

แนวทางปฏิบัติในการดูแลผู้ป่วยที่ใช้ Cardiovascular implantable electronic devices (CIEDs) ที่เข้ารับการผ่าตัด

คมสิงห์ เมธาวิกุล พ.บ.

หน่วยสรีรวิทยาหัวใจ กลุ่มงานอายุรศาสตร์หัวใจ สถาบันโรคทรวงอก ตำบลบางกระสอ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี รหัสไปรษณีย์ 11000

Abstract: Practical Guide on the Perioperative Management in Patients with CIEDs

Komsing Methavigul M.D.

Cardiac Electrophysiology Unit, Department of Cardiology, Central Chest Institute of Thailand, Bangkrasor, Mueang Nonthaburi 11000.

(E-mail: komsing@ccit.mail.go.th)

(Received: 29 May, 2022; Revised: 30 August, 2022; Accepted: 27 February, 2023)

Patients with cardiovascular implantable electronic devices (CIEDs), which consist of permanent pacemaker, implantable cardioverter-defibrillator (ICD) and cardiac resynchronization therapy (CRT), should be carefully taken care of regarding perioperative management. The type of CIEDs and the location of surgery should be considered when it comes to a surgery. In addition, CIEDs interrogation should be performed before the surgery. If patients were pacemaker-dependent, the device mode must be changed to asynchronous mode and disabled rate-adaptive mode. If patients have ICD, the ICD therapy must be disabled. During the operation, surgeons should be recommended whether they should use bipolar electrocautery or ultrasonic scalpel with short burst within 5 seconds as the preferred method. After the surgery, the CIEDs mode should be changed to the previous settings before the surgery, for example, enabling ICD therapy, enabling rate-adaptive sensors, and changing asynchronous mode to previous mode before the surgery.

Keywords: Perioperative, Pacemaker, Implantable cardioverter-defibrillator

บทคัดย่อ

การดูแลผู้ป่วยที่ใช้ cardiovascular implantable electronic devices (CIEDs) ซึ่งประกอบด้วย เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบถาวร (permanent pacemaker), เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าชนิดฝังในร่างกาย (implantable cardioverter-defibrillator; ICD) และเครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบ 2 ห้องล่าง (cardiac resynchronization therapy; CRT) ที่จะเข้ารับการผ่าตัด ต้องประเมินว่าผู้ป่วยใช้ CIEDs ชนิดใดและผ่าตัดที่บริเวณใด ควรตรวจการทำงานของเครื่อง CIEDs มาก่อนผ่าตัด หากผู้ป่วยเป็น pacemaker dependent ต้องปรับ mode เป็น asynchronous mode และปิด rate-adaptive sensors หากผู้ป่วยใช้ ICD ต้องปิด ICD therapy ในระหว่างผ่าตัด ควรแนะนำศัลยแพทย์ให้ใช้ bipolar electrosurgery หรือ ultrasonic scalpel และในการจี้ไฟฟ้าแต่ละครั้งให้จี้ในระยะเวลาสั้นๆ ไม่เกินครั้งละ 5 วินาที และหลังจากผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดเสร็จแล้วควรได้รับการตรวจหน้าที

การทำงานของ CIEDs และปรับหน้าทีการทำงานกลับไปเหมือนก่อนการผ่าตัด เช่น การเปิดการทำงานของ ICD therapy, การเปิด rate-adaptive sensors, การเปลี่ยนจาก asynchronous mode กลับสู่ mode เดิมก่อนผ่าตัด เป็นต้น

คำสำคัญ: การผ่าตัด เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้า เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าชนิดฝังในร่างกาย

บทนำ

ปัจจุบันผู้ป่วยที่ใช้ cardiovascular implantable electronic devices (CIEDs) ซึ่งได้แก่ เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบถาวร (permanent pacemaker), เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าชนิดฝังในร่างกาย (implantable cardioverter-defibrillator; ICD) และเครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบ 2 ห้องล่าง (cardiac resynchronization therapy; CRT) มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น หากผู้ป่วยกลุ่มนี้ต้องเข้ารับการผ่าตัดจึงมีความจำเป็นต้อง

มีการเตรียมผู้ป่วยก่อนการผ่าตัด เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการผ่าตัด มีผลรบกวนการทำงานของเครื่องได้ ดังนั้นจึงต้องมีการเตรียมผู้ป่วย ให้พร้อมก่อนเข้ารับการผ่าตัดเพื่อลดผลกระทบต่อการทำงานของ เครื่อง CIEDs ให้มากที่สุด

หลักการทั่วไปในการดูแลผู้ป่วยที่ใส่ CIEDs ที่เข้ารับการผ่าตัด

การดูแลผู้ป่วยในกลุ่มนี้ที่ได้รับการผ่าตัดจะขึ้นอยู่กับ ลักษณะของผู้ป่วยแต่ละราย ชนิดของ CIEDs และลักษณะของ การผ่าตัด โดยสิ่งสำคัญจะอยู่ที่การประสานงานกันระหว่างทีม ผู้ดูแล CIEDs และทีมผ่าตัด โดยที่ทีมผู้ดูแล CIEDs ประกอบด้วย อายุรแพทย์โรคหัวใจ อายุรแพทย์โรคหัวใจอนุสาขาสรีระไฟฟ้าหัวใจ และพยาบาลตลอดจนบุคลากรในคลินิกที่ดูแลผู้ป่วยที่ใส่ CIEDs มีหน้าที่แนะนำทีมผ่าตัดเกี่ยวกับการดูแล CIEDs ก่อน ระหว่าง และ หลังผ่าตัด ส่วนทีมผ่าตัด ประกอบด้วย ศัลยแพทย์ วิสัญญีแพทย์ และบุคลากรต่าง ๆ ในทีมผ่าตัด มีหน้าที่แจ้งทีมผู้ดูแล CIEDs เกี่ยวกับกระบวนการผ่าตัดและความเสี่ยงที่อาจเกิดการรบกวน CIEDs จากสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic interference; EMI)¹

EMI เกิดจากการที่อุปกรณ์ผ่าตัดบางชนิดทำให้เกิด สนามแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนการทำงานของ CIEDs โดยทั่วไป EMI ที่มีสนามแม่เหล็กมากกว่า 10 Gauss ที่เกิดภายในระยะ 6 นิ้ว ของ CIEDs จึงจะทำให้เกิดสัญญาณรบกวนการทำงานของ CIEDs (1 Gauss = 100 μ Tesla) ตัวอย่างอุปกรณ์ในห้องผ่าตัดที่ทำให้ เกิด EMI เช่น เครื่องจี้ไฟฟ้า (electrocautery), เครื่องกระตุ้น หัวใจด้วยไฟฟ้าทางผนังหน้าอก (transthoracic cardioversion/ defibrillation) เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายของวงจรไฟฟ้า ภายใน CIEDs, ทำให้เกิดความร้อนขึ้นที่ปลายสายของ CIEDs จนเกิดการเพิ่มขึ้นของ pacing threshold, ทำให้เกิดสัญญาณ รบกวน (noise) อันอาจทำให้เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบ ถาวร (permanent pacemaker) ไม่กระตุ้นหัวใจทั้งที่หัวใจเต้นช้า (inhibition of pacing function) เพราะคิดว่าหัวใจของผู้ป่วยยัง เต้นตามปกติอยู่หรือทำให้เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าชนิดฝังใน ร่างกาย (ICD) ปลดปล่อยกระแสไฟฟ้าเพื่อรักษาหัวใจเต้นเร็วผิดปกติ จังหวะ ออกมาอย่างไม่เหมาะสม (inappropriate therapy) เพราะคิดว่ามี หัวใจเต้นเร็วผิดปกติหรือทำให้มี reprogram/reset ของ CIEDs ไปสู่ backup mode¹

การประเมินผู้ป่วยที่ใส่ CIEDs ก่อนเข้ารับการผ่าตัด

1. พิจารณาว่าผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดชนิดใดและตำแหน่งใด เช่น ศีรษะและคอ แขน มือ ข้อมือ ข้อมือ ขา หรือเท้า เป็นต้น
2. พิจารณาว่าผู้ป่วยใส่ CIEDs ชนิดใด ซึ่งสามารถทราบ ได้จากการใช้เครื่อง programmer ตรวจ หรือดูจากบัตรประจำ

ตัวของผู้ป่วยที่ใส่ CIEDs นอกจากนี้การดูจากภาพถ่ายทางรังสี ทรวงอก (chest radiograph) ก็พอบอกได้ว่าผู้ป่วยใส่ CIEDs ชนิด ใด ดังรูปที่ 1

3. สำหรับผู้ป่วยที่ใส่เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบถาวร (permanent pacemaker) ควรได้รับการตรวจหน้าที่การทำงาน ก่อนผ่าตัดมาก่อนไม่เกิน 12 เดือน อันได้แก่ pacing threshold, sensing threshold, lead impedance, แบตเตอรี่ควรอยู่ได้ นานมากกว่า 3 เดือน, ควรได้รับการใส่ permanent pacemaker มานานมากกว่า 3 เดือนเพื่อลดความเสี่ยงที่สายจะเลื่อนหลุดใน ระหว่างผ่าตัดหัวใจ (cardiac surgery) หรือจากการใส่สายสวน เข้าไปในหลอดเลือดหรือหัวใจ (central line placement or intracardiac catheters) และพิจารณาว่าผู้ป่วยเป็นกลุ่ม pacemaker dependent หรือไม่¹ โดยที่จะจัดว่าผู้ป่วยเป็นกลุ่ม pacemaker dependent ก็ต่อเมื่อมีอัตราการเต้นของหัวใจน้อยกว่า 40 ครั้ง ต่อนาทีไม่ว่าจะมีอาการหรือไม่ก็ตาม² เนื่องจากเครื่องจี้ไฟฟ้า (electrocautery) จะทำให้เกิดสัญญาณรบกวน (noise) ทำให้ pacemaker เข้าใจว่าหัวใจของผู้ป่วยเต้นเองทั้งที่จริง ๆ ไม่ได้ เต้นเอง (oversensing) จึงทำให้เครื่องไม่กระตุ้นหัวใจทั้งที่หัวใจ เต้นช้าจนอาจเกิดอันตรายได้ ดังรูปที่ 2 ดังนั้น หากผู้ป่วยเป็น กลุ่ม pacemaker dependent จึงแนะนำให้ปรับ mode เป็น asynchronous mode เช่น DOO, VOO เป็นต้น ยกเว้นบริเวณ ที่ผ่าตัดอยู่ตั้งแต่ระดับ iliac crest ลงไปซึ่งไม่จำเป็นต้องปรับเป็น asynchronous mode⁴ เนื่องจากมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า ไม่มีผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดในตำแหน่งดังกล่าวเกิด EMI เลย⁵

สำหรับวิธีปรับ mode ของเครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้า แบบถาวร (permanent pacemaker) เป็น asynchronous mode มี 2 วิธี คือ

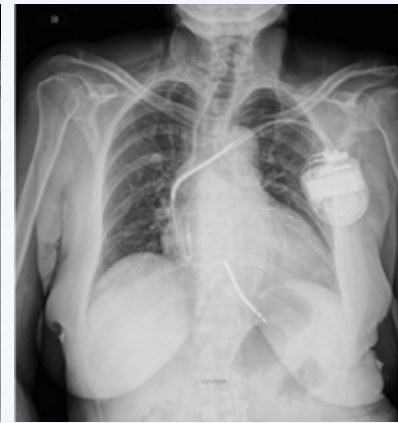
- 1) ใช้เครื่อง programmer ปรับเป็น asynchronous mode
- 2) ใช้ magnet ซึ่งเป็นแม่เหล็กที่มีความแรงของสนาม แม่เหล็กพอที่วางบนเครื่อง pacemaker แล้วทำให้ pacemaker เปลี่ยนเป็น asynchronous mode โดยทั่วไปมีความแรงของ สนามแม่เหล็ก 90 Gauss นอกจากนี้ magnet ยังใช้ในการบอก ปริมาณแบตเตอรี่ที่เหลือของ pacemaker ได้ด้วยดังตารางที่ 1 แต่ สำหรับเครื่อง pacemaker ของบริษัท Biotronik มีข้อควรระวัง อยู่ กล่าวคือ โดยทั่วไปเครื่อง pacemaker ของบริษัท Biotronik ที่ผลิตออกมาจะตั้งค่า magnet response เป็น auto ซึ่งทำให้ เวลาวาง magnet จะเปลี่ยนเป็น asynchronous mode แค่ 10 จังหวะแล้วเปลี่ยนกลับเป็น mode เดิมที่เคยตั้งค่าไว้ ดังนั้นจึงต้อง เอา programmer มาปรับให้เป็น asynchronous ตรง magnet response ก่อน



A.

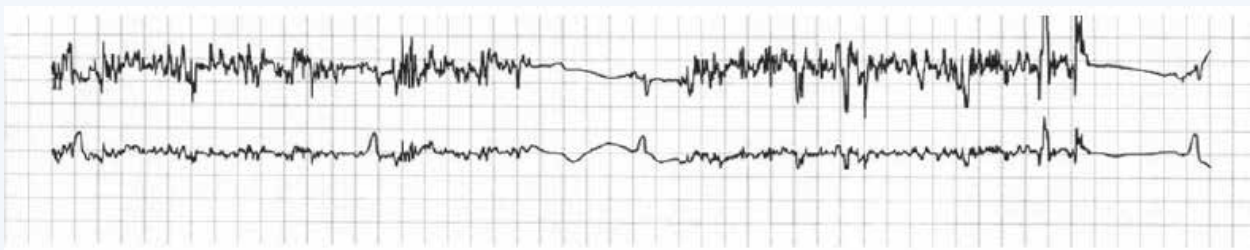


B.



C.

รูปที่ 1 แสดงภาพถ่ายทางรังสีทรวงอก (chest radiograph) ของ CIEDs แต่ละชนิด A. เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบถาวร (permanent pacemaker), B. เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าชนิดฝังในร่างกาย (implantable cardioverter-defibrillator), C. เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบ 2 ห้องล่าง (cardiac resynchronization therapy)



รูปที่ 2 แสดงสัญญาณรบกวน (noise) ที่เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบถาวร (permanent pacemaker) เห็นแล้วเข้าใจผิดว่าหัวใจของผู้ป่วยเต้นเองทั้งที่จริง ๆ ไม่ได้เต้นเอง (oversensing)³

ตารางที่ 1 แสดงอัตราการเต้นของ pacemaker ในการบอกปริมาณแบตเตอรี่ที่เหลือของแต่ละบริษัท⁶

Company	BOL	ERI/T
Boston Scientific	100	<85
Medtronic	1 st -3 rd beats = 100 4 th beat = 85	1 st -3 rd beat = 100 4 th beat = 65
Abbott	98.6 [#] /100 ^{##}	86.3 [#] /80 ^{##} / $<85^{###}$
Biotronik	90	80

BOL = beginning of life, ERI/T = elective replacement indicator/time

[#] เฉพาะรุ่น Affinity[®], Identity[®], Integrity[®], Verity[®], Victory[®], Zephyr[®], Accent[®], Anthem[®]

^{##} เฉพาะรุ่น Meta[®], Microny[®], Tempo[®]

^{###} เฉพาะรุ่น Regency[®]

4. สำหรับ pacemaker ที่เปิดใช้ rate-adaptive sensors ซึ่งช่วยให้อัตราการเต้นของหัวใจเร็วขึ้นเวลาผู้ป่วยออกกำลังกาย มีหลายชนิด เช่น activity/vibration sensors, accelerometer sensors, minute ventilation sensors, closed loop stimulation (CLS) เป็นต้น ดังนั้น เวลาผ่าตัด หากผู้ป่วยมีการขยับตัวหรือผู้ป่วยที่ใส่เครื่องช่วยหายใจแล้วมีการปรับเพิ่ม minute

ventilation หรือให้ยาที่มีผลต่อการบีบตัวของหัวใจ อาจทำให้เครื่อง pacemaker กระตุ้นหัวใจเพื่อให้อัตราการเต้นของหัวใจเร็วขึ้นกว่าปกติได้ ด้วยเหตุนี้จึงควรปิดหน้าที่การทำงานของ rate-adaptive sensors ก่อนผ่าตัด เช่น เปลี่ยน DDDR เป็น DDD, VVIR เป็น VVI^{4, 7, 8}

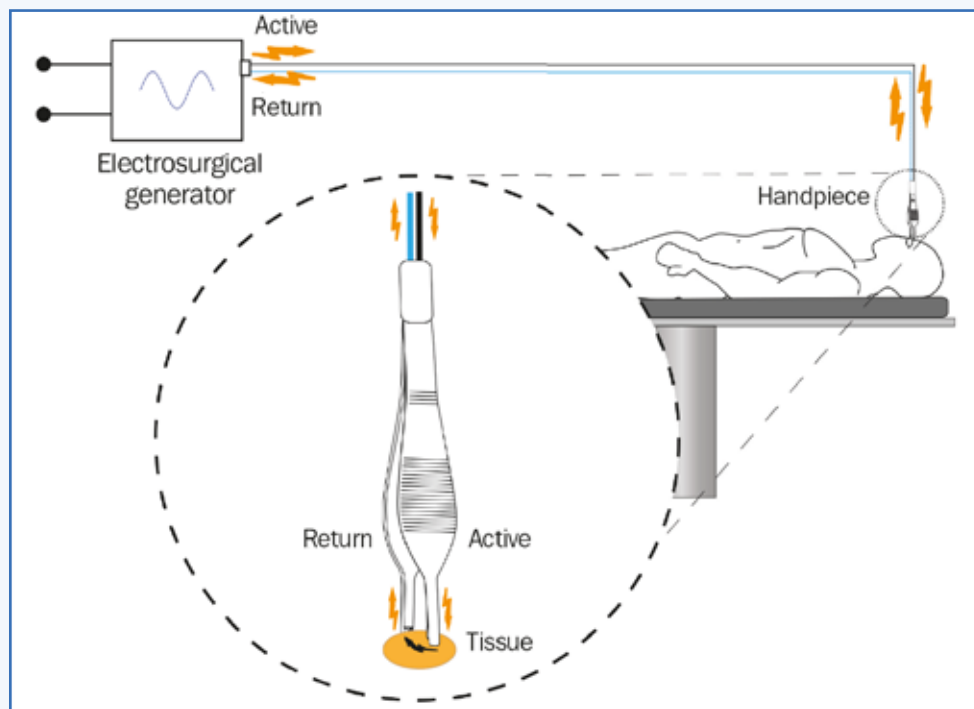
5. สำหรับผู้ป่วยที่ใส่เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าชนิดฝังในร่างกาย (ICD) ควรได้รับการตรวจหน้าการทำงานก่อนผ่าตัด เช่นเดียวกับ pacemaker โดยควรตรวจเครื่องมาก่อนไม่เกิน 6 เดือน ร่วมกับการปิด ICD therapy เพราะเวลาผ่าตัดแล้วมีการใช้เครื่องจี้ไฟฟ้า (electrocautery) จะทำให้เกิดสัญญาณรบกวน (noise) เครื่อง ICD จึงเข้าใจผิดว่าเป็น ventricular tachycardia (VT)/ventricular fibrillation (VF) จึงปล่อยกระแสไฟฟ้าช็อคได้ (inappropriate therapy) ยกเว้นการผ่าตัดที่อยู่ตั้งแต่ระดับ iliac crest ลงไปซึ่งไม่จำเป็นต้องปิด ICD therapy^{1, 4} เนื่องจากมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าไม่มีผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดในตำแหน่งดังกล่าวเกิด EMI เลย⁵ ส่วน magnet ที่นำมาใช้ในผู้ป่วยที่ใส่ ICD จะมีผลเฉพาะยับยั้ง ICD therapy เท่านั้น ไม่มีผลต่อหน้าที่ของ pacemaker ใน ICD ดังนั้น หากผู้ป่วยที่ใส่ ICD และเป็น pacemaker dependent ด้วยจึงควรนำ programmer มาปรับให้เป็น asynchronous mode และปิด ICD therapy⁴ นอกจากนี้

ควรติดแผ่น external cardioversion/defibrillation ไว้ตลอดในระหว่างที่ปิด ICD therapy ด้วยโดยให้แผ่นแบบด้านหน้า-หลัง (anterior-posterior electrode) และให้แผ่นด้านหน้าห่างจากตัวเครื่อง ICD มากกว่า 8 เซนติเมตร⁹ เนื่องจากหากเกิด VT/VF จะสามารถปล่อยกระแสไฟฟ้าช็อคจาก external cardioversion/defibrillation ได้

การดูแลผู้ป่วยที่ใส่ CIEDs ระหว่างทำการผ่าตัด

ในการผ่าตัดนั้น ศัลยแพทย์นิยมใช้เครื่องจี้ไฟฟ้า (electrocautery) ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการตัดเนื้อเยื่อและห้ามเลือดในย่านความถี่ของคลื่นวิทยุ (radiofrequency electrical current) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

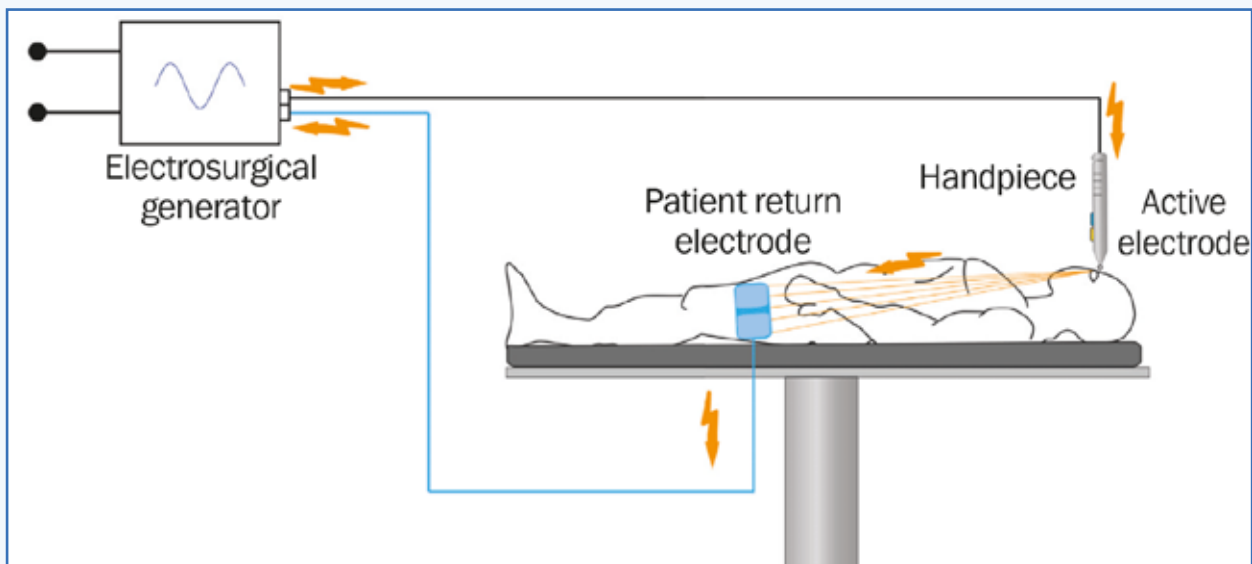
1. แบบ bipolar electrosurgery¹⁰ อุปกรณ์ที่ใช้จี้ไฟฟ้ามีลักษณะปลาย 2 ข้างหนีบเนื้อเยื่อโดยกระแสไฟฟ้าเดินทางระหว่างปลายหนีบทั้ง 2 ข้าง จึงมีผลรบกวนการทำงานของ CIEDs น้อย ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการทำงานของ Bipolar electrosurgery โดยกระแสไฟฟ้าจะเดินทางระหว่างปลายหนีบทั้ง 2 ข้าง จึงมีผลรบกวนการทำงานของ CIEDs น้อย¹⁰

2. แบบ monopolar electrosurgery¹⁰ กระแสไฟฟ้าจะเดินทางจากปลายอุปกรณ์ที่ใช้จี้ไฟฟ้าไปหาแผ่นแปะที่ทำหน้าที่เป็น return electrode ซึ่งมีโอกาสรบกวนการทำงานของ CIEDs

มากกว่าแบบ bipolar electrosurgery ดังรูปที่ 4 ดังนั้นจึงควรแปะแผ่นที่เป็น return electrode ให้ทิศทางของกระแสไฟฟ้าห่างจาก CIEDs อย่างน้อย 6 นิ้วขึ้นไป¹



รูปที่ 4 แสดงการทำงานของ monopolar electrocautery โดยกระแสไฟฟ้าจะเดินทางจากปลายอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าไปหาแผ่นแปะที่ทำหน้าที่เป็น return electrode ซึ่งมีโอกาสรบกวนการทำงานของ CIEDs มากกว่าแบบ bipolar electrocautery¹⁰

ในผู้ป่วยที่ใส่ CIEDs ที่ได้รับการผ่าตัดจึงควรแนะนำให้ ศัลยแพทย์ให้ใช้ bipolar electrocautery มากกว่า monopolar electrocautery หรือ ultrasonic scalpel และในการจี้ไฟฟ้าแต่ละครั้งให้จี้ในระยะเวลาสั้นๆ ไม่เกินครึ่งละ 5 วินาที (short burst)^{1, 4}

นอกจากนี้ในห้องผ่าตัดยังมีหน้าจอตลอดตามคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (electrocardiogram) ซึ่งอาจมีการตัดสัญญาณคลื่นความถี่สูง (high-frequency signal) ออกไป ทำให้เครื่องไม่แสดง pacing spike ของ pacemaker ดังนั้นจึงควรปรับเครื่องให้สามารถเห็น pacing spike ของ pacemaker ด้วย⁴

การประเมินผู้ป่วยที่ใส่ CIEDs หลังได้รับการผ่าตัด

หลังจากผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดเสร็จแล้วควรได้รับการตรวจหน้าที่การทำงานของ CIEDs และปรับหน้าที่การทำงานกลับไปเหมือนก่อนการผ่าตัด เช่น การเปิดการทำงานของ ICD therapy, การเปิด rate-adaptive sensors, การเปลี่ยนจาก asynchronous mode กลับสู่ mode เดิมก่อนผ่าตัด เป็นต้น

สรุป

การประเมินผู้ป่วยที่ใส่ CIEDs ที่จะเข้ารับการผ่าตัด ประกอบด้วย

1. การประเมินก่อนเข้ารับการผ่าตัด ได้แก่ การประเมินว่าผู้ป่วยใส่ CIEDs ชนิดใดและผ่าตัดชนิดใด ที่บริเวณใด ควรได้รับการตรวจการทำงานของเครื่อง CIEDs มาก่อนผ่าตัด หากผู้ป่วยเป็น pacemaker dependent ต้องปรับ mode เป็น asynchronous และปิด rate-adaptive sensors หากผู้ป่วยใส่ ICD ต้องปิด ICD therapy ก่อน
2. การดูแลระหว่างทำการผ่าตัด ได้แก่ การแนะนำให้ ศัลยแพทย์ให้ใช้ bipolar electrocautery หรือ ultrasonic scalpel หากจำเป็นต้องใช้ monopolar electrocautery ควรแปะแผ่นที่เป็น return electrode ให้ทิศทางของกระแสไฟฟ้าห่างจาก CIEDs อย่างน้อย 6 นิ้วขึ้นไป และในการจี้ไฟฟ้าแต่ละครั้งให้จี้ในระยะเวลาสั้นๆ ไม่เกินครึ่งละ 5 วินาที
3. การประเมินหลังได้รับการผ่าตัด หลังจากผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดเสร็จแล้วควรได้รับการตรวจหน้าที่การทำงานของ CIEDs และปรับหน้าที่การทำงานกลับไปเหมือนก่อนการผ่าตัด

References

1. Crossley GH, Poole JE, Rozner MA, Asirvatham SJ, Cheng A, Chung MK, et al. The Heart Rhythm Society (HRS)/American Society of Anesthesiologists (ASA) Expert Consensus Statement on the perioperative management of patients with implantable defibrillators, pacemakers and arrhythmia monitors: facilities and patient management. *Heart Rhythm*. 2011; 8:1114-54.
2. Indik JH, Gimbel JR, Abe H, Alkimir-Teixeira R, Birgersdotter-Green U, Clarke GD, et al. 2017 HRS expert consensus statement on magnetic resonance imaging and radiation exposure in patients with cardiovascular implantable electronic devices. *Heart Rhythm*. 2017; 14: e97-e153.
3. Abdelmalak B, Jagannathan N, Arain FD, Cymbor S, McLain R, Tetzlaff JE. Electromagnetic interference in a cardiac pacemaker during cauterization with the coagulating, not cutting mode. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2011; 27: 527-30.
4. Stühlinger M, Burri H, Vernooij K, Garcia R, Lenarczyk R, Sultan A, et al. EHRA consensus on prevention and management of interference due to medical procedures in patients with CIEDs. *Europace*. In press 2022.
5. Gifford J, Larimer K, Thomas C, May P. ICD-ON Registry for Perioperative Management of CIEDs: Most Require No Change. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2017; 40:128-34.
6. Jacob S, Panaich SS, Maheshwari R, Haddad JW, Padanilam BJ, John SK. Clinical applications of magnets on cardiac rhythm management devices. *Europace*. 2011; 13:1222-30.
7. Cronin B, Dalia A, Sandoval K, Birgersdotter-Green U, Sherer E, Essandoh MK. Perioperative Interrogation of Biotronik Cardiovascular Implantable Electronic Devices: A Guide for Anesthesiologists. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019; 33:3427-36.
8. Ellenbogen KA, Wood MA. Cardiac pacing and ICDs. 5th ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2008.
9. Manegold JC, Israel CW, Ehrlich JR, Duray G, Pajitnev D, Wegener FT, et al. External cardioversion of atrial fibrillation in patients with implanted pacemaker or cardioverter-defibrillator systems: a randomized comparison of monophasic and biphasic shock energy application. *Eur Heart J*. 2007; 28:1731-8.
10. Cordero I. Electrosurgical units—how they work and how to use them safely. *Community Eye Health*. 2015; 28:15-6.