

BASIC ECG Interpretation

เรียบเรียงโดย

น.พ.เจริญลาภ อุตานปฐมรส อายุรแพทย์โรคหัวใจ

Downloadable files at <http://www.thaiheartclinic.com>



- ความรู้พื้นฐานของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ&วิธีการตรวจ
- คลื่นไฟฟ้าหัวใจปกติและการแปลผล
- ความผิดปกติที่พบบ่อยในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

ความรู้พื้นฐานของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ&วิธีการตรวจ

คลื่นไฟฟ้าหัวใจคืออะไร

คือคลื่นไฟฟ้าที่เกิดจากการไหลของกระแสไฟฟ้าในหัวใจที่มีจุดกำเนิดเริ่มต้นจากsinus nodeผ่าน

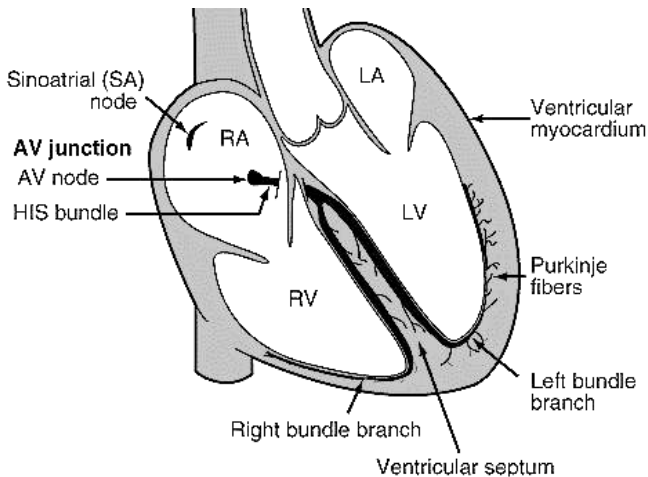
ไปยังAVnode→His bundle →bundle branch

→ Purkinje fibers → ventricular myocardium

โดยเราใช้เครื่องมือที่บ้านที่เรียกว่า

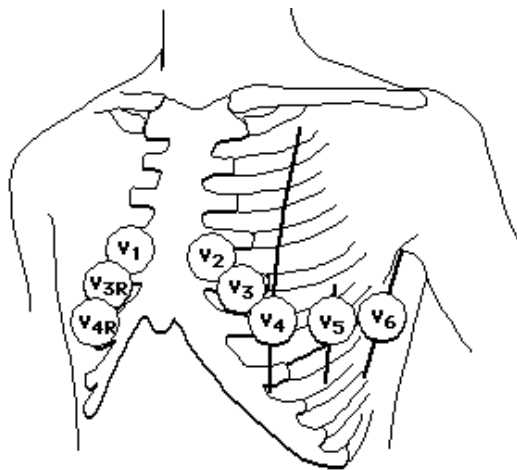
ว่า"electrocardiograph" และตัวบันทึกเรียกว่า

ว่า "electrocardiogram"



วิธีตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

ทำโดยการติดelectrodesที่แขนขาทั้งสองข้าง(ขาขวาเป็นground)และตามจุดต่างๆบริเวณหน้าอกดังรูปและrunเครื่องบันทึกleadsต่างๆมาตรฐาน12leads



V1 ช่องซี่โครงที่4ขอบขวาของกระดูกsternum

V2 ช่องซี่โครงที่4ขอบซ้ายของกระดูกsternum

V3 อยู่กึ่งกลางระหว่างV2และV4

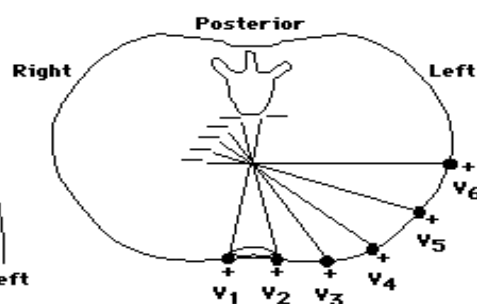
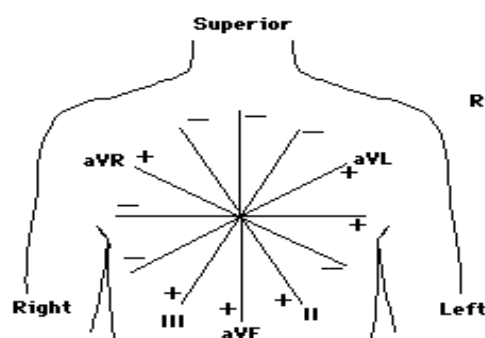
V4 ช่องซี่โครงที่5แนวกึ่งกลางclavicleข้างซ้าย

V5 ระดับเดียวกับV4แนวanterior axillary line

V6 ระดับเดียวกับV4แนวmidaxillary line

V3Rอยู่กึ่งกลางระหว่างV1และV4R

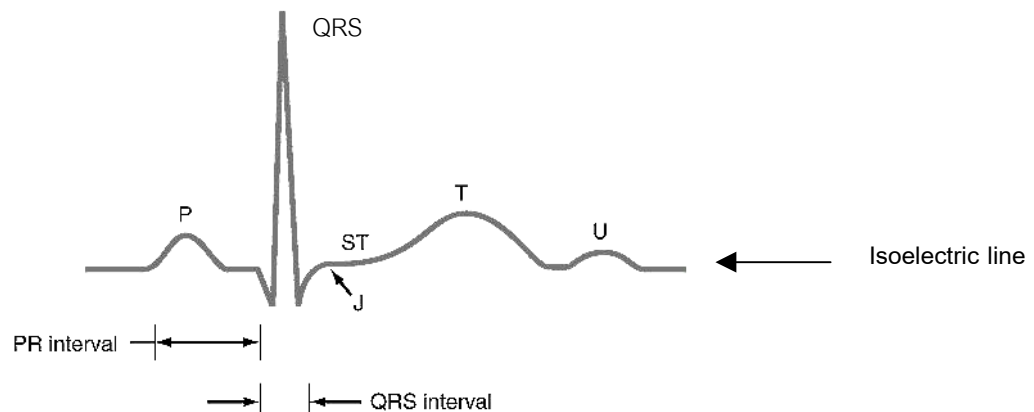
V4Rช่องซี่โครงที่5แนวกึ่งกลางclavicleข้างขวา



12 leadsมาตรฐาน

- Bipolar limb leads วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง2จุดของแขน/ขา
 - Lead 1 วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าของแขนซ้าย-แขนขวา
 - Lead 2 วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าของขาซ้าย-แขนขวา
 - Lead 3 วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าของขาซ้าย-แขนซ้าย
- Unipolar limb leads วัดvoltageของแขน/ขา เทียบกับ central terminalซึ่งมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์
 - Lead aVR วัด voltage ของแขนขวา (aคือelectrical augmentation 50%)
 - Lead aVL วัด voltage ของแขนซ้าย
 - Lead aVF วัด voltage ของขาซ้าย
- Chest leads วัดvoltageในแนวhorizontal plane:unipolar leads
 - Lead V1-V6 วัด voltageที่จุดต่างๆที่V1-V6 เทียบกับ central terminal (indifferent electrode)

ส่วนประกอบต่างๆของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ



คลื่นไฟฟ้าหัวใจเกิดจากการนำไฟฟ้าเกิด depolarization & repolarization ในส่วนต่างๆของ

หัวใจโดยเราใช้เครื่องบันทึกที่

ตำแหน่งต่างๆตามleadsที่กำหนด

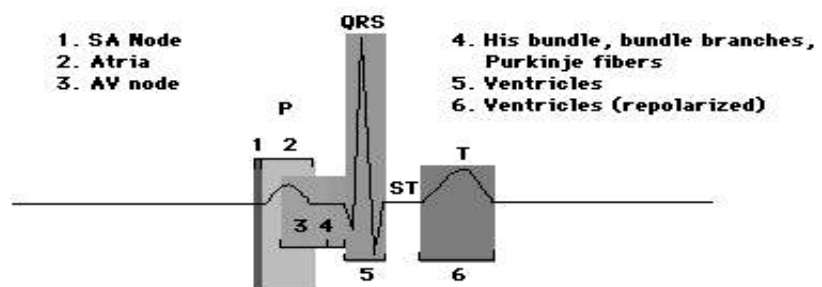
ขึ้น ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลเข้าหาขั้ว

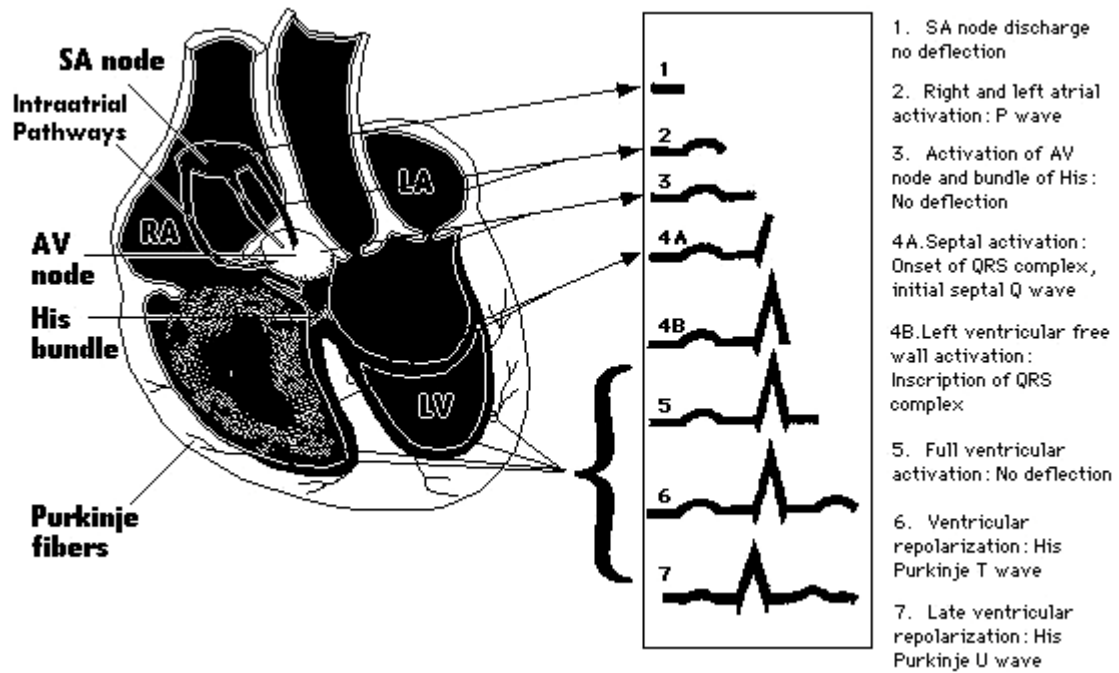
บวก เครื่องจะบันทึกคลื่นไฟฟ้า

เป็นหัวตั้งหรือเป็นบวก(เหนือ

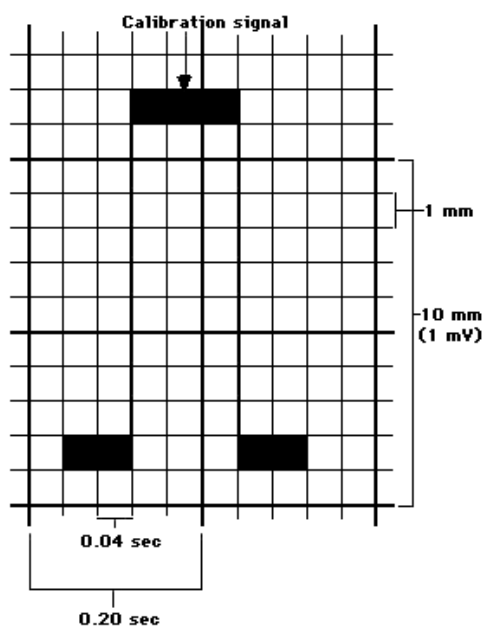
isoelectric line) ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลเข้าหาขั้วลบ เครื่องจะบันทึกคลื่นไฟฟ้าเป็นหัวกลับหรือเป็นลบ

(ใต้isoelectric line)





ส่วนประกอบของกระดาศตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ



1 ช่องเล็กสุดในกระดาศทั้งแนวนอนและแนวตั้ง

เท่ากับ 1mm

ความเร็วกระดาศเท่ากับ 25mm/sec ดังนั้น 1ช่อง

เล็กสุดในแนวนอนจึงเท่ากับ 1/25 หรือ 0.04sec

ในแนวตั้งมาตรฐาน 1mV=10mm โดยสังเกต ได้

จาก calibration signal

ดังนั้นก่อนแปลผลECGทุกครั้งต้องcheck paper

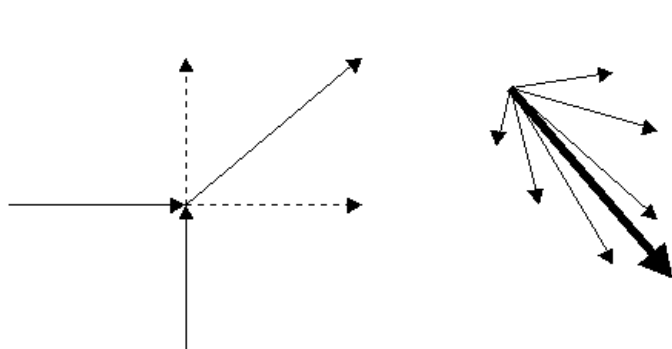
speed(ดูที่เครื่องหรือดูจากECG waveformที่กว้างผิดปกติ

ทั้งหมด) และ calibration signal(ดูที่ tracings) ด้วย

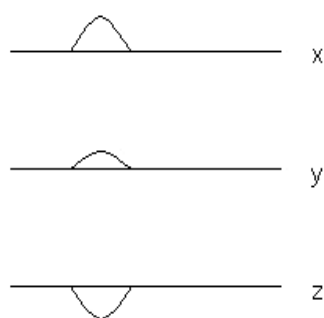
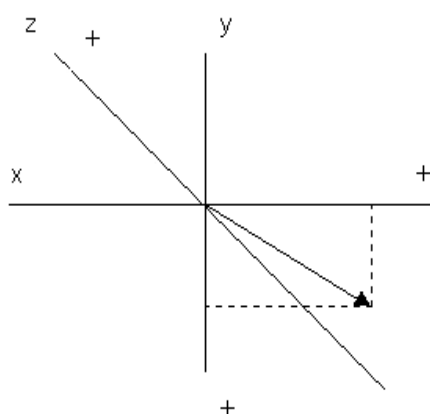
Vectorcardiogram

Vector เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนขนาดและทิศทางของพลังงานเช่น กระแสไฟฟ้า, พลังงานกล โดยใช้รูปลูกศร: ทิศทางของลูกศรบอกทิศทางของแรง, ความยาวของลูกศรบอกขนาดของแรง

Vectorcardiogram เป็นvectorที่ใช้แทนคลื่นไฟฟ้าหัวใจมีประโยชน์ในการเข้าใจพื้นฐานของ ECG ได้ดีขึ้น



- รูปที่1แสดงผลลัพธ์ของขนาดและแนวแรงเมื่อมีแรง2แรงทิศทางต่างกันมาปะทะกัน
- รูปที่2แสดงค่าเฉลี่ยของแนวแรงโดยใช้ vector



จากรูปจะเห็นว่าแรงหรือพลังงานแทนด้วยลูกศรที่มีทิศทางและขนาดที่แน่นอนเมื่อวัดในแนวแกน x, y, z จะให้ผลออกมาต่างกัน

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

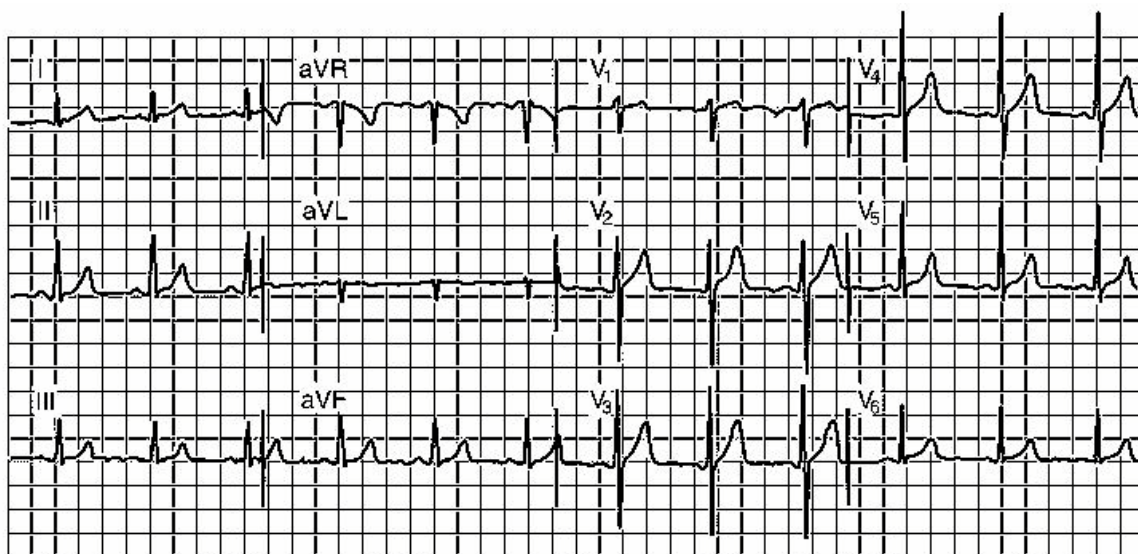
.....

คลื่นไฟฟ้าหัวใจปกติและการแปลผล

Basic ECG

- 1.Rhythm
- 2.Rate
- 3.P wave
- 4.PR interval
- 5.QRS interval
- 6.QRS complex
- 7.ST segment
- 8.T wave
- 9.U wave
- 10.QT duration

ตัวอย่างคลื่นไฟฟ้าหัวใจปกติ



1.Rhythm ปกติเป็น sinus rhythm

2.Rate ปกติ 60-100 ครั้ง/นาที

หมายเหตุ ปกติ 1 ช่องเล็กสุด = 0.04 sec; 1 ช่องใหญ่ = 5 ช่องเล็กสุด = 0.2 sec

การคำนวณ rate

วิธีที่ 1 $rate = 1500 / \text{จำนวนช่องเล็กระหว่างQRSที่ติดกัน 2 ตัว}$

วิธีที่ 2

จำนวนช่องใหญ่ระหว่างQRSที่ติดกัน 2 ตัว

rate(bpm)

1

300

2

150

3

100

4

75

5

60

6

50

7

43

8

37

9

33

10

30

300 250 214 187 167 150 136 125 115 107 100

100 94 88 83 79 75 71 68 65 62 60

60 58 56 54 52 50 48 47 45 44 43

43 42 41 39 38 37 37 36 35 34 33

33 33 32 31 31 30

วิธีที่ 3 rate = จำนวน cardiac cycles ใน 5 secs x 12

3.P wave

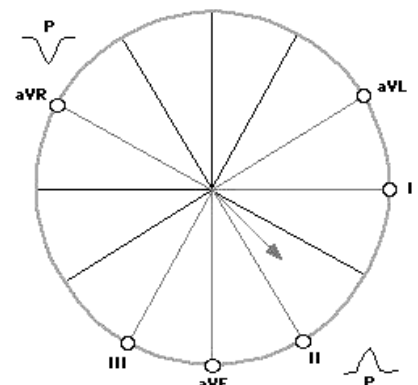
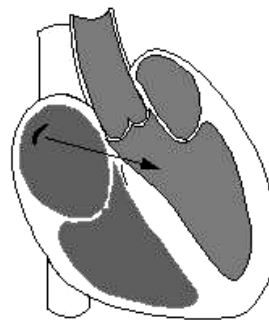
- เกิดจาก atrial depolarization โดยเริ่มจาก SA nodeกระจายไปทั่วright atrium&left atrium มีทิศทางvectorไปในแนวลงและเฉียงไปทางซ้ายดังรูป

- ปกติกว้างไม่เกิน0.12sec

- ปกติหัวตั้งในlead 1,2,V4-V6,aVF

และ หัวกลับในlead aVR

- variable in 3,aVL,other chest leads



Generation of the P wave With normal sinus rhythm, the atrial depolarization vector is directed from the right atrium to the left atrium and downward towards the AV junction (arrow). As a result, the P wave will normally be upright in lead II and negative in lead aVR.

4. PR interval

- เกิดจาก atrial depolarization(P wave)และ การdelayการนำไฟฟ้าของAV junctional area(AV node&His bundle)

- ปกติ 0.12-0.20sec(3-5ช่องเล็ก)

5. QRS interval

- เกิดจากventricular depolarization;ปกติ 0.06-0.10sec(1ช่องครึ่ง-2ช่องครึ่ง)

6. QRS complex

-Normal Q ไม่ควรเกิน

0.03 sec

-Q ขนาด 1-2mm พบได้

ปกติใน lead 1,aVL,

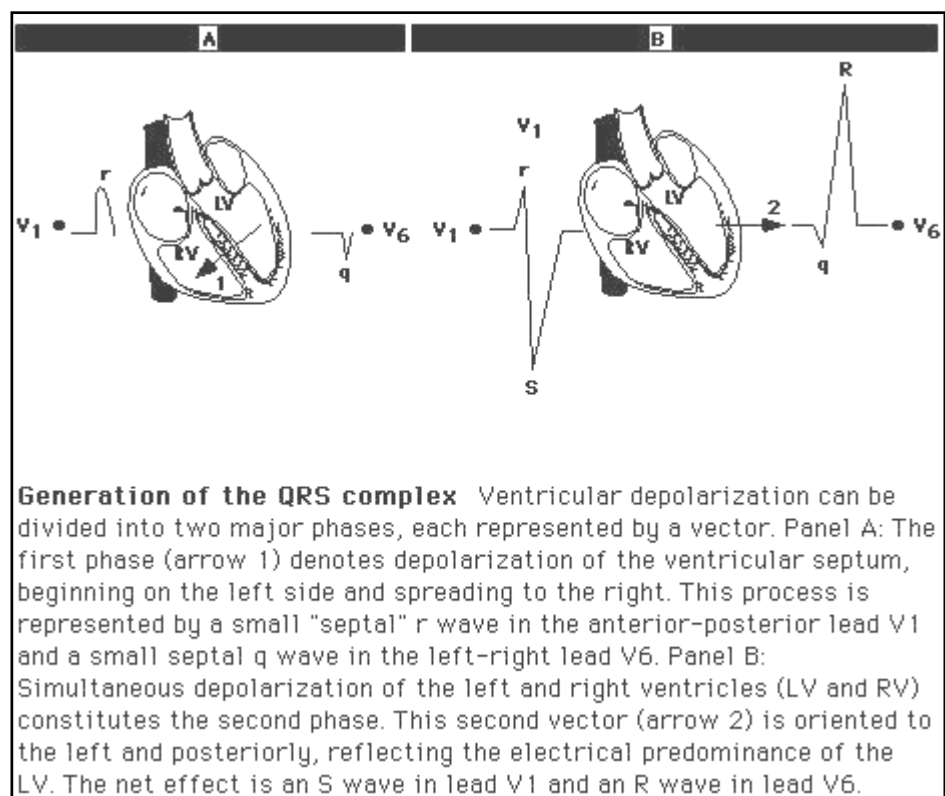
aVF,V5,V6

-Deep QS or Qพบได้

ปกติใน lead aVR

-QS บางครั้งพบได้ใน

lead 3,V1,V2



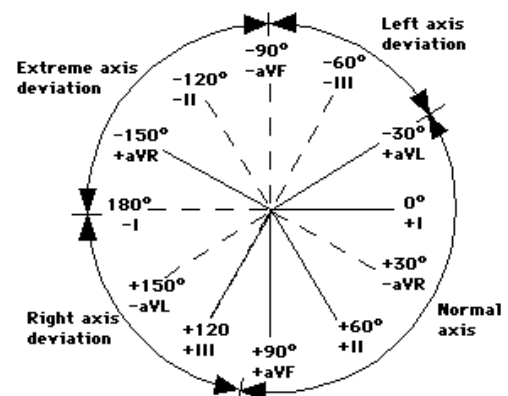
QRS axis

- QRS axis normal 0-90 degree(QRSaxis in frontal plane)

- QRS voltage ปกติจะ>5mm in limb leads และ>10mm in chest leads

- R wave progression ปกติR และ S wave จะมีขนาดใกล้เคียงกันในleadV3-V4(transition zone)

หมายเหตุ วิธีการหา QRS axis



ดูlead1&aVF ถ้าlead1เป็นบวก lead aVFเป็นบวก → normal axis

ถ้าlead1เป็นลบ lead aVFเป็นบวก → right axis deviation

ถ้าlead1เป็นบวก lead aVFเป็นลบ lead2เป็นลบ → left axis deviation

ถ้าlead1เป็นลบ lead aVFเป็นลบ → indeterminate axis

รายละเอียดการหาaxisเป็นองศา จะไม่กล่าวถึงสำหรับพยาบาล เนื่องจากค่อนข้างละเอียดเกินไป

7.ST segment

- ปกติอยู่ในแนวเดียวกับisoelectric lineหรือสูงหรือต่ำกว่าแนวปกติเล็กน้อย และปกติสูงได้ไม่เกิน 1mmในstandard leads และไม่เกิน2mmในchest leads และปกติต่ำได้ไม่เกิน0.5mmจากแนว isoelectric
- รูปร่างปกติจะโค้งเล็กน้อยต่อกลมกลืนไปกับT wave

8.T wave

- เกิดจากventricular repolarization
- ปกติ upright ใน lead1,2,V3 to V6 ,inverted in aVR
variable in lead 3,aVL,aVF,V1,V2(inverted T in V1,V2 พบได้บ่อย)
- รูปร่างปกติ T wave จะมนและไม่สมมาตรเล็กน้อย
- ความสูงปกติ ไม่เกิน 5mm in limb leads ไม่เกิน10mm in chest leads

9.U wave

ปกติพบได้ในlead V2-V4,ขนาดน้อยกว่า 0.2mV และมีทิศทางไปทางเดียวกับT wave

10.QT interval :ปกติ QTc ไม่เกิน 0.44sec

$QTc = QT / \sqrt{RR \text{ interval}}$ (RR intervalคือระยะห่างระหว่างR waveกับR waveที่ติดกันหน่วยเป็นsec)

การแปลผลECG

- จะต้องแปลผลที่สำคัญสองส่วนคือ 1.cardiac rhythmคืออะไร 2.ความผิดปกติส่วนอื่นๆ

ของECG waveform ตัวอย่างการแปลผล เช่น

- sinus tachycardia,occasional PVC's,otherwise normal
- atrial fibrillation with moderate ventricular response,non specific T wave changes
- atrial tachycardia,LVH with secondary ST-T changes

ความผิดปกติที่พบบ่อยในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

Rate

รายละเอียดจะกล่าวถึงในบทเรื่องความผิดปกติของจังหวะการเต้นของหัวใจ

P wave

ปกติ upright in 1,2,V4-V6,aVF และ inverted in aVR;variable in 3,aVL,other chest leads

ความผิดปกติที่ควรรู้

P1 ตัดleadผิด

- P(QRS) positive in aVR;negative in aVL,1

DDX 1.สลับ electrodes แขนซ้ายขวา

2.dextrocardia with situs inversus(จะสลับ V1-v6ด้วย)

3.ectopic atrial or AV junctional rhythm

P2 Left atrial enlargement มักพบในผู้ป่วย mitral stenosis

มี 2องค์ประกอบคือ

- P mitrale คือ P wave ที่กว้าง $\geq 3\text{mm}$ (0.12sec) และมี notching (significant if peak to peak $> 0.04\text{sec}$) in limb leads
- diphasic in V1 โดยเฉพาะส่วนที่เป็น negative ใหญ่ ($> 1\text{mm}$)

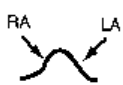
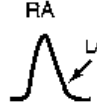
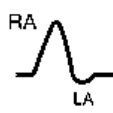
กรณีมีอย่างใดอย่างหนึ่งเรามักเรียกว่า

“left atrial abnormality”

P3 Right atrial enlargement มักพบในผู้ป่วย

COPD, pulmonary HT

- P pulmonale คือ มี tall, peaked P wave สูง $\geq 2.5\text{mm}$ ใน limb หรือ precordial leads

	Normal	Right	Left
II			
V1			

PR interval

ปกติ = 0.12-0.20 sec

ความผิดปกติที่ควรรู้

PR1 First degree AV block

- PR interval > 0.20 sec เรียกว่ามี prolonged PR interval

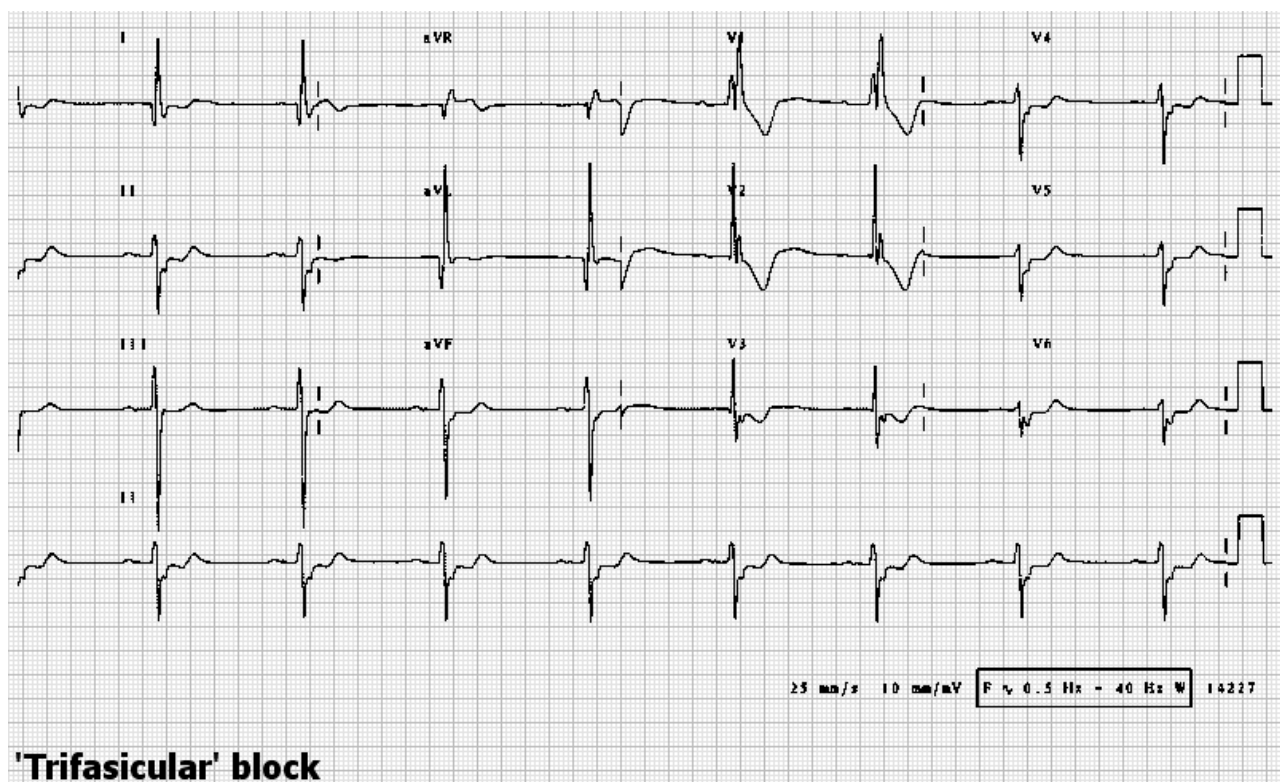
- สาเหตุของ prolonged PR interval ได้แก่

1. First degree AV block

2. Trifascicular block (eg. CRBBB, LAHB, prolonged PR interval = มี delayed conduction in posterior fascicle)

3. Hyperthyroidism บางราย

4. Normal variation



PR2 Short PR in WPW syndrome

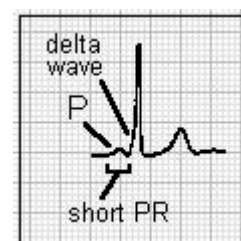
- PR interval < 0.12 sec เรียกว่ามี short PR interval

- สาเหตุของ short PR interval ได้แก่

1. AV junctional and low atrial rhythms

2. Wolff-Parkinson-White syndrome (WPW syndrome or preexcitation syndrome)

- จะเห็นมี delta wave ในส่วนหน้าสุดของ QRS complex ดังรูป



3.Lown-Ganong-Levine syndrome(LGL syndrome)

4.glycogen storage disease type II(Pompe's)

5.HT บางราย

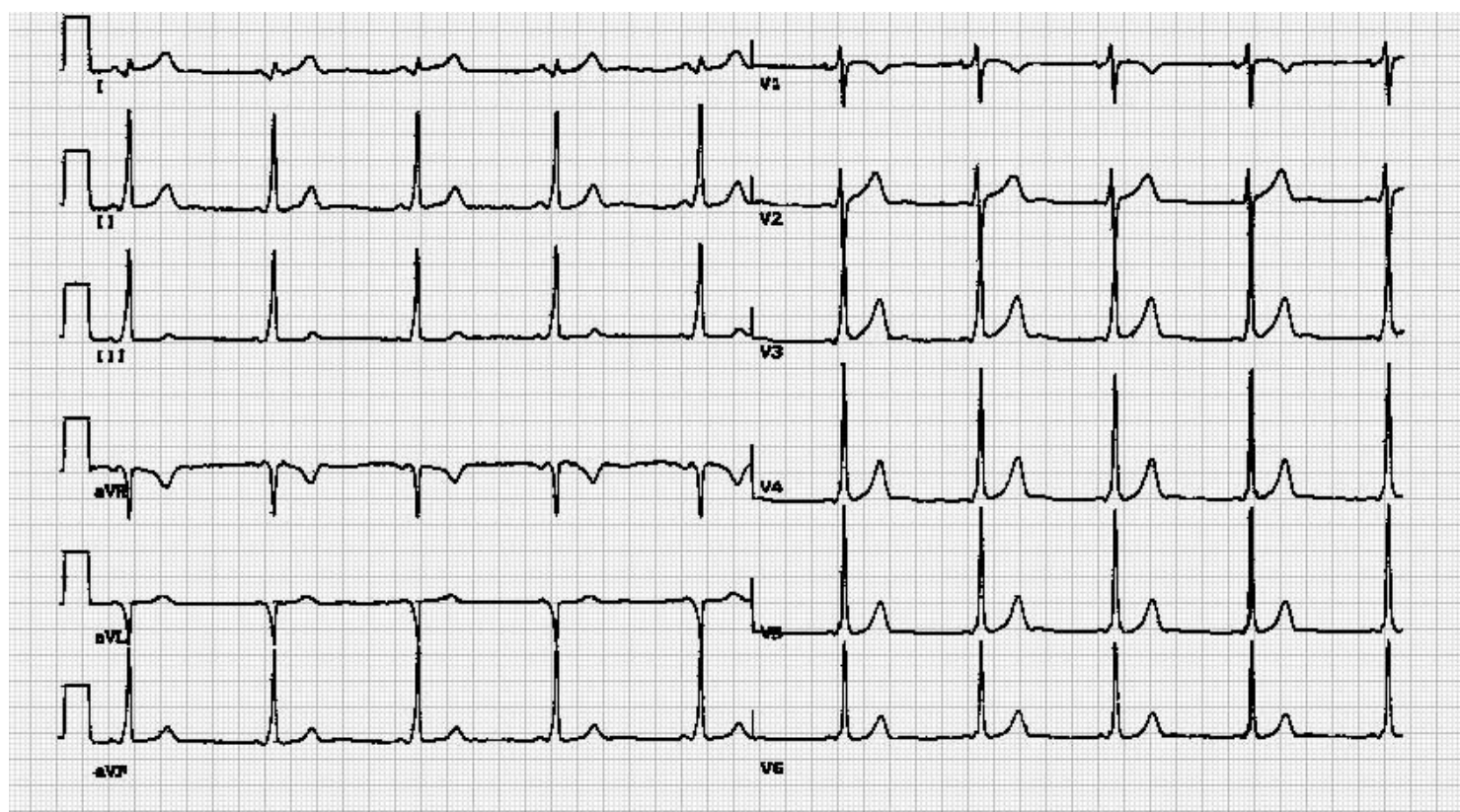
9. Duchenne muscular dystrophy

6.normal variation

10.HOCM

7.Fabry 's disease

8.pheochromocytoma



Wolf-Parkinson-White syndrome

- short PR interval, less than 3 small squares (120 ms)
- slurred upstroke to the QRS indicating pre-excitation (delta wave)
- broad QRS
- secondary ST and T wave changes

Localising the accessory pathway

LOCATION	V1	V2	QRS axis
left posteroseptal (type A)	+ve	+ve	left
right lateral (type B)	-ve	-ve	left
left lateral (type C)	+ve	+ve	inferior (90 degrees)
right posteroseptal	-ve	-ve	left
anteroseptal	-ve	-ve	normal

Note:PR segment= end of P → beginning of QRS

ปกติ จะอยู่ในแนว isoelectric อาจจะถูกdisplaced ใน atrial infarction, acute pericarditis

QRS complex

ปกติ interval = 0.06-0.10 sec

ความผิดปกติที่ควรระวัง

QRS1 Low voltage

- average voltage in limb leads < 5mm, chest leads < 10mm

DDX causes of low voltage

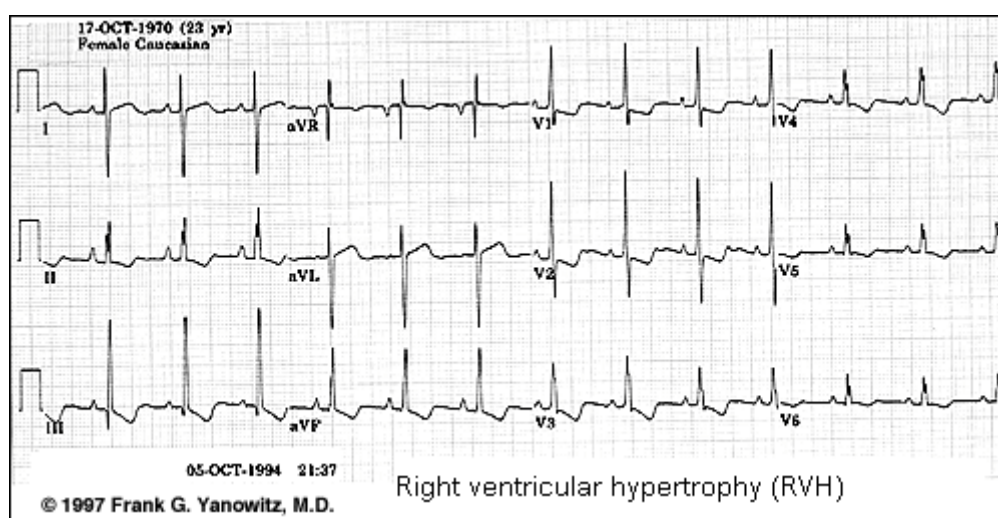
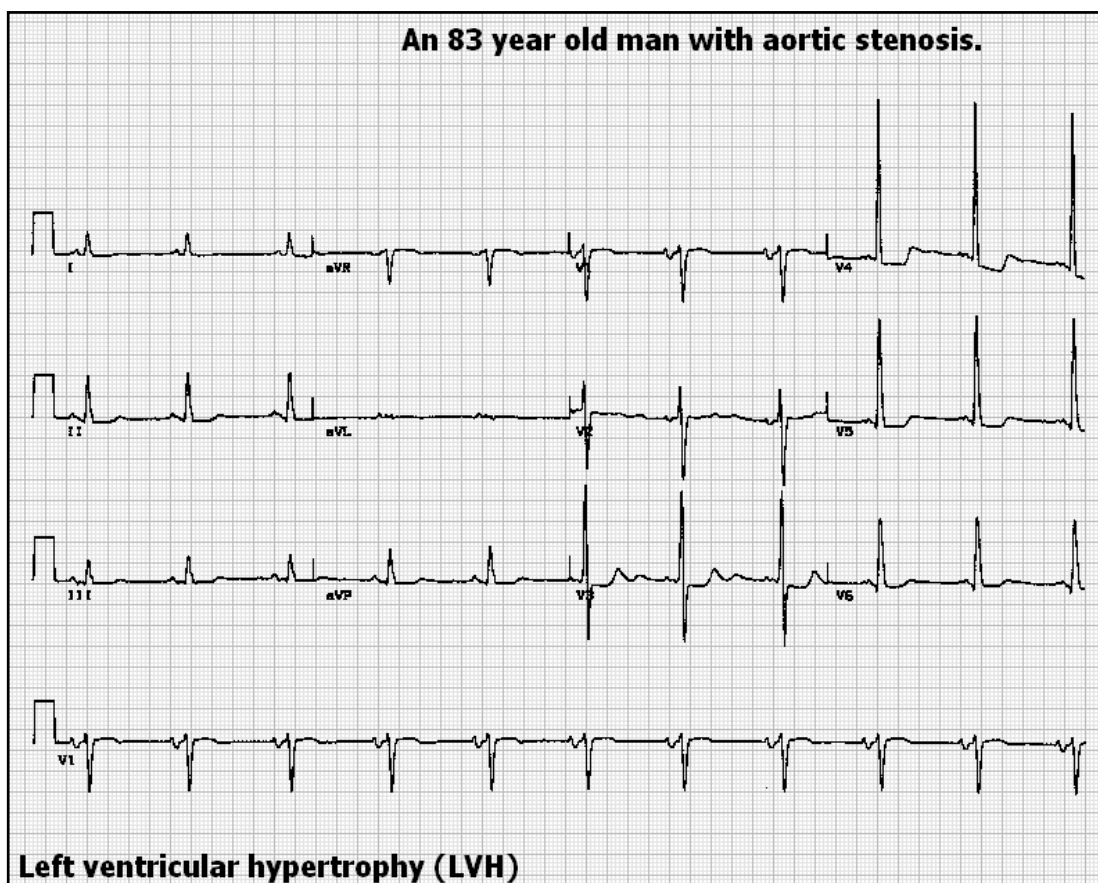
1. diffuse coronary disease
2. heart failure
3. pericardial effusion (triads: low voltage, ST elevation, electrical alternans = alternating amplitudes of QRS)
4. acute pericarditis
5. chronic constrictive pericarditis (low voltage and inverted T)
6. myxedema
7. primary amyloidosis
8. myocarditis
9. emphysema, generalized edema, obesity

QRS2 Left ventricular hypertrophy

Criteria	1. R in V5 or V6 + S in V1(V2) ≥ 35 mm (Sokolow & Lyon)
	2. R in V5 or V6 ≥ 26 mm
	3. R in I + S in III ≥ 25 mm
	4. R + S in any V lead ≥ 45 mm
	5. R in aVL ≥ 11 mm
	6. R in aVF ≥ 20 mm
	7. R in aVL + S in V3 > 28mm ในผู้ชาย > 20mm ในผู้หญิง (Cornell)

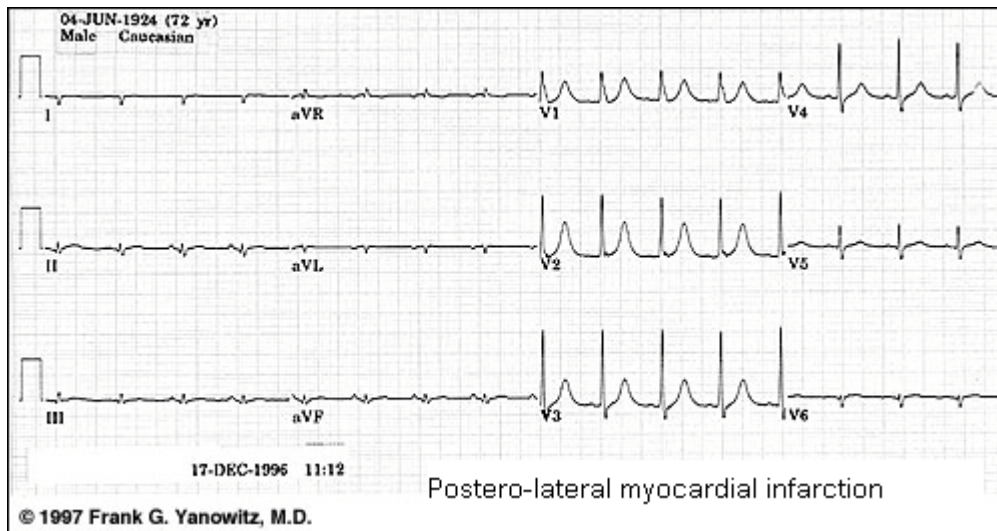
QRS3 Right ventricular hypertrophy

- R > S in lead V1, V2 (tall R)
- right axis deviation



สาเหตุของ tall R wave in V1 ที่พบบ่อยได้แก่

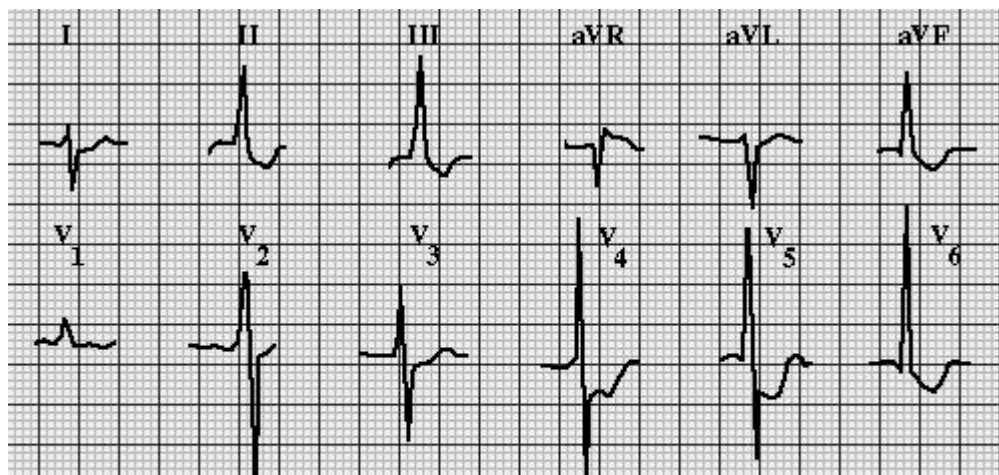
1. WPW syndrome (QRS widening & Short PR interval, Delta waves (which may be positive or negative))
2. RBBB
3. RVH
4. Posterior infarction (evidence of inferior MI; mirror image in V1, V2)
5. Normal variant



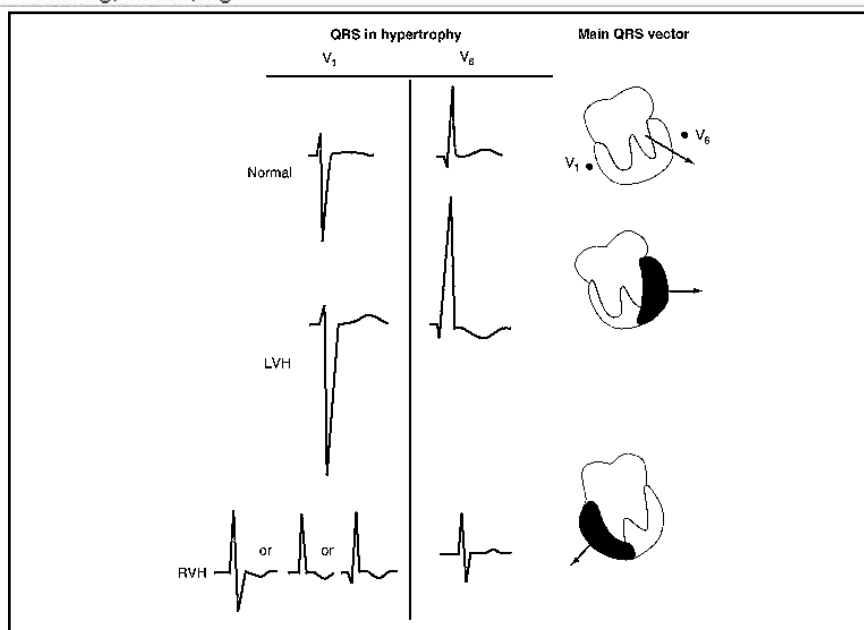
QRS4 Biventricular hypertrophy

- มีcriteria LVH+RVHเช่น

voltage criteria of LVH+RAD or prominent R in V1,V2



Combined ventricular hypertrophy This ECG satisfies voltage criteria for left ventricular hypertrophy (S in $V_2 + R$ in $V_5 > 35$ mm), combined with a prominent R wave in V_1 and right axis deviation (suggestive of right ventricular hypertrophy).



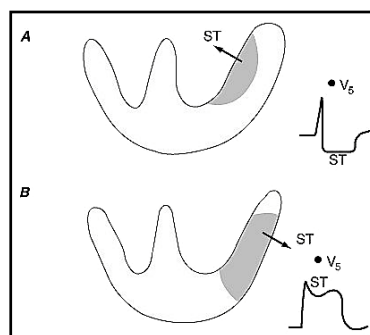
QRS5 Acute MI

ECG-coronary syndromes – There are four major types of acute coronary artery syndromes, in which myocardial ischemia leads to different ECG manifestations [2,3]:

- Noninfarction subendocardial ischemia (classic angina), manifested by transient ST segment depressions.
- Noninfarction transmural ischemia (Prinzmetal's variant angina), manifested by transient ST segment elevations or paradoxical T wave normalization.
- Non-Q wave infarction, manifested by ST depressions or T wave inversions without Q waves.
- Q wave infarction, manifested by Q waves which are usually preceded by hyperacute T waves and ST elevations, and followed by T wave inversions.

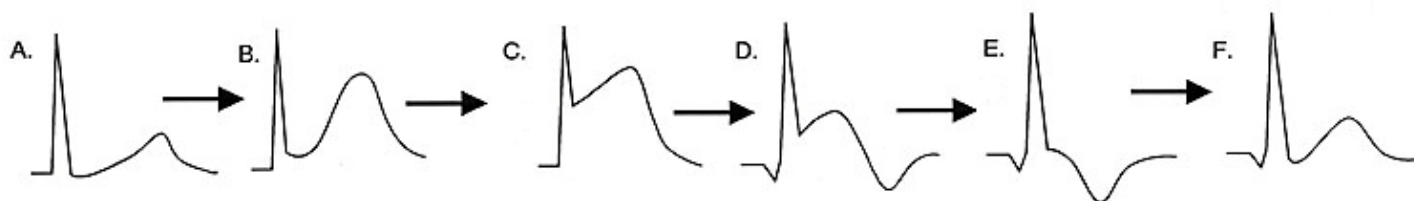
รูป A คือ subendocardial ischemia

รูป B คือ transmural ischemia

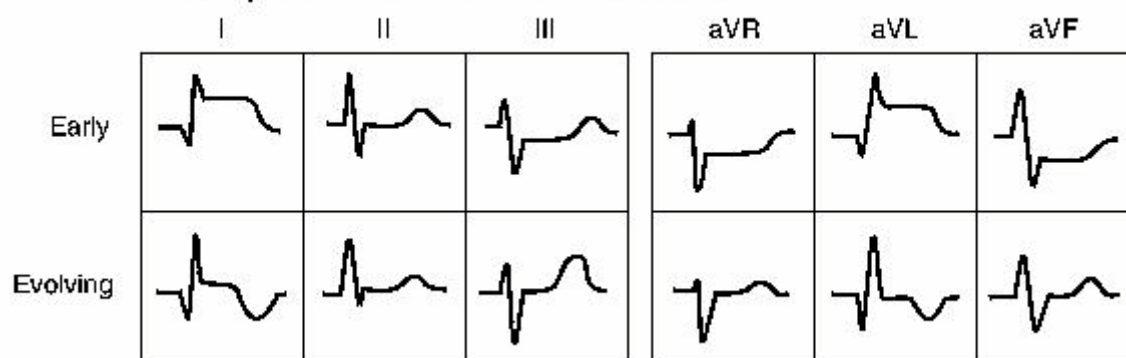


การเปลี่ยนแปลงของECGในAcute MI:เริ่มแรกจะมีhyperacute T(peaked T wave)ต่อมาจะมีST elevation(convex)→Q wave→inverted T→STจะเริ่มลดลงกลับสู่isoelectric lineขณะที่Qจะลึกมากขึ้น

Sequence of changes in acute MI



A ECG sequence with anterior Q wave infarction



การเปลี่ยนแปลงเกิดใน 2 สัปดาห์แรก

หลังจากนั้นจะยังมี Q อยู่ ส่วน inverted T อาจอยู่ได้นานเป็นเดือน, ปี

ตำแหน่งที่เป็น myocardial infarction

septal V1-V2

anterior V3-V4

anteroseptal V1-V4

extensive anterior V1-V6

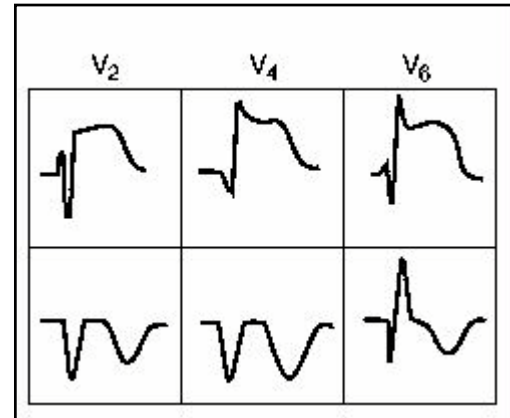
lateral V6, I, aVL

high lateral I, aVL

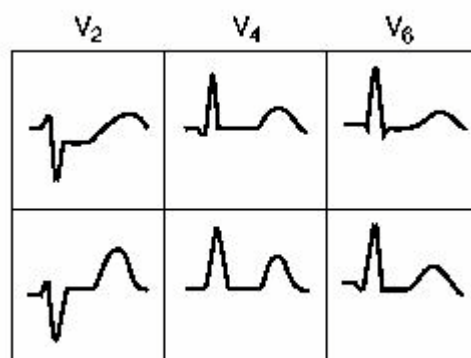
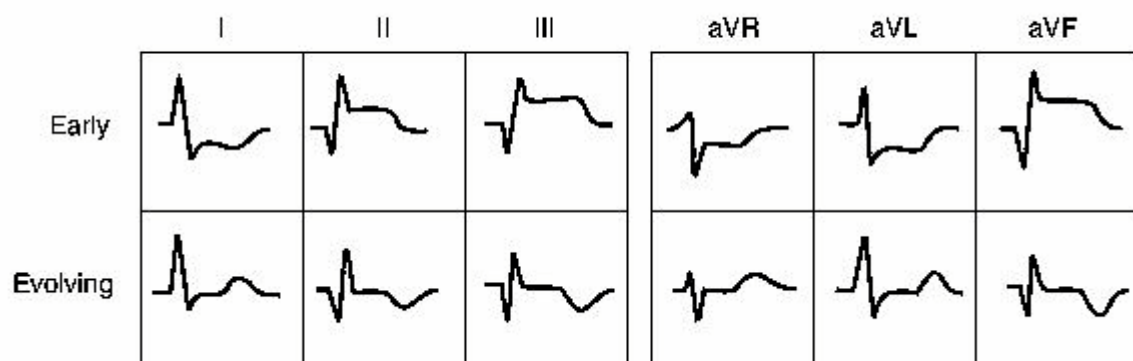
anterolateral V3-V6, I, aVL

inferior II, III, aVF

RV infarct ST elevation 1mm in V4R-V6R



B ECG sequence with inferior Q wave infarction



Reciprocal changes คือการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างของECG ที่เกิดตรงกันข้ามกับ primary changesในด้านที่มี infarct กล่าวคือ ถ้า ด้านที่มีกล้ามเนื้อหัวใจตายเกิดเป็น "ST segment elevation and T wave inversion" ก็จะมี reciprocal changes ในด้านตรงข้ามเป็น "ST segment depression and tall pointed T waves",

Inferior limb leads(II,III,aVF) จะถือเป็นด้านตรงข้ามกับ precordial leads และ lead I,aVL

นอกจากนี้ Q wave อาจพบได้ในหลายโรคดังนี้(10,11)

Causes of Q Waves

Physiologic or positional factors

- Normal variant "septal" q waves
- Normal variant Q waves in leads V1, V2, aVL, III, and aVF
- Left pneumothorax or dextrocardia: loss of lateral R wave progression

Myocardial injury or infiltration

- Acute processes: myocardial ischemia or infarction, myocarditis, hyperkalemia
- Chronic processes: myocardial infarction, idiopathic cardiomyopathy, myocarditis, amyloidosis, tumor, sarcoid, scleroderma, Chagas' disease, echinococcus cyst

Ventricular hypertrophy or enlargement

- Left ventricle: poor R wave progression in which there are small or absent R waves in the mid-precordial leads
- Right ventricle: reversed R wave progression (in which there is a progressive decrease in R wave amplitude from V1 to the mid-lateral precordial leads, or poor R wave progression, particularly with chronic obstructive lung disease or acute pulmonary embolism)
- Hypertrophic cardiomyopathy – may simulate anterior, inferior, posterior, or lateral infarcts

Conduction abnormalities

- Left bundle branch block – poor R wave progression in which there are small or absent R waves in the mid-precordial leads
- Wolff-Parkinson-White patterns

ตัวอย่าง ECG ที่มี Q wave ในโรคต่างๆที่ไม่ใช่ myocardial infarction(1-9)

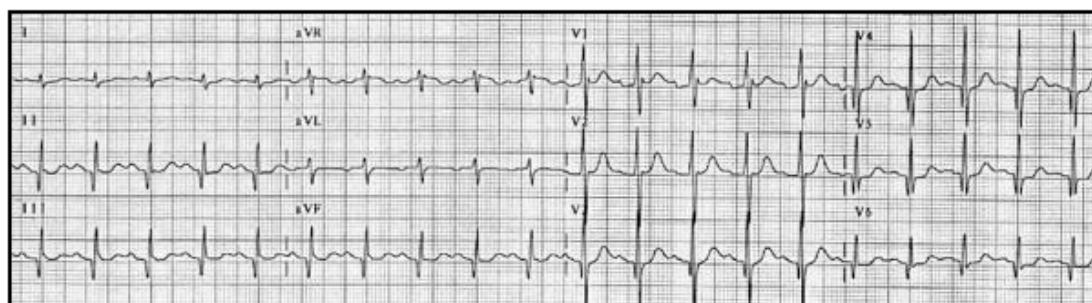


Figure 1: Recorded from a patient with hypertrophic obstructive cardiomyopathy. Note abnormally deep Q waves in leads II, III, aVF, V3 –V6, and tall R waves caused by septal hypertrophy in V1, V2.

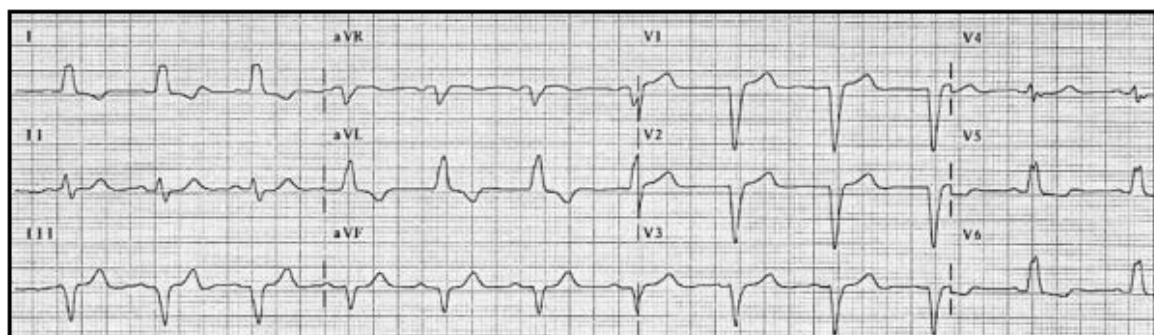


Figure 4: Left bundle branch block creating a QS complex in leads III and aVF, mimicking inferior infarction, and in V₁–V₃, mimicking anterior infarction.

Left Bundle Branch Block

The first part of the ventricles to depolarize is the septum in a left to right direction because of Purkinje fibers originating high on the left bundle branch that carry the electrical impulse to the left side of the septum and activate it before the rest of the ventricular myocardium depolarizes. When the left bundle branch is blocked, these Purkinje fibers are also blocked, and the septum depolarizes from right to left instead of from left to right. This causes the loss of the normal R waves seen in the right to middle chest leads (V₁–V₃) and sometimes in one or more of the inferior leads (II, III, aVF). This loss of the initial R wave creates a Q wave that can mimic MI ([Figure 4](#)). In left bundle branch block, the QRS is 0.12 sec wide or wider, which is not the case in MI unless bundle branch block is present.

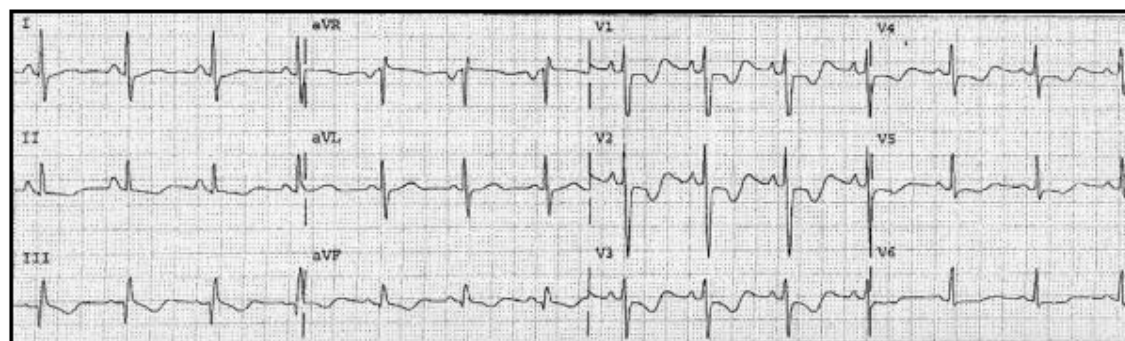


Figure 5: Recorded from a 28-year-old woman with acute pulmonary embolism. Note the deep Q wave in lead III that can mimic inferior wall MI. This electrocardiogram also illustrates the S₁, Q₃, T₃ pattern of acute cor pulmonale. (Tracing courtesy of Dr William Nelson, Denver, CO.)

Cor Pulmonale

Cor pulmonale is acute or chronic right-sided heart overload caused by pulmonary pathophysiology such as pulmonary embolism, chronic obstructive pulmonary disease, or primary pulmonary hypertension. Chronic right-sided heart overload results in right ventricular hypertrophy. Acute right-sided heart overload due to pulmonary embolism can cause a large Q wave in lead III that can mimic inferior wall MI ([Figure 5](#)). Other common ECG changes in pulmonary embolism are right axis deviation, a deep S wave in lead I, and T wave inversion in lead III (the S₁, Q₃, T₃ pattern of acute pulmonary embolism). Unlike inferior MI, leads II and aVF are rarely involved.

Chest Electrode Misplacement

Chest electrodes for leads V₁ and V₂ placed one interspace too high can cause the R wave normally recorded in these leads to disappear, which creates a QS complex and can mimic anteroseptal MI ([Figure 6](#)).⁹ These same chest electrodes placed one interspace too low can exaggerate the size of the R wave in V₁ and V₂, simulating posterior MI.

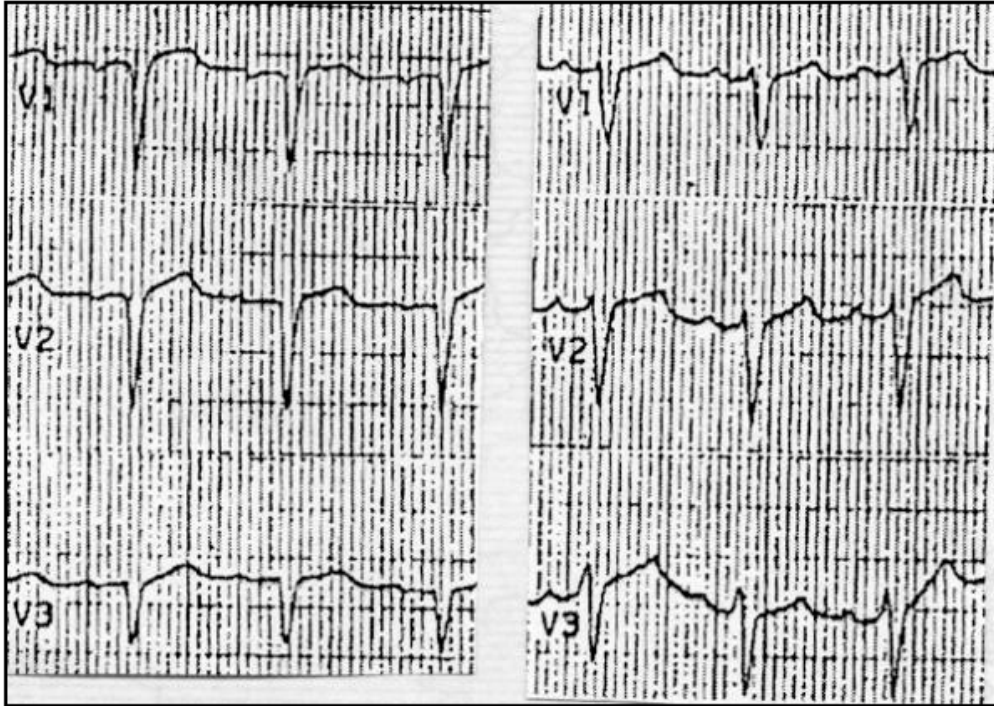
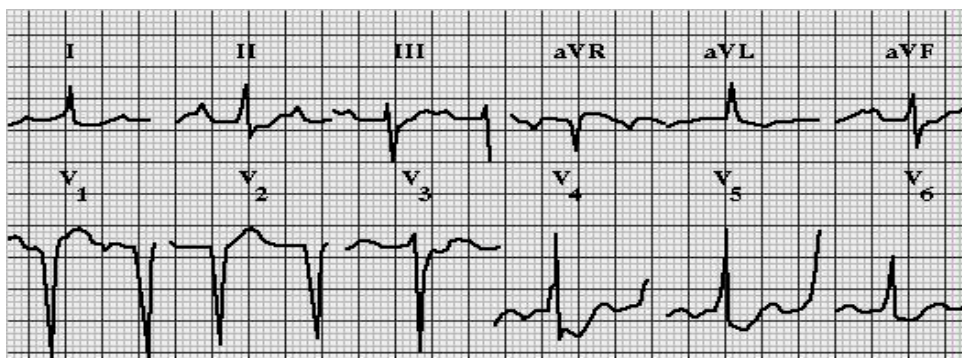


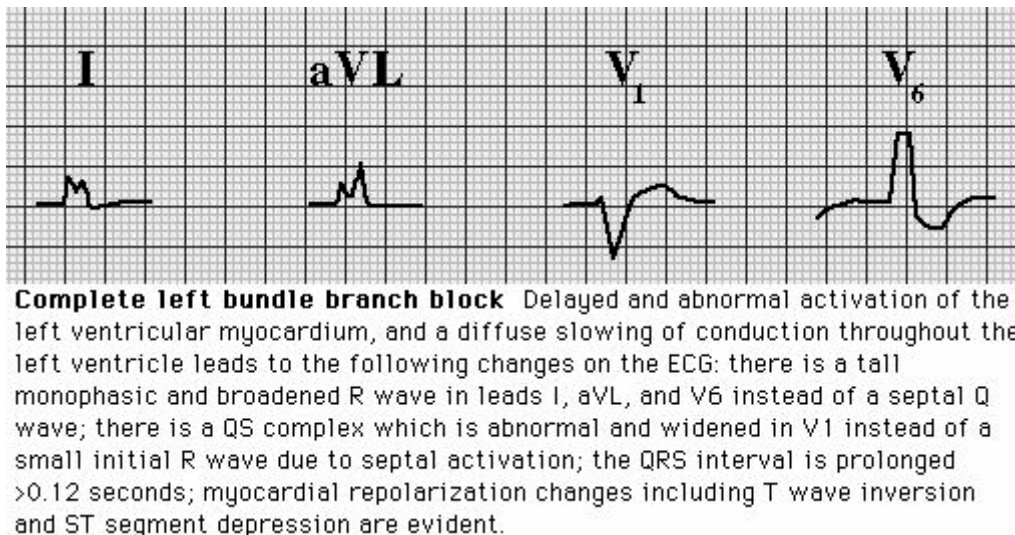
Figure 6: Leads V₁–V₃ in the left panel recorded one interspace too high and cause Q waves that mimic anterior MI. The right panel shows the same leads recorded at the correct interspace, showing normal R waves in V₁–V₃.

QRS6 Left bundle branch block

- RSR' in V₅, V₆, I, aVL
- Slurred S in V₁, V₂
- QRS duration >0.10sec and <0.12sec in incomplete LBBB
- QRS duration >0.12sec in complete LBBB
- ST depression and inverted T เรียกว่า secondary ST-T changes

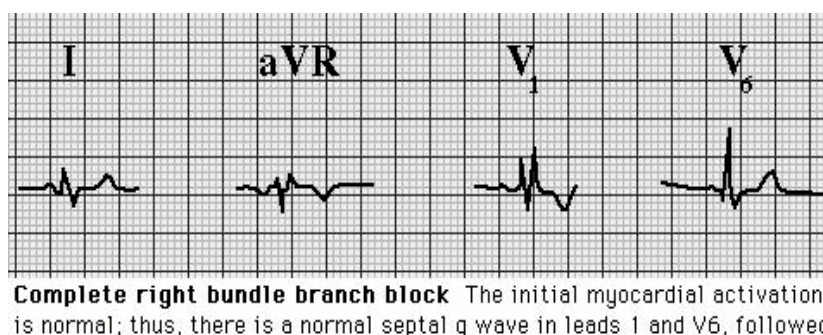
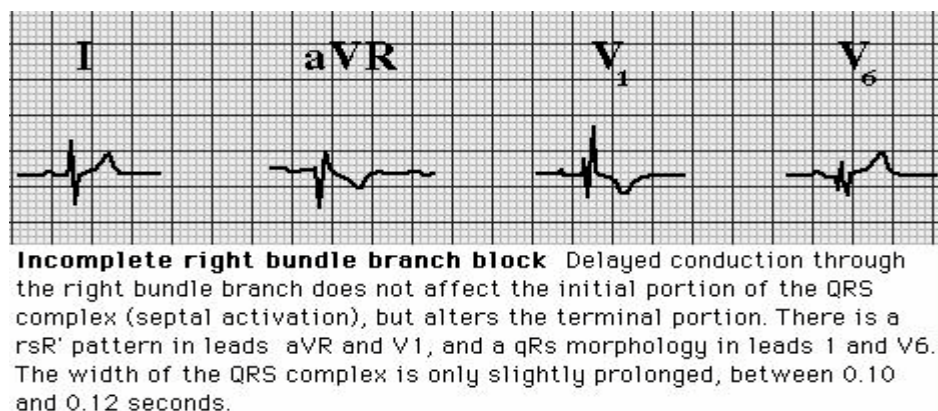


Incomplete left bundle branch block Delay of conduction through the left bundle leads to slight prolongation of the QRS complex (0.10 to 0.12 seconds). The initial septal activation is normal (unlike complete left bundle branch block) and the QRS complexes resemble those associated with normal conduction.



QRS7 Right bundle branch block

- RSR' in V1, V2
- Slurred S in V5, V6, I, aVL
- QRS duration >0.10sec and <0.12sec in incomplete RBBB
- QRS duration >0.12sec in complete RBBB
- ST depression and inverted T เรียกว่า secondary ST-T changes



QRS8 Left axis deviation

- QRS axis > -30 องศา

Causes for left axis deviation include:

- Normal variation (physiologic, often with age)
- Mechanical shifts, such as expiration, high diaphragm (pregnancy, ascites, abdominal tumor)
- Left ventricular hypertrophy
- Left bundle branch block
- Left anterior fascicular block
- Congenital heart disease (atrial septal defect, endocardial cushion defect)
- Emphysema
- Hyperkalemia
- Ventricular ectopic rhythms
- Preexcitation syndromes
- Inferior wall myocardial infarction.

QRS9 Right axis deviation

- QRS axis > 90 องศา

The causes of right axis deviation include:

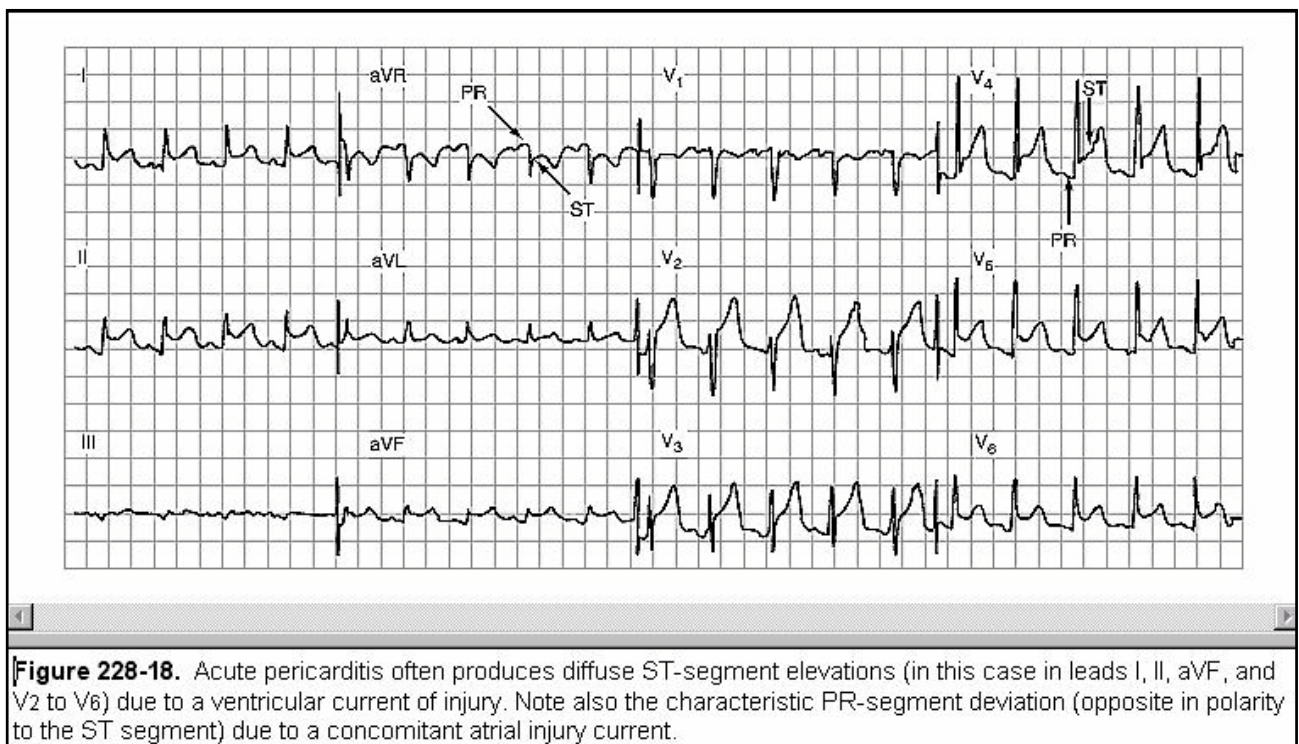
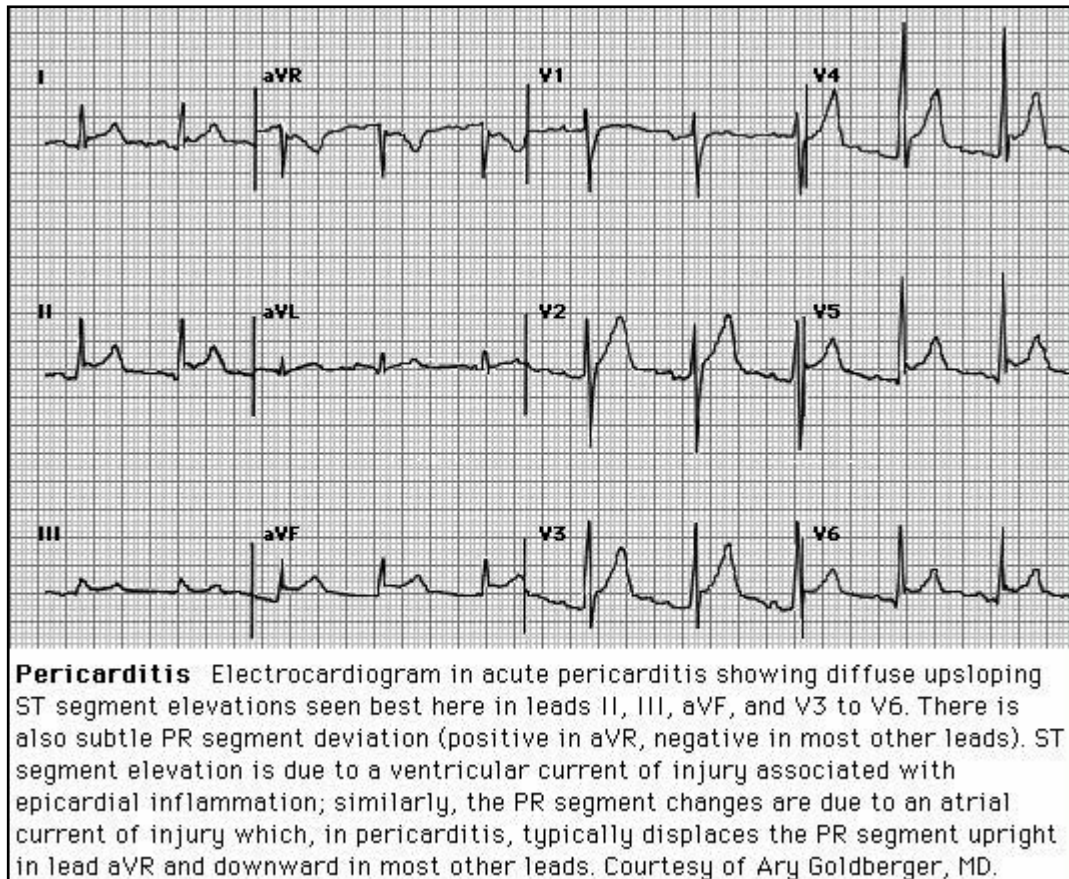
- Normal variation (vertical heart)
- Mechanical shifts, such as inspiration and emphysema
- Right ventricular hypertrophy
- Right bundle branch block
- Left posterior fascicular block
- Dextrocardia
- Ventricular ectopic rhythms
- Preexcitation syndrome
- Lateral wall myocardial infarction

ST segment

ความผิดปกติที่ควรรู้

ST1 Acute pericarditis

- ST elevation แบบ concave ใน chest & limb leads ต่อมา ST จะกลับปกติแต่จะมี inverted T แทน clue ที่สำคัญคือมี PR segment depression
- แยกจาก MI ตรงที่ pericarditis จะไม่มี Q wave และมี ST elevation ทั้ง lead 1 & 3 เพราะไม่มี reciprocal change



ST2 myocardial ischemia

- จะมีST depressionแบบ horizontal or downslope at least 1mm และมักจะมี symmetrical inverted Tร่วมด้วย

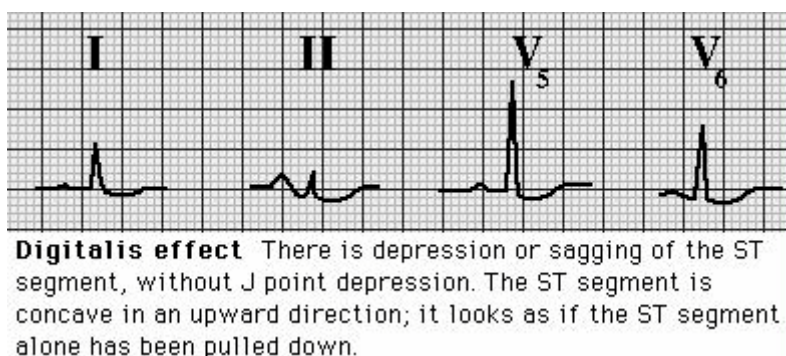
ST3 Secondary ST-T changes in Ventricular hypertrophy,BBB

- ดูตัวอย่างในเรื่องventricular hypertrophy,bundle branch block
- จะมีST depression and inverted Tในleadดังนี้
 - lead V1,V2,(V3) สำหรับ RVH,RBBB
 - lead V4,V5,V6 สำหรับ LVH,LBBB

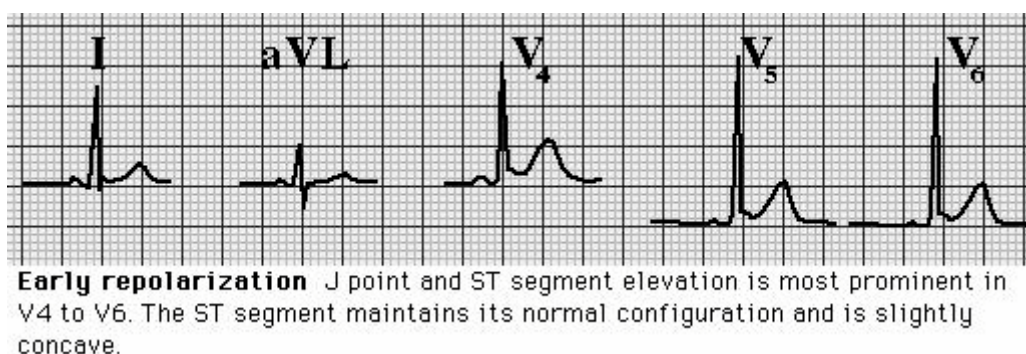
ST4 Digitalis effect

- จะมีconcave ST depression"sagging",flattening and inversion of T wave in leads with tall R waves(ถ้าเกิดใน leads ที่มีnegative QRS แสดงว่ามีsubendocardial ischemia จากยาdigitalis → ให้ลดยาลง) แต่จะไม่มีJ point depression

Note:digitalis effect(not toxicity) → ST depression with inverted T and prolonged PR



ST5 Early Repolarization



T wave

ปกติ upright ใน lead1,2,V3 to V6 ,inverted in lead aVR

variable in lead 3,aVL,aVF,V1,V2(inverted T in V1,V2 พบได้บ่อย)

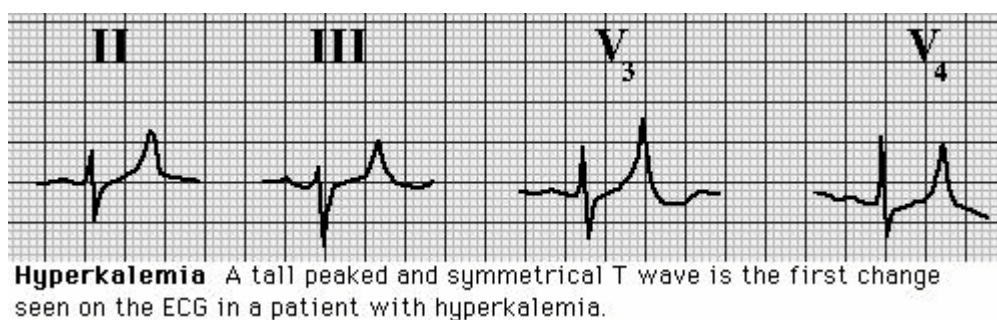
รูปร่างปกติ T wave จะมนและไม่สมมาตรเล็กน้อย

ความสูงปกติ ไม่เกิน 5mm in limb leads ไม่เกิน 10mm in chest leads

ความผิดปกติที่ควรรู้

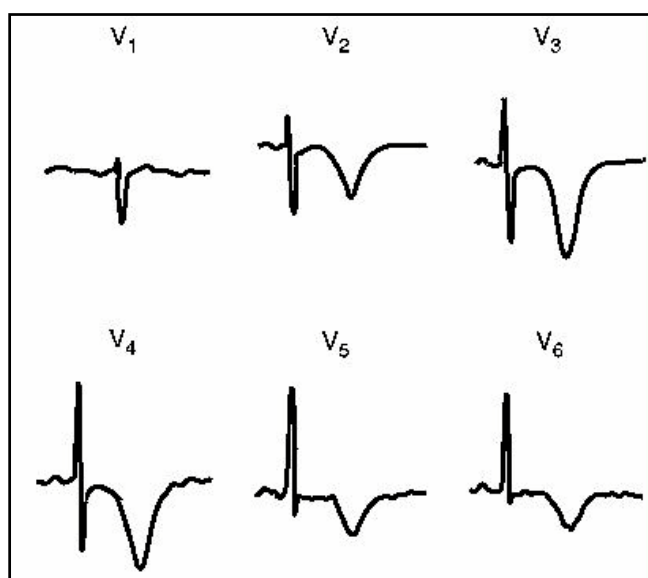
T1 Hyperkalemia

- เริ่มแรกจะมี tall peaked symmetrical T wave ต่อมาจะมี prolongation ของ PR interval, QRS duration และ P wave จะหายไป สุดท้ายจะเกิดเป็น sine wave ทำให้หัวใจหยุดเต้นและ flat line คือไม่มี electrical activity เลย



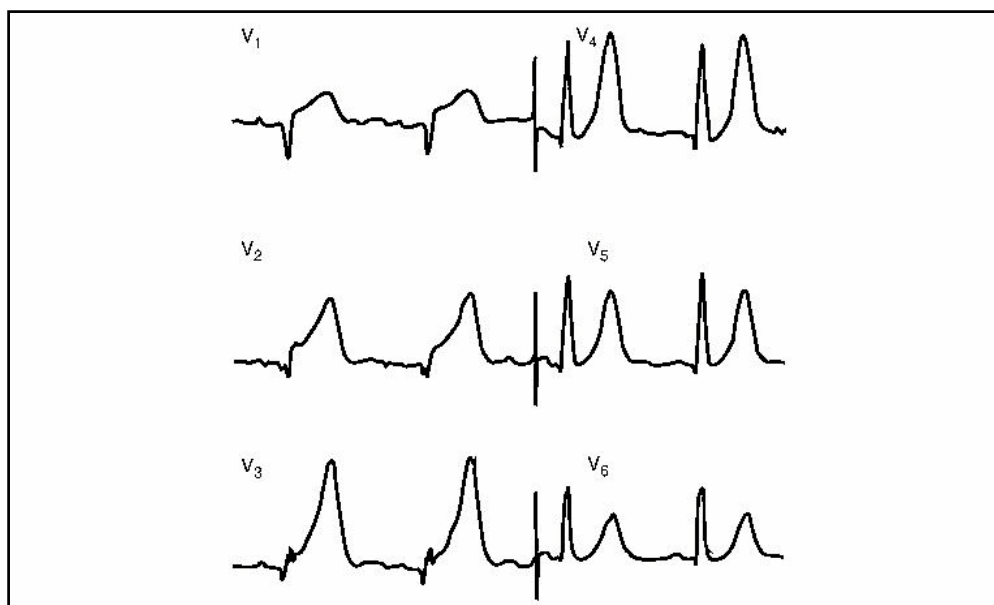
T2 Myocardial ischemia

- จะมี deep symmetrical inverted T wave แสดงถึง subendocardial ischemia



T3 Early acute MI

- จะมี hyperacute T (T wave ที่สูงและแหลม) นำมาก่อนเกิด ST elevation ดังรูป



T4 Secondary T wave change

- เกิดร่วมกับ ST depression ในventricular hypertrophy,bundle branch block

T5 Non specific T wave change

- เป็น T wave inversion ที่ไม่เข้ากับcriteria อื่นๆมักไม่สมมาตรหรือขนาดเล็ก

สรุปสาเหตุของTall T wave

- | | |
|----------------------------|--|
| 1.myocardial infarction | 4.LV diastolic overloading (จะมีtall upright |
| 2.hyperkalemia | T and tall R in V5,V6)eg.AR,MR,PDA |
| 3.some myocardial ischemia | 5.psychotics |
| | 6.CVA |

สรุปสาเหตุของT wave inversion

- | | |
|--|---|
| 1.ischemia | 5.digitalis effect(มี concave ST depression |
| 2.pericarditis | ด้วย) |
| Note:chronic constrictive pericarditis → | 6.myxedema(มี low voltage and low to |
| low voltage and inverted T wave | inverted T wave) |
| 3.non specific | |
| 4.secondary T wave changes(มีST | |
| depressionด้วย) :BBB, hypertrophy | |

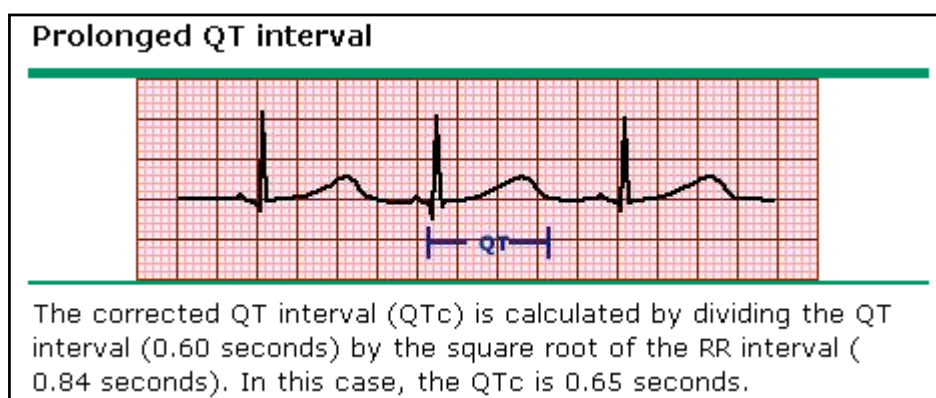
QT interval

ปกติ QTc ไม่เกิน 0.44 sec; สูตร $QTc = QT/\sqrt{RR \text{ interval}}$

ความผิดปกติที่ควรรู้

QT1 Prolonged QT

- prolonged QT (rough estimation โดย $QT \text{ interval} > \text{half of } RR \text{ interval}$ ที่นำหน้ามา; ใช้ได้เฉพาะ HR ระหว่าง 65-90 bpm) ความสำคัญของภาวะนี้คือ predispose ให้เกิด Torsade de Pointes ซึ่งทำให้เป็นลมหมดสติ (syncope) และอาจเกิด sudden cardiac death ได้



สาเหตุของ prolonged QT มีที่กล่าวถึงในตำรามากมาย(14) ยกตัวอย่าง เช่น

1. Congenital long QT syndrome: Romano-Ward syndrome, Jervell-Lange-Nielsen syndrome, Refsum syndrome
2. Drugs: quinidine, procainamide, flecainide, encainide, Tetracyclic/tricyclic antidepressant, phenothiazines, etc. (13)
3. Electrolyte imbalance: hypocalcemia, hypomagnesemia (ส่วน hypokalemia อาจจะไม่ได้ทำให้เกิด prolonged QT แต่ทำให้ flattening T, prominent U ซึ่งอาจจะไปวัดเอา U wave มาเป็น QT interval ได้) (12)
4. Rheumatic fever/rheumatic heart disease
5. Myocarditis
6. Cerebrovascular occlusive disease, traumatic brain injury, subarachnoid hemorrhage, encephalitis
7. Ischemic coronary heart disease
8. Congestive heart failure

- 9.Hypothermia
- 10.Stringent dieting
- 11.mitral valve prolapse

QT2 Shortened QT

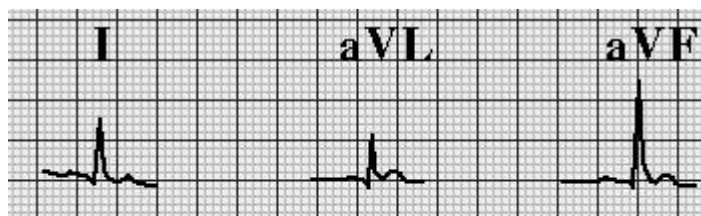
- QT interval มีค่าน้อยกว่า 0.30sec

- สาเหตุที่สำคัญ ได้แก่

- 1.congenital short QT

syndrome (ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิด sudden cardiac death จากการมี ventricular fibrillation)

- 2.hypercalcemia
- 3.potassium intoxication
4. digitalis effect



Hypercalcemia A short QT interval (<0.36 seconds), primarily secondary to a decrease in the ST segment duration, is characteristic of hypercalcemia. The initial portion of the T wave has an abrupt upslope.

U wave

ปกติพบได้ในlead V2-V4, ขนาดน้อยกว่า 0.2mV

ความผิดปกติที่ควรรู้

U1 Prominent U in hypokalemia

- จะมีprominent U wave ติดกับT wave และเห็นได้ชัดในleadV4-V6 ร่วมกับมีST depression,T waveเตี้ยลง



Hypokalemia An increase in the amplitude of U waves, which occur at the end of the T wave, are characteristic of hypokalemia.

เอกสารอ้างอิง

1. http://www.nursingcenter.com/library/JournalArticle.asp?Article_ID=751949

2. Chan TC, Brady WJ, Harrigan RA, Ornato JP, Rosen P. ECG in Emergency Medicine and Acute Care . Philadelphia: Elsevier/Mosby; 2005.
3. Wagner GS. Marriott's Practical Electrocardiography . 10th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
4. Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Braunwald E, eds. Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine . 7th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005.
5. Sreeram N, Cheriex EC, Smeets JL, Gorgels AP, Wellens HJ. Value of the 12-lead electrocardiogram at hospital admission in the diagnosis of pulmonary embolism. *Am J Cardiol* . 1994;73:298–303.
6. Geibel A, Zehender M, Kasper W, Olschewski M, Klima C, Konstantinides SV. Prognostic value of the ECG on admission in patients with acute major pulmonary embolism. *Eur Respir J*. 2005;25:843–848.
7. Goldberger AL. Pathogenesis and Diagnosis of Q Waves on the Electrocardiogram . In: Rose BD, ed. UpToDate . Waltham, MA; 2006. www.uptodate.com .
8. Marriott HJL. Pearls and Pitfalls in Electrocardiography . Philadelphia: Lea & Febiger; 1990.
9. Marafioti V, Variola A. Pseudoinfarction pattern by misplacement of electrocardiographic precordial leads. *Am J Emerg Med* . 2004;22:62.
10. Goldberger, AL. Myocardial infarction: Electrocardiographic differential diagnosis, 4th ed. Mosby Year Book, St Louis, 1991.
11. <http://cmbi.bjmu.edu.cn/uptodate/electrocardiography/General%20electrocardiography/Pathogenesis%20and%20diagnosis%20of%20Q%20waves%20on%20the%20electrocardiogram.htm>
12. Jones, E. Hypokalemia. *NEJM* 2004;350: 1156
13. <http://www.qtsyndrome.ch/drugs.html>
14. <http://www.jeffmann.net/NeuroGuidemaps/syncope.htm>