อุปกรณ์ดิจิทัลสำหรับการตรวจพบและวินิจฉัยผู้ป่วยโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ

คมสิงห์ เมธาวีกุล พ.บ.
หน่วยสรีระไฟฟ้าหัวใจ กลุ่มงานอายุรศาสตร์หัวใจ สถาบันโรคทรวงอก ตำบลบางกระสอ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี รหัสไปรษณีย์ 11000

Abstract: Digital Devices for Detection and Diagnosis of Cardiac Arrhythmias

Komsing Methavigul, M.D.
Cardiac electrophysiology unit, Department of Cardiology, Central Chest Institute of Thailand, Bangkrasor, Mueang Nonthaburi 11000
(E-mail: hnueng@gmail.com)
(Received: 24 February, 2023; Revised: 26 April, 2023; Accepted: 28 July, 2023)

Electrocardiography is currently the standard method for diagnosis of cardiac arrhythmias. However, digital devices have been developed for detecting intermittent cardiac arrhythmias. These devices are classified following heart rhythm detection technology into non-ECG (photoplethysmography) and ECG-based digital devices. In 2022, the European Heart Rhythm Association has recommended to choose ECG-based digital devices for diagnosis of cardiac arrhythmias while non-ECG based digital devices may be used in patients with palpitation and a low likelihood of cardiac arrhythmias for excluding cardiac arrhythmias if normal heart rate and rhythm is found. In such cases, investigations should be conducted to identify causes other than cardiac arrhythmias.

Keywords: Digital, Arrhythmias, Photoplethysmography, Smartwatch, Handheld ECG

บทคัดย่อ

การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจถือเป็นวิธีมาตรฐานในการวินิจฉัยโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ ปัจจุบันอุปกรณ์ดิจิทัลมีการพัฒนาที่มากขึ้นและเข้ามามีบทบาทในการช่วยวินิจฉัยภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวได้ โดยเฉพาะความผิดปกติที่เกิดขึ้นนอกโรงพยาบาลได้ อุปกรณ์ดิจิทัลเหล่านี้สามารถแบ่งออกเป็นอุปกรณ์ที่ไม่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจซึ่งใช้หลักการของการวัดปริมาณเลือดด้วยลำแสงและอุปกรณ์ที่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ในปี พ.ศ. 2565 สมาพันธ์จังหวะการเต้นของหัวใจแห่งยุโรปได้ออกคำแนะนำให้แพทย์สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ดิจิทัลที่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจประกอบการวินิจฉัยหัวใจเต้นผิดจังหวะ ส่วนอุปกรณ์ดิจิทัลที่ไม่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจอาจใช้ได้ในกรณีที่มีอาการใจสั่นแต่สงสัยสาเหตุจากหัวใจเต้นผิดจังหวะน้อย อย่างไรก็ตามอาจพบความคลาดเคลื่อนของการตรวจด้วยอุปกรณ์ดังกล่าว ทำให้การตรวจด้วยคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 12 lead ECG และยืนยันด้วยแพทย์ยังคงมีความสำคัญในการวินิจฉัยโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ

คำสำคัญ: ดิจิทัล, หัวใจเต้นผิดจังหวะ, การวัดปริมาณเลือดด้วยลำแสง, นาฬิกาอัจฉริยะ, คลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบใช้มือถือ

บทนำ

การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (electrocardiography; ECG) ถือเป็นวิธีมาตรฐานในการวินิจฉัยโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ เช่น atrial fibrillation (AF), ventricular tachycardia (VT) การตรวจโดยวิธีดังกล่าว ผู้ป่วยยังจำเป็นต้องเดินทางมาตรวจที่โรงพยาบาล หากขณะที่ทำการตรวจเป็นช่วงที่ผู้ป่วยไม่มีอาการใจสั่น อาจทำให้ตรวจไม่พบลักษณะของ ECG ที่ผิดปกติได้ ปัจจุบันอุปกรณ์ดิจิทัล (digital devices) ได้รับการพัฒนาเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่ผู้ป่วยสามารถสวมใส่ติดตัวตลอดเวลา ซึ่งนอกจากจะทำให้สามารถติดตามลักษณะของ ECG ที่ผิดปกติในช่วงที่ผู้ป่วยมีอาการใจสั่นได้แล้ว ยังจะนำไปสู่การดูแลรักษาผู้ป่วยที่เหมาะสมต่อไป

ชนิดของอุปกรณ์เพื่อตรวจจับการเต้นของหัวใจแบบพกพา

ปัจจุบันอุปกรณ์ดิจิทัล เพื่อตรวจจับการเต้นของหัวใจสามารถแบ่งตามเทคโนโลยีที่ใช้ในการตรวจจังหวะการเต้นของหัวใจเป็น 2 กลุ่ม[1] คือ

1. อุปกรณ์ที่ไม่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (non-ECG based digital devices)

2. อุปกรณ์ที่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG-based digital devices)

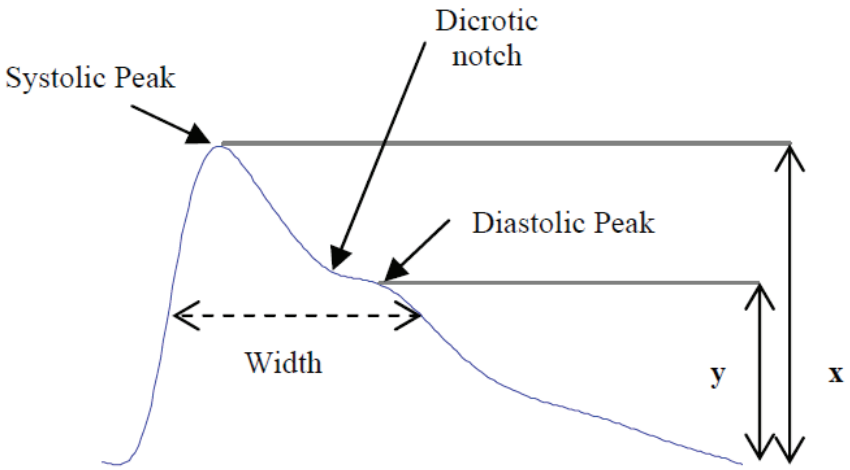
อุปกรณ์ดิจิทัลที่ไม่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (non-ECG based digital devices)

อุปกรณ์ชนิดนี้ใช้หลักการของ photoplethysmography (PPG) โดยคำว่า photoplethysmograph มีรากศัพท์มาจากภาษากรีกจากคำว่า photos (แสง) plethysmos (ขยาย) และคำว่า graph (เขียน) เมื่อรวมกันจึงหมายถึงการเขียนขยายผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแสง ในทางคลินิกได้อาศัยหลักการนี้มาใช้ในการบันทึกการเปลี่ยนแปลงการไหลของเลือดในร่างกายที่เกิดขึ้นในแต่ละจังหวะการเต้นของหัวใจ[2]

การทำงานของอุปกรณ์ชนิดนี้ใช้คลื่นแสงใต้แดง (infrared light) ที่มีความยาวคลื่น 900 นาโนเมตร ซึ่งจะมีตัวปล่อยพลังงานแสงออกมาจาก photodiode และมีตัวรับ (photodetector) เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงของความเข้มของคลื่นแสง โดยสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรเลือดในแต่ละจังหวะการเต้นของหัวใจและแสดงออกมาเป็นรูปคลื่น (waveform) **ดังรูปที่ 1**

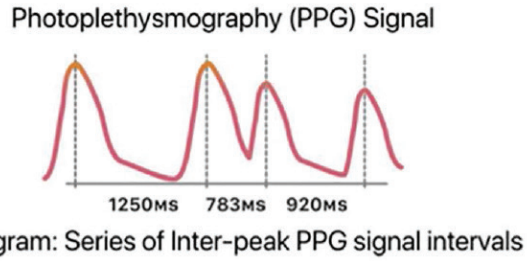
ความสูง (amplitude) ของ systolic peak จะบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรเลือดในแต่ละจังหวะของชีพจรที่ผ่านตำแหน่งที่มีการวัด หากเลือดที่ผ่านมามีปริมาณมาก จะดูดซับคลื่นแสงได้มากทำให้ photodetector วัดความเข้มของคลื่นแสงได้ลดลง ในทางตรงกันข้าม หากปริมาตรเลือดที่ผ่านมาน้อยจะดูดซับคลื่นแสงได้น้อยทำให้ photodetector วัดความเข้มของคลื่นแสงได้มากขึ้น[2] แล้วนำไปสร้างเป็น tachogram **ดังรูปที่ 2**

การเปลี่ยนแปลงของ waveform ที่ไม่สม่ำเสมอนี้เองจะทำให้เครื่องสามารถตรวจจับชีพจรหรือจังหวะการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ เช่น possible AF[3] รวมถึงความผิดปกติจากการเต้นของหัวใจในลักษณะอื่นที่พบได้บ่อย เช่น multifocal atrial tachycardia (MAT), atrial flutter (AFL) with variable atrioventricular (AV) conduction, atrial tachycardia (AT) with variable AV conduction, premature atrial contraction (PAC)/premature ventricular complex (PVC) เป็นต้น



รูปที่ 1 แสดงรูปคลื่น (waveform) ของ photoplethysmography โดยที่ x เป็นความสูง (amplitude) ของ systolic peak และ y เป็นความสูง (amplitude) ของ diastolic peak[2]

(ที่มา: Curr Cardiol Rev.2012; 8(1): 14-25.)



รูปที่ 2 แสดงการนำ photoplethysmography มาสร้างเป็น tachogram[3]

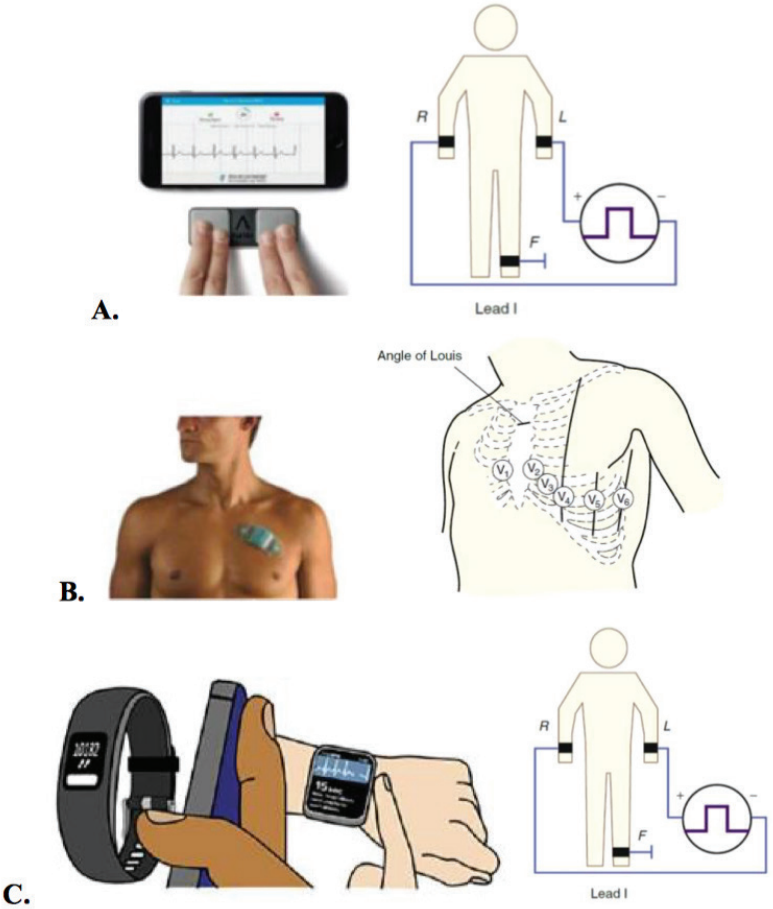
(ที่มา: Circulation.2022; 146(19): 1461-74.)

ด้วยข้อจำกัดจากหลักการทำงานของอุปกรณ์ประเภทนี้ที่ไม่สามารถแสดงลักษณะของ ECG ที่ผิดปกติ รวมถึงไม่สามารถตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นจากหัวใจห้องบนเต้นผิดจังหวะที่ยังคงมีการทำงานของหัวใจห้องล่างปกติและมีชีพจรสม่ำเสมอ เช่น AFL with regular conduction, AT with regular conduction ทำให้เมื่อตรวจพบความผิดปกติ ผู้ป่วยยังจำเป็นจะต้องได้รับการตรวจด้วย 12-lead ECG หรืออุปกรณ์ดิจิทัลที่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG-based digital devices) เพื่อยืนยันการวินิจฉัยด้วยเสมอ[2]

อุปกรณ์ดิจิทัลที่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG-based digital devices)

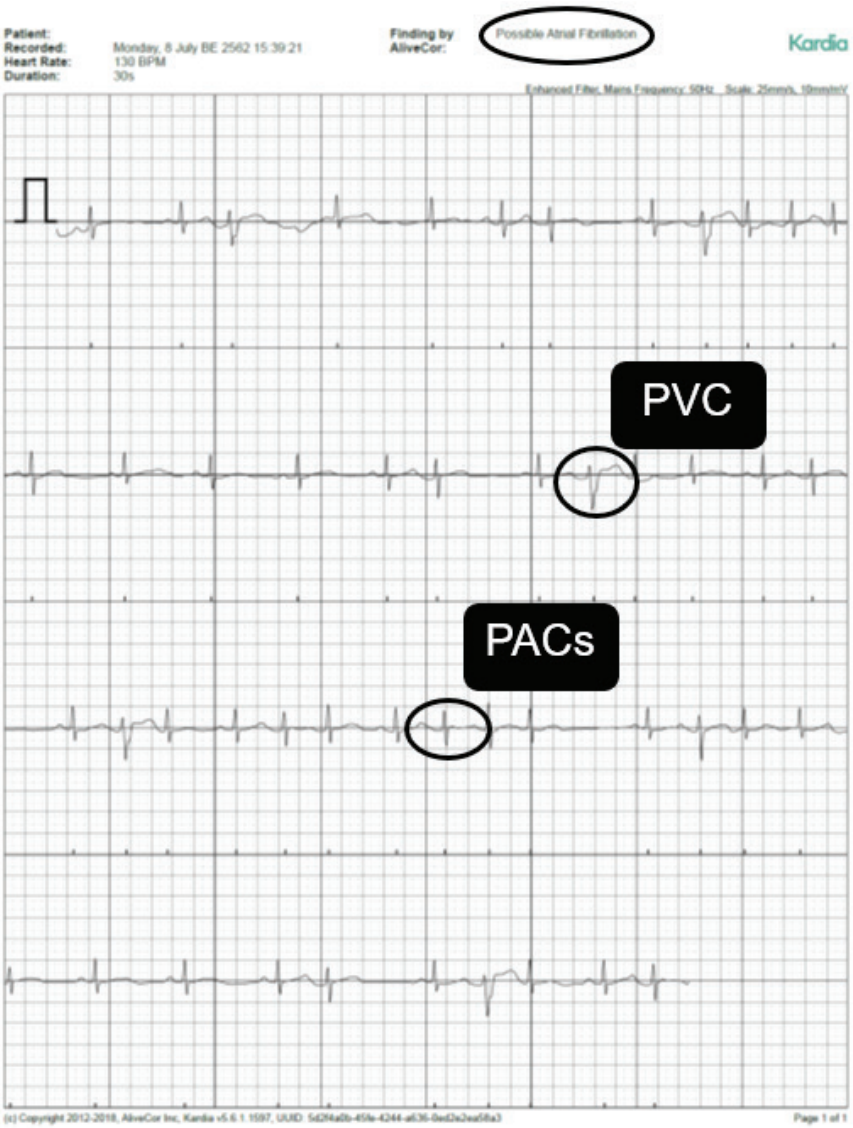
อุปกรณ์จำพวกนี้สามารถแสดงผลของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG) โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. Handheld ECG เป็นอุปกรณ์ที่ผู้ใช้งานต้องใช้นิ้วมือขวาและซ้ายแตะที่ตัววัดของอุปกรณ์ ซึ่งมีหลักการใกล้เคียงกับการติด lead I ระหว่างแขนซ้ายและแขนขวาจาก standard 12-lead ECG **ดังรูปที่ 3A** อุปกรณ์บางรุ่นยังสามารถแสดงผลของ lead II, III หรือ limb leads ทั้งหมดเพิ่มเติมได้อีกด้วย ซึ่งความแม่นยำ (accuracy) ของอุปกรณ์ชนิดนี้จะขึ้นอยู่กับ algorithm ที่ใช้แปลผล, กลุ่มผู้ที่ใช้อุปกรณ์, สภาวะในขณะที่ใช้อุปกรณ์ และแพทย์ผู้แปลผล[1] ทำให้เมื่อนำอุปกรณ์เหล่านี้ไปใช้งานอาจพบการแปลผลที่คาดเคลื่อนได้ในบางกรณี เช่น การอ่านผลของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีลักษณะของ possible AF แต่แท้จริงแล้วเป็น sinus rhythm with PAC and PVC **ดังรูปที่ 4**



รูปที่ 3 แสดงอุปกรณ์ดิจิทัลที่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG-based digital devices) แต่ละชนิดเปรียบเทียบกับการตรวจ 12-lead ECG A. Handheld ECG[4, 5] B. ECG patch[4, 5] C. Smartwatch ECG[3, 5]

(ที่มา: Circulation.2022; 146(19): 1461-1474., J Atr Fibrillation.2021; 13(6): 20200446., Braunwald's heart disease: a textbook of cardiovascular medicine (Twelfth edition. ed.). Elsevier.)



รูปที่ 4 แสดง tracing ที่ได้จาก handheld ECG แสดงผลว่าเป็น possible AF แต่จริง ๆ แล้วเป็น sinus rhythm with PAC and PVC

2. ECG patches เป็นอุปกรณ์ที่ติดบนหน้าอกด้านซ้าย มีหลักการใกล้เคียงกับการติด precordial lead จาก standard 12-lead ECG **ดังรูปที่ 3B** โดยอุปกรณ์ชนิดนี้ให้ผลการตรวจและวินิจฉัยหัวใจเต้นผิดจังหวะที่มีความถูกต้อง (validation) แต่มีข้อจำกัดคือ อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ค่อนข้างสั้น อุปกรณ์ต้องติดให้แนบสนิทที่ผิวหนังเพื่อลดสัญญาณรบกวน (artefact) และยังไม่สามารถเบิกจ่ายตามสิทธิการรักษาได้[1]

3. Smartwatch ECG เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อสวมใส่แบบนาฬิกาข้อมือ[1,5] โดยสวมไว้ที่ข้อมือข้างหนึ่ง และเมื่อจะตรวจจับลักษณะคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ผู้ใช้งานจะต้องใช้นิ้วมืออีกข้างหนึ่งแตะที่ปุ่มของนาฬิกา (watch crown) ประมาณ 30 วินาที ซึ่งจะให้ผลเหมือนกับการติด lead I ระหว่างแขนซ้ายและแขนขวาจาก standard 12-lead ECG **ดังรูปที่ 3C**

อุปกรณ์ชนิดนี้จะแสดงลักษณะของ ECG ให้เห็นบนหน้าปัดนาฬิกา และยังสามารถแสดงหรือบันทึกผลผ่านแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ เพื่อส่งต่อให้แพทย์ได้อีกด้วย[1] ข้อจำกัดของอุปกรณ์ชนิดนี้คือ การพบสัญญาณรบกวน (artefact) ได้บ่อยกว่าอุปกรณ์แบบ ECG patches และยังไม่สามารถทดแทนการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยวิธีมาตรฐานแบบ standard 12-lead ECG[5] นอกจากนี้ยังพบการแปลผลที่คาดเคลื่อน เช่นในผู้ที่เป็น AF หากมีอัตราการเต้นของหัวใจน้อยกว่า 50 หรือมากกว่า 120 ครั้งต่อนาที อุปกรณ์ชนิดนี้อาจจะไม่แปลผลว่าเป็น AF (false negative) เช่นเดียวกับลักษณะการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติแบบ PVC ที่มาบ่อย ๆ หรือ Mobitz I second-degree AV block อุปกรณ์ชนิดนี้อาจจะแปลผลว่าเป็น AF ได้ (false positive)[6] ดังนั้นจึงจำเป็นต้องให้แพทย์เป็นผู้แปลผลยืนยันการวินิจฉัยร่วมด้วยเสมอ[1]

แนวทางการตรวจวินิจฉัยผู้ป่วยหัวใจเต้นผิดจังหวะด้วยอุปกรณ์ดิจิทัล (digital devices)

ในปี พ.ศ. 2565 สมาพันธ์จังหวะการเต้นของหัวใจแห่งยุโรป (European Heart Rhythm Association; EHRA) ได้แนะนำให้สามารถใช้อุปกรณ์ดิจิทัลที่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG-based digital devices) ร่วมวินิจฉัยหัวใจเต้นผิดจังหวะได้ และหากกรณีที่ผู้ป่วยมีอาการใจสั่นที่สงสัยสาเหตุจากการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติน้อย อาจใช้อุปกรณ์ดิจิทัลที่ไม่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (non-ECG based digital devices) ทดแทนได้ โดยหากพบว่าอัตราและจังหวะการเต้นของหัวใจปกติ จะทำให้แพทย์สามารถตรวจหาสาเหตุอื่นของอาการใจสั่นต่อไป[1]

สำหรับการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลเพื่อร่วมวินิจฉัยผู้ป่วยหัวใจเต้นผิดจังหวะ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามลักษณะของความผิดปกติที่ต้องสงสัย ได้แก่

1. การตรวจวินิจฉัยผู้ป่วยหัวใจห้องบนสั่นพลิ้ว (AF)

ตามคำแนะนำของสมาคมโรคหัวใจแห่งยุโรป (European Society of Cardiology; ESC) เมื่อตรวจพบความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด AF ที่ได้จากอุปกรณ์ที่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG-based digital devices) นานกว่า 30 วินาที แพทย์สามารถวินิจฉัยภาวะ clinical AF[7] ได้ทันที แต่หากเป็นผลจากอุปกรณ์ดิจิทัลที่ไม่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (non-ECG based digital devices) ให้สงสัยว่าอาจมีภาวะของ possible AF ซึ่งต้องตรวจยืนยันด้วย 12-lead ECG อีกครั้ง[1]

2. การตรวจวินิจฉัยผู้ป่วยหัวใจห้องล่างเต้นผิดจังหวะ (ventricular arrhythmias) และเป็นลมหมดสติ (syncope)

ควรเลือกใช้อุปกรณ์ดิจิทัลที่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG-based digital devices) ที่สามารถแสดงผลที่แตกต่างระหว่าง VT กับ supraventricular tachycardia (SVT)[1]ได้ **ดังรูปที่ 5** ทั้งนี้ผู้ป่วย VT อาจมีภาวะความดันโลหิตต่ำ (VT with hemodynamic compromise) จนทำให้ผู้ป่วยเป็นลมหมดสติ (syncope) จึงไม่เหมาะสมที่จะเลือกใช้อุปกรณ์ที่ต้องอาศัยการกดบันทึกเมื่อจะทำการตรวจวัด ในกรณีนี้ควรเลือกใช้อุปกรณ์ที่เป็น ECG patches ซึ่งสามารถตรวจ ECG ได้ต่อเนื่องตลอดเวลาโดยไม่ต้องอาศัยการกดบันทึกจากผู้ป่วย[1]

รูปที่ 5 แสดงคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG) จากอุปกรณ์ดิจิทัลที่แสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG-based digital devices) พบว่าเป็น supraventricular tachycardia (SVT)[1]

(ที่มา: Europace.2022; 24(6): 979-1005.)

3. การตรวจวินิจฉัยผู้ป่วยที่มีอาการใจสั่นและมีเฉพาะข้อมูลการเต้นของชีพจร (pulse data) จาก mobile application

ปัจจุบันมีการใช้งานแอพพลิเคชั่นบนมือถือซึ่งมีเฉพาะข้อมูลการเต้นของชีพจร (pulse data) ทำให้เมื่อผู้ป่วยมีอาการใจสั่น แพทย์จะไม่สามารถทราบถึงลักษณะของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผิดปกติได้ ดังนั้นเพื่อช่วยในการวินิจฉัยของแพทย์ ควรตรวจสอบดูว่าแอพพลิเคชั่นที่ผู้ป่วยใช้งานมีส่วนที่สามารถให้ผู้ใช้งานเข้าไปบันทึกเพิ่มเติมได้หรือไม่ และแนะนำให้ผู้ป่วยบันทึกข้อมูลการทำกิจกรรมต่าง ๆ (activity data) ในช่วงที่มีอาการใจสั่นร่วมด้วย ข้อมูลดังกล่าวจะทำให้แพทย์สามารถนำมาวิเคราะห์สถานการณ์เบื้องต้น เช่น หากเกิดอาการในช่วงออกกำลังกายก็จะสามารถบอกได้ว่าหัวใจเต้นเร็วเป็นผลมาจากการออกกำลังกาย แต่หากมีอาการในช่วงกำลังนั่งพักหรือนอน ก็น่าสงสัยว่าอาจมีภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะเกิดขึ้น ซึ่งควรได้รับการตรวจด้วยวิธีอื่นเพื่อยืนยันการวินิจฉัยต่อไป[8]

บทสรุป

ปัจจุบันอุปกรณ์ดิจิทัลได้เข้ามามีบทบาทในการช่วยวินิจฉัยภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่สามารถแสดงผลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG-based digital devices) ซึ่งสามารถให้รายละเอียดของลักษณะคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผิดปกติเบื้องต้นได้อย่างดี ช่วยอำนวยความสะดวกต่อแพทย์และผู้ป่วยมากขึ้น อย่างไรก็ตาม เครื่องมือดังกล่าวไม่สามารถนำมาทดแทนการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาตรฐานแบบ 12-lead ECG ผู้ป่วยที่ต้องสงสัยภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะยังต้องอาศัยความเอาใจใส่และการดูแลแบบองค์รวมจากแพทย์และทีมผู้ดูแลเป็นหัวใจสำคัญ

References

1. Svennberg E, Tjong F, Goette A, Akoum N, Biase LD, Bordachar P, et al. How to use digital devices to detect and manage arrhythmias: an EHRA practical guide. Europace 2022;24(6):979-1005.
2. Elgendi M. On the analysis of fingertip photoplethysmogram signals. Curr Cardiol Rev 2012;8(1): 14-25.
3. Brandes A, Stavrakis S, Freedman B, Antoniou S, Boriani G, Camm AJ, et al. Consumer-led screening for atrial fibrillation: frontier review of the AF-SCREEN international collaboration. Circulation 2022;146(19):1461-74.
4. Elbey MA, Young D, Kanuri SH, Akella K, Murtaza G, Garg J, et al. Diagnostic utility of smartwatch technology for atrial fibrillation detection - A systematic analysis. J Atr Fibrillation 2021; 13(6):20200446.
5. Mirvis DM, Goldberger AL. Electrocardiography. In: Libby P, Bonow RO, Mann DL, Tomaselli GF, Bhatt DL, Solomon SD, editors. Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine. 12th edition. Philadelphia: Elsevier Inc; 2022. p.141-74.
6. Strik M, Ploux S, Ramirez FD, Abu-Alrub S, Jaïs P, Haïssaguerre M, et al. Smartwatch-based detection of cardiac arrhythmias: Beyond the differentiation between sinus rhythm and atrial fibrillation. Heart Rhythm 2021;18(9):1524-32.
7. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, Arbelo E, Bax JJ, Blomström-Lundqvist C, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. Eur Heart J 2021;42(5):373-498.
8. Turakhia MP. Wearable Devices in Cardiovascular Medicine. In: Libby P, Bonow RO, Mann DL, Tomaselli GF, Bhatt DL, Solomon SD, editors. Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine. 12th edition. Philadelphia: Elsevier Inc; 2022. p.117-22.