperative hypothermia complications: In postoperative period the surgical patients had physiological alterations due to the changing of body temperature. To prevent the severity of hypothermia complications during and after rewarming, the patients should be monitored for possible complications including core temperature afterdrop, hypotension, arrhythmias, hypoglycemia, acid-base imbalance, metabolic acidosis and delayed waken by assessed the risk factors: core temperature, cardiac monitoring, serum glucose level, evaluation acid-base with blood gas analysis and evaluate neurological function with NICE score. The treatment should provided maintaining adequate cardiac output with the use of inotropic drug or cardiac pacemaker, rewarming method by using humid warm oxygen, warm intravenous fluid and active cutaneous warming with force air.

The technique of cutaneous rewarming with force air warming should be manipulated in accordance with manufacture's instruction in a manner that minimized

the potential injury to patients (AORN, 2007). For the safety use, it is important to connect a blanket to the nozzle. There should be no contact between the hose or nozzle and the skin because this could result in serious burns. The force air warming blanket should also not cover the skin of ischemic limb or tissue (Brauer & Quintel, 2009). Prior temperature of warmer should be set at the highest temperature and later on decreased the setting to maintain core body temperature near 36.5°C. The period of warming to raise core body temperature from 35.0°C to 36.5°C in ICU or post anesthetic care unit spent around 3 hours (NICE, 2008). Rewarming of trunk should be performed before that of extremities, especially the chest which was the most important part of cardiac surgical patients, to minimize the risk of core temperature afterdrop whereby the return of cold blood from peripheral circulation to central circulation may actually caused further core hypothermia as well as hypotension (Aslam, 2006). Additionally, overheat in warming led to hyperthermia should beware. Therefore, monitoring would help for early detection in core temperature alteration. During rewarm with force air warming blanket, core body temperature should be measured and documented every 15 to 30 minutes. The proper time to end the active warming was the patients feel comfortably warm and core temperature > 36.5°C.

2.3 The developing of hypothermia management program

1. Personnel should receive initial education on the prevention of hypothermia and the use of warming equipments as well as equipments maintenance.
2. Establishing care plan or clinical practice guideline for collaboration in surgical care team to promote normal thermal balance for surgery patients through perioperative period. The activity of care included assessment, intervention to prevent heat loss and external rewarming, provision counseling and education for patients and family and psychological support.
3. Developing nursing documentation system and communication in care team as well as all risk factor assessment findings that related to perioperative hypothermia.
4. A continuing quality improvement/management program should be in place to evaluate the structure, process, and outcomes of interventions used to protect patients from perioperative hypothermia.

5. Outcome research to evaluate the result of care team in providing clinical practice guideline and collaborate care to decrease the associate effect with hypothermia in cardiac surgery patient. For example surgical wound infection, excessive bleeding, delayed wakening from anesthesia, cardiac arrhythmia, shivering and evaluate knowledge and personnel satisfaction to hypothermia management program.

Conclusion: for hypothermia management in cardiac surgery patients.

1. Outcome criteria for body temperature measurement: Hypothermia defined as core temperature less than 36°C, normothermia range between 36.5°C-37.5°C.

2. Equipment to monitor core temperature that provided the most accurate and consistent readings during each phase of perioperative care were Pulmonary artery catheter: PAC. To measure core temperature in operating room or ICU, nasopharyngeal, esophagus and jugular bulb temperature which measured cerebral cortical temperature were invasive method to measure core temperature while tympanic thermometry such as infrared ear thermometers and earphone-type infrared tympanic thermometers was noninvasive method. These mentioned methods were reliable and accurate more than other methods even in rapid change of body temperature and hemodynamic instability.

3. The most effective warming device for maintaining normothermia during intraoperative and postoperative phase were force air warming blanket, circular water garment, heat and moisture exchanger (HME) and Hot line fluid warmer.

4. Intraoperative body warming to prevent afterdrop should pre-warm with surface warming. Using CPB to rewarm should be slowly operated and rewarmed target core temperature should not above 37°C. Also, limiting skin exposure, keeping body warm with resistive heating blanket, active warming with force air warmer should be done through the end of operation until transferred to ICU.

5. For postoperative patient warming management in ICU, if core temperature reduced below 36°C, warming patients with resistive heating blanket, limiting skin exposure, especially at the chest area, and active warming with force air warmer as the manufacture's instruction. Other associate warming methods should be considered such as warm intravenous fluids and humid warm oxygen. If core

temperature was above 36°C, passive thermal care measure should be implemented. Temperature and thermal comfort level should be assessed every 15-30 minutes until normothermia was achieved in initial 2 hour postoperatively.

6. Care team should be managed in all operative phases through identification and stratification of risk factors for perioperative hypothermia and for proper warming management.

7. Documented and communicated all risk factor assessment findings to all members of the surgical team, combined of prevention and warming intervention, evaluated the outcome such as normothermia, thermal comfort as well as observed the complications that related to hypothermia. If the complications still took place, this may indicated the remaining of hypothermia.

Suggestion: The review of evidence published between 2001 and 2010 revealed the well development of hypothermia management but evidence-based recommendations were mostly for general surgery. For hypothermia management in cardiac surgery, the documents frequently presented the manage care in operative period by using of cardiopulmonary bypass. Although there had been several recommendations for practical management and temperature evaluation in post anesthetic and surgical patients, the evidence in actual clinical practice to indicate or monitor the patient body temperature after cardiac surgery was still absent. These may reflected that practitioner lack of understanding or awareness in the significant of hypothermia effects. Thus, nurses whose play the key role in care team and other members who had the direct care to the patient in all operative phases should understand and have knowledge in basic physiology, prevention measure, temperature assessment and warming method. The program should include skill training that coaching and evaluation the program by mentor. The multidisciplinary care team should develop standard of care and clinical practice guideline for hypothermia management. Continuous quality improvement team should be set up to monitor the outcome of clinical practice guideline and continue developed to the research on outcome of clinical practice guideline in reducing the incidence of complications related to hypothermia such as low cardiac output, cardiac arrhythmia, excessive bleeding and surgical wound infection. Moreover patient satisfaction for thermal care in ICU, the practitioner satisfaction for guideline used, cost of care and length of ICU stay should be verified.

รายการอ้างอิง

- ขนิษฐา ดิวารี, สุดประนอม สมันตเวคิน, หทัยรัตน์ ชิตศักดิ์ และ วรพรรณ กิ่งแก้วก้านทอง. (2547). บทที่ 5 การผันแปรการปกป้องร่างกาย. ใน สุดประนอม สมันตเวคิน และ วรพรรณ กิ่งแก้วก้านทอง (บรรณาธิการ), *พยาธิสรีรวิทยาสำหรับพยาบาล ฉบับปรับปรุง*. (พิมพ์ครั้งที่ 2, หน้า 173- 230). กรุงเทพฯ: วิทยาลัยพยาบาลสภากาชาดไทย.
- พนารัตน์ จำปา. (2548). *การพัฒนาแนวปฏิบัติทางคลินิกในการป้องกันภาวะหนาวสั่นในผู้ป่วยหลังผ่าตัดในโรงพยาบาลลำปาง*. (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- พองคำ ดิลกสกุลชัย. (2551). *การปฏิบัติการพยาบาลตามหลักฐานเชิงประจักษ์: หลักการและวิธีปฏิบัติ*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฟรี-วัน.
- สหคณ บุญญธนากร. (2552). เทราพิวติก ไฮโปเทอร์เมีย (Therapeutic hypothermia). ใน เอกรินทร์ ภูมิพิเชฐ และ ไชยรัตน์ เพิ่มพิกุล (บรรณาธิการ), *Critical care: the Model of Holistic Approach 2008-2009*. (หน้า 195-210). กรุงเทพฯ: บิยอนเอ็นเทอร์ไพรซ์.
- สมาคมศัลยแพทย์ทรวงอกแห่งประเทศไทย. (2551). *รายงานสถิติจำนวนผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดหัวใจในประเทศไทย*. สืบค้นเมื่อ 18 พฤศจิกายน 2552. จาก <http://www.thaists.org>.
- สายพิน เกษมกิจวัฒนา. (2550). การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในการปฏิบัติการพยาบาล. ใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาพยาบาลศาสตร์. *การวิจัยทางการพยาบาลสารสนเทศและสถิติ*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุปราณี นิรุตติศาสตร์. (2547). บทที่ 1 การประเมินและเตรียมผู้ป่วยก่อนให้ยาระงับความรู้สึก. ใน วรณา สมบูรณ์วิบูลย์, เทวรักษ์ วีระพัฒนานนท์, ปวีณา บุญบุรพงค์ และ สมรัตน์ จารุลักษณะนันท์ (บรรณาธิการ), *วิสัญญีวิทยาพื้นฐาน*. (พิมพ์ครั้งที่ 4, หน้า 1-13). กรุงเทพฯ: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น.
- สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ. (2552). *การบริหารงบประมาณรายหัว ในระบบหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้า คู่มือบริหารงบประมาณหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ เล่ม 1*. (พิมพ์ครั้งที่ 2, หน้า 154-157). กรุงเทพฯ: สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ.
- American Society of Anesthesiologists (ASA). (2002). Practice guidelines for post anesthetic care: A report by the American Society of Anesthesiologists task force on post anesthetic care. *Anesthesiology*, 96, 742-752.

- American Society of PeriAnesthesia Nurses (ASPAN). (2001). Clinical guideline for the prevention of unplanned perioperative hypothermia. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 16(5), 305-314.
- AORN Recommended Practices Committee. (2007). Recommended practices for the prevention of unplanned perioperative hypothermia. *AORN Journal*, 85(5), 972-974, 976-984, 986-988.
- Aslam, A. F., Aslam, A. K., Vasavada, B. C. & Khan, J. K. (2006) Hypothermia: Evaluation, electrocardiographic manifestations, and management. *The American Journal of Medicine* 119, 297-301.
- Atoui, R., Ma, F., Langlois, Y. & Morin, J.-F. (2008). Risk factors for prolonged stay in the intensive care unit and on the ward after cardiac surgery. *Journal of Cardiac Surgery*, 23, 99-106.
- Auler, J. O. C. (2005). Hypothermia in cardiac surgery. In *Anaesthesia, Pain, Intensive Care and Emergency Medicine*. (pp.495-506). Milan: Springer.
- Ayres, U. (2004). Older people and hypothermia: The role of the anaesthetic nurse. *British Journal of Nursing*, 13(7), 396-403.
- Baltimore, J. J. (2001). Perianesthesia care of cardiac surgery patients: A CPAN Review. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 16(4), 246-254.
- Bar-Yosef, S., Mathew, J. P., Newman, M. F., Landolfo, K. P., Grocott, H.P. & The Neurological Outcome Research Group and C.A.R.E. Investigators of the Duke Heart Center. (2004). Prevention of cerebral hyperthermia during cardiac surgery by limiting on bypass rewarming in combination with post-bypass body surface warming: A feasibility study. *Anesthesia & Analgesia*, 99, 641-6.
- Bickert, A.T., Gallagher, C., Reiner, A., Hager, W.J. & Stecker, M. M. (2008). Nursing neurologic assessments after cardiac operation. *The Annals of Thoracic Surgery*, 85, 554-560.
- Bitner, J., Hilde, L., Hall, K., & Duvendack, T. (2007). A team approach to the prevention of unplanned postoperative hypothermia. *AORN Journal*, 85 (5), 921-3, 925-9.

- Bock, M., Hohlfeld, U., von Engeln, K., Meier, P. A., Motsch, J. & Tasman, A. J. (2005). The accuracy of a new infrared ear thermometer in patients undergoing cardiac surgery. *Canadian Journal of Anesthesia*, 52(10), 1083–1087.
- Boldt, J., Haisch, G., Kumle, B., Brosch, C., Lehmann, A. & Werling, C. (2002). Does coagulation differ between elderly and younger patients undergoing cardiac surgery? *Intensive Care Medicine*, 28(4), 466-471.
- Boodhwani, M., Rubens, F.D., Wozny, D. & Nathan, H. J. (2009). Effects of mild hypothermia and rewarming on renal function after coronary artery bypass grafting. *The Annals of Thoracic Surgery*, 87, 489–95.
- Bräuer, A., Weyland, W., Kazmaier, S., Trostdorf, U., Textor, Z., Hellige, G., et al. (2004). Efficacy of postoperative rewarming after cardiac surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*, 10(3), 171-7.
- Bräuer, A., English, M. J., Steinmetz, N., Lorenz, N., Perl, T., Weyland, W., et al. (2007). Efficacy of forced-air warming systems with full body blankets. *Canadian Journal of Anaesthesia*, 54 (1), 34-41.
- Bräuer, A., & Quintel, M. (2009). Forced-air warming: Technology, physical background and practical aspects. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 22(6), 769-774.
- Burger, L. & Fitzpatrick, J. (2009). Prevention of inadvertent perioperative hypothermia. *British Journal of Nursing*, 18(18), 1114-1119.
- Burns, S. M., Wojnakowski, M., Piotrowski, K. & Caraffa, G. (2009). Unintentional hypothermia: Implications for perianesthesia nurses. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 24, (3), 167-176.
- Campos, J.-M. & Paniagua, P. (2008). Hypothermia during cardiac surgery. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 22 (4), 695-709.
- Currey, J. & Botti, M. (2005). The haemodynamic status of cardiac surgical patients in the initial 2-h recovery period. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 4, 207-214.
- Clayton, J. (2008). Special needs of older adults undergoing surgery. *AORN Journal*, 87(3), 557-570.
- Edwards, S. L. (2005). Innate defences. In S. E. Montague, R. Watson & R. A. Herbert (Eds), *Physiology for Nursing Practice*. (3rd ed., pp. 635-683). Spain: Elsevier.

- El-Rahmany, H. K., Frank, S. M., Schneider, G. M., El-Gamal, N. A., Vannier, C. A., Ammar, R. & Okasha, A. S. (2000a). Forced-air warming decreases vasodilator requirement after coronary artery bypass surgery. *Anesthesia & Analgesia*, 90(2), 286-291.
- El-Rahmany, H. K., Frank, S. M., Vannier, C. A., Schneider, G., Okasha, A. S. & Bulcao, C. F. (2000b). Determinants of core temperature at the time of admission to intensive care following cardiac surgery. *Journal of Clinical Anesthesia*, 12, 177-183.
- Foot, C. L., Fraser, J. F., Mullany, D. V. (2005). Common complications after cardiac surgery in the adult: Anecdotes, biases and some evidence. *Current Anaesthesia & Critical Care*, 16, 331-345.
- Forbes, S. S., Eskicioglu, C., Nathens, A. B., Fenech, D. S., Laflamme, C., McLean et al. (2009). Evidence-based guidelines for prevention of perioperative hypothermia. *Journal of American college of Surgeons*, 209(4), 492-503.
- Galvão, C. M., Marck, P. B., Sawada, N. O. & Clark, A. M. (2009). A systematic review of the effectiveness of cutaneous warming systems to prevent hypothermia. *Journal of Clinical Nursing*, 18, 627-636.
- Good, K. K., Verble, J. A., Secrest, J. & Norwood, B. R. (2006). Postoperative hypothermia: The chilling consequences. *AORN Journal*, 83(5), 1055-1066.
- Guyton, A. C. & Hall, J. E. (2006). Body temperature, temperature regulation, and fever. In A. C. Guyton & J. E. Hall (Eds), *Text book of medical physiology*. (11th ed., pp. 889-901). Philadelphia PA: Elsevier Saunders.
- Hooper, V.D. & Andrews, J.O. (2006). Accuracy of noninvasive core temperature measurement in acutely ill adults: The state of the science. *Biological research for nursing*, 8 (1), 24-34.
- Hooper, V. D., Chard, R., Clifford, T., Fetzer, S., Fossum, S., Godden, B., et al. (2009). ASPAN's Evidence-based clinical practice guideline for the promotion of perioperative normothermia. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 24(5), 271-287.
- Insler, S. R., O'Connor, M.S., Leventhal, M. J., Nelson, D. R. & Starr, N. J. (2000). Association between postoperative hypothermia and adverse outcome after coronary artery bypass surgery. *The Annals of Thoracic Surgery*, 70, 175- 81.

- Insler, S.R. & Sessler, D.I. (2006). Perioperative thermoregulation and temperature monitoring. *Anesthesiology Clinics*, 24, 823-837.
- Insler, S.R., Bakri, M. H., Nageeb, F., Mascha, E., Mihaljevic, T. & Sessler, D. I. (2008). An evaluation of a full access underbody forced-air warming system during near-normothermic, on-pump cardiac surgery. *Anesthesia & Analgesia*, 106, 746-50.
- Jeong S-M., Hahm, K-D., Jeong, Y-B., Yang, H-S. & Choi, I-C. (2008). Warming of intravenous fluids prevents hypothermia during off-pump coronary artery bypass graft surgery. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 22 (1), 67-70.
- Jin, F. & Chung, F. (2001). Minimizing perioperative adverse events in the elderly. *British Journal of Anaesthesia*, 87 (4), 608-24.
- Karhunen, J. P., Sihvo, E. I. T., Suojaranta-Ylinen, R. T., Rämö, O. J. & Salminen, U.S. (2006). Predictive factors of hemodynamic collapse after coronary artery bypass grafting: A case-control study. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 20(2), 143-148.
- Kiekkas, P., Pouloupoulou, M., Papahatzi, A. & Souleles, P. (2005). Effects of hypothermia and shivering on standard PACU monitoring of patients. *AANA Journal*, 73(1), 47-53.
- Kimberger, O., Held, C., Stadelmann, K., Mayer, N., Hunkeler, C., Sessler, D. I. & Kurz, A. (2008). Resistive polymer versus forced-air warming: Comparable heat transfer and core rewarming rates in volunteers. *Anesthesia & Analgesia*, 107(5), 1621-6.
- Kiya, T., Yamakage, M., Hayase, T., Satoh, J.-I. & Namiki, A. (2007). The Usefulness of an earphone-type infrared tympanic thermometer for intraoperative core temperature monitoring. *Anesthesia & Analgesia*, 105(6), 1688-92.
- Kumar, S., Wong, P.F., Melling, A. C. & Leaper, D. J. (2005). Effects of perioperative hypothermia and warming in surgical practice. *International Wound Journal*, 2, 193-204.
- Kunert, M. P. (2009). Alterations in temperature regulation. In C. M. Porth & G. Matfin (Eds), *Pathophysiology: Concepts of altered health states*. (8th ed., pp. 214-230). PhiladelphiaPA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Kurz, A. (2001). Prevention and treatment of perioperative hypothermia: Focus on perioperative hypothermia. *Current Anaesthesia & Critical Care* 12, 96-102.

- Kurz, A. (2008a). Physiology of Thermoregulation. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 22 (4), 627–644.
- Kurz, A. (2008b). Thermal care in the perioperative period. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 22(1), 39–62.
- Lawson, L., Bridges, E.J., Ballou, I., Eraker, R., Greco, S., Shively, J., et al. (2007). Accuracy and precision of noninvasive temperature measurement in adult intensive care unit. *American Journal of Critical Care*. 16 (5), 485-496.
- Lazar, H. L., McDonnell, M., Chipkin, S. R., Furnary, A. P., Engelman, R. M., Sadhu, A. R. et al. (2009). The society of thoracic surgeons practice guideline series: blood glucose management during adult cardiac surgery. *The Annals of Thoracic Surgery*, 87, 663-669.
- Leslie, K. & Sessler, D. I. (2003). Perioperative hypothermia in the high-risk surgical patient. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 17 (4), 485-498.
- Maganti, M. D., Rao, V., Borger, M. A., Ivanov, J. & David, T. E. (2005). Predictors of low cardiac output syndrome after isolated aortic valve surgery. *Circulation*, 112 [suppl I], I-448–I-452.
- Martin, C.G. & Turkelson, S. L. (2006). Nursing care of the patient undergoing coronary artery bypass grafting. *Journal of Cardiovascular Nursing*, 21(2), 109-117.
- McArthur, A. (2009). Inadvertent perioperative hypothermia. *Evidence Summaries - Joanna Briggs Institute*, [insert pages]. Retrieved July 20, 2009, from <http://proquest.umi.com>.
- Mitchell, J. C. & D'Angelo, M. (2008). Implications of hypothermia in procedural areas. *Journal of Radiology Nursing*, 27 (2), 70-73.
- Munro, N. (2005). Cardiac surgery. In P. G. Morton, D. K. Fontaine, C. M. Hudak & B. M. Gallo (Eds), *Critical care nursing: a holistic approach*. (8th ed., pp. 448-473). Philadelphia PA : Lippincott Williams & Wilkins.
- Nemec, L. D. & Dilucente, M. R. (2000). The effects of hypothermia on coronary artery bypass graft surgery. *Critical Care Nursing Quarterly*. 23(1), 72-80.
- Noble, K. A. (2006). Chill Can Kill. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 21(3), 204-207.

- Nussmeier, N. A. (2005). Management of temperature during and after cardiac surgery. *Texas Heart Institute Journal*, 32(4), 472-6.
- Ohtsuka, N., Yamakage, M., Chen, X., Kamada, Y. & Namiki, A. (2002). Evaluation of four techniques of warming intravenous fluids. *Journal of Anesthesia*, 16, 145-149.
- Oliva, A. P. V. & Monteiro da Cruz, D. A. L. M. (2003). Decreased cardiac output: Validation with postoperative heart surgery patients. *Dimensions of Critical Care Nursing*, 22(1), 39-44.
- Pezzella, T., Ferrais, V. A. & Lancey, R. A. (2004). Care of the adult cardiac surgery patient: Part II. *Current problem in surgery*, 41(6), 526-574.
- Pikus, E. & Hooper, V.D. (2010). Postoperative rewarming: Are there alternatives to warm hospital blankets. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 25, (1), 11-23.
- Polderman, K. H. (2009). Mechanisms of action, physiological effects, and complications of Hypothermia. *Critical Care Medicine*, 37[Suppl.]:S186-S202.
- Polderman, K. H. & Herold, I. (2009). Therapeutic hypothermia and controlled normothermia in the intensive care unit: Practical considerations, side effects, and cooling methods. *Critical Care Medicine*, 37 (3), 1101-1120.
- Polit, D. F. & Beck, C. T. (2008) Translating research evidence into nursing practice: Evidence-based nursing. *Nursing Research: Generating and Assessing Evidence for Nursing Practice*. (pp. 28-54). Philadelphia PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Putzu, M., Casati, A. Berti, M., Pagliarini, G. & Fanelli, G. (2007). Clinical complications, monitoring and management of perioperative mild hypothermia: anesthesiological features. *Acta Biomed*. 78, 163-169.
- Rajagopalan, S., Mascha, E., Na, J., & Sessler, D. I. (2008). The effects of mild perioperative hypothermia on blood loss and transfusion requirement. *Anesthesiology*, 108, 71-7.
- Resnick, B. (2005). The critically ill older patient. In P. G. Morton, D. Fontaine, C. M. Hudak & B. M. Gallo (Eds.), *Critical care nursing: a holistic approach*. (8th ed., pp. 150-174). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Reynolds, L., Beckmann, J. & Kurz, A. (2008). Perioperative complications of hypothermia. *Best practice & research clinical Anaesthesiology*, 22(4), 645-657.

- Richards, N. M. (2007). Outcomes in Special Populations Undergoing Cardiac Surgery: Octogenarians, Women, and Adults with Congenital Heart Disease. *Critical Care Nursing Clinics of North America*, 19, 467–485.
- Rogovin, C. (2005). The post anesthesia patient. In P. G. Morton, D. K. Fontaine, C.M. Hudak & B. M. Gallo (Eds), *Critical care nursing: a holistic approach*. (8th ed., pp. 175-188). Philadelphia PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Rosborough, D. (2006). Cardiac surgery in elderly patients: Strategies to optimize outcomes. *Journal of Critical Care Nurse*, 26(5), 24-26, 28-31.
- Schey, B. M., Williams, D. Y. & Bucknall, T. (2009). Skin temperature as a noninvasive marker of haemodynamic and perfusion status in adult cardiac surgical patients: An observational study. *Intensive and Critical Care Nursing*, 25, 31-37.
- Sessler, D.I. (2008). Temperature monitoring and perioperative thermoregulation. *Anesthesiology*, 109(2), 318-38.
- Shann, K. G., Likosky, D. S., Murkin, J. M., Baker, R. A., Baribeau, Y. R., DeFoe, G. et al. (2006). An evidence-based review of the practice of cardiopulmonary bypass in adults: A focus on neurologic injury, glycemic control, hemodilution, and the inflammatory response. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 132, 283-90.
- Shine, T. S. J., Uchikado, M., Crawford, C. C., & Murray, M. J. (2007). Importance of perioperative blood glucose management in cardiac surgical patients. *The Asian Cardiovascular & Thoracic Annals*, 15(6), 534–8.
- Smeltzer, S. C., Bare, B. G., Hinkle, J. L. & Cheever, K. H. (2008). *Brunner & Suddarth's textbook of medical-surgical nursing Vol. 1* (11th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Smith, J.J., Bland, S. A., Mullett, S. (2005). Temperature – The forgotten vital sign. *Accident and Emergency Nursing*, 13 (4), 247-250.
- St. André, A. C. & Del Rossi, A. (2005) Hemodynamic management of patients in the first 24 hours after cardiac surgery. *Critical Care Medicine*, 33(9), 2082-2093.
- Stanhope, N. (2006). Temperature measurement in the phase I PACU. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 21(1), 27-36.

- Steiner, M.E., Despotis, G.J. (2007). Transfusion algorithms and how they apply to blood conservation: The high-risk cardiac surgical patient. *Hematology/Oncology Clinics of North America*, 21, 177-184.
- Taguchi, A., Ratnaraj, J., Kabon, B., Sharma, N., Lenhardt, R., Sessler, D.I., & Kurz, A. (2004). Effects of a circulating-water garment and forced-air warming on body heat content and core temperature. *Anesthesiology*, 100 (5), 1058-64.
- The National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE). (2008). *NICE clinical practice guideline: The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults*. Royal College of Nursing, London. Retrieved August 24, 2009, from <http://www.rcn.org.uk>.
- Toraman, F., Evrenkaya, S., Yuce, M., Turek, O., Aksoy, N., Karabulut, H., Demirhisar, O. & Alhan, C. (2004). Highly positive intraoperative fluid balance during cardiac surgery is associated with adverse outcome. *Perfusion*, 19, 85-91.
- Torossian, A. (2008). Thermal management during anaesthesia and thermoregulation standards for the prevention of inadvertent perioperative hypothermia. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 22 (4), 659-668.
- Washington, G. T & Matney, J. L. (2008). Comparison of temperature measurement devices in post anesthesia patients. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 23(1), 36-48.
- Zangrillo, A., Pappalardo, F., Talò, G., Corno, C., Landoni, G., Scandroglio, A-M., et al. (2006). Temperature management during off-pump coronary artery bypass graft surgery: A randomized clinical trial on the efficacy of a circulating water system versus a forced-air system. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 20(6), 788-792.
- Zamanian, R. T., Haddad, F., Doyle, R. L. & Weinacker, A. B. (2007). Management strategies for patients with pulmonary hypertension in the intensive care unit. *Critical Care Medicine*, 35(9), 2037-2050.

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ - สกุล

นางสุปัญญา โพธิ์ปัทมะ

วัน เดือน ปี เกิด

10 ตุลาคม พ.ศ. 2506

สถานที่เกิด

จังหวัดมหาสารคาม ประเทศไทย

วุฒิการศึกษา

มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2528

วิทยาศาสตรบัณฑิต (การพยาบาล)

ประกาศนียบัตรวิชาผดุงครรภ์

วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครทุ่งเพฯ

พ.ศ.2548

Certificate in Critical Care Nursing (Adult)

มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2553

พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต

(การพยาบาลผู้ใหญ่)

ที่อยู่ปัจจุบัน

32/49 หมู่ 3 ถ.เรวดี อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000

โทรศัพท์: 089-815-6431

E-mail: supanya10@yahoo.com

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบันและสถานที่ทำงาน

พยาบาลวิชาชีพชำนาญการ

สถาบันโรคทรวงอก อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000

โทรศัพท์: 02-5899321