

ภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิดและวิสัญญีวิทยา

พลพันธ์ บุญมาก

ภาควิชาวิสัญญีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Unexpected Cardiac Arrest and Anesthesia

Polpun Boonmak

Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002 Thailand

เนื้อหา

1. ความสำคัญและคำจำกัดความของภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิด
2. อุบัติการณ์ของภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิด
3. สาเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิด
4. การป้องกันการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิด
5. การดูแลผู้ป่วยเมื่อเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิด

การวางยาระงับความรู้สึกในปัจจุบันมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก โดยถือว่าเป็นเหตุการณ์ที่มีความปลอดภัยสูง ผู้ป่วยทั่วไปจะมีอัตราการเสียชีวิตที่ต่ำ ซึ่งมีอัตราน้อยกว่าในอดีต ทั้งนี้เกิดจากการวางยาระงับความรู้สึกมีมาตรฐานการดูแลผู้ป่วยที่สูงขึ้น ผู้ป่วยแต่ละรายจะมีการดูแลอย่างใกล้ชิดโดยบุคลากรที่มีความสามารถ มีการเฝ้าระวังโดยอุปกรณ์ทันสมัย มีการเลือกใช้ยาหรือเทคนิคที่มีภาวะแทรกซ้อนต่ำ และเทคนิคการผ่าตัดที่มีการพัฒนาอย่างมาก และเมื่อเกิดภาวะแทรกซ้อนบุคลากรทางวิสัญญีมีสามารถในการดูแลป้องกัน แก้ไขก่อนเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้น^{1,2}

อย่างไรก็ตาม ภาวะหัวใจหยุดเต้นทั้งในขณะผ่าตัดและหลังผ่าตัดก็ยังคงมี แม้ว่าจะมีอุบัติการณ์ลดลงกว่าในอดีต เนื่องจากมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งจากตัวผู้ป่วย อายุ โรคต่างๆ จากเทคนิคทางวิสัญญี จากการผ่าตัดที่ซับซ้อนจากการวางยาระงับความรู้สึกนอกห้องผ่าตัดที่มากขึ้น รวมทั้งจากความผิดพลาดต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น โดยที่สาเหตุเหล่านี้บางอย่างสามารถป้องกันได้ ขณะที่บางอย่างเป็นเรื่องสุดวิสัย ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าหรือป้องกันได้ ดังนั้นบุคลากรทางวิสัญญีทุกคนควรจะต้องมีความรู้ในการดูแลป้องกันและแก้ไขภาวะหัวใจหยุดเต้นได้อย่างเหมาะสม ซึ่งบุคลากรทางวิสัญญีมีศักยภาพในการดูแลภาวะหัวใจหยุดเต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ^{1,3}

โดยทั่วไปภาวะหัวใจหยุดเต้น หมายถึง ภาวะแทรกซ้อนที่ทำให้หัวใจส่งเลือดไปเลี้ยงร่างกายไม่เพียงพอ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการกดหน้าอก โดยอาจร่วมกับ การให้ยา และการช็อกหัวใจด้วยไฟฟ้า^{4,6} ซึ่งเราอาจพบคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้หลากหลายตั้งแต่คลื่นไฟฟ้าหัวใจปกติ ไปจนถึงคลื่นไฟฟ้าแบบ ventricular fibrillation สำหรับภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิดเป็นสถานการณ์ที่ทำให้การดูแลผู้ป่วยลำบาก เนื่องจากไม่สามารถเตรียมการล่วงหน้า จึงขาดแคลนทั้งกำลังคน ยา อุปกรณ์ต่างๆ ทำให้เราจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิดเพื่อให้สามารถดูแลผู้ป่วยได้ในสถานการณ์ที่มีทรัพยากรจำกัด

อุบัติการณ์ของภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิด

สำหรับงานทางด้านวิสัญญีวิทยาเริ่มมีรายงานผู้ป่วยมีภาวะหัวใจหยุดเต้นตั้งแต่ทศวรรษที่ 1940 โดยรายงานในผู้ป่วยที่มีสุขภาพแข็งแรงที่มารับการผ่าตัดเล็ก โดยการใช้ยาดมสลบ chloroform หลังจากนั้นก็มีรายงานการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นอย่างต่อเนื่องที่เกี่ยวข้องกับการวางยาระงับความรู้สึกทุกวิธี ในทุกช่วงของการวางยาระงับความรู้สึกในผู้ป่วยทุกลักษณะ ในเกือบทุกการผ่าตัด แต่โดยทั่วไปอุบัติการณ์ภาวะหัวใจหยุดเต้นในผู้ป่วยที่มารับการวางยาระงับความรู้สึกในอเมริกาเหนือและยุโรปจะอยู่ระหว่าง 0.69 - 4.3 ต่อผู้ป่วย 10,000 ราย ที่มารับบริการ^{5,7,8} โดยอาจต่างกันตามประเทศและสถานที่ที่ศึกษาเนื่องจากมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

เมื่อศึกษาเฉพาะในกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงจะพบอุบัติการณ์เพิ่มขึ้น เช่น การผ่าตัดหัวใจ (127 ต่อผู้ป่วย 10,000 ราย) ผู้ป่วยเด็ก ผู้ป่วยสูงอายุ เป็นต้น แต่เมื่อศึกษาตามวิธีการให้ยาระงับความรู้สึกพบว่า general anesthesia มีอุบัติการณ์ที่ลดลงกว่า 20 ปีที่ผ่านมา ขณะที่ regional anesthesia และ

monitored anesthesia care ยังคงมีอุบัติการณ์ที่ใกล้เคียงกับในอดีต คือ ประมาณ 1.5 และ 0.7 ต่อผู้ป่วย 10,000 ราย ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าภาวะหัวใจหยุดเต้นส่วนใหญ่ที่เกิดไม่ได้มีสาเหตุโดยตรงจากวิสัญญี⁸ ซึ่งภาวะหัวใจหยุดเต้นที่สัมพันธ์กับวิสัญญีโดยตรงในผู้ป่วยทั่วไปพบประมาณ 0.65 - 1 ต่อผู้ป่วย 10,000 ราย^{5, 9} และเมื่อศึกษาเฉพาะในผู้ป่วยเด็กจะมีอุบัติการณ์สูงขึ้น คือ 1.4 - 4.6 ต่อผู้ป่วย 10,000 ราย^{8, 10} สำหรับในประเทศไทยการศึกษาของราชวิทยาลัยวิสัญญีแพทย์แห่งประเทศไทยเกี่ยวกับการเสียชีวิตในระหว่างการวางยาระดับความรู้สึก พบอัตราการตายที่เกี่ยวข้องกับวิสัญญี 1.7 ต่อผู้ป่วย 10,000 ราย¹¹ สำหรับภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิด หลายการศึกษาไม่ได้ระบุชัดเจน แต่มีการศึกษาในผู้ป่วยทั่วไปที่มี ASA physical status ต่ำที่มารับการผ่าตัด ซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำซึ่งถ้าเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นมักเป็นกรณีที่ไม่คาดคิด มีรายงานอุบัติการณ์ประมาณ 0.99 ต่อผู้ป่วย 10,000 ราย³

สาเหตุของภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิด

สมาคมแพทย์โรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกา^{6, 12} ได้แบ่งสาเหตุของภาวะหัวใจหยุดเต้นทั้งในเด็กและผู้ใหญ่เป็น 2 สาเหตุหลัก คือ สาเหตุด้านระบบหัวใจและหลอดเลือดและสาเหตุทางด้านประสาทออกซิเจน เพื่อง่ายต่อการจดจำและดูแลผู้ป่วย ในผู้ใหญ่ที่เกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นมักเกิดจากภาวะหัวใจขาดเลือด ซึ่งสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบ ventricular fibrillation ซึ่งการรักษาหลัก คือ การช็อกหัวใจด้วยไฟฟ้า ส่วนสาเหตุด้านการขาดออกซิเจน เช่น ระบบทางเดินหายใจล้มเหลว ความดันโลหิตตกทำให้เลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายไม่เพียงพอ เป็นต้น โดยมักพบในเด็กผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บ ผู้ป่วยได้รับยาเกินขนาด ผู้ป่วยจมน้ำ ส่งผลให้ระบบหายใจล้มเหลวหรือมีเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายไม่เพียงพอทำให้อวัยวะต่างๆ ของร่างกายขาดออกซิเจน

สำหรับงานด้านวิสัญญีวิทยาได้มีการศึกษาสาเหตุของภาวะหัวใจหยุดเต้นที่พบในระหว่างหรือหลังการวางยาระดับความรู้สึก ในอดีตสาเหตุส่วนใหญ่ความดันโลหิตตกโดยเฉพาะจากยาสลบที่ใช้หรือการสูญเสียเลือด และภาวะขาดออกซิเจนเป็นหลัก ซึ่งพบมากขึ้นในผู้สูงอายุ ผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรง ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเทคนิค ยาชนิดต่างๆ และการจัดตั้งห้องพักฟื้น การดูแลผู้ป่วยอย่างใกล้ชิดที่นานขึ้น

จากการศึกษาในปัจจุบันพบว่าสาเหตุหลักของภาวะหัวใจหยุดเต้น^{8, 10, 13-17} คือ ความดันโลหิตตกโดยเฉพาะจากการพร่องเลือดและสารน้ำจากการเสียเลือดมากเป็นสาเหตุหลักทั้งในช่วงก่อนผ่าตัด ขณะผ่าตัด และช่วงหลังผ่าตัด โดย

ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจนเลี้ยงส่วนต่างๆ และมีอุณหภูมิร่างกายต่ำ ขาดสมดุลเกลือแร่ สาเหตุหลักอีกอย่าง คือ ภาวะขาดออกซิเจนในระหว่างและหลังการวางยาระดับความรู้สึกซึ่งสาเหตุที่พบบ่อย ได้แก่ การใส่ท่อช่วยหายใจไม่สำเร็จ การช่วยหายใจไม่ได้ การใส่ท่อช่วยหายใจลงกระเพาะอาหาร ท่อช่วยหายใจหลุด สำลักเศษอาหาร laryngospasm, bronchospasm ผู้ป่วยหายใจไม่เพียงพอหรือผู้ป่วยหยุดหายใจหลังผ่าตัด อุปกรณ์ให้ออกซิเจนทำงานผิดปกติ นอกจากนี้เกิดจากสภาพร่างกายของผู้ป่วยไม่ดีก่อนผ่าตัด มีความรุนแรงของโรคมาก เช่น ผู้ป่วยโรคหัวใจที่มีหัวใจเต้นผิดปกติ หัวใจขาดเลือด การเกิด pulmonary embolism และหัวใจล้มเหลว เป็นต้น และยังมีสาเหตุอื่นๆ อีก เช่น การควบคุมความดันโลหิตไม่ได้ทั้งสูงและต่ำ จากยาต่างๆ ส่วนจากผลการศึกษาของราชวิทยาลัยวิสัญญีแพทย์แห่งประเทศไทย พบว่า สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการเสียเลือดมาก โดยมีสาเหตุอื่นๆ เช่น การขาดออกซิเจน หัวใจล้มเหลว เป็นต้น และสาเหตุที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ได้พบได้และรายงานผลน้อย คือ ความผิดปกติจากบุคลากร โดยมีอุบัติการณ์แตกต่างกันขึ้นกับการรายงาน โดยบางการศึกษาอาจพบมากถึงร้อยละ 70 ซึ่งอาจเป็นจากการประมาท ละเลย ไม่รอบคอบ รู้เท่าไม่ถึงการณ์

ในผู้ป่วยเด็กพบว่าสาเหตุที่พบบ่อยคล้ายกับผู้ใหญ่ คือ การพร่องเลือดและสารน้ำ พบร้อยละ 41 แล้วตามมาด้วยระบบหายใจล้มเหลวพบร้อยละ 27¹⁸ (ซึ่งในบางการศึกษาพบมากกว่าการพร่องเลือด¹⁹)

ลักษณะคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่พบบ่อยเมื่อเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้น คือ คลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบ bradycardia (ร้อยละ 23) แล้วนำไปสู่คลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบ asystole (ร้อยละ 22) ส่วนคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบ ventricular fibrillation พบประมาณร้อยละ 14 (ร้อยละ 4.3)^{3, 20}

สาเหตุของภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิด การวางยาระดับความรู้สึกทุกขั้นตอนมีโอกาสที่จะเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นได้ทั้งนั้น อาจตั้งแต่การนำสลบ การฉีดยาเฉพาะที่ การทำ regional anesthesia การวางยาสลบ การปล่อยที่รัด tourniquet การใส่ท่อช่วยหายใจ การแทงหลอดเลือดดำใหญ่ ซึ่งแม้ว่าในปัจจุบันยาที่ใช้ในทางวิสัญญีล้วนแต่เป็นยาที่มีความปลอดภัยมากกว่าในอดีต แต่อย่างไรก็ตามยาทุกตัวที่ปลอดภัยล้วนแต่มีรายงานการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นทั้งนั้น ซึ่งทั้งนี้อาจไม่ได้เป็นภาวะแทรกซ้อนจากยา แต่อาจเกิดหลายปัจจัย ลักษณะผู้ป่วยทั้งที่ทราบและไม่ทราบมาก่อน เทคนิคการใช้ยา การผ่าตัด ดังนั้นการวางยาระดับความรู้สึกผู้ป่วยทุกรายจึงมีโอกาสที่จะเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิดโดยมีสาเหตุที่หลากหลาย

ภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิดกับการฉีดยาชาเข้าไขสันหลัง

อุบัติการณ์ของภาวะหัวใจหยุดเต้นกับการใช้ยาชาเฉพาะที่พบ 1.8 ต่อผู้ป่วย 10,000 ราย ขณะที่อุบัติการณ์ของภาวะหัวใจหยุดเต้นในการฉีดยาชาเข้าไขสันหลังพบสูงกว่าคือ 2.9 - 3.5 ต่อผู้ป่วย 10,000 ราย²¹⁻²³ มักพบในผู้ป่วยที่มี ASA physical status ต่ำ และมักพบแบบไม่คาดคิดซึ่งเกิดจากสาเหตุของระบบหายใจล้มเหลวทำให้ขาดออกซิเจนถึงร้อยละ 50²⁴ เช่น total spinal block เป็นต้น นอกจากนี้ยังเกิดจากภาวะ bradycardia²⁵ ที่เกิดจาก high spinal block หรือจาก Bezold Jarisch Reflex หรืออาจเกิดภาวะยาชาเป็นพิษ

ภาวะหัวใจหยุดเต้นจะสัมพันธ์กับการเกิดความดันโลหิตตกและหัวใจเต้นช้าต่ำกว่า 60 ครั้งต่อนาที ซึ่งความดันโลหิตตกพบประมาณร้อยละ 36.8 โดยพบมากขึ้นในผู้ป่วยสูงอายุ การผ่าตัดคลอด การให้สารน้ำก่อนฉีดยาชา น้อยกว่า 500 มล. ระดับการชาสูงกว่า T4 BMI มากกว่า 30^{26, 27} ส่วนหัวใจเต้นช้าต่ำกว่า 60 ครั้งต่อนาที พบร้อยละ 4.9 - 10.2 ถ้าต่ำกว่า 40 ครั้งต่อนาที พบร้อยละ 0.7 โดยพบมากขึ้นเมื่อระดับการชาสูงกว่า T4 เพศชาย อัตราการเต้นของหัวใจต่ำ ภาวะ first degree AV block ส่วนอายุนั้น บางการศึกษาพบว่าอายุน้อยเป็นปัจจัยเสี่ยง²⁶ บางการศึกษาพบว่า อายุมากเป็นปัจจัยเสี่ยง²⁷

นอกจากนี้ยังสัมพันธ์กับการดูแลรักษาภาวะแทรกซ้อนไม่เหมาะสมหรือช้าเกินไป การละลายผลของยาอื่นๆ ที่ใช้ร่วมกับการฉีดยาชาเข้าไขสันหลัง^{28, 29} ผู้ป่วยที่ได้รับยานอนหลับอื่นร่วมด้วย³ ภาวะฉุกเฉิน และการใช้ยา tetracaine

ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้น

เป็นที่ทราบดีว่าผู้ป่วยทุกรายที่มารับการวางยาระงับความรู้สึกมีโอกาสที่เกิดภาวะหัวใจหยุดเต้น ดังนั้นมาตรฐานการดูแลผู้ป่วยจึงต้องสูงและมีการเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิดโดยใช้บุคลากรทางวิสัญญีและอุปกรณ์ช่วยเฝ้าระวัง แต่อย่างไรก็ตาม ในผู้ป่วยบางรายพบว่ามีความเสี่ยงมากกว่าปกติ ซึ่งนิยมประเมินผู้ป่วยตาม ASA physical status นอกจากนี้ยังมีการศึกษาหลายการศึกษาที่พยายามระบุปัจจัยเสี่ยงเพื่อนำไปสู่การวางแผนในการป้องกันภาวะหัวใจหยุดเต้น^{17, 30-31} เช่น

1. ความรุนแรงของโรคสูง หรือ ASA physical status มากกว่า III
2. อายุน้อยหรือมาก เช่น เด็กแรกเกิด ทารก ผู้สูงอายุ โดยเฉพาะมากกว่า 84 ปี
3. โรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจแต่กำเนิด morbid obese การติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจส่วนบนในเด็ก

4. ภาวะฉุกเฉิน
5. พบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง
6. นอกช่วงเวลาทำงานปกติ
7. สตรีตั้งครรภ์ โดยเฉพาะได้รับการวางยาระงับความรู้สึกแบบทั่วไป
8. การให้บริการวิสัญญีโดยไม่ได้เป็นบุคลากรทางวิสัญญี
9. อื่นๆ เช่น Hematocrit น้อยกว่า ร้อยละ 30 มีประวัติ malignant hyperthermia ได้รับยา MAOI

การป้องกันการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้น

การป้องกันการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นได้บรรจุไว้ในมาตรฐานการวางยาระงับความรู้สึก การที่มีบุคลากรที่มีความสามารถที่ให้การดูแลตามมาตรฐาน และการมีอุปกรณ์เฝ้าระวังที่เหมาะสม ก็จะสามารถช่วยลดอุบัติการณ์ในส่วนของวิสัญญีได้ นอกจากนี้ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิสัญญียังสามารถป้องกันได้โดยการลดความเสี่ยงของผู้ป่วย การเลือกยาที่มีประสิทธิภาพ

การที่มีบุคลากรที่มีความสามารถที่ให้การดูแลตามมาตรฐาน บุคลากรควรมีความรู้ ความเข้าใจในมาตรฐานการประเมินผู้ป่วยทั้งการซักประวัติ ตรวจร่างกาย และตรวจทางห้องปฏิบัติการตามความจำเป็น³² เนื่องจากภาวะหัวใจหยุดเต้นบางครั้งเกิดจากการไม่ประเมินหรือประเมินผู้ป่วยไม่ดีทำให้ไม่ทราบโรคที่ผู้ป่วยเป็น ยาที่แพ้ร่างกายที่มีความผิดปกติ นอกจากนี้บุคลากรควรปฏิบัติตามมาตรฐานการดูแลการวางยาระงับความรู้สึกทั้งแบบ general anesthesia และ regional anesthesia รวมทั้งการ monitored anesthesia care³³ ซึ่งจะช่วยให้มีความปลอดภัยมากขึ้น

บุคลากรควรตระหนักเมื่อดูแลผู้ป่วยกลุ่มที่มีความเสี่ยง เช่น เด็กแรกเกิด ผู้สูงอายุ ผู้ที่มีโรคประจำตัว เป็นต้น โดยต้องมีความใส่ใจ ไม่ละเลย ต่อภาวะต่างๆ ที่เกิดขึ้น และมีความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการดูแลภาวะต่างๆ ที่อาจนำไปสู่ภาวะหัวใจหยุดเต้น เช่น การเสียเลือด การใส่ท่อช่วยหายใจไม่ได้ เป็นต้น โดยต้องมีการตัดสินใจที่เหมาะสม เช่น การที่มีความดันโลหิตตกหรือหัวใจเต้นช้าจาก spinal block ควรให้การรักษาทันที เป็นต้น บางการศึกษาพบว่าการมีวิสัญญีแพทย์หรือวิสัญญีแพทย์เฉพาะทางจะช่วยให้เกิดอุบัติการณ์น้อยลงและทำให้ผู้ป่วยมีอัตราการรอดชีวิตสูงขึ้น³⁴ นอกจากนี้ความรู้ที่ทันยุคจะช่วยลดอุบัติการณ์ลง เช่น การใช้ goal directed therapy เป็นต้น

ความรู้และทักษะของการทำ BLS (basic life support), ACLS (advanced cardiac life support), PALS (pediatric advanced

life support)^{6, 12, 17} จะช่วยป้องกันอุบัติเหตุการล้ม และช่วยลดการเสียชีวิตลงได้จากการดูแลที่เหมาะสม โดยทั่วไปพบว่าภายหลังการฝึกอบรม ความรู้จะค่อยๆ ลดลง ซึ่งจำเป็นต้องทบทวนอยู่เป็นระยะๆ ในบางการศึกษาความรู้จะอยู่เพียง 6-12 เดือน³⁵

การมีอุปกรณ์เฝ้าระวังที่เหมาะสม การมีอุปกรณ์การเฝ้าระวังที่เหมาะสม จะช่วยให้สามารถวินิจฉัยปัญหาได้เร็วขึ้น ซึ่งจะลดผลแทรกซ้อนลงได้ โดยพบว่า การใช้เครื่อง pulse oximeter สามารถช่วยป้องกันอุบัติเหตุการล้มโดยเฉพาะกรณีที่เกิดจากภาวะขาดออกซิเจน³⁶ ส่วนเครื่อง capnogram ก็สามารถช่วยป้องกันอุบัติเหตุการล้มในกรณีที่เกิดจากภาวะขาดออกซิเจน และการผ่าตัดดมยาสลบ^{34, 36} ส่วนเครื่องวัด bispectral index ก็สามารถช่วยลดการให้ยาสลบเกินความจำเป็น

การลดความเสี่ยงของผู้ป่วย การใช้ยาในกลุ่ม beta blocker ในรายที่มีข้อบ่งชี้ในการใช้สามารถลดภาวะแทรกซ้อนทางระบบไหลเวียนโลหิต รวมทั้งลดอัตราการเสียชีวิตในระยะยาว³⁷ หรือ การผ่าตัดเมื่อผู้ป่วยมีความพร้อมที่สุด เป็นต้น

การเลือกใช้ยาที่มีประสิทธิภาพ ยาที่ใช้ในทางวิสัญญีทุกวันนี้นั้นเกือบทั้งหมดถือว่าเป็นยาที่มีความปลอดภัยสูง เมื่อมีข้อบ่งชี้ชัดเจน และมีผลการดูแลขณะใช้ยาอย่างใกล้ชิด แต่ปัญหาที่พบ คือ การไม่ระมัดระวังการใช้ การให้ยาผิดขนาด ผิดคน ผิดยา ซึ่งต้องมี การป้องกันอย่างรอบคอบ

ระบบงานและสิ่งแวดล้อมที่ดี ระบบงานที่ดีมีการประเมินผู้ป่วยก่อนผ่าตัด มีการทำงานเป็นทีมแบบสหสาขาที่สอดคล้องกัน รวมทั้งการมีห้องพักฟื้นที่ดูแลผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด ล้วนแต่ช่วยให้เกิดอุบัติการณ์ลดน้อยลง สภาพแวดล้อมในที่ทำงานที่ดี มีการทำงานเป็นทีม สามัคคี มีความพึงพอใจต่องานสูง จะช่วยให้ประสิทธิภาพของบุคลากรดีขึ้นส่งผลลดการเกิดภาวะแทรกซ้อน รวมทั้งการกำหนดระยะเวลาทำงานที่เหมาะสม ไม่ทำให้เกิดความเหนื่อยล้าเกินไป³⁸ ซึ่งความเหนื่อยล้ามักนำไปสู่ความผิดพลาดของเจ้าหน้าที่บางการศึกษาพบว่าความผิดพลาดเป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญของการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้น⁹

นอกจากนี้การจัดการที่ช่วยลดภาวะหัวใจหยุดเต้น เช่น การดูแลผู้ป่วยที่ต้องให้าระงับความรู้สึกโดยวิสัญญี การจัดการความพร้อมของสถานที่ในการรับอุบัติเหตุ การจัดจำนวนบุคลากรให้เหมาะสมโดยเฉพาะกรณีที่มีภาวะฉุกเฉิน³⁹ เป็นต้น โดยที่หลายการศึกษาพบว่าช่วงนอกเวลาทำงานปกติเป็นช่วงที่มีความเสี่ยงต่อภาวะหัวใจหยุดเต้น³⁸ และผู้ป่วยจะมีโอกาสรอดชีวิตน้อยลงในช่วงดังกล่าว

การดูแลผู้ป่วย เมื่อเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ไม่คาดคิด^{3, 6, 17, 40}

1. **ป้องกันโดยดูแลผู้ป่วยอย่างรอบคอบ** ใส่ใจต่อสัญญาณเตือนต่างๆ คลื่นไฟฟ้าหัวใจหายไป การวัดความดันโลหิตไม่ได้ คลื่นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่หายไป คลื่นของเครื่องวัดความอิ่มตัวของออกซิเจนที่หายไป ฝ้าดูผู้ป่วยตลอด ดูเลือดสีที่คล้ำลง เขียว หมดสติ อาการคลื่นไส้อาเจียน หายใจไม่อิ่ม เหตุการณ์เหล่านี้อาจนำมาซึ่งภาวะหัวใจหยุดเต้นได้

2. **วินิจฉัยภาวะหัวใจหยุดเต้น** การวินิจฉัยภาวะหัวใจหยุดเต้นทำโดยการคลำชีพจรที่ carotid artery, femoral artery หรือ brachial artery (ในเด็ก) หรือ มีความดันโลหิตต่ำเกินกว่าจะมีเลือดไปเลี้ยงสมองเพียงพอ ซึ่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจอาจเป็นลักษณะใดก็ได้ อาจเป็น ventricular fibrillation, asystole, bradycardia, tachycardia หรือ normal sinus rhythm ก็ได้ ความผิดพลาดที่อาจพบ คือ ในผู้ใหญ่เมื่อมีภาวะ pulseless electrical activity (PEA) หรือในเด็กที่มีหัวใจเต้นช้ากว่า 60 ครั้งต่อนาทีและมีเลือดไปเลี้ยงร่างกายไม่พอแล้วไม่ทำการกดหน้าอกทำให้ดูแลผู้ป่วยได้ล่าช้า

3. **ตั้งสติ** ใจเย็น ทบทวนสิ่งที่เกิดขึ้น ทบทวนความรู้ และทักษะที่มี เพื่อดูแลผู้ป่วยให้ดีที่สุด การที่หาสาเหตุได้เร็ว จะช่วยให้ดูแลผู้ป่วยได้ดีขึ้น

4. **แจ้งเพื่อนร่วมงาน** เพื่อให้ทราบโดยทั่วกัน ทั้งแพทย์เจ้าของไข้หรือศัลยแพทย์ ทีมพยาบาลส่งเครื่องมือ และเจ้าหน้าที่อื่นๆ เกี่ยวข้อง เพื่อให้ทราบสถานการณ์ที่เกิดขึ้น และขอความช่วยเหลือที่ต้องการ เช่น อาจหยุดผ่าตัด หรืออาจให้ช่วยหยุดการเสียเลือด เป็นต้น

5. **ปิดยาสลบและยาทุกชนิดที่ไม่จำเป็น** โดยเฉพาะยาที่อาจกระตุ้นให้ผู้ป่วยแย่งลง

6. **ประเมินทางเดินหายใจ** เปิดทางเดินหายใจและช่วยหายใจ โดยให้ออกซิเจน 100 เปอร์เซ็นต์แก่ผู้ป่วยทุกราย และช่วยหายใจผ่านทางหน้ากาก หรือท่อช่วยหายใจ ส่วนกรณีใส่ท่อช่วยหายใจแล้วควรตรวจสอบตำแหน่งว่าเหมาะสมหรือไม่โดยการดู ฟังหรือใช้อุปกรณ์ช่วย ในกรณีที่ไม่สามารถช่วยหายใจหรือใส่ท่อช่วยหายใจได้อาจพิจารณาใช้อุปกรณ์อื่นๆ ช่วย เช่น LMA, cricothyroidotomy เป็นต้น

7. **การช่วยหายใจ** ในผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจหยุดเต้น ปริมาณลมจะลดลงจากปกติคือ 6-7 มล. ต่อ กก. หรือช่วยหายใจจนหน้าอกขยาย เนื่องจากปริมาณเลือดไปยังหัวใจมีน้อยกว่าผู้ป่วยปกติ และช่วยหายใจแค่ 8-10 ครั้งต่อนาที การช่วยหายใจมากเกินไปทำให้ปริมาณเลือดกลับสู่หัวใจน้อยลง

8. การกดหน้าอกควรทำทันทีเมื่อไม่มีชีพจรในอัตรา 100 ครั้ง ต่อนาที โดยควรกดลึก 1.5-2 นิ้วในผู้ใหญ่ กรณีที่ไม่ได้ใส่ท่อช่วยหายใจควรกดในอัตรา 30 ต่อ 2 ยกเว้นในเด็กที่มีบุคลการทางการแพทย์ 2 คนจะใช้อัตรา 15 ต่อ 2 ส่วนกรณีที่ใส่ท่อช่วยหายใจแล้วควรทำการกดหน้าอกและช่วยหายใจโดยไม่สัมพันธ์กัน หลักการสำคัญคือความลึกทำให้ประสิทธิภาพของการกดหน้าอกลดลง ดังนั้นต้องเปลี่ยนคนใหม่มากดหน้าอกทุก 2 นาที

9. อ่านคลื่นไฟฟ้าหัวใจว่าสามารถรักษาโดยการช็อกด้วยไฟฟ้าได้หรือไม่ซึ่งทำให้สามารถแยกได้ว่าควรใช้แนวทางใดระหว่างแนวทาง ventricular fibrillation/pulseless ventricular tachycardia หรือแนวทาง asystole/PEA กรณีที่เป็น ventricular fibrillation และ pulseless ventricular tachycardia พิจารณาช็อกด้วยไฟฟ้าให้เร็วที่สุดหนึ่งครั้ง ด้วยกำลัง 120-200 จูล (biphasic) หรือ 360 จูล (monophasic)

10. หยุดกดหน้าอกให้น้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เนื่องจากจะลดปริมาณเลือดไปเลี้ยงร่างกาย โดยอาจหยุดกดชั่วคราวกรณีที่คล่าชีพจร (เมื่อไม่มีเครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ หรือคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นชนิดที่น่าจะมีชีพจร) สอดท่อช่วยหายใจเข้าหลอดคอ เคลื่อนย้ายผู้ป่วยและช็อกหัวใจด้วยไฟฟ้า

11. ผู้ป่วยที่มีภาวะ asystole/PEA ต้องพยายามหาสาเหตุของภาวะหัวใจหยุดเต้นที่แก้ไขได้และเป็นไปได้มากที่สุดแล้วแก้ไข ซึ่งสาเหตุที่เป็นไปได้ อาจจำได้ง่ายๆ คือ 6H 6T ได้แก่

11.1 6H

- 11.1.1 hypoxia
- 11.1.2 hypovolemia
- 11.1.3 hypothermia
- 11.1.4 hypoglycemia
- 11.1.5 hypo/hyperkalemia

11.2 6T

- 11.2.1 tension pneumothorax
- 11.2.2 cardiac tamponade
- 11.2.3 thrombosis myocardial ischemia
- 11.2.4 thrombosis pulmonary embolism
- 11.2.5 trauma (hypoxia, hypovolemia, severe brain injury)

12. ให้ยารักษาตามข้อบ่งชี้ โดยไม่ใช้ยามากหรือน้อยเกินไป ซึ่งจะทำให้เกิดผลเสีย

12.1 กลุ่ม vasopressor

12.1.1 epinephrine ใช้สำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจหยุดเต้นทั้ง 2 กรณี ขนาดยา 1 มก.ทางหลอดเลือดดำหรือ intraosseous ทุก 3-5 นาที (class IIb) และทาง

ท่อช่วยหายใจ 2-2.5 มก. ยาขนาดสูงใช้กรณีได้รับยา beta blocker และ Ca channel blocker เกินขนาด

12.1.2 vasopressin ใช้สำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจหยุดเต้นทั้ง 2 กรณี ขนาดยา 40 ยูนิต ทางหลอดเลือดดำหรือ intraosseous ครั้งเดียว

12.1.3 atropine ใช้สำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะ slow PEA หรือ asystole ขนาดยา 1 มก.ทางหลอดเลือดดำหรือ intraosseous ทุก 3-5 นาที รวมไม่เกิน 3 มก. (ขนาดยา 0.5 มก. ใช้สำหรับภาวะ bradycardia)

12.2 กลุ่ม antiarrhythmic

12.2.1 amiodarone ใช้สำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะ VF/pulseless VT (class IIb) ที่ล้มเหลวจากการช็อกด้วยไฟฟ้าหรือ epinephrine, vasopressin ขนาดยา 300 มก.ทางหลอดเลือดดำหรือ intraosseous อาจให้ซ้ำได้อีก 150 มก.

12.2.2 lidocaine ใช้สำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะ VF/pulseless VT (class indeterminate) ที่ล้มเหลวจากการช็อกด้วยไฟฟ้าหรือ epinephrine, vasopressin ขนาดยา 1-1.5 มก.ต่อกก. ทางหลอดเลือดดำหรือ intraosseous สามารถให้ซ้ำได้ 0.5-0.75 มก.ต่อกก.ทุก 5-10 นาทีอีก 2 ครั้ง รวมไม่เกิน 3 มก.ต่อกก.

12.2.3 magnesium sulfate ใช้สำหรับผู้ป่วยที่มีคลื่นไฟฟ้าหัวใจ Torsades de Pointes (irregular/polymorphic VT with QT prolong) ขนาดยา 1-2 ก. ทางหลอดเลือดดำในเวลา 5-20 นาทีกรณีที่ไม่ชีพจร และ 1-2 ก. ทางหลอดเลือดดำในเวลา 5-60 นาทีกรณีที่มีชีพจร

12.3 ยากลุ่มอื่นๆ

12.3.1 NaHCO₃ ควรให้เมื่อภาวะหัวใจหยุดเต้นสัมพันธ์กับ metabolic acidosis, hyperkalemia, tricyclic antidepressant หรือช่วยกู้ชีพมานาน ส่วนในภาวะ respiratory acidosis มี hypercarbia ที่ไม่ได้ใส่ท่อช่วยหายใจหรือช่วยหายใจไม่ได้ ถือเป็นข้อห้ามใช้

13. ระหว่างช่วยกู้ชีพควรประเมินผู้ป่วยซ้ำเป็นระยะๆ เพื่อแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขณะนั้น เช่น ท่อช่วยหายใจหลุด ซีโครงหัก เป็นต้น โดยอาจใช้อุปกรณ์เฝ้าระวังช่วยในการดูแลผู้ป่วย เช่น การใช้เครื่องวัดคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจออกจะช่วยบอกโอกาสรอดชีวิต (ค่ามากกว่า 10 มม.ปรอท), invasive blood pressure เป็นต้น

14. กำหนดหน้าที่ในการดูแลผู้ป่วยให้ชัดเจน โดยเฉพาะผู้นำทีม ผู้ดูแลทางเดินหายใจ ผู้กดหน้าอก ผู้ให้ยาและเตรียมเครื่องช็อกหัวใจด้วยไฟฟ้า ผู้บันทึก ซึ่งควรต้องมีการกำหนดล่วงหน้าตามความเหมาะสมของแต่ละโรงพยาบาล

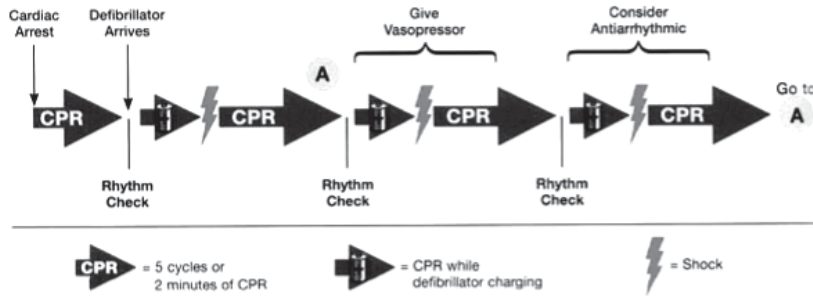
15. แจ้งข่าวแก่ญาติและผู้เกี่ยวข้องโดยเริ่มให้ข้อมูลตั้งแต่เริ่มมีอุบัติเหตุ

16. เมื่อผู้ป่วยกลับมา มีสัญญาณชีพต้องดูแลอย่างใกล้ชิด

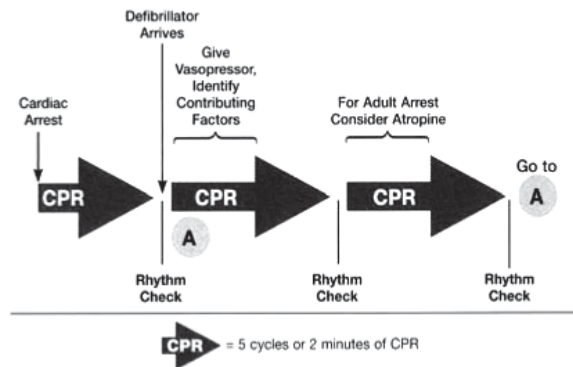
ควรหาสถานที่ที่เหมาะสมในการดูแล โดยการดูแลที่สำคัญคือพยายามป้องกันภาวะ hypoxia และ hypo/hypercarbia ควรมีการรักษาระดับเกลือแร่ให้ปกติ หลีกเลี่ยงการใช้ยานอนหลับ ยาหย่อนกล้ามเนื้อโดยไม่จำเป็น รักษาอาการชัก ให้ยารักษาหัวใจเต้นผิดปกติต่อเมื่อมีข้อบ่งชี้ ส่วนอุณหภูมิกายนั้นกรณี

ventricular fibrillation ควรรักษาอุณหภูมิกายต่ำ (therapeutic hypothermia) 32-34 องศาเซลเซียส นาน 12-24 ชั่วโมง

17. ภายหลังจากการดูแลผู้ป่วยเรียบร้อยแล้วต้องนำข้อมูลที่มีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ปัญหาที่พบบาทบทวน เพื่อนำไปสู่การป้องกันและพัฒนาการดูแลผู้ป่วย



รูปที่ 1 แสดงแนวทาง ventricular fibrillation และ pulseless ventricular tachycardia⁶



รูปที่ 2 แสดงแนวทาง asystole และ pulseless electrical activity⁶

สรุป

ภาวะหัวใจหยุดเต้นแบบไม่คาดคิดเป็นภาวะที่บุคลากรทุกคนสามารถพบได้ สามารถหลีกเลี่ยงภาวะดังกล่าวโดยการดูแลผู้ป่วยตามมาตรฐานอย่างเหมาะสมทั้งการประเมินและเตรียมผู้ป่วยไปจนถึงการวางยาระงับความรู้สึก และการดูแลหลังผ่าตัด ซึ่งบุคลากรควรมีความเข้าใจในวิธีการป้องกันสถานการณ์ที่มีความเสี่ยงและการดูแลเมื่อเกิดอุบัติเหตุการันอย่างเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

1. Lagasse RS. Anesthesia safety: model or myth? A review of the published literature and analysis of current original data. *Anesthesiology* 2002; 97:1609-17.
2. Silber JH, Kennedy SK, Even-Shoshan O, Chen W, Koziol LF, Showan AM, *et al.* Anesthesiologist direction and patient outcomes. *Anesthesiology* 2000; 93:152-63.
3. Robicsek SA, Layon AJ, Gabrielli A. In: Lobato EB, Gravenstein N, Kirby RR, eds. *Complications in anesthesiology*. New York: Wolters Kluwer Lippincott Williams Wilkins, 2008:295-309.
4. Odegard KC, DiNardo JA, Kussman BD, Shukla A, Harrington J, Casta A, *et al.* The frequency of anesthesia-related cardiac arrests in patients with congenital heart disease undergoing cardiac surgery. *Anesth Analg* 2007; 105:335-43.
5. Flick RP, Sprung J, Harrison TE, Gleich SJ, Schroeder DR, Hanson AC, *et al.* Perioperative cardiac arrests in children between 1988 and 2005 at a tertiary referral center: a study of 92,881 patients. *Anesthesiology* 2007; 106:226-37.

6. American Heart Association. Advanced Cardiopulmonary Life Support (provider manual) 2006.
7. Newland MC, Ellis SJ, Lydiatt CA, Peters KR, Tinker JH, Romberger DJ, Ullrich FA, Anderson JR. Anesthetic-related cardiac arrest and its mortality: a report covering 72,959 anesthetics over 10 years from a US teaching hospital. *Anesthesiology* 2002; 97:108-15.
8. Sprung J, Warner ME, Contreras MG, Schroeder DR, Beighley CM, Wilson GA, *et al.* Predictors of survival following cardiac arrest in patients undergoing noncardiac surgery: a study of 518,294 patients at a tertiary referral center. *Anesthesiology* 2003; 99:259-69.
9. Kawashima Y, Takahashi S, Suzuki M, Morita K, Irita K, Iwao Y, *et al.* Anesthesia-related mortality and morbidity over a 5-year period in 2,363,038 patients in Japan. *Acta Anaesthesiol Scand* 2003; 47:809-17.
10. Posner KL, Geiduschek J, Haberkern CM, Ramamoorthy C, Hackel A, Morray JP. Unexpected cardiac arrest among children during surgery, a North American registry to elucidate the incidence and causes of anesthesia related cardiac arrest. *Qual Saf Health Care* 2002; 11:252-7.
11. Charuluxananan S, Chinachoti T, Pulnitiporn A, Klanarong S, Rodanant O, Tanudsintum S. The Thai Anesthesia Incidents Study (THAI Study) of perioperative death: analysis of risk factors. *J Med Assoc Thai* 2005; 88 Suppl 7:S30-40.
12. American Heart Association. Pediatric Cardiopulmonary Life Support (course guide) 2006.
13. Aroonpruksakul N, Raksakiatissak M, Thapenthai Y, Wangtawesau P, Chaiwat O, Vacharaksa K, *et al.* Perioperative cardiac arrest at Siriraj Hospital between 1999-2001. *J Med Assoc Thai* 2002; 85:S993-9.
14. Boonmak P, Boonmak S, Sathitkarnmanee T, Chau-in W, Nonhaopol D, Thananun M. Surveillance of Anesthetic Related Complications at Srinagarind Hospital, Khon Kaen University, Thailand. *J Med Assoc Thai* 2005; 88:613-21.
15. Currie M, Mackay P, Morgan C, Runciman WB, Russell WJ, Sellen A, *et al.* The Australian Incident Monitoring Study. The "wrong drug" problem in anaesthesia: an analysis of 2000 incident reports. *Anaesth Intensive Care* 1993; 21:596-601.
16. Morgan CA, Webb RK, Cockings J, Williamson JA. The Australian Incident Monitoring Study. Cardiac arrest--an analysis of 2000 incident reports. *Anaesth Intensive Care* 1993; 21:626-37.
17. Biboulet P, Aubas P, Dubourdiou J, Rubenovitch J, Capdevila X, d'Athis F. Fatal and non fatal cardiac arrests related to anesthesia. *Can J Anaesth* 2001; 48:326-32.
18. Bhananker SM, Ramamoorthy C, Geiduschek JM, Posner KL, Domino KB, Haberkern CM, *et al.* Anesthesia-related cardiac arrest in children: update from the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest Registry. *Anesth Analg* 2007; 105:344-50.
19. Bunchungmongkol N, Somboonviboon W, Suraseranivongse S, Vasinanukorn M, Chau-in W, Hintong T. Pediatric anesthesia adverse events: the Thai Anesthesia Incidents Study (THAI Study) database of 25,098 cases. *J Med Assoc Thai* 2007; 90:2072-9.
20. Boonmak P, Boonmak S, Srichaipanha S, Thincheelong V. Incidence of anesthesia-associated cardiac arrest and related factors at Srinagarind hospital. *Srinagarind Med J* 2005; 20: 63-9.
21. Kopp SL, Horlocker TT, Warner ME, Hebl JR, Vachon CA, Schroeder DR, *et al.* Cardiac arrest during neuraxial anesthesia: frequency and predisposing factors associated with survival. *Anesth Analg* 2005; 100:855-65.
22. Auroy Y, Benhamou D, Bargues L, Ecoffey C, Falissard B, Mercier FJ, *et al.* Major complications of regional anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology* 2002; 97:1274-80.
23. Charuluxananan S, Thienthong S, Rungreungvanich M, Chanchayanon T, Chinachoti T, Kyokong O, *et al.* The Thai Anesthesia Incidents Study (THAI study) of morbidity after spinal anesthesia: a multi-centered registry of 40, 271 anesthetics. *J Med Assoc Thai* 2007; 90:1150-60.
24. Pollard JB. Cardiac arrest during spinal anesthesia: common mechanisms and strategies for prevention. *Anesth Analg* 2001; 92:252-6.
25. Carpenter RL, Caplan RA, Brown DL, Stephenson C, Wu R. Incidence and risk factors for side effects of spinal anesthesia. *Anesthesiology* 1992; 76:906-16.
26. Lesser JB, Sanborn KV, Valskys R, Kuroda M. Severe bradycardia during spinal and epidural anesthesia recorded by an anesthesia information management system. *Anesthesiology* 2003; 99:859-66.
27. Kyokong O, Charuluxananan S, Sriprajittichai P, Poomseetong T, Naksin P. The incidence and risk factors of hypotension and bradycardia associated with spinal anesthesia. *J Med Assoc Thai* 2006; 89:S58-64.

28. Ngan Kee WD. Confidential enquiries into maternal deaths: 50 years of closing the loop. *Br J Anaesth* 2005; 94:413-6.
29. Stienstra R. Mechanisms behind and treatment of sudden, unexpected circulatory collapse during central neuraxis blockade. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000; 44:965-71.
30. Gobbo Braz L, Braz JR, Modolo NS, do Nascimento P, Brushi BA, Raquel de Carvalho L. Perioperative cardiac arrest and its mortality in children. A 9-year survey in a Brazilian tertiary teaching hospital. *Paediatr Anaesth* 2006; 16:860-6.
31. Rodanant O, Hintong T, Chua-in W, Tanudsintum S, Sirinanmd C, Kyokong O. The Thai anesthesia incidents study (THAI Study) of perioperative death in geriatric patients. *J Med Assoc Thai* 2007; 90:1375-81.
32. ราชวิทยาลัยวิสัญญีแพทย์แห่งประเทศไทย. การประเมินผู้ป่วยก่อนให้ยาระงับความรู้สึก.
33. ราชวิทยาลัยวิสัญญีแพทย์แห่งประเทศไทย. แนวทางในการให้บริการทางวิสัญญี.
34. Akavipat P, Ittichaikulthol W, Tuchinda L, Sothikarnmanee T, Klanarong S, Pranootnarabhal T. The Thai Anesthesia Incidents (THAI Study) of anesthetic risk factors related to perioperative death and perioperative cardiovascular complications in intracranial surgery. *J Med Assoc Thai* 2007; 90:1565-72.
35. Boonmak P, Boonmak S, Srichaipanha S, Poomsawat S. Knowledge and skill after brief ACLS training. *J Med Assoc Thai* 2004; 87:1311-4.
36. Tinker JH, Dull DL, Caplan RA, Ward RJ, Cheney FW. Role of monitoring devices in prevention of anesthetic mishaps: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 1989; 71:541-6.
37. Fleisher LA, Eagle KA. Clinical practice. Lowering cardiac risk in noncardiac surgery. *N Engl J Med* 2001; 345:1677-82.
38. Arbous MS, Meursing AE, van Kleef JW, de Lange JJ, Spoormans HH, Touw P, *et al.* Impact of anesthesia management characteristics on severe morbidity and mortality. *Anesthesiology* 2005; 102:257-68.
39. Suraseranivongse S, Somprakit P, Soontranant P, Katesumparn Y, Wongchuengam W. Factors influencing CPR outcome in Siriraj Hospital. *J Med Assoc Thai* 1998; 81:835-43.
40. Rubens DD, Geiduschek JM. Intraoperative cardiac arrest. In: Atlee JL, ed. *Complications in Anesthesia*. New York: Saunders Elsevier, 2007:615-8.

