Utilization of Three-Dimensional Mapping for Patients with Tachyarrhythmia Undergoing Electrophysiology Study and Ablation

Chatyapha Sriprom*, Supaluck Kanjanauthai, Anon Jantanukul*****

*Cardiovascular Catheterization Laboratory, Her Majesty Cardiac Center, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok, **Division of Pediatric Cardiology, Department of Pediatric, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok, ***Cardiovascular and Thoracic Technology Department, Chulabhorn International College of Medicine, Thammasat University, Patum Thani.

Siriraj Medical Bulletin 2021;14(3): 53-60

Abstract

Three dimensional mapping (3D mapping) has been utilized to enhance safety and efficacy of electrophysiology (EP) study and ablation for patients with arrhythmia worldwide. Over the past recent years, Cath laboratory Her Majesty Cardiac Center Faculty of Medicine Siriraj Hospital has adopted this technique as a standard of care for our arrhythmia patients who undergo EP study and ablation. Our data shows an increasing trend towards 3D mapping use across operators in our institution. 3D mapping technologies including magnetic-based, current-based or hybrid-based technology are used to facilitate the followings: creation of anatomy without using fluoroscopy, creation of Local Activation Mapping (LAT), voltage mapping, Complex Fractionated Atrial Electrogram (CFAEs) mapping, or creation of points during pace mapping. Moreover, 3D mapping can process collected mapping points during mapping which can be viewed as isochronal activation, propagation mapping or Ripple mapping. Recently, the real-time force-sensor ablation catheter has been developed, which must be used along with 3D mapping system. This novel technology helps ascertaining operators and their team to deal better with complex cases. Overall, 3D mapping not only provides arrhythmia patients with better safety and outcome, but it also provides operators and their team with safety due to the reduction of fluoroscopic and procedural time.

Keywords: three dimensional mapping (3D Mapping); ablation

Correspondence to: Chatyapha Sriprom
Email: chatyapha.sriprom@gmail.com
Received: 30 April 2021
Revised: 11 May 2021
Accepted: 17 May 2021

http://dx.doi.org/10.33192/Simedbull.2021.27

การสร้างภาพสามมิติ (3D mapping) ในกลุ่มผู้ป่วยภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิดเร็วที่ได้รับการรักษาโดยการจี้ด้วยกระแสไฟฟ้า (Ablation)

ชัชญาภา ศรีพรม*, ศุภลัคน์ กาญจนอุทัย, อานนท์ จันทะนุกูล*****

*หน่วยตรวจสวนหัวใจ ศูนย์โรคหัวใจสมเด็จพระบรมราชินีนาถ โรงพยาบาลศิริราช มหาวิทยาลัยมหิดล, **สาขากุมารเวชศาสตร์โรคหัวใจ ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ โรงพยาบาลศิริราช มหาวิทยาลัยมหิดล, ***สาขาเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก (หลักสูตรนานาชาติ) วิทยาลัยแพทยศาสตร์นานาชาติจุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการสร้างภาพสามมิติ (3D mapping) ในกลุ่มผู้ป่วยภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิดเร็วที่ได้รับการรักษาโดยการจี้ด้วยกระแสไฟฟ้า (Radio Frequency Catheter Ablation :RFCA) ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากขึ้น จากสถิติผู้ป่วยที่มารับการรักษาในหน่วยตรวจสวนหัวใจ ศูนย์โรคหัวใจสมเด็จพระบรมราชินีนาถ โรงพยาบาลศิริราช ปีที่ผ่านมา พบว่ามีการใช้การสร้างภาพสามมิติร่วมกับ การจี้ด้วยกระแสไฟฟ้า (RFCA) มากกว่าการศึกษาทางสรีรวิทยาของหัวใจแบบธรรมดา (conventional) อย่างชัดเจน เนื่องจากการสร้างภาพสามมิติ มีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการสร้างภาพได้แก่ Magnetic technology, Current-based technology, Hybrid technology ทำให้สามารถสร้างภาพสามมิติออกมาได้หลายรูปแบบอย่างเช่น Anatomical mapping, Local Activation Time mapping (LAT), Bipolar Voltage mapping, Complex Fractionated Atrial Electrogram (CFAEs) mapping, Pace mapping, Merge หรือ Fusion, Reentrant mapping เป็นต้น ทำให้เห็นตำแหน่งของ electrode catheter ในหัวใจอย่างชัดเจน เช่น ด้านหน้า ด้านหลัง ด้านบน หรือด้านล่างของหัวใจ และยังสามารถบอกถึงแรงของ electrode catheter ที่กดลงไปยังผนังของหัวใจอีกด้วย โดยภาพที่ได้นอกจากจะแสดงเป็นภาพนิ่งแล้ว ยังสามารถแสดงเป็น Video Animation ได้อีกด้วยอย่างเช่น Propagation Mapping, Ripple Mapping เป็นต้น ทำให้มีความแม่นยำในการรักษา ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีที่น้อยลง มีความปลอดภัย และลดภาวะแทรกซ้อนได้ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ป่วย

คำสำคัญ: การสร้างภาพสามมิติ; การจี้ด้วยกระแสไฟฟ้า

บทนำ

จากสถิติจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาด้วยภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิดเร็วและรักษาโดยการการจี้ด้วยกระแสไฟฟ้า (ablation) ที่มารับการรักษาในหน่วยตรวจสวนหัวใจ ศูนย์โรคหัวใจสมเด็จพระบรมราชินีนาถ โรงพยาบาลศิริราช ปี พ.ศ. 2562 มีจำนวน 360 ราย โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ศึกษาทางสรีรวิทยาไฟฟ้าของหัวใจแบบธรรมดา (conventional) แล้วจี้ด้วยกระแสไฟฟ้า (ablation) มีจำนวน 45 ราย และกลุ่มที่สองที่มีการศึกษาทางสรีรวิทยาไฟฟ้าของหัวใจแบบสร้างภาพสามมิติ (3D mapping) แล้วจี้ด้วยกระแสไฟฟ้า (ablation) มีจำนวน 286 ราย จะเห็นว่าในการรักษาโดยการจี้ด้วยกระแสไฟฟ้า (Radio Frequency Catheter Ablation: RFCA) นั้นส่วนใหญ่จะทำร่วมกับการศึกษาทางสรีรวิทยาของหัวใจแบบสร้างภาพสามมิติเนื่องจากลักษณะของโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะบางชนิดมีความยากและซับซ้อน บางรายอาจมีหัวใจพิการแต่กำเนิดร่วมด้วย หรือเคยผ่าตัดมาก่อน ทำให้ไม่สามารถทำการรักษาด้วยวิธีศึกษาทางสรีรวิทยาของหัวใจแบบธรรมดาได้ จึงมีความจะเป็นที่ต้องนำเทคโนโลยีสมัยใหม่อย่างเช่น การศึกษาทางสรีรวิทยาของหัวใจแบบสร้างภาพสามมิติ ร่วมกับการรักษาโดยจี้ด้วยกระแสไฟฟ้า มาใช้ในการรักษาโรคดังกล่าว

ในผู้ป่วยที่มีอาการใจสั่นส่วนใหญ่พบว่ามีอัตราการเต้นของหัวใจ

ในขณะพักมากกว่า 100 ครั้งต่อนาที ซึ่งเรียกว่า “ผู้ป่วยภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิดเร็ว” สามารถวินิจฉัยได้โดยการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และศึกษาทางสรีรวิทยาไฟฟ้าของหัวใจโดยแบ่งเป็นภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิดเร็วที่มาจากห้องบน เรียกว่า supraventricular tachycardia (SVT) หรือ ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิดเร็วที่มาจากห้องล่าง เรียกว่า ventricular tachycardia (VT)[7] โดยแพทย์จะพิจารณาให้การรักษาด้วยยาหรือให้การรักษาโดยการจี้ด้วยกระแสไฟฟ้า (RFCA) ทำให้คนไข้ไม่ต้องกินยาต่อไปในระยะยาว โดยการนำสายสวนชนิดพิเศษที่ส่วนปลายมีขั้วโลหะ (Electrode catheter) สามารถส่งสัญญาณหรือกระแสไฟฟ้าเข้าไปตัดวงจรที่ผิดปกติได้ทำให้ผู้ป่วยหายขาดจากภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิดเร็ว[5] ซึ่งมีผู้ป่วยบางรายที่ลักษณะของภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิดเร็วมีความยากและซับซ้อนแพทย์จึงมีความจำเป็นที่ต้องนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เรียกว่า การสร้างภาพสามมิติเข้ามาช่วยในการสร้างภาพจำลองโครงสร้างของหัวใจ โดยใช้หลักการในการสร้างภาพได้แก่ magnetic technology, current-based technology, hybrid technology ทำให้สามารถสร้างภาพสามมิติได้หลายรูปแบบอย่างเช่น Anatomical mapping, Local Activation Time mapping (LAT), Bipolar Voltage mapping, Complex Fractionated Atrial Electrograms (CFAEs) mapping, Pace mapping, Merge หรือ Fusion, Reentrant mapping เป็นต้น ทำให้เห็นตำแหน่งของ electrode catheter ในหัวใจอย่างชัดเจน เช่น ด้านหน้า ด้านหลัง ด้านบน หรือด้านล่างของหัวใจ และยังสามารถบอกถึงแรงของ electrode catheter ที่กดลงไปยังผนังของหัวใจอีกด้วย โดยภาพที่ได้นอกจากจะแสดงเป็นภาพนิ่งแล้วยังสามารถแสดงเป็น Video Animation ได้อีกด้วยอย่างเช่น Propagation mappimg, Ripple mappimg เป็นต้น ทำให้มีความแม่นยำในการรักษา ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเอกซ์ที่น้อยลง มีความปลอดภัย และลดภาวะแทรกซ้อนได้ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ป่วย

การศึกษาทางสรีรวิทยาของหัวใจ (cardiac electrophysiology study)

การศึกษาทางสรีรวิทยาของหัวใจแบบธรรมดา (conventional) ทำได้โดยการใส่สายสวนที่ส่วนปลายเป็นโลหะ (electrode catheter) เข้าไปในห้องหัวใจผ่านทางหลอดเลือดดำ หรือหลอดเลือดแดง แล้วนำไปวางไว้ตามตำแหน่งที่ต้องการศึกษา โดยสัญญาณจะแสดงเป็น Intracardiac electrogram ร่วมกับดูตำแหน่งของ electrode catheter จากภาพ Fluoroscopy ที่ใช้รังสีเอกซ์

การศึกษาทางสรีรวิทยาของหัวใจแบบสร้างภาพสามมิติ ทำได้เช่นเดียวกับแบบ conventional แต่มีเพิ่มเติมตรงที่ สามารถสร้างเป็นภาพสามมิติแบบจำลองของหัวใจตามตำแหน่งที่สายสวนส่วนปลายเป็นโลหะเคลื่อนที่ไป โดยสามารถเห็นภาพดังกล่าวได้ในเครื่องแบบพิเศษ ตัวอย่างระบบการสร้างภาพสามมิติที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ CARTO mapping, EnSite velocity mapping, Rhythmia mapping ซึ่งระบบดังกล่าวสามารถช่วยแยกได้ว่า electrode catheter วางอยู่ตำแหน่งใดของหัวใจ เช่น ด้านหน้า ด้านหลัง ด้านบน หรือด้านล่าง ส่งผลให้มีความแม่นยำในการรักษามากขึ้นตามมา ในบทความนี้จะเน้นการศึกษาสรีรวิทยาของหัวใจแบบสร้างภาพสามมิติเป็นสำคัญ[5]

การกระตุ้นหัวใจด้วยโปรแกรม (programmed electrical stimulation)

การกระตุ้นหัวใจด้วยโปรแกรม คือการกระตุ้นหัวใจโดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านไปยัง electrode catheter ที่วางไว้ในตำแหน่งของหัวใจที่ต้องการศึกษาทางสรีรวิทยาไฟฟ้าของหัวใจ เพื่อศึกษาภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิดเร็ว แล้วทำการรักษาต่อไป โดยมีโปรแกรมที่นิยมทำผ่านเครื่อง stimulator ดังนี้

Incremental pacing (burst) หมายถึง การ pace ด้วย impulse เป็นชุด (pace train) ชุดหนึ่งๆ จะมีระยะเวลาของการกระตุ้นตามที่ต้องการจนถึง end point ที่ต้องการ[11]

Decremental pacing (ramp) หมายถึง การ pace ที่เพิ่มความเร็วของการเต้นของหัวใจ เพื่อใช้ในการ induce หรือ terminate tachycardia

Programmed extra-stimuli หมายถึง การใส่ extra-stimuli ลงไปในจังหวะของ sinus rhythm หรือจังหวะของการ pace train ช่วงสั้นๆประมาณ 6-8 ตัว (short train)[5] ในทางปฏิบัตินิยมกำหนดรูปแบบการ pace เป็น S1S2 ซึ่งหมายถึงการ pace S1 ความเร็วคงที่ 6-8 ตัว แล้วตามด้วย S2 ที่เร็วกว่า และเพิ่มความเร็วของ S2 ขึ้นเรื่อยๆเป็นชุดๆ ตามค่าที่เครื่องกำหนดไว้ โดยที่ S2 เป็นเหมือนการส่ง premature เข้าไปแทรกในจังหวะ sinus rhythm เพื่อทดสอบคุณสมบัติการนำไฟฟ้าของหัวใจรวมถึงเป็นการกระตุ้นให้เกิด tachycardia ที่ต้องการ

การจี้ด้วยกระแสไฟฟ้า (ablation)

หลักการของรักษาด้วยวิธีจี้ด้วยกระแสไฟฟ้า (ablation) คือ การใช้คลื่นวิทยุที่มีความถี่ 550 KHz โดย active electrode คือสายสวนหัวใจที่ส่วนปลายเป็นโลหะมีพื้นที่หน้าตัดเล็กที่จะปล่อยคลื่นวิทยุออกไปรอบๆ ทำให้สสารโดยรอบมีการเคลื่อนที่ของโมเลกุลที่ความถี่ 550 KHz ของคลื่นวิทยุ แรงเสียดสีของการสั่นนี้เองที่ทำให้เกิดความร้อนขึ้นในบริเวณโดยรอบขั้วโลหะ โดยใช้อุณหภูมิขนาด 45-50 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 60 วินาทีจะทำให้เนื้อเยื่อถูกทำลายเกิดเป็น lesion ขนาดเล็ก[5] แต่ต้องต่อให้ครบวงจร โดยให้สายสวนเป็น active electrode และต้องมี dispersive electrode อีกขั้วหนึ่ง โดยปกติจะใช้แผ่นโลหะที่มี gel เคลือบอยู่แปะที่ด้านหลังทางซ้ายให้ตรงกับตำแหน่งหัวใจของผู้ป่วย เรียกว่าเป็นการต่อแบบ Unipolar ความร้อนจะเกิดขึ้นที่ active electrode เท่านั้น[2] โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตัดวงจรไฟฟ้าที่ผิดปกติทำให้ผู้ป่วยหายขาดจากภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิดเร็วและไม่ต้องรับประทานยาต่อไปในระยะยาว

การศึกษาทางสรีรวิทยาของหัวใจแบบสร้างภาพสามมิติ หลักการสร้างภาพสามมิติ (3D mapping)

Magnetic technology[8] การสร้างภาพด้วยวิธีนี้ต้องอาศัยองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ magnetic location pad ใส่ไว้ใต้เตียงผู้ป่วย

ตรงตำแหน่งของหัวใจ, patches ที่แปะไว้ด้านหน้าและด้านหลังของผู้ป่วย และสายสวนที่ส่วนปลายเป็นโลหะที่มี magnetic sensor ฝังไว้ เรียกว่า magnetic sensor-based catheter ที่นำเข้าในห้องหัวใจผ่านทางหลอดเลือดดำ หรือเลือดแดง แล้วนำไปวางไว้ตามตำแหน่งที่ต้องการศึกษา มีหลักการสร้างภาพคือ location pad ที่อยู่ใต้เตียงผู้ป่วยจะสร้าง magnetic field ขึ้นมาโดยรอบบริเวณที่วางไว้ โดยการระบุตำแหน่งจากสัญญาณ GPS โดยสัญญาณนี้มาจากระบบดาวเทียม GPS ทั้ง 31 ดวงที่โคจรรอบโลกที่ความสูง 12,000 ไมล์เหนือเราขึ้นไป เมื่อแพทย์นำ magnetic sensor-based catheter เข้าไปในห้องหัวใจ แล้วมีการเคลื่อนย้าย catheter ไปมาในบริเวณโดยรอบของหัวใจตามแนวแกน X,Y,Z ซึ่งอยู่ในขอบเขตที่มี patches ที่แปะไว้ด้านหน้าและด้านหลังของผู้ป่วยเครื่องจะมีการสร้างภาพ 3 dimensional space ขึ้นมาโดยมีการสร้างภาพแบบจุดต่อจุด (point by point) หรือ แบบต่อเนื่องที่เรียกว่า Fast Anatomical Mapping (FAM) .

Current-based technology[8] การสร้างภาพด้วยวิธีนี้ต้องอาศัยองค์ประกอบ 2 อย่าง คือ patches ที่แปะไว้ด้านหน้าและด้านหลังของผู้ป่วย และ catheter with electrodes มีหลักการสร้างภาพคือระบบจะสร้าง small current ส่งไปโดยรอบ electrodes ทั้งหมดของ catheters เกิดเป็นความถี่ (frequency) หนึ่งขึ้นมาในขอบเขตโดยรอบ patches ที่แปะไว้ด้านหน้าและด้านหลังของผู้ป่วย เมื่อมีการเคลื่อนย้าย catheter ไปมาเครื่องจะเทียบระยะของ catheter กับ patches แต่ละแผ่นที่แปะไว้ เกิดเป็นค่าของ strength current จากนั้นเครื่องจะทำการคำนวณเป็นค่าของ current-ratio เพื่อส่งต่อไปประมวลเป็น 3 dimensional ขึ้นที่จอภาพต่อไป

Hybrid technology[8] เป็นการนำเทคโนโลยีของทั้งสองแบบที่กล่าวมาแล้วข้างต้นคือ magnetic technology และ current-based technology มารวมเข้าด้วยกันโดยเครื่องจะทำการ calibrate ค่าของการเคลื่อนย้าย catheter ไป โดยบริเวณที่แปะ patches ไว้ด้านหน้าและด้านหลังของผู้ป่วยเกิดเป็นค่าที่เรียกว่า current ratio เข้ากับบริเวณที่มีการสร้างสนามแม่เหล็กที่เรียกว่า Magnetic field รวมเข้าด้วยกันเรียกว่า Visualization Matrix ซึ่งการใช้วิธีนี้ทำให้สามารถใช้ร่วมกับ catheter อื่นที่ไม่จำเป็นต้องมี magnetic sensor ได้ทำให้แพทย์สามารถสร้างภาพสามมิติได้ง่าย สะดวก และรวดเร็วขึ้น รวมทั้งยังทำให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำ มีความแม่นยำมากขึ้นอีกด้วย

รูปแบบการสร้างภาพสามมิติ

Anatomical mapping[8] เป็นการสร้างภาพสามมิติที่สนใจเฉพาะ Anatomical ของบริเวณที่ศึกษาเท่านั้น ใช้ในผู้ป่วยที่มีภาวะของโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิด Atrial Flutter (AFL) ชนิด typical

Local Activation Time mapping (LAT)[8] เป็นการสร้างภาพสามมิติที่ใช้ในการ map focal tachycardia เช่น Atrial Tachycardia (AT), Premature Ventricular Complex at Right Ventricle Outflow Tract (RVOT PVC), Premature Ventricular Complex at Left Ventricle Outflow Tract (LVOT PVC) เพื่อระบุตำแหน่ง break out (Exit) point ที่ปล่อยตัวผิดปกติออกมา หรือใช้ในการ map Wolff-Parkinson-White syndrome (WPW), Atrioventricular Reentrant Tachycardia (AVRT) เพื่อระบุตำแหน่ง earliest insertion site ที่สนใจ

Bipolar voltage mapping[8] เป็นการสร้างภาพสามมิติที่ศึกษาถึงความสูง (voltage) ของสัญญาณไฟฟ้าในตำแหน่งโดยรอบของห้องหัวใจ โดยเครื่องจะทำการแสดงเป็นสีที่บ่งบอกถึงความสูง (voltage) ของสัญญาณไฟฟ้าที่แตกต่างกันตามระดับของค่าที่กำหนด (cutoff range) ใช้ในผู้ป่วยที่มีภาวะของโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิด scar VT, Post surgery atypical atrial flutter เป็นต้น

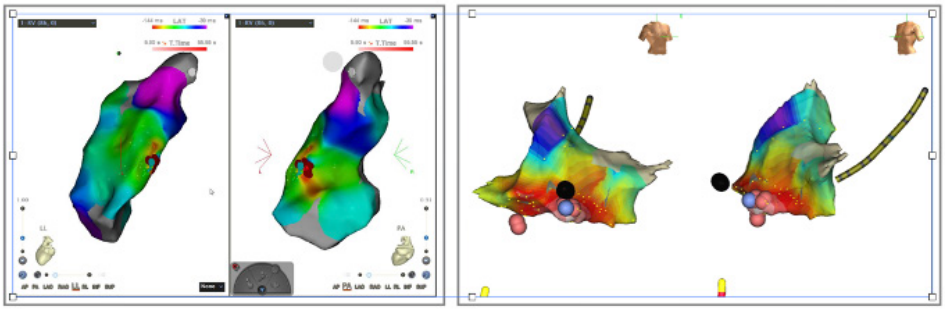
รูปแบบคุณสมบัติพิเศษที่ได้จากการสร้างภาพสามมิติ

Complex Fractionated Atrial Electrogram (CFAEs)[8] **mapping** เป็นการสร้างภาพสามมิติจากสัญญาณที่มีลักษณะที่พิเศษคือเป็นสัญญาณที่มีความถี่สูง (high frequency), สัญญาณไฟฟ้าต่ำ (low voltage) เรียกว่า Complex Fractionated Atrial Electrograms (CFAEs) โดยนำสายสวนที่ส่วนปลายเป็นโลหะไปวางยังตำแหน่งที่สนใจขณะที่มีภาวะของ Atrial fibrillation (AF) แล้วเครื่องจะจับสัญญาณ (CFAEs) และแสดงเป็นสีตามที่ตั้งค่าไว้แสดงที่จอภาพ ใช้ในผู้ป่วยที่มีภาวะของโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิด Chronic หรือ Persistent AF

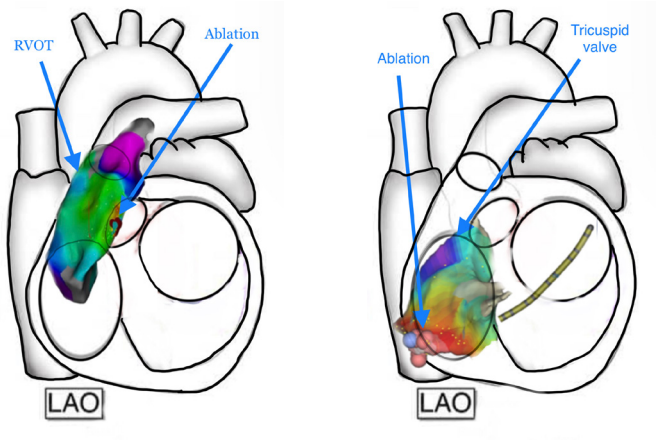
Pace mapping[8] เป็นการสร้างภาพสามมิติที่ศึกษาถึงความเหมือนของสัญญาณไฟฟ้าที่มีการเก็บไว้เป็นตัวแบบ (template) โดยนำสายสวนที่ส่วนปลายเป็นโลหะไปวางยังตำแหน่งที่สนใจแล้ว pace จากเครื่อง stimulator จากนั้นเครื่องจะทำการจับหน้าตา (morphology) จากตำแหน่งที่ pace ไปเทียบกับตัวแบบ (template) แล้วคำนวณออกมาเป็นร้อยละ ที่บ่งบอกถึงระดับของความเหมือน การ mapping ด้วยวิธีนี้ มักใช้ในกรณีที่ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะเกิดน้อยในวันที่มาทำ EP study โดยเฉพาะอย่างยิ่ง PVC หรือ ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะที่กระตุ้นได้ยาก หรือ ไม่สามารถทำ LAT ได้เช่น unmappable VT

Merge หรือ Fusion[8] เป็นการสร้างภาพสามมิติที่นำภาพจากเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (computer tomography: CT) หรือ ภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic resonance imaging: MRI) จากส่วนที่สนใจมาเป็นตัวอย่าง แนวทาง หรือนำมารวมเข้ากับภาพที่ได้จากการ สร้างภาพสามมิติซึ่งจะทำให้เห็นลักษณะของส่วนที่สนใจได้อย่างถูกต้องแม่นยำ นิยมใช้ในผู้ป่วยโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดที่มีลักษณะของหัวใจผิดปกติที่ซับซ้อนกว่าผู้ป่วยทั่วไป

Reentrant mapping[11] เป็นการสร้างภาพสามมิติในกลุ่ม Macro-reentrant tachycardia ที่มีความต่อเนื่องของ atrial activation ที่มี earliest และ latest activations ที่มีค่ามากกว่าร้อยละ 90 ของ tachycardia cycle length โดยการกำหนดสีจาก earliest ไปจนถึง latest activations เป็นสีขาว แดง ส้ม เหลือง เขียว ฟ้า น้ำเงิน ม่วง ตามลำดับ เมื่อ mapping ครบ cycle length ที่กำหนดแล้วจะเห็นการเรียงของสีตามลำดับที่กล่าวมาแล้ว สำหรับ macro-reentrant tachycardia นั้น สีที่แสดงถึงส่วนที่นำไฟฟ้าเร็วที่สุด (earliest activation zone) จะชนกับสีที่แสดงถึงส่วนที่นำไฟฟ้าช้าที่สุด (latest activation zone) เกิดเป็นสีขาวชนกับสีม่วง เป็นต้น



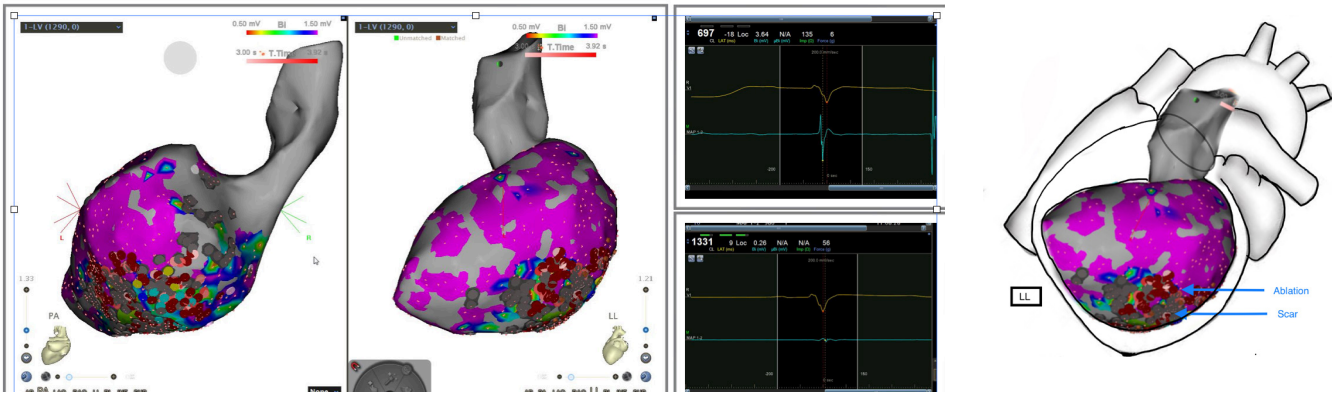
A B



C

ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่าง การสร้างภาพสามมิติแบบ Local Activation Time mapping (LAT) ภาพ A เป็นการ map แบบ LAT ในผู้ป่วยที่มีลักษณะ Focal Tachycardia เป็น PVC เพื่อระบุตำแหน่ง break out (exit) point จึงทำการ ablation ที่บริเวณนี้ (จุดสีแดง); ภาพ B เป็นการ Map แบบ LAT ในผู้ป่วย WPW และ AVRT เพื่อระบุตำแหน่ง earliest insertion site จึงทำการ ablation ที่บริเวณนี้ (จุดสีชมพู) ภาพ C เป็นภาพวาดหัวใจเพื่อจำลองตำแหน่งที่ได้จากการสร้างภาพสามมิติของภาพ A และภาพ B ตามลำดับ

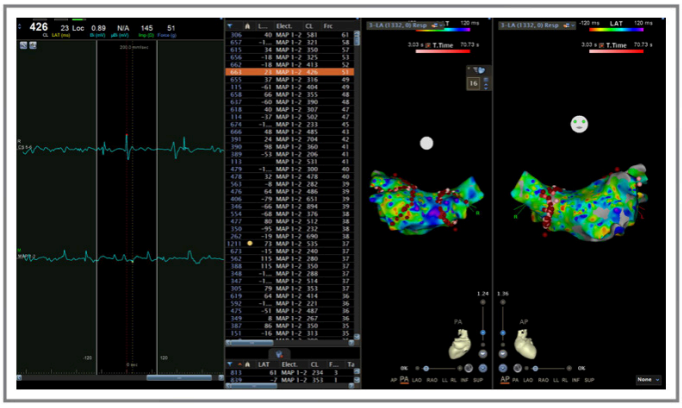
ที่มา: ภาพถ่ายและภาพวาดโดยนางสาวชัชญาภา ศรีพรม จาก case PVC, WPW และ AVRT ในหน่วยตรวจสวนหัวใจ ศูนย์โรคหัวใจสมเด็จพระบรมราชินีนาถ โรงพยาบาลศิริราช



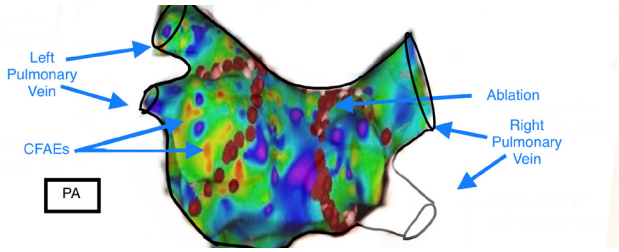
A B C

ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่าง การสร้างภาพสามมิติแบบ Bipolar Voltage mapping
ภาพ A เป็นภาพสามมิติที่มีการแบ่ง cutoff range ของ Voltage ไว้ที่ 0.5 - 1.5 mV จะเห็นส่วนที่เป็นสีม่วงคือบริเวณของเนื้อดีที่มีค่า voltage มากกกว่า 1.50 mV และบริเวณมีค่าน้อยกว่า 0.5 mv จะเป็นสีเทา จึงทำการ ablation ที่บริเวณขอบ scar นี้ (จุดสีแดง); ภาพ B เป็นตัวอย่างของสัญญาณ Voltage mapping ด้านบนมีค่า Voltage 3.64 mV แสดงถึง Healthy tissue ด้านล่างมีค่า Voltage 0.26 แสดงถึง Scar tissue เป็นต้น; ภาพ C เป็นภาพวาดหัวใจเพื่อจำลองตำแหน่งที่ได้จากการสร้างภาพสามมิติของภาพ A

ที่มา: ภาพถ่ายและภาพวาดโดยนางสาวชัชญาภา ศรีพรม จาก case scar VT ในหน่วยตรวจสวนหัวใจ ศูนย์โรคหัวใจสมเด็จพระบรมราชินีนาถ โรงพยาบาลศิริราช



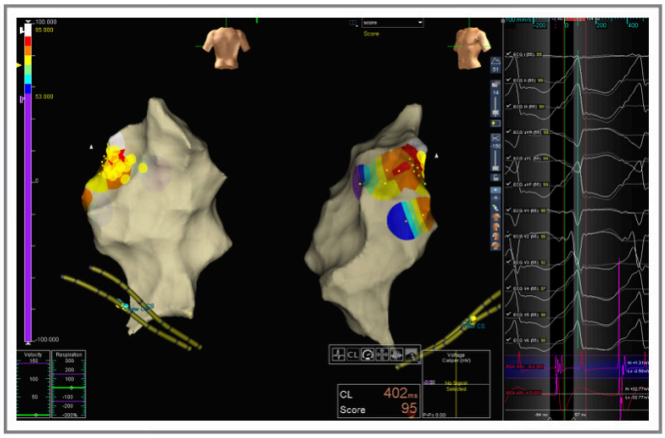
A



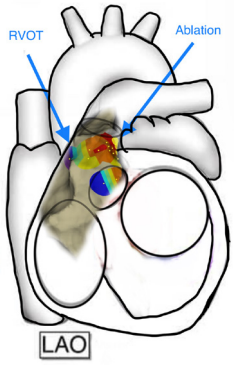
B

ภาพที่ 3 ภาพ A แสดงตัวอย่าง สร้างภาพสามมิติแบบ Complex Fractionated Atrial Electrograms (CFAEs) mapping ซึ่งมีกระจายไปทั่วทั้ง Left atrium จึงทำการ ablation ที่บริเวณนี้ (จุดสีแดง); ภาพ B เป็นภาพวาดหัวใจห้องบนซ้าย (Left atrium) เพื่อจำลองตำแหน่งที่ได้จากการสร้างภาพสามมิติของภาพ A

ที่มา: ภาพถ่ายและภาพวาดโดยนางสาวชัชญาภา ศรีพรม จาก case AF ในหน่วยตรวจสวนหัวใจ ศูนย์โรคหัวใจสมเด็จพระบรมราชินีนาถ โรงพยาบาลศิริราช



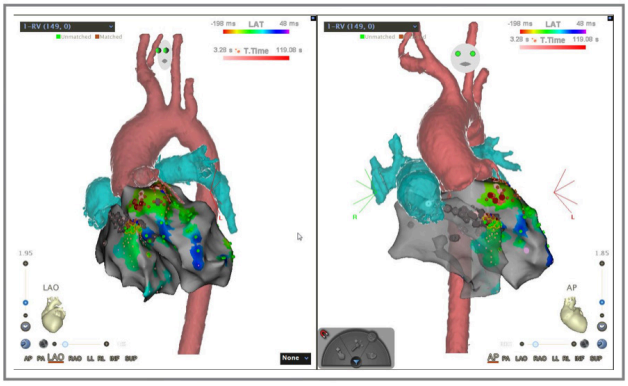
A



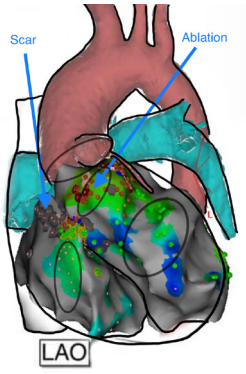
B

ภาพที่ 4 ภาพ A แสดง การสร้างภาพสามมิติแบบ Pace mapping (score) จากรูปจะเห็นว่าได้ค่าอยู่ที่ร้อยละ 95 ซึ่งมีความเหมือนกับ template มาก แสดงว่าจุดนี้เป็นจุด break out (exit) point ของ PVC จึงทำการ ablation ที่บริเวณนี้ (จุดสีเหลือง); ภาพ B เป็นภาพวาดหัวใจเพื่อจำลองตำแหน่งที่ได้จากการสร้างภาพสามมิติของภาพ A

ที่มา: ภาพถ่ายและภาพวาดโดยนางสาวชัชญาภา ศรีพรม จาก case PVC ในหน่วยตรวจสวนหัวใจ ศูนย์โรคหัวใจสมเด็จพระบรมราชินีนาถ โรงพยาบาลศิริราช



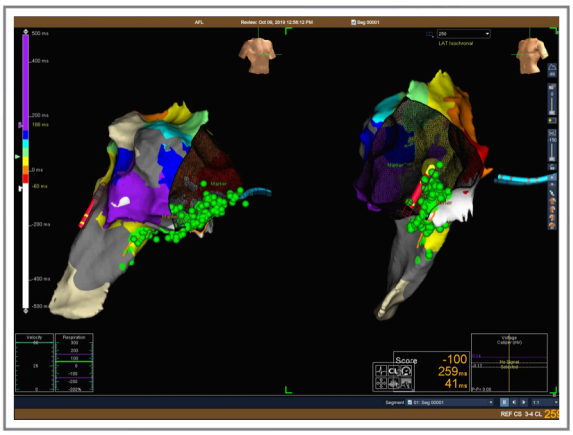
A



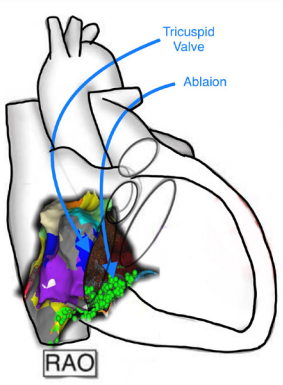
B

ภาพที่ 5 ภาพ A แสดง ตัวอย่างการสร้างภาพสามมิติแบบ Merge หรือ Fusion จากนั้นจึงมีการทำ Voltage map เพื่อระบุตำแหน่ง scar (จุดสีเทา) รวมทั้งมีการทำ Local Activation Time mapping (LAT) เพื่อระบุตำแหน่งของ VT แล้วทำการ ablation (จุดสีแดง) ที่บริเวณขอบของ scar และตำแหน่ง earliest insertion site (บริเวณสีแดง) ของ VT ด้วย; ภาพ B เป็นภาพวาดหัวใจเพื่อจำลองตำแหน่งที่ได้จากการสร้างภาพสามมิติของภาพ A

ที่มา: ภาพถ่ายและภาพวาดโดยนางสาวชัชญาภา ศรีพรม จาก case scar VT ในหน่วยตรวจสวนหัวใจ ศูนย์โรคหัวใจสมเด็จพระบรมราชินีนาถ โรงพยาบาลศิริราช



A



B

ภาพที่ 6 ภาพ A แสดง ตัวอย่างการสร้างภาพสามมิติแบบ Reentrant map ในกลุ่ม macro-reentrant tachycardia ที่มีความต่อเนื่องของ atrial activation ที่มี earliest และ latest activations โดยสีขาวจะวนมาชนกับสีม่วงตามลำดับ จากนั้นทำการ ablation ที่ตำแหน่ง Cavo-Tricuspid Isthmus (CTI) (จุดสีเขียว) ; ภาพ B เป็นภาพวาดหัวใจเพื่อจำลองตำแหน่งที่ได้จากการสร้างภาพสามมิติของภาพ A

ที่มา: ภาพถ่ายและภาพวาดโดยนางสาวชัชญาภา ศรีพรม จาก case typical AFL ในหน่วยตรวจสวนหัวใจ ศูนย์โรคหัวใจสมเด็จพระบรมราชินีนาถ โรงพยาบาลศิริราช

รูปแบบการแสดงเป็น Video Animation ที่ได้จากการสร้างภาพสามมิติ

Propagation Mapping[11] เป็นการแสดงเป็น Video Animation จากการสร้างภาพสามมิติที่ได้จากกลุ่ม macro-reentrant tachycardia โดยแสดงเป็นทิศทางการหมุนวนของสีที่มีความต่อเนื่องของ atrial arrhythmia และ ventricular arrhythmia ที่มี earliest และ latest activations หมุนวนเป็นวง

Ripple Mapping[8] เป็นการแสดงเป็น Video Animation จากการสร้างภาพสามมิติที่แสดง earliest และ latest activations ร่วมกับ Voltage mapping โดยแสดงเป็นแท่งพุ่งออกมาจากภาพสามมิติที่สร้างไว้ โดยแท่ง Ripple นี้จะวิ่งจากตำแหน่ง earliest ไปยัง latest activations โดยในตำแหน่งที่ earliest จะวิ่งเร็วและตำแหน่ง latest จะวิ่งช้าลงตามลำดับ นอกจากนี้ระดับความสูงของ Ripple ยังบ่งบอกถึง Voltage ของสัญญาณแต่ละจุดอีกด้วย โดยตำแหน่งที่ High Voltage จะเห็น Ripple สูง และ ตำแหน่งที่ Low Voltage จะเห็น Ripple เตี้ยลงตามลำดับอีกด้วย

ประโยชน์ของการสร้างภาพสามมิติ

1. ใช้รักษาผู้ป่วยที่มีภาวะของโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะที่มีความยาก และซับซ้อนเนื่องจากมีภาวะของโรคหัวใจพิการผิดปกติตั้งแต่กำเนิดที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจมาก่อน หรือใช้ในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติเกิดไม่บ่อย เช่น PVC รวมถึงใช้ในผู้ป่วยที่มีแผลเป็นในห้องหัวใจ เช่น Scar VT เป็นต้น
2. ใช้ในการดูภาพเคลื่อนไหวเพื่อดูรายละเอียดโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะที่มีความซับซ้อนเป็นพิเศษ
3. ช่วยลดการได้รับรังสีเอกซ์ ระหว่างการรักษาผู้ป่วยที่มีภาวะของโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ เช่น คนท้อง และเด็กอายุน้อย
4. ช่วยลดระยะเวลาในการทำหัตถการ การรักษาผู้ป่วยที่มีภาวะของโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ
5. ช่วยลดภาวะแทรกซ้อน เช่น AV-Block, cardiac tamponade เป็นต้น

ข้อจำกัด

การสร้างภาพสามมิติเป็นเทคโนโลยีใหม่ เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำจึงมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นแพทย์จึงเลือกใช้กับผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะที่มีความยากและซับซ้อน ที่มีความจำเป็นต้องใช้เท่านั้น และบุคลากรทางการแพทย์หรือเจ้าหน้าที่ผู้ช่วยแพทย์ในการทำหัตถการต้องมีความรู้เกี่ยวกับโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะรวมถึงมีความชำนาญและเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีของเครื่องมือที่ใช้เป็นอย่างดีซึ่งปัจจุบันยังมีบุคลากรที่ชำนาญเฉพาะด้านนี้น้อยมาก

สรุป

การศึกษาทางสรีรวิทยาของหัวใจแบบสร้างภาพสามมิติร่วมกับการรักษาโดยจี้ด้วยกระแสไฟฟ้าเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อทำให้มีความแม่นยำในการรักษา ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเอกซ์น้อยลง มีความปลอดภัย และลดภาวะแทรกซ้อนต่างๆ เป็นแนวทางการรักษาที่มีประโยชน์ และควรได้รับการสนับสนุนให้ใช้เป็นวงกว้างในอนาคต เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ป่วยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความเรื่องนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก รองศาสตราจารย์แพทย์หญิงวรางคณา บุญญพิสิฏฐ์ อาจารย์ประจำสาขาหทัยวิทยา ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล และ นางปิยะฉัตร ลีวานันท์ พยาบาลชำนาญการพิเศษ หน่วยตรวจสวนหัวใจ คณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้กรุณาตรวจสอบเนื้อหาให้ถูกต้อง สมบูรณ์ ให้คำแนะนำเสนอแนะในสิ่งที่เป็นประโยชน์ รวมถึงได้ให้การสนับสนุนการเขียนบทความนี้

เอกสารอ้างอิง

1.ชมพูนุท อ่องจิตร. คลื่นไฟฟ้าหัวใจทางคลินิค. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์; 2543

2.ประดิษฐ์ ปัญจวีณิน, รุ่งโรจน์ กฤตยพงษ์. Practical cardiology. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์; 2555
3.ปิยนัยต์ วัฒนประสาน. ECG interpretation and management for ICU nurse. พิมพ์ครั้งที่2. สงขลา: คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2555
4.ยงยุทธ สหัสกุล. Practical Electrocardiography. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ห้างหุ้น ส่วนจำกัด ภาพพิมพ์; 2556
5.สุรพันธ์ สิทธิสุข. ตำราไฟฟ้าหัวใจ. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: บริษัทวีอินเตอร์พริ้นท์ จำกัด; 2545
6.อภิชาต สุคนธสรรพ์. Selected topics in cardiac emergency. เชียงใหม่: ไอแอมออร์เกไนเซอร์แอนด์แอ๊ดเวอร์ไทซิ่ง; 2549
7.อาจบดินทร์ วินิจกุล, รุ่งโรจน์ กฤตยพงษ์. Practical Electrocardiography. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เดือนตุลา; 2562
8. Biosense Webster, Inc. Basic Mapping Concept. US: n.p.; 2016
9. Kluwer W. ECG interpretation made incredible easy. 5th edition. Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkins; 2011
10. Shoei K, Huang S, A. Wood M. Catheter ablation of cardiac arrhythmia. 2nd edition. Canada: Elsevier-Saunders; 2011
11. St Jude Medical, Inc. Radio frequency catheter ablation. US.; 2016
12. Zipes DP, Jalife J. Cardiac Electrophysiology. From cell to bedside (4th edition); 2004. page 500-501