

บทที่ 2

บททวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. การตรวจ SAECG

ความเป็นมาของการใช้ SAECG เพื่อบอกความเสี่ยงในการเกิด VT/VF ในผู้ป่วย MI โดยเริ่มต้นจากปัญหาการตายกระทันหันเป็นจำนวนมากกว่า 400,000 คน ในแต่ละปีที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งสาเหตุที่สำคัญคือ VT/VF และเกิดขึ้นในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดโคโรนารีที่มีการทำงานของหัวใจผิดปกติ โดยการเกิด VT/VF มักจะเกิดหลังจากมีการตายของกล้ามเนื้อหัวใจเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามการเกิด VT/VF ยังพบในภาวะอื่นอีกได้แก่ dilated cardiomyopathy, infiltrative cardiomyopathy, hypertrophic cardiomyopathy และ primary electrical disturbance เป็นต้น

ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา มีความพยายามที่จะค้นหากลุ่มผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการเกิด VT/VF ซึ่งพบว่า การตรวจพบ complex ventricular ectopy (เช่น frequent PVCs, repetitive PVCs, และ nonsustained VT) จากการใช้เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าแบบ 24 ชม. ในผู้ป่วยที่รอดชีวิตจากภาวะ MI เป็นตัวบ่งถึงความเสี่ยงในการเกิด VT/VF^(13,14) นอกจากนี้ความผิดปกติในการทำงานของหัวใจซึ่งวัดในรูปของ LVEF ด้วยวิธีมาตรฐาน มีความสัมพันธ์กับการเกิด VT/VF เช่นกัน ดังนั้นในกรณีที่พบ complex ventricular ectopy ร่วมกับ LV dysfunction ในผู้ป่วยที่เป็น MI มีโอกาสเกิด VT/VF สูงถึง 18% ใน 1 ปีแรกหลังการเกิด MI ในทำนองเดียวกันปัจจัยทั้งสองอย่างนี้ใช้บอกความเสี่ยงดังกล่าวในผู้ป่วยที่มีภาวะการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจผิดปกติอื่นๆ ได้เช่นกัน

ได้มีการศึกษาทั้งทางห้องปฏิบัติการและทางคลินิกพบว่ากลไกที่สำคัญในการเกิด VT/VF คือ reentrant mechanism โดยเริ่มต้นจากการบันทึกสัญญาณไฟฟ้าภายในหัวใจโดยตรงที่บริเวณ epicardium และ endocardium ทั้งในสัตว์ทดลองและผู้ป่วยที่รอดชีวิตจาก MI ซึ่งมีการพหุหัวใจที่มีลักษณะเป็นส่วนๆ ต่อเนื่องจากส่วนปลายของ QRS complex ซึ่งบันทึกได้จากรอบๆ บริเวณกล้ามเนื้อตาย และเรียกสัญญาณนี้ว่า late potentials ซึ่งเป็นสัญญาณที่มีลักษณะ high frequency และ low amplitude โดยสามารถตรวจพบได้ชัดเจนและบ่อยกว่าใน

ผู้ป่วยที่ประวัติการเกิด sustained VT⁽¹⁵⁾ และทำการตรวจทางพยาธิสภาพว่าการตายของกล้ามเนื้อหัวใจไม่ได้เกิดพร้อมกันตลอดความหนาของกล้ามเนื้อหัวใจทำให้ปริมาณกล้ามเนื้อที่ตีเกลียวมีแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณและเกิดลักษณะเป็นพังผืดแทรกอยู่ในกล้ามเนื้อที่ยังมีชีวิต ลักษณะพยาธิสภาพดังกล่าวทำให้เกิดมีการนำไฟฟ้าที่ผิดปกติ โดยมีเส้นทางที่นำไฟฟ้าได้ช้ากว่าอีกเส้นทางหนึ่งร่วมกับมีการปิดกั้นและสามารถนำไฟฟ้าเพียงทิศทางเดียว ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของการเกิดการนำไฟฟ้าแบบวิ่งวน (re-entry) และทำให้เกิด VT ในที่สุด ทั้งนี้ได้มีการพิสูจน์ด้วยการตัดบริเวณที่มีลักษณะดังกล่าวสามารถป้องกันการเกิด VT ได้⁽¹⁶⁾

ขั้นตอนการตรวจ SAECG

การตรวจ SAECG คล้ายคลึงกับการตรวจคลื่นไฟฟ้าแบบทั่วไป มีความแตกต่างกันบ้างบางประการ ดังมีรายละเอียดดังนี้

1). การติดขั้ว (lead) เพื่อบันทึกกราฟไฟฟ้าหัวใจ

การติดขั้ว (lead) ที่บริเวณหน้าอก จะติดแบบ 3 แกนที่ตั้งฉากซึ่งกันและกันในแนว horizontal, vertical and sagittal⁽¹⁶⁾ ซึ่งเรียกเป็น แกน X, Y, and Z ตามลำดับ (the orthogonal lead placement) รูปที่ 1 โดยขั้นตอนที่สำคัญที่มีผลต่อความสวยงามและสัญญาณรบกวนของกราฟหัวใจคือ การเตรียมผิวหนังของผู้ป่วยก่อนการติดขั้วโดยการทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์และสารอะซิโตน (acetone) เพื่อขจัดคราบไขมันที่ผิวหนัง และเพื่อให้ได้คุณภาพของกราฟหัวใจที่สวยงามต้องใช้ electrodes ที่มีคุณภาพดีเช่นกัน นอกจากนี้ปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อความสวยงามและสัญญาณรบกวนของกราฟหัวใจได้แก่ความร่วมมือของผู้ป่วยที่จะไม่เคลื่อนไหวตลอดจนการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นในบริเวณใกล้เคียงขณะที่ทำการตรวจเพื่อลดสัญญาณรบกวน (noise)

2). ขั้นตอนการบันทึกกราฟหัวใจ

ขั้นตอนนี้เป็นการทำงานของเครื่องซึ่งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ตามระบบของ Arrhythmic Research Technique (ART) ที่ประกอบด้วย ขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ recording, digitization, averaging, amplification and filtering โดยก่อนเริ่มบันทึกสัญญาณจริง เครื่องจะมีการสร้างต้นแบบของ QRS complex (Template of QRS) และต้องกำหนดจุดอ้างอิงโดยใช้ส่วนที่อยู่ใน QRS complex ที่ปกติเป็นสำคัญ ต่อมาเครื่องจะทำการเปรียบเทียบกับสัญญาณที่ได้รับ ถ้าหากเป็นสัญญาณที่รูปร่างผิดไปจากต้นแบบ เช่น PVC เครื่องจะตัดสัญญาณนั้นออกไปและเก็บรวบรวมสัญญาณที่มีลักษณะคล้ายหรือเหมือนต้นแบบ หลังจากนั้นสัญญาณดังกล่าวจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการดิจิทัล

ขั้นตอนต่อไปคือ การขยายสัญญาณเพื่อตรวจหาสัญญาณที่มีลักษณะ low amplitude เนื่องจากสัญญาณที่บันทึกได้นั้นมีขนาดเป็นหน่วยมิลลิโวลต์ โดยการขยายสัญญาณถึง 100 เท่าเพื่อให้ได้สัญญาณขนาดไมโครโวลต์แต่ยังคงมีสัญญาณรบกวนทั้งจากผู้ป่วยและจากภายนอก จึงจำเป็นต้องมีการเฉลี่ยสัญญาณไฟฟ้าเพื่อให้ได้สัญญาณที่ต้องการและสัญญาณรบกวนให้น้อยที่สุด คือ ต่ำกว่า $0.3 \mu V$ ซึ่งมักจะใช้สัญญาณประมาณ 200 ตัว รวมไปถึงขั้นตอนการกรองสัญญาณโดยใช้ระบบความถี่ 40 Hz. เพื่อตัดให้เหลือสัญญาณที่มีความถี่สูงกว่า 40 Hz. กล่าวคือจะเก็บเฉพาะช่วงความถี่ 40-250 Hz. และเข้าสู่ขั้นตอนการคำนวณต่อไป

การประเมินสัญญาณที่รวบรวมได้ด้วยวิธี quantitative assessment ของ Simson⁽²⁹⁾ ซึ่งถือเป็นวิธีมาตรฐานในปัจจุบัน คือการคำนวณในรูปของขนาดเวกเตอร์ของ QRS จากทั้ง 3 แกนของการบันทึกกราฟหัวใจด้วยสูตร $\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$ และใช้กระบวนการคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะได้ค่าเฉลี่ยของเวกเตอร์ตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุดของ QRS (รูปที่ 2) โดยจะเห็นสัญญาณเวกเตอร์ของ QRS ที่เป็นผลลัพธ์สุดท้ายของการเฉลี่ยสัญญาณ ส่วนปลายของ QRS ซึ่งเป็นสัญญาณต่อเนื่องออกไปที่มีลักษณะ low amplitude เป็นช่วงเวลาที่นานพอและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะบ่งถึงการมี late potential ได้โดยเฉพาะผู้ป่วยที่เคยมี sustained ventricular arrhythmia โดยมีเกณฑ์การวินิจฉัย late potential ดังนี้ (Gome et al)⁽¹⁵⁾

3). การแปลผล

เกณฑ์การวินิจฉัย Late potentials ในเชิงระยะเวลา (time-domain analysis)

1. QRSd (QRS duration) มีค่ามากกว่า 114 ms. ถือว่าผิดปกติ
2. RMS40(root mean square) คือการคำนวณ square root ค่าเฉลี่ยของค่ายกกำลังสองของสัญญาณที่ 40 ms สุดท้ายของ QRS complex. ถ้ามีค่าน้อยกว่า 20 ไมโครโวลต์ ถือว่าผิดปกติ
3. LAS (low amplitude signal) คือ บริเวณส่วนปลายของ QRS ที่สัญญาณมีขนาดต่ำกว่า 40 ไมโครโวลต์ ถ้ามีระยะเวลานานกว่า 38 ms. ถือว่าผิดปกติ

โดยจะถือว่า มี late potential หรือ SAECG ให้ผลบวก เมื่อมีมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ใน 3 ข้อใดๆ ขึ้นไป (รูปที่ 3) แต่ถ้ามีเกณฑ์เพียง 1 ข้อ ถือว่าไม่มี late potentials หรือ SAECG ให้ผลลบ (รูปที่

4)

ข้อแนะนำในการใช้ SAECG ทางคลินิก โดยแบ่งเป็นกลุ่มๆ ดังนี้

1.) กลุ่มที่ได้ประโยชน์ชัดเจน

- ใช้บอกความเสี่ยงในการเกิด sustained ventricular arrhythmia ในผู้ป่วยที่มี myocardial infarction โดยไม่มี Left bundle branch block (LBBB) หรือ intraventricular conduction delay (QRSd > 120 ms.)
- ใช้ในการวินิจฉัยโอกาสเกิด inducible sustained VT ในผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือดที่มาด้วยอาการเป็นลมหมดสติที่ไม่ทราบสาเหตุ

2.) กลุ่มที่อาจจะได้ประโยชน์ในการดูแลทางคลินิก

- ช่วยบอกความเสี่ยงในการเกิด sustained ventricular arrhythmia ในผู้ป่วย nonischemic cardiomyopathy⁽¹⁵⁾

3.) กลุ่มที่อาจจะได้ประโยชน์ แต่ยังไม่ได้รับการพิสูจน์

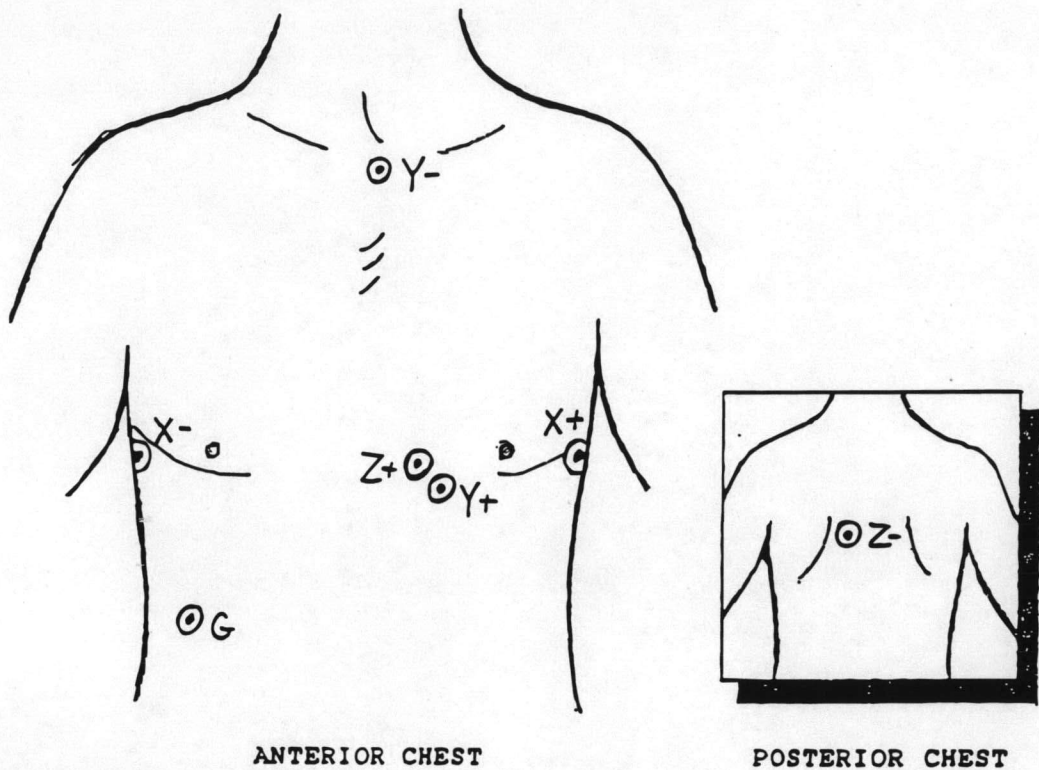
- ค้นหาการต่อต้านการปลูกถ่ายหัวใจ (Graft rejection in heart transport)
- ประเมินประสิทธิภาพการรักษาหรือการก่อให้เกิด arrhythmia ของ antiarrhythmia drug ใน ventricular arrhythmia
- ประเมินความสำเร็จในการรักษาโรคหลอดเลือดโคโรนารีด้วยการใช้ยา , เครื่องมือ หรือ การผ่าตัด

นอกจากนี้ได้มีการนำ SAECG มาทำนายการตายหลังการผ่าตัด CABG โดยกลุ่ม CABG patch trial pilot ซึ่งศึกษาในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดโคโรนารีที่มีความเสี่ยงสูง คือ LVEF < 36 % สามารถแบ่งผู้ป่วยเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ SAECG ที่ให้ผลบวกและ SAECG ที่ให้ผลลบ ทั้ง 2 กลุ่มได้รับการทำ CABG และติดตามอัตราการตายที่เวลา 30 วัน, 1, 2, และ 3 ปี ผลปรากฏว่ากลุ่ม SAECG ที่ให้ผลบวก มีอัตราการตาย เป็น 2 เท่า ของกลุ่ม SAECG ที่ให้ผลลบที่ระยะเวลาต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁽¹⁰⁾ โดยเชื่อว่าอัตราการตายของกลุ่ม SAECG ที่ให้ผลบวกที่สูงกว่าเกิดจาก Sudden death ทำให้มีการศึกษาต่อมาที่ต้องการทดสอบว่า implantable cardioverter defibrillator (ICD) สามารถลดอัตราการตายจาก sudden cardiac death ในผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูง คือ LVEF < 0.36 และมี abnormal SAECG หรือ ที่ให้ผลบวก หลังการทำ CABG ที่เรียกว่า CABG patch trial⁽²⁰⁾ ได้หรือไม่ โดยเปรียบเทียบอัตราการตายระหว่างกลุ่มที่ใส่ ICD กับ กลุ่มควบคุม การทดลองต้องหยุดลงก่อนกำหนดเพราะพบว่าการใส่ ICD ไม่สามารถลดอัตราการตายได้ ทำให้สมมติฐานที่ว่า กลุ่ม SAECG ที่ให้ผลบวกมีอัตราการตายสูงกว่านั้น น่าจะเกิดจาก sudden cardiac death จึงไม่ได้รับการสนับสนุน เพราะอุบัติการณ์ของ sudden cardiac death ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน จึงเป็นที่มาของการศึกษาใหม่ที่ว่า SAECG อาจไม่ใช่ปัจจัยบ่งบอก sudden cardiac death ที่ดีพอ แต่อัตราตายที่ต่ำกว่าในกลุ่ม SAECG ให้ผลลบ (ซึ่งอนุมานว่ามีพังผืดน้อยกว่า และมี viable myocardium มากกว่า) นั้น อาจนำมาใช้ทำนายการเพิ่มขึ้นของ LVEF ได้เพราะจากการศึกษาในอดีตที่ผ่านมาพบว่าการเพิ่มขึ้นของ LVEF

เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด ในการทำนายผลดีต่อการลดอัตราการตายที่เกิดจากการผ่าตัด CABG ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจที่มี LVEF < 0.36 อย่างไรก็ตามในการศึกษาของ CABG patch trial ไม่ได้บอกรายละเอียดของ LVEF ที่เปลี่ยนแปลงในกลุ่มที่มี SAECG ที่ให้ผลบวก และ SAECG ที่ให้ผลลบ หลังการผ่าตัดแต่อย่างใด

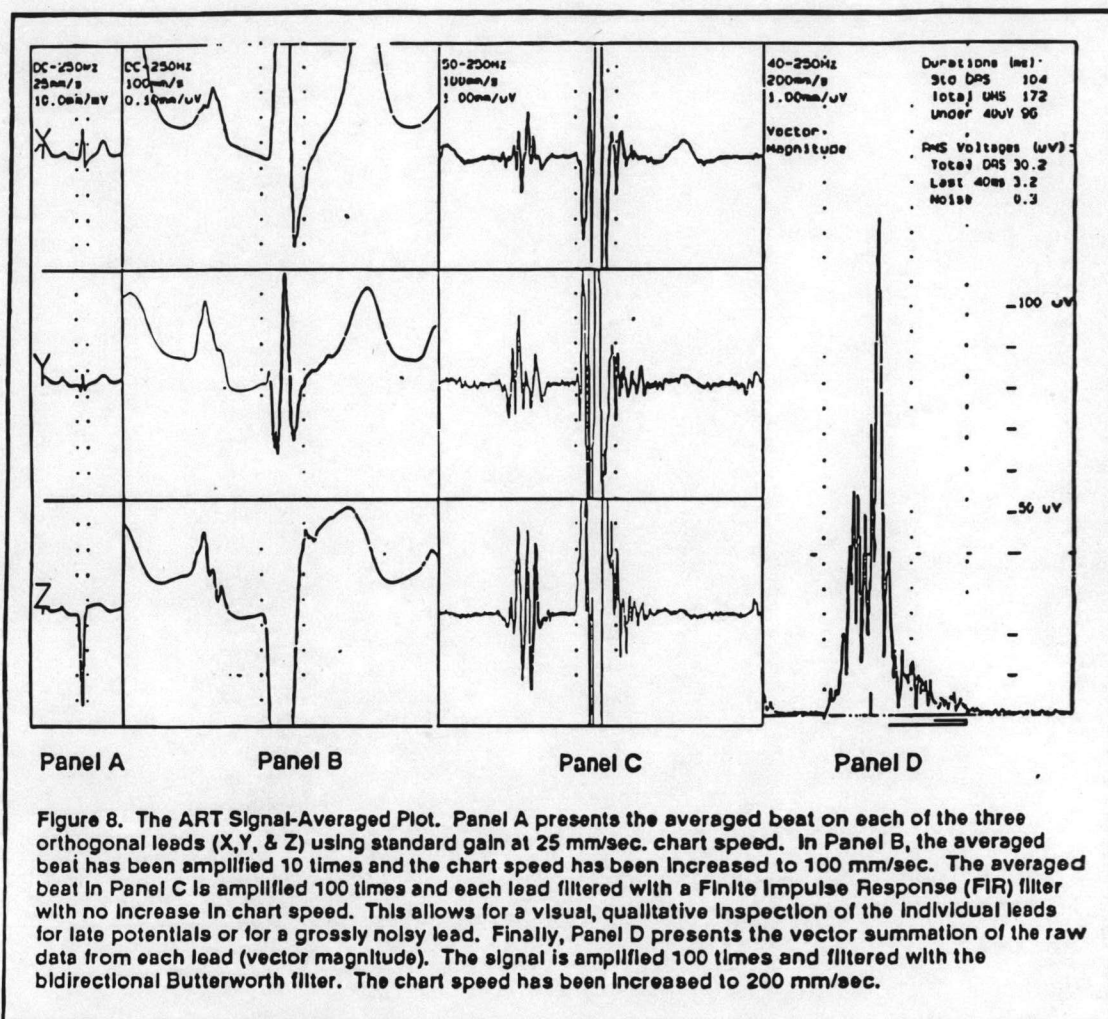
นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่ชัดเจนถึงผลของการผ่าตัด CABG ต่อการเปลี่ยนแปลง SAECG โดย Joseph Borbola และคณะ ได้ศึกษาถึงผลของการผ่าตัด CABG ต่อการเปลี่ยนแปลงของ SAECG ในผู้ป่วยที่มีและไม่มีประวัติกล้ามเนื้อหัวใจตาย พบว่ากลุ่มที่มีประวัติกล้ามเนื้อหัวใจตายและมี SAECG ให้ผลบวก ส่วนใหญ่ (71%) ยังคงมี SAECG ให้ผลบวก ที่ระยะหลังการผ่าตัด (เฉลี่ย 10 ± 4 วัน) และในระยะหลังพบว่ามีการใช้ยา thrombolytics ในผู้ป่วยที่รอดชีวิตจาก MI ครั้งแรกโดยได้รับ t-PA ภายใน 4 ชม. พบว่าสามารถลดอุบัติการณ์ของ late potentials ได้อย่างมีนัยสำคัญ⁽³¹⁾ และยังพบว่ายา angiotensin converting enzyme inhibitors และยา betablocker⁽²³⁾ สามารถเปลี่ยนแปลงผลของ SAECG ได้เช่นกัน หรือแม้แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเองหลังการเกิด MI โดยพบว่ามี การกลับสู่ค่าปกติของ RMS 40 ถึง 30 % ของจำนวนผู้ป่วย MI ทั้งหมด 65 ราย ที่เวลาหลัง 1 ปีโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของ QRS duration⁽³²⁾

SIGNAL-AVERAGED ECG LEAD PLACEMENT



ORTHOGONAL LEAD	LOCATION	STANDARD LEAD
X+	4th INTERCOSTAL SPACE, MIDAXILLARY LINE, LEFT SIDE	LA
X-	4th INTERCOSTAL SPACE, MIDAXILLARY LINE, RIGHT SIDE	LL
Y+	STANDARD V-3 POSITION (or proximal left leg)	V3
Y-	SUPERIOR ASPECT OF THE MANUBRIUM	V2
Z+	STANDARD V-2 POSITION	V1
Z-	V-2 POSITION ON THE POSTERIOR CHEST	RA
GROUND	LOWER RIGHT RIBS	RL

รูปที่ 1 : แสดง The Orthogonal Lead Placement For Signal - Average ECG Recording



รูปที่ 2 : แสดงการรายงานผลของ SAECG (Panel A - D)

Patient File : C:\ART\pdata\12345.R02

Name : SUMRDAY

ECG Date : 03/02/99

Age : 66

Gender : Male

Interpretation : _____

Id : 12345

ECG Time : 08:23

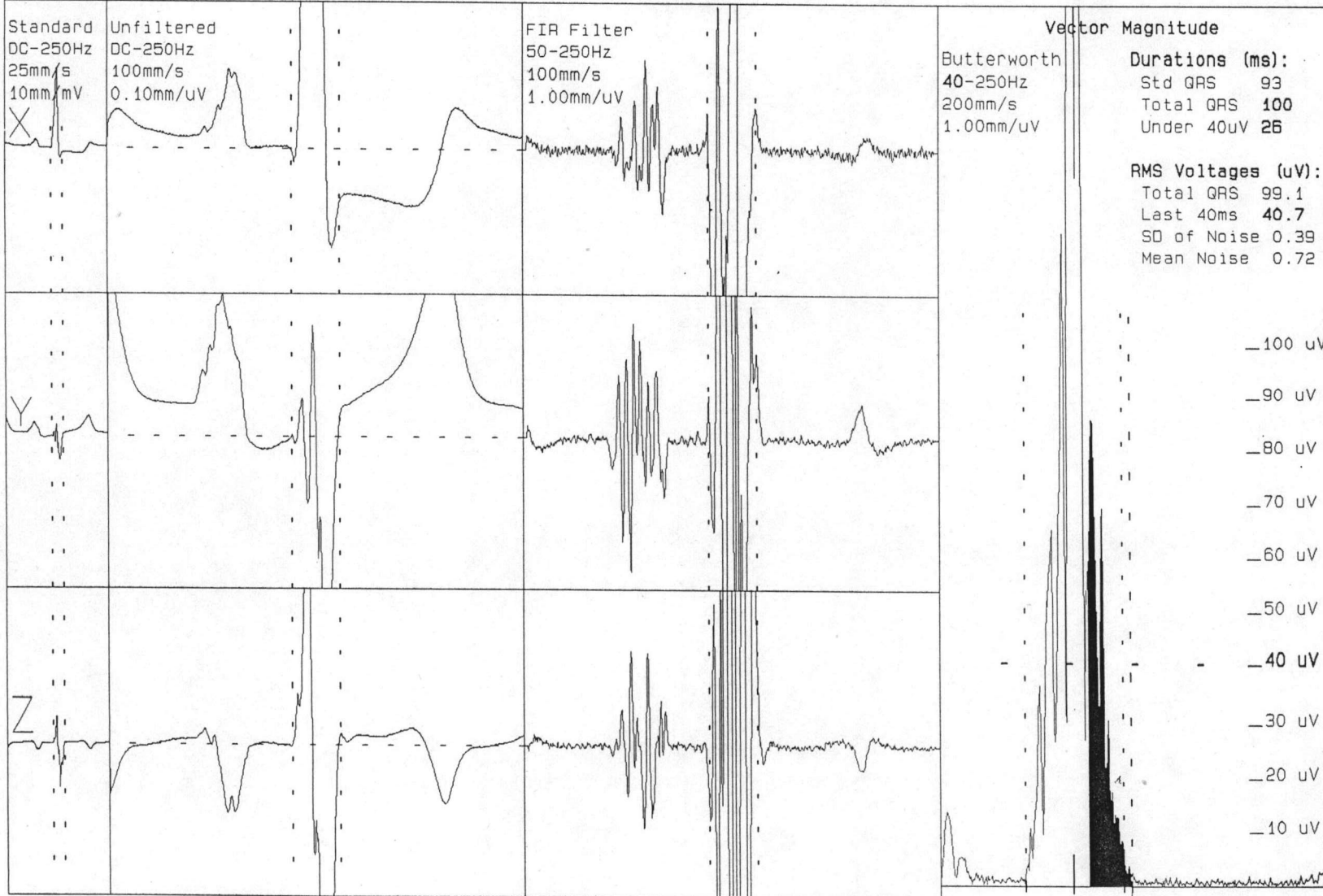
Height : _____

Option : _____

Weight : _____

Signal Averaged 141 Cycles X, Y, Z & Vector

Race : Caucasian



รูปที่ 3 : รูปแสดงการรายงานผลของ SAECG ที่ปกติ

Patient File : D:\ART\pdata\12841041.R00

Age : 64

Interpretation : _____

Name : SVRA

ECG Date : 11/27/98

Gender : Male

Id : 12841041

ECG Time : 08: 43

Height : 170

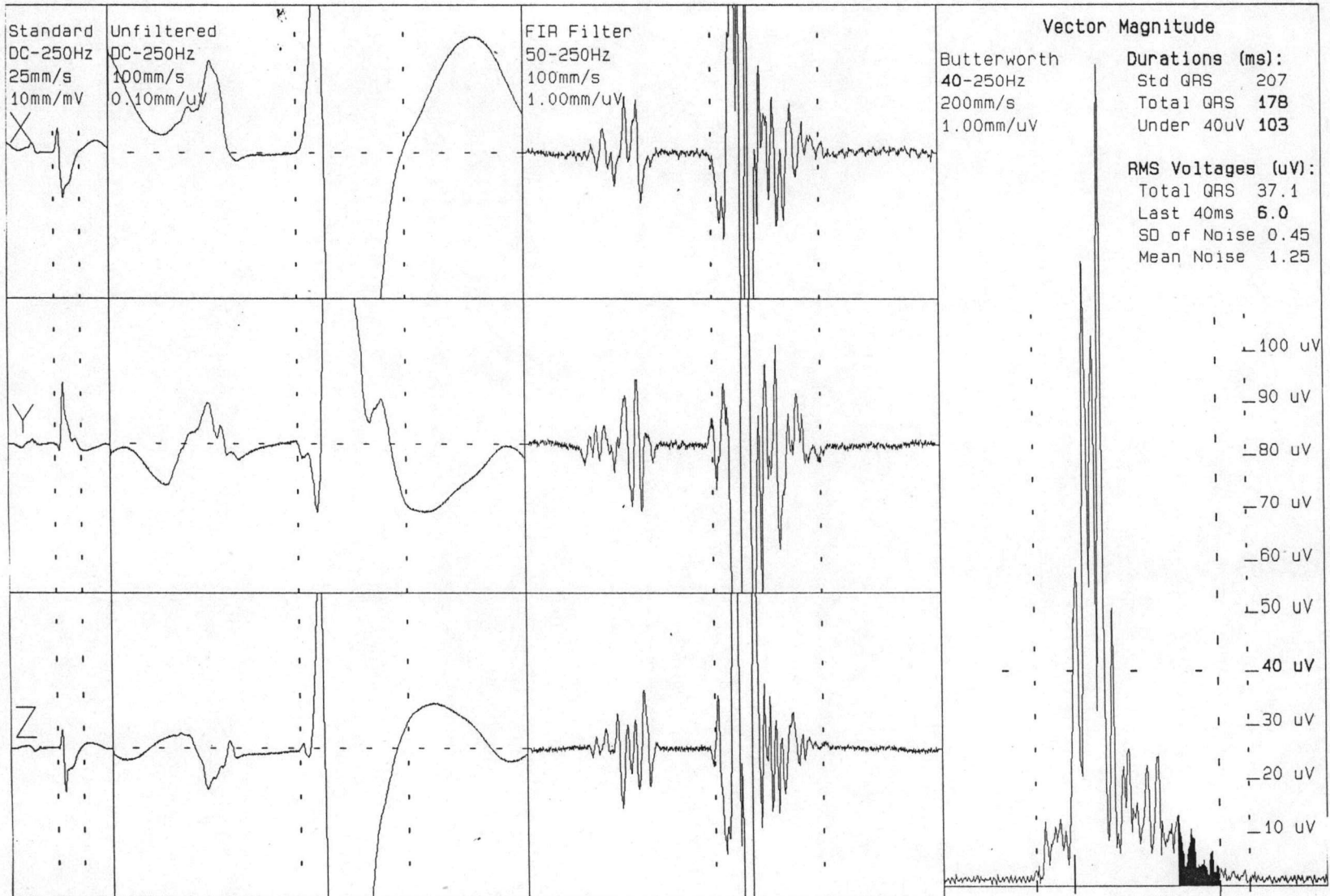
Option :

Weight : 68

Signal Averaged 820 Cycles X, Y, Z & Vector

Race : Caucasian

รูปที่ 4 : ฟิล์มตรวจการรบกวนของ SAECG ที่ผิดปกติ (QRSd (> 114 ms), RMS 40 (< 20 μ V) and LAS (> 38 ms))



2. ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำ CABG surgery

การผ่าตัด CABG เริ่มตั้งแต่ปลายปี 1960 ซึ่งประโยชน์ที่ได้รับจากการผ่าตัดเมื่อเทียบการรักษาด้วยยาอย่างไม่ชัดเจน เนื่องจากการศึกษาในช่วงแรกได้ตัดผู้ป่วยที่มี LVEF < 0.50 ออกจากการศึกษาเพราะถือว่ามีความเสี่ยงสูงต่อการผ่าตัด⁽¹⁷⁾ แต่เมื่อมีการพัฒนาเทคนิคการผ่าตัดและความชำนาญของแพทย์เพิ่มขึ้น อัตราการตายจากการผ่าตัดจึงลดลงอย่างมาก มีหลายการศึกษาที่ช่วยยืนยันว่าการผ่าตัด CABG ช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจโดยเฉพาะที่มี left ventricular dysfunction⁽¹⁸⁾ นอกจากนี้ยังพบว่าประโยชน์จะเพิ่มมากขึ้นตามความรุนแรงของ LV dysfunction ที่เพิ่มขึ้น และมีรายงานว่าได้ประโยชน์สูงสุดเมื่อ LVEF < 35%⁽¹⁶⁾ หรือแม้แต่ LVEF < 25% จากการศึกษาแบบสังเกตการณ์ของ CASS group⁽¹⁷⁾

การเลือกผู้ป่วยที่ควรทำ CABG คือ ผู้ป่วยที่มี triple vessel disease with left ventricular dysfunction, ผู้ป่วยที่ล้มเหลวจากการใช้ยา และที่ไม่เหมาะสมในการทำ angioplasty⁽¹⁹⁾ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการผ่าตัด CABG ช่วยลดการเกิด sudden cardiac death ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจาก ventricular arrhythmia ที่ไม่ว่าจะเป็นกรณีที่มีความเสี่ยงต่อการเกิด arrhythmia อยู่ก่อนและมีการกระตุ้นจากภาวะ acute ischemia หรือเกิดจากภาวะ ischemia เอง ดังนั้นการผ่าตัดซึ่งช่วยลดภาวะ ischemia จะช่วยลด sudden cardiac death ที่เกิดจาก arrhythmia และยังพบว่ากลุ่มที่เสี่ยงต่อการเกิด arrhythmia คือ กลุ่มที่เกิด cardiac arrest นอกรพ. , triple vessel disease with left ventricular dysfunction⁽¹⁾

การศึกษาที่แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของ LVEF หลังการผ่าตัด CABG โดยศึกษาในผู้ป่วยที่มี LVEF \leq 36% (เฉลี่ย 24.6%) ก่อนผ่าตัด และประเมิน LVEF ที่เวลาเฉลี่ย 6 เดือนหลังผ่าตัดได้ค่าเฉลี่ย 33% โดยเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ยของ LVEF ก่อนการผ่าตัด คือ 24.6% คิดเป็นการเพิ่มขึ้นสัมพัทธ์ 36% ซึ่งเชื่อว่าเกี่ยวกับ hibernating myocardium⁽³⁾

3. การตรวจ multigated cardiac blood pool scintigraphy (MUGA)

เป็นวิธีมาตรฐานในการวัดการทำงานของหัวใจ (LVEF) โดยหลักการวัดการเปลี่ยนแปลงปริมาตรรวมของสารรังสี (radionuclide) ที่จับกับเม็ดเลือดแดงภายใน LV ในช่วงของการบีบตัวและคลายตัวของหัวใจ (systole and diastole) โดยใช้คลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นตัวกำหนดช่วงดังกล่าว ซึ่งวิธีนี้มีข้อดี คือ เป็นการวัดปริมาตรโดยตรง และเป็นการวัดโดยเครื่องจึงมีความคลาดเคลื่อนในการวัดน้อยเมื่อเทียบกับวิธี⁽¹²⁾ การวัดจาก echocardiogram หรือ การทำ ventriculogram ในห้องสวนหัวใจ. ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนทั้ง intraobserver and interobserver variation สูงกว่าวิธีดังกล่าวนี้

วิธีทำโดยฉีด normal saline 6 cc. ลงในขวด stannous (mix) ดูด stannous และ saline 0.03 cc/kg ของผู้ป่วยแล้วฉีดทางเส้นเลือด หลังจากนั้น 15 นาที ดูดเลือด 10 cc. ใน heparin syringe และ ^{99m}Tc -pertechnetate 20 mCi ผสม 10 นาที แล้วฉีดกลับเข้าสู่ผู้ป่วย หลังจากนั้นเป็นการถ่ายภาพการทำงานของหัวใจโดยกล้องรังสีแกมมาโดยเก็บภาพในท่า left anterior oblique ทำมุม 30-45 องศา ซึ่งเป็นท่าที่เห็น LV แยกจาก RV ชัดเจนที่สุด การแปรผล LVEF โดยเครื่องจะคำนวณจากค่านับวัดของสารรังสีที่จับกับเม็ดเลือดแดงอยู่ใน LV โดยใช้สูตรการคำนวณ $\{(end\ diastolic\ count - end\ systolic\ count) / end\ diastolic\ count - background\} \times 100$ ซึ่งควบคุมการแปรผลโดยรังสีแพทย์เพียงคนเดียว