

EKG Handbook



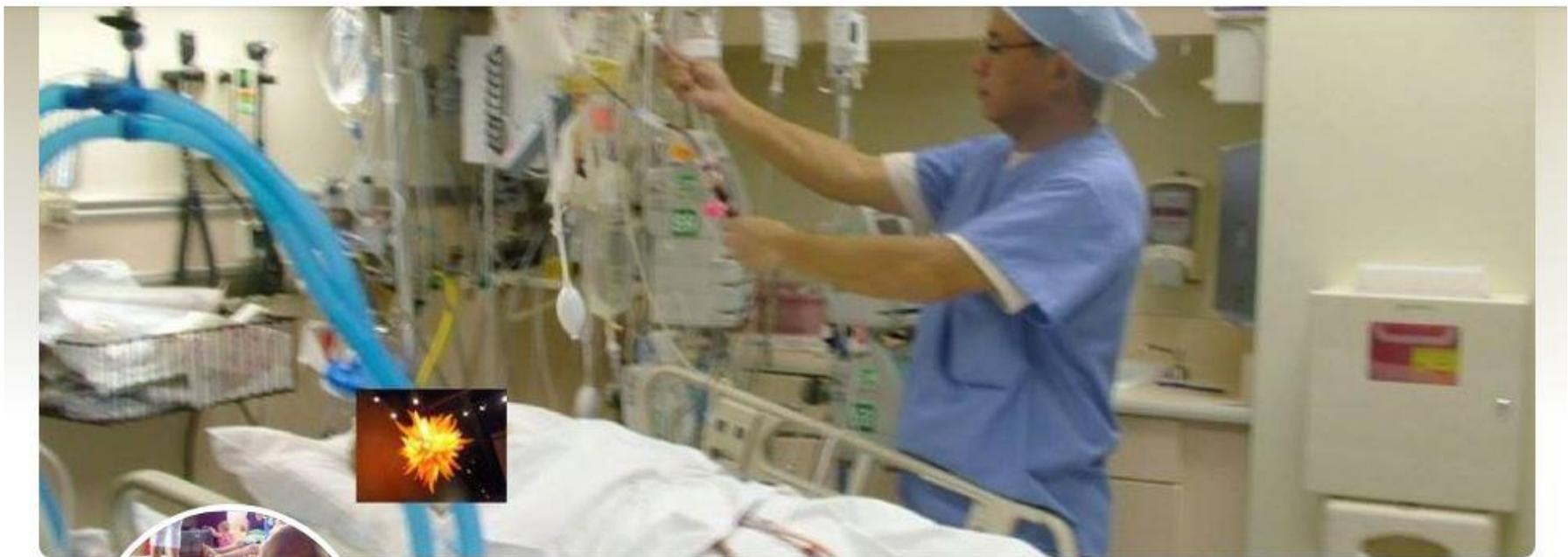
พยาบาล ช่างเตียง

เพื่อนที่มีร่วมกัน 17 คน



 เพื่อน

 ส่งข้อความ



พยาบาล ช่างเตียง

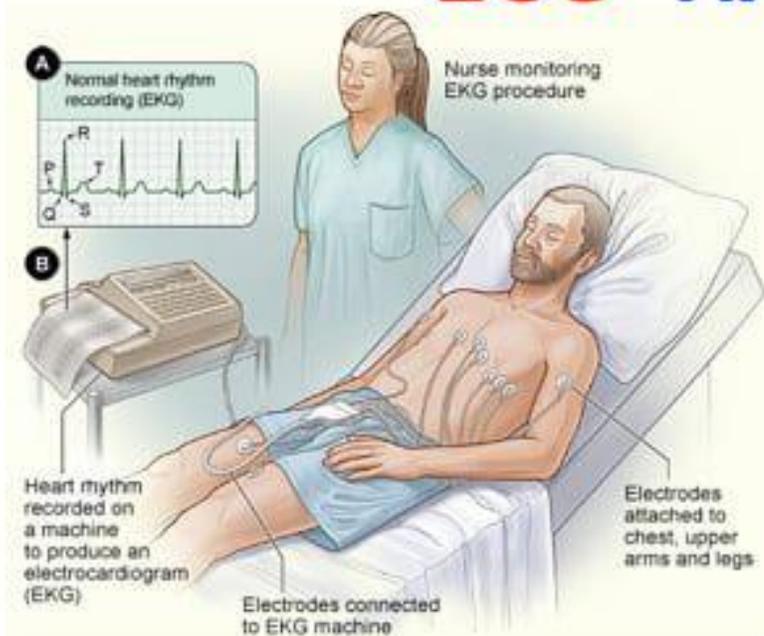
เพื่อนที่มีร่วมกัน 17 คน



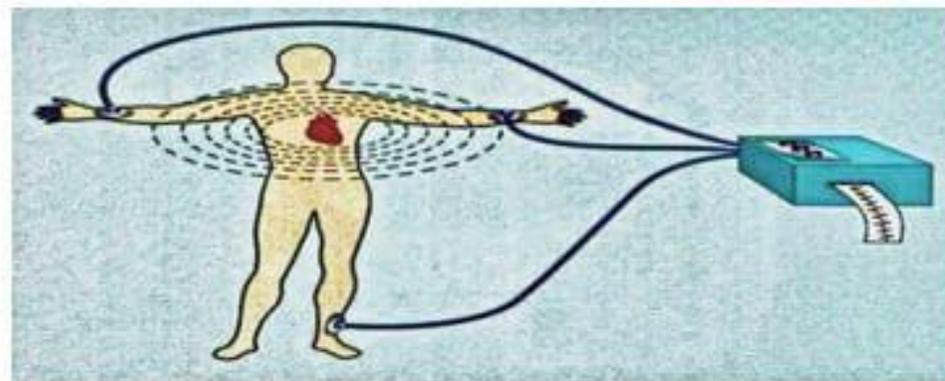
 เพื่อน

 ส่งข้อความ

ECG HANDBOOK

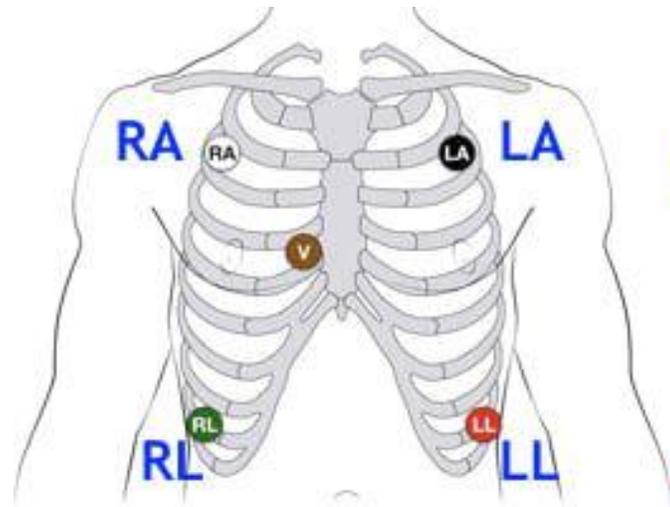


อัลบั้มการอ่านคลื่นไฟฟ้าของหัวใจนี้
ผมเขียนรวบรวมอธิบายสรุปอย่างง่ายๆ
เพื่อนำไปใช้ในการทำงานได้สะดวก

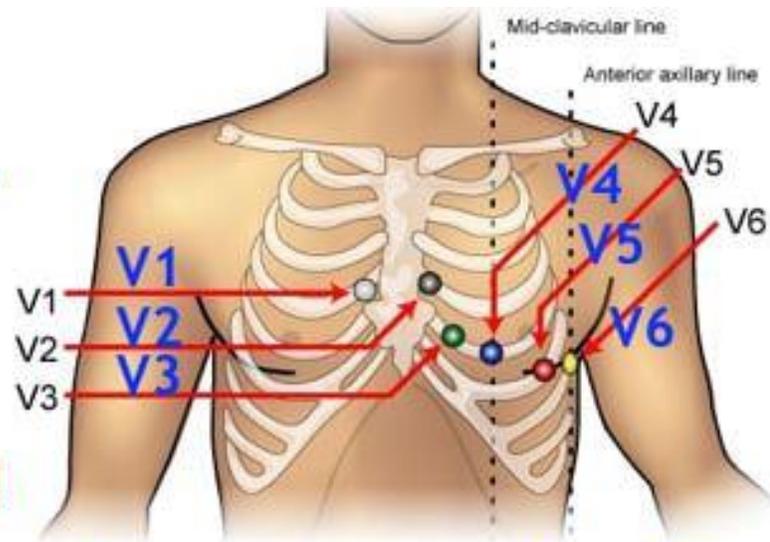


ในหัวใจมีไฟฟ้า ไฟฟ้านี้จะกระตุ้นให้ **cells** ที่รวมกลุ่มเป็นกล้ามเนื้อของหัวใจ
เกิดการ **Depolarization** กล้ามเนื้อของหัวใจหดตัว (**บีบเลือด / contraction**)
และ **Repolarization** กล้ามเนื้อหัวใจคลายตัว (**relaxation**)

การ **Depolarization** และ **Repolarization** จะเกิดเป็นคลื่น **waveform**
ที่เราสามารถใช้เครื่องบันทึก **record** คลื่นไฟฟ้าในหัวใจนี้นำมา
เขียนบนกระดาษกราฟ เราจึงเรียกว่า **ElectroCardioGraphy**
(**Electro** = ไฟฟ้า , **Cardio** = หัวใจ **Graphy** = การบันทึกคลื่นไฟฟ้าบนกระดาษกราฟ)

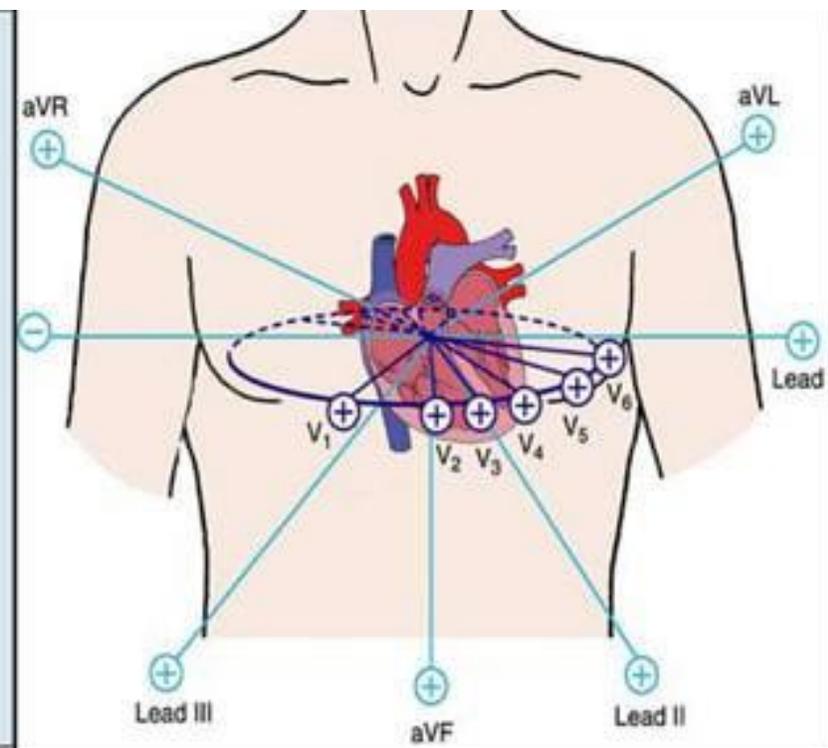
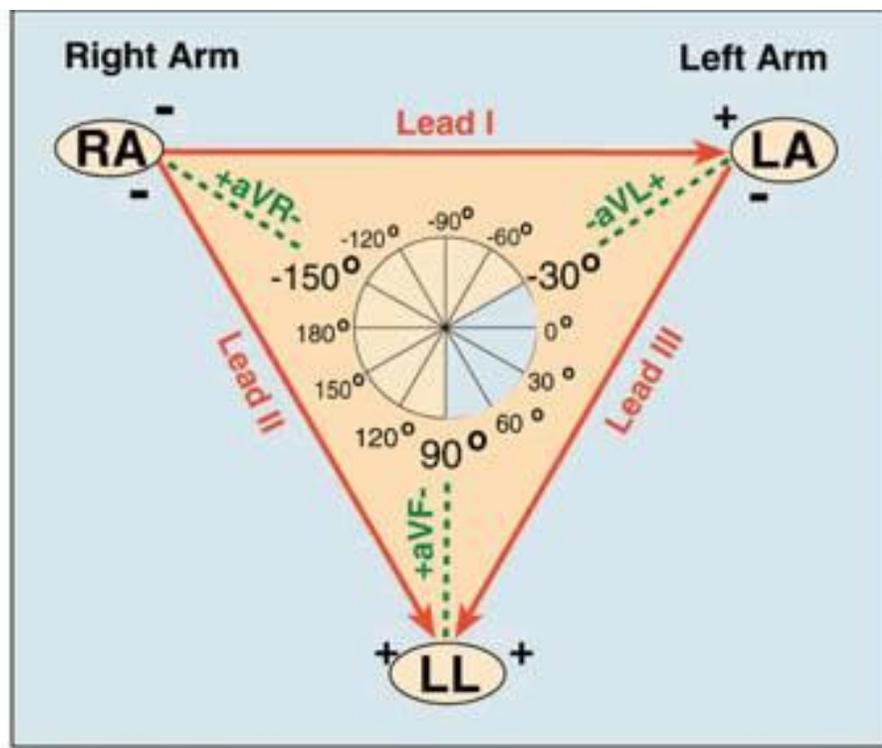


การติด Electrode
ในการบันทึกคลื่นไฟฟ้าของหัวใจ
เป็นเรื่องสำคัญ



การบันทึก 12 Lead ECG ต้องติด Electrode ตามตำแหน่งมาตรฐานสากล เพราะถ้าคุณติดผิดตำแหน่ง คนอ่านก็จะอ่านผิด เรื่องนี้ เป็นเรื่องสำคัญมาก ซึ่งอาจจะมีผลต่อการรักษาพยาบาล

- * 4 Electrodes RA ติดที่ หน้าอกข้างขวา ข้างบน LA ติดที่ หน้าอกข้างซ้าย ข้างบน
- RL ติดที่ เหวข้างขวา และ LL ติดที่ เหวข้างซ้าย **ดูตามรูป**
- * V1 ติดที่ ช่องกระดูกซี่โครงช่องที่ 4 ข้างขวาของกระดูก Sternum
- * V2 ติดที่ ช่องกระดูกซี่โครงช่องที่ 4 ข้างซ้ายของกระดูก Sternum
- * V3 ติดระหว่าง V2 และ V4
- * V4 ติดที่ช่องกระดูกซี่โครงช่องที่ 5 ข้างซ้าย ตัดกับแนวตั้งฉากจากจุดกึ่งกลางของกระดูกไหปลาร้าข้างซ้าย **Left Clavicle**
- * V5 ติดระหว่าง V4 และ V6
- * V6 ติดที่ ช่องกระดูกซี่โครงช่องที่ 5 ข้างซ้ายตัดกับแนวตั้งฉากจากจุดกึ่งกลางของรักแร้ **Axilla**

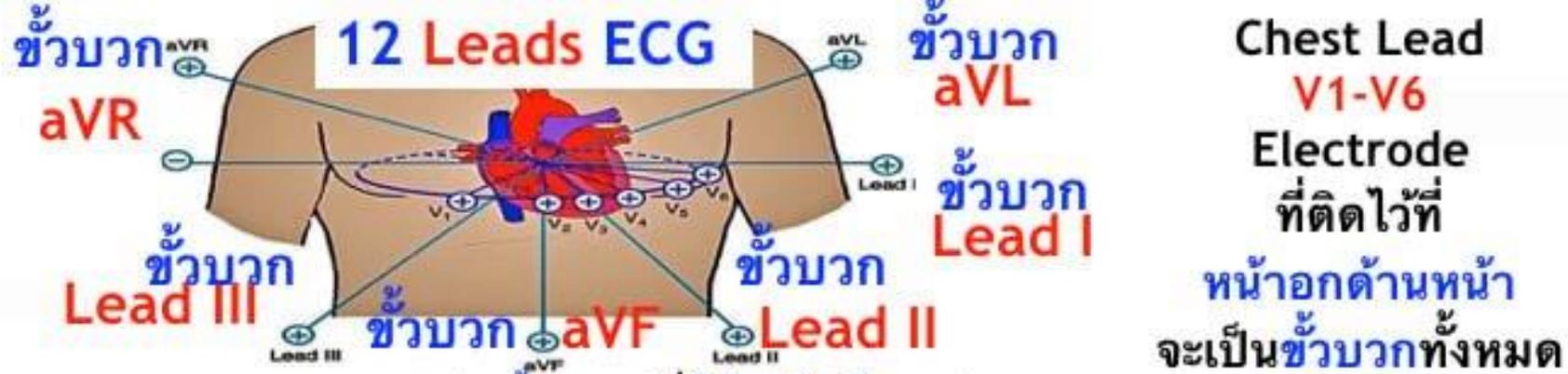


Lead เป็นการบันทึกคลื่นไฟฟ้าระหว่าง electrode ขั้วบวก และ ขั้วลบ
 Lead ทุกๆ Lead จะมีขั้วบวกและขั้วลบ

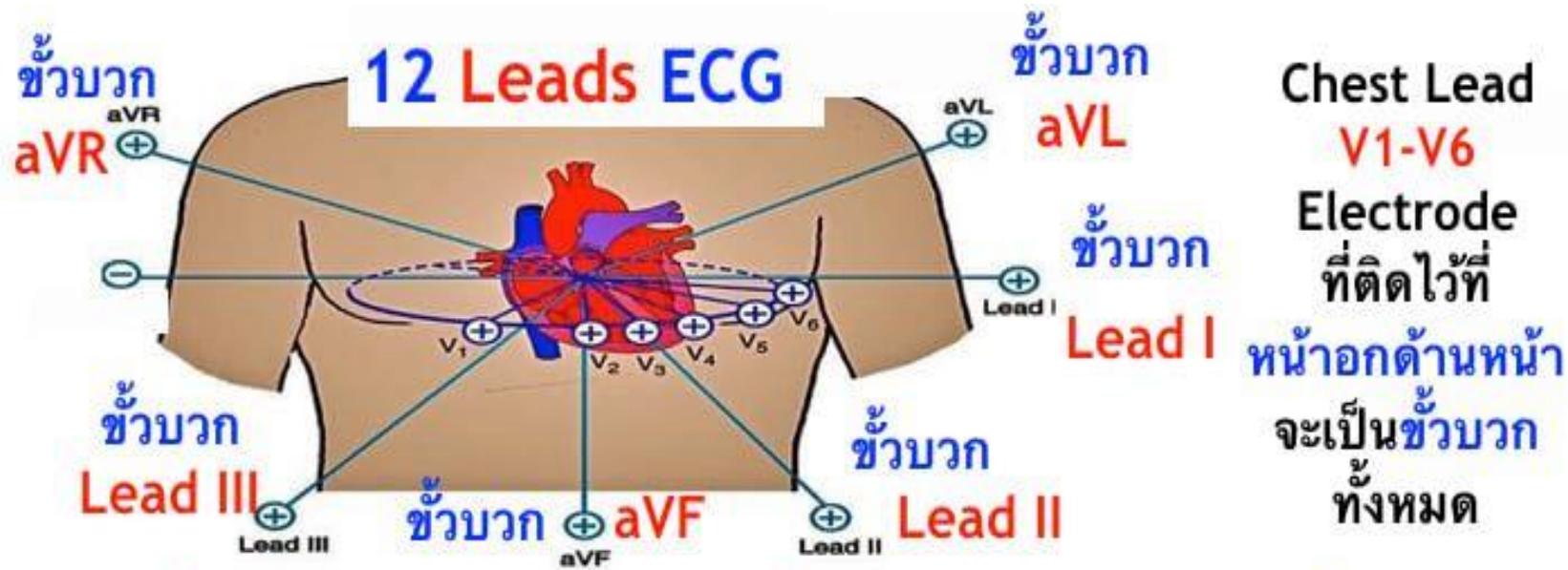
Leads ใช้บันทึก Frontal plane มองหัวใจ ข้างล่าง ข้างบน ข้างซ้าย และ ข้างขวา
 Leads Horizontal plane ใช้บันทึกมองตัดผ่านหัวใจจากด้านหน้าไปยังด้านหลัง

Leads มีอยู่ 3 ชนิด ที่ใช้เป็นมาตรฐานทั่วโลกคือ

1. Standard Limb Leads. คือ Lead I, II, และ III
2. Augmented Leads. คือ Lead aVR, aVL, และ aVF
3. Precordial Leads (Chest Leads). คือ Lead V1, V2, V3, V4, V5, V6



- Lead I. ขั้วบวก อยู่ที่หัวไหล่ข้างซ้าย Left arm
 ฉะนั้นดู ECG ที่ Lead I นั้นหมายถึงเรามองดูหัวใจที่ด้านบนข้างซ้าย Left upper Lateral area
- Lead II. ขั้วบวก อยู่ที่เอว ข้างซ้าย Left leg
 ฉะนั้นดู ECG ที่ Lead II นั้นหมายถึงเรามองดู ที่ด้านล่างของหัวใจ Inferior
- Lead III. ขั้วบวก อยู่ที่เอว ข้างซ้าย Left leg
 ฉะนั้นดู ECG ที่ Lead III นั้นหมายถึงเรามองดูที่ด้านล่างของหัวใจ Inferior
- Lead aVF ขั้วบวกอยู่ที่ระหว่างขา
 ฉะนั้นดู ECG ที่ Lead aVF นั้นหมายถึงเรามองดูที่ด้านล่างของหัวใจ Inferior
- Lead aVL ขั้วบวกอยู่ที่หัวไหล่ข้างซ้าย
 ฉะนั้นดู ECG ที่ Lead aVL นั้นหมายถึงเรามองหัวใจทางด้านบนข้างซ้าย Left upper Lateral area
- Lead aVR ขั้วบวกอยู่ที่หัวไหล่ข้างขวา
 ฉะนั้นดู ECG ที่ Lead aVR นั้นหมายถึงเรามองหัวใจทางด้านบนขวา Right Superior area
- Chest Lead V1-V6, Electrode ที่ติดไว้ที่หน้าอกด้านหน้า จะเป็นขั้วบวกทั้งหมด
- Lead V1, V2 ขั้วบวกจะอยู่บริเวณผนังกันหัวใจด้านขวากับด้านซ้าย Septal
 ฉะนั้นดู ECG ที่ Lead V1, V2 นั้นหมายถึงเรามองหัวใจ บริเวณ Septum
- Lead V2, V3, V4 ขั้วบวกจะอยู่บริเวณด้านหน้าของหัวใจห้องข้างล่างข้างซ้าย Anterior Left Ventricle
 ฉะนั้นดู ECG ที่ Lead V2, V3, V4 นั้นหมายถึงเรามองหัวใจ บริเวณ Anterior Left Ventricle
- Lead V5, V6 ขั้วบวกจะอยู่บริเวณด้านข้างด้านซ้ายของหัวใจห้องข้างล่างซ้าย Left Lower Lateral area
 ฉะนั้นดู ECG ที่ Lead V5, V6 นั้นหมายถึงเรามองหัวใจ บริเวณ Left Lower Lateral area



สิ่งสำคัญคุณต้องจำให้ได้ว่า**ซ้ายบวก**ของ **Lead** ใดอยู่ที่ไหน

เพราะ**ซ้ายบวก**นั้นจะเป็นตำแหน่งที่เราใช้**มองหัวใจ**ในส่วนนั้น

ดูที่ **Lead II, III, aVF** คุณตรวจดูที่ส่วนล่างของหัวใจ **INFERIOR**

ดูที่ **Lead I, aVL, V5, V6** คุณตรวจดูด้านข้างซ้ายของหัวใจ **LEFT LATERAL**

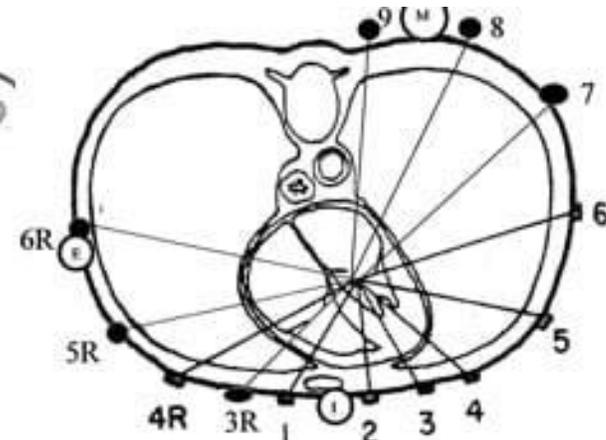
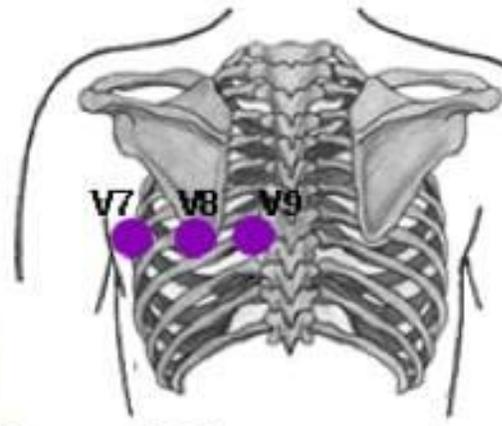
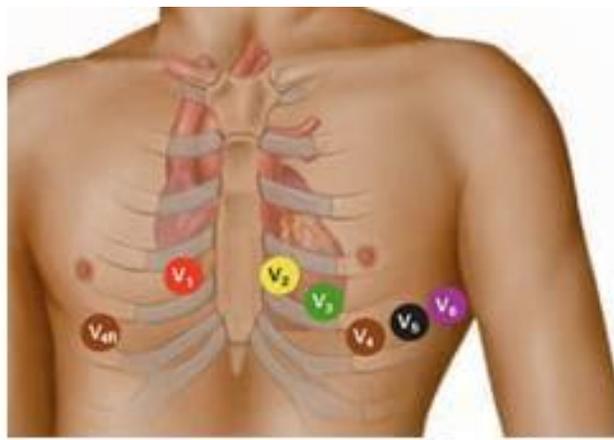
ดูที่ **Lead V1, V2** คุณตรวจดูผนังส่วนแบ่งหัวใจห้องข้างซ้ายและขวา **SEPTUM**

ดูที่ **Lead V2, V3, V4** คุณตรวจดูด้านหน้าข้างซ้ายของหัวใจ **LEFT ANTERIOR**

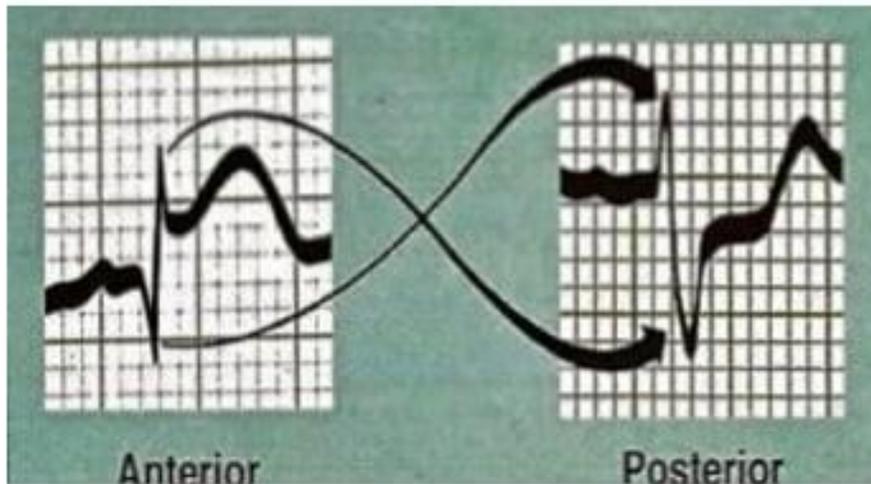
12 Lead ECG เราติด electrodes ไว้ทางด้านหน้า **anterior** ฉะนั้นถ้าต้องการดู

ส่วนด้านหลังของหัวใจ **posterior** เราจะดูได้จาก **Lead V1, V2, V3, V4**

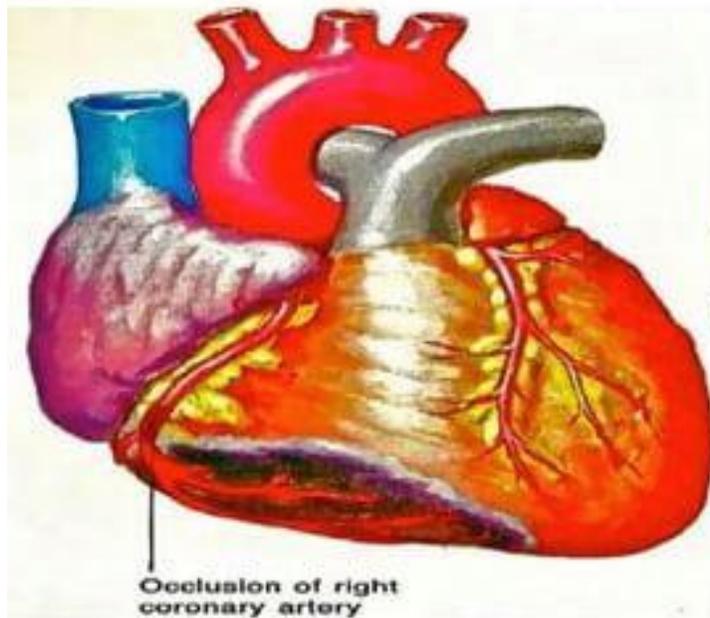
แต่ต้องใช้วิธีการดูแบบ **reversed trans-illumination** หรือ **mirror test**



การตรวจดูส่วนข้างหลังของหัวใจ **posterior** คุณก็สามารถทำได้ โดยติด **electrodes** ที่ข้างหลังผู้ป่วย **V7 V8 V9** เป็นแนวตรงเดียวกับ **V6** แต่ในทางปฏิบัติเราไม่ค่อยทำกันเพราะเราสามารถดูส่วนด้านหลังของหัวใจ **Posterior** ได้จาก Lead **V1 V2** และ **V3** ที่ติด **electrodes** ไว้ที่หน้าอกข้างหน้า แต่ต้องใช้วิธีการดูแบบ กลับหัวดู **reversed trans-illumination** หรือส่องกระจกดู **mirror test**



การทำ ECG เพื่อดูหัวใจห้องข้างล่างข้างขวา RIGHT VENTRICULAR INFARCTION



Right sided ECG

ติด Electrode ข้างขวาของหน้าอกตามรูป

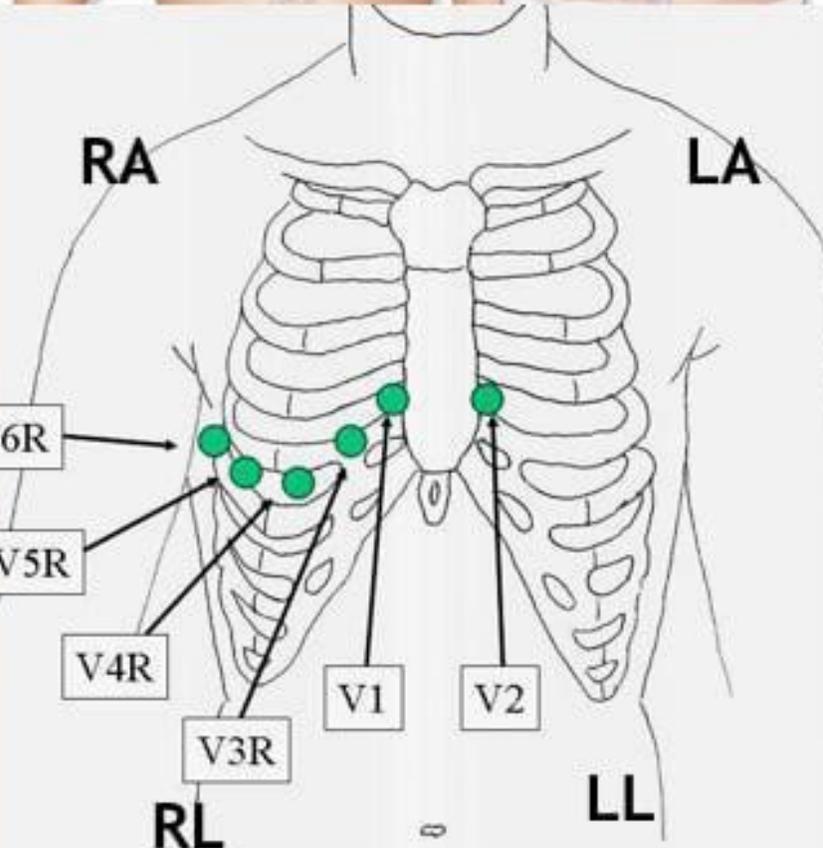
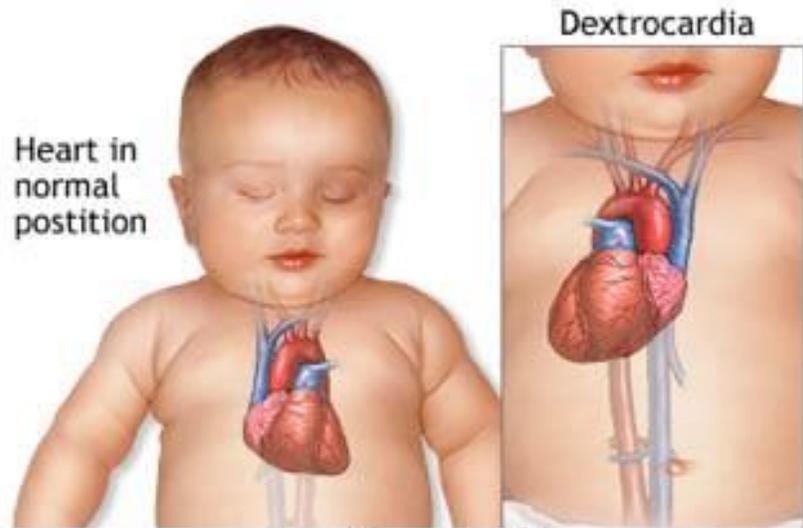


V4R: Sensitivity = 88%, Specificity = 78%, Accuracy = 83%.

RV infarction จะพบว่า RV4R มี ST segment elevation มากกว่า 1 mm

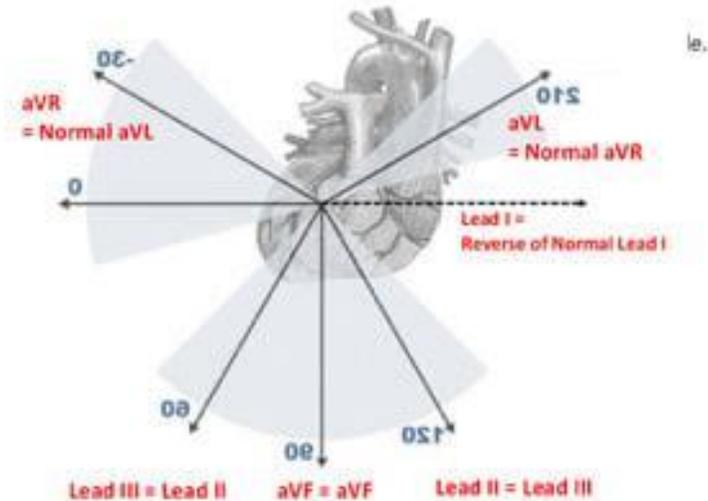
การทำ ECG ปกติเราติด electrodes สำหรับ chest leads V1 V2 V3 V4 V5 V6 ไว้ที่หน้าอกข้างซ้าย ทำให้มองเห็นหัวใจห้องข้างล่างข้างซ้าย left ventricle แต่ถ้าเราสงสัยต้องการดู หัวใจห้องล่างข้างขวา ว่ามีอะไรผิดปกติหรือไม่ เราทำได้ โดยการย้าย electrodes ที่ติดไว้ที่หน้าอกข้างซ้าย มาติดที่หน้าอกข้างขวา

การทำ Right sided ECG ทำเพื่อตรวจดูว่าผู้ป่วยมี Right Ventricle ว่ามี Infarction หรือไม่ แนะนำให้ทำกับผู้ป่วยทุกคนที่มี Acute Inferior Myocardial Infarction (ST elevation @ lead II, III, and aVF)

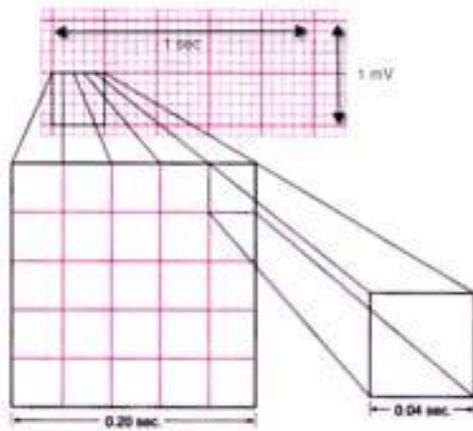


Dextrocardia

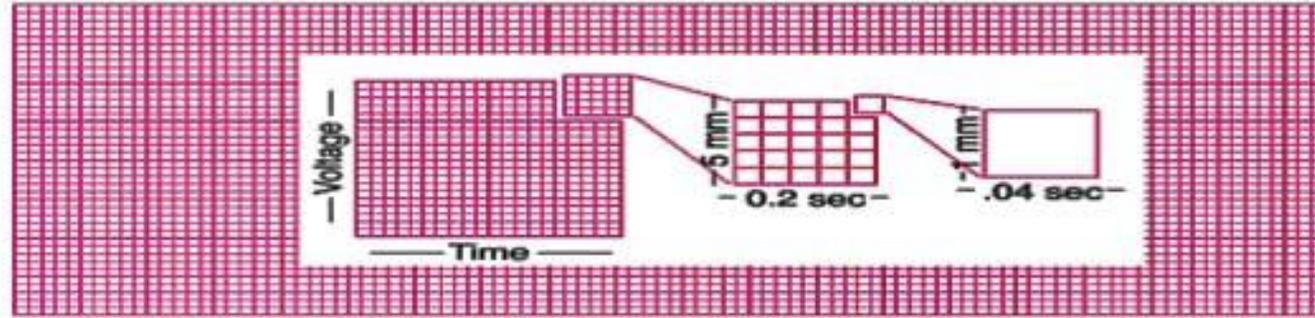
Atria	Situs Solitus	Situs Inversus	Situs Solitus
Ventricles	D-Loop	L-Loop	L-Loop
Great Arteries	Solitus	Inversus	L-Transposition
Diagnosis	Dextroposition	Mirror-image Dextrocardia	Congenitally Corrected TGA



Dextrocardia หัวใจอยู่ทางด้านหน้าอกข้างขวา การทำ ECG ให้ย้าย Electrode ที่ปกติติดที่ข้างซ้ายหน้าอก มาติดทางด้านขวาของหน้าอก ตามรูป ส่วน Electrode ที่ติดไว้ที่แขนขา ยังคงติดไว้ที่ตำแหน่งเดิม

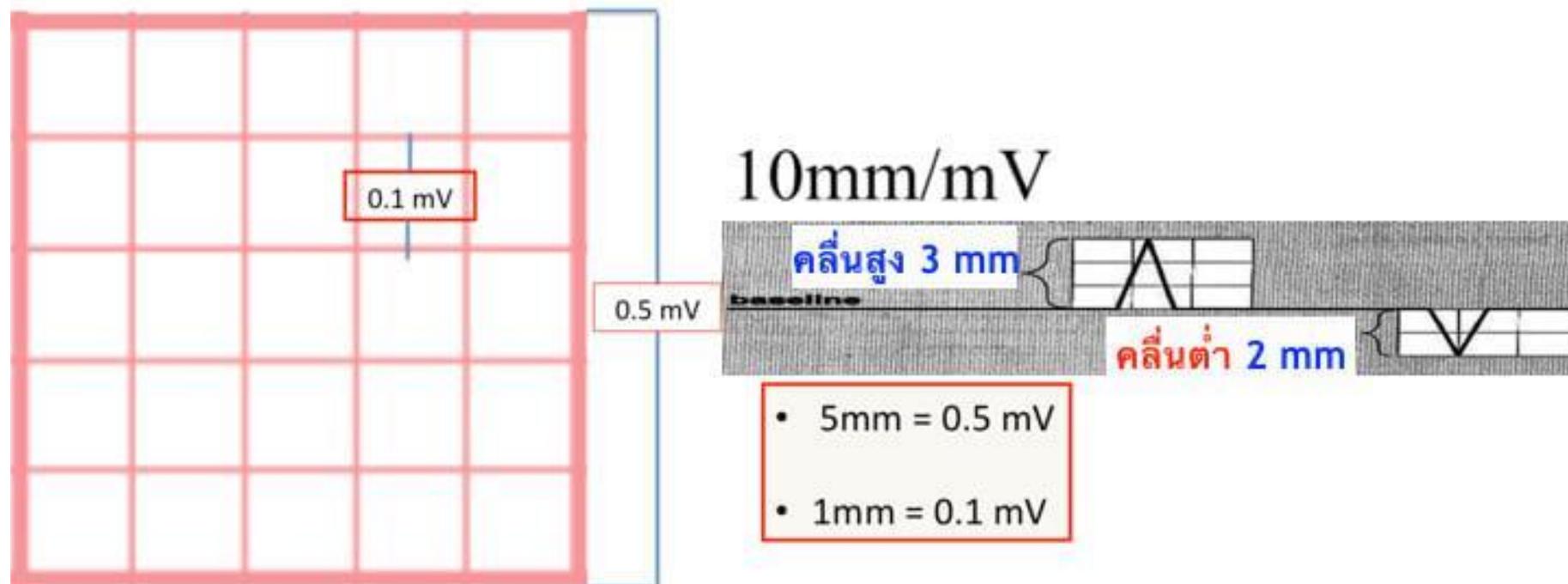


ECG PAPER กระดาษบันทึกคลื่นไฟฟ้า



การบันทึก **ECG** เรียบันทึกบนกระดาษกราฟที่แบ่งออกเป็นช่องๆ
 กระดาษจะเคลื่อนที่บันทึกด้วยอัตราความเร็ว **25 mm (millimeter)** ในหนึ่งวินาที
 การอ่าน **waveform** ที่บันทึกบนกระดาษ **ECG**
 อ่านจากซ้ายไปขวา อ่านออกเป็นระยะของเวลา **TIME (second)**
 ถ้าอ่านจากข้างบนลงมาข้างล่างหรือข้างล่างขึ้นไปข้างบนอ่านออกเป็นขนาด **SIZE (mV)**
 หนึ่งช่องเล็ก ประกอบด้วยความกว้าง **1 mm** และความสูง **1 mm**
 ฉะนั้นหนึ่งช่องเล็ก จึงมีระยะจากซ้ายไปขวา **0.04 Second (วินาที)**
 และมีขนาดสูงหรือต่ำ **1 mm** หรือ **0.1 mV (เพราะ 1 mV = 10 mm)**
5 ช่องเล็ก = 1 ช่องใหญ่
1 ช่องใหญ่ = 0.04 second x 5 ช่องเล็ก = 0.20 second
5 ช่องใหญ่ = 0.20 second x 5 ช่องใหญ่ = 1 second
30 ช่องใหญ่ = 0.20 second x 30 ช่องใหญ่ = 6 second

ขนาดของคลื่นไฟฟ้า

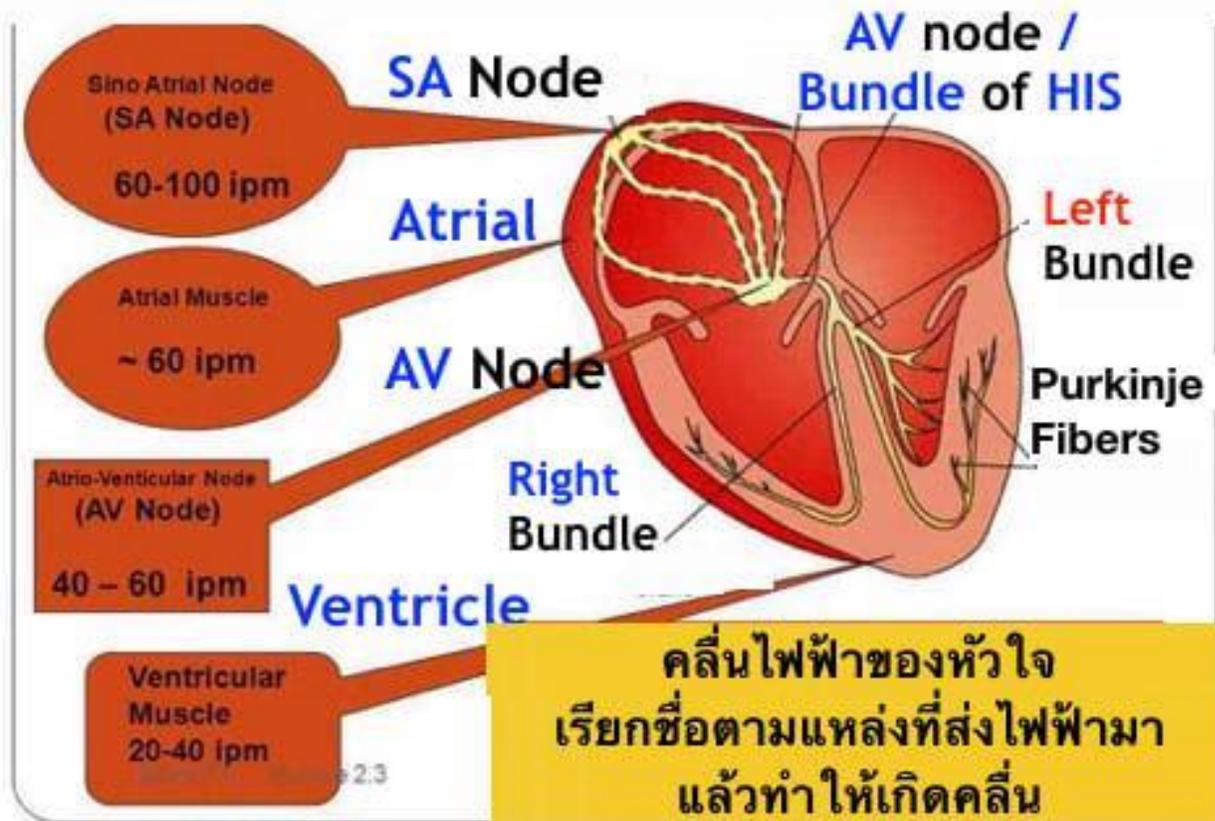


ขนาดของคลื่นไฟฟ้า (**Voltage or Amplitude**)
ที่บันทึกในกระดาษ **ECG** เราวัดเป็น **millivolt (mV)**
หรือวัดเป็น **millimeter (mm)**

$$10 \text{ mm} = 1 \text{ mV}$$

ฉะนั้น 1 ช่องเล็ก มีขนาด = 1 mm หรือ 0.1 mV

แหล่งผลิตไฟฟ้าของหัวใจ Cardiac Pacemaker Cells. อัตราการกำลงการผลิตไฟฟ้าของหัวใจ



Sinus Node
60-100 ครั้ง/นาที

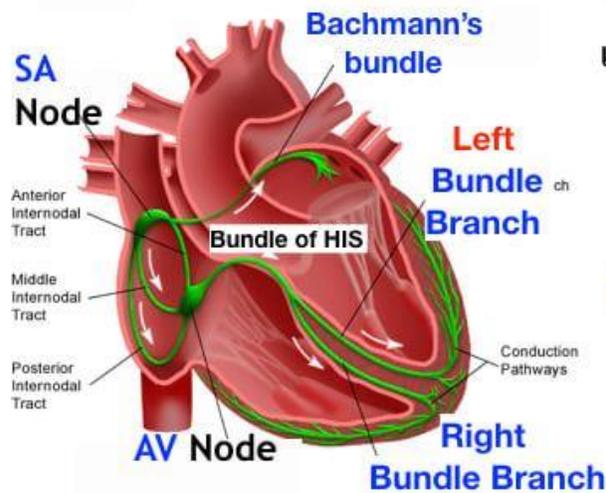
Atrium
60-80 ครั้ง/นาที

AV Junction
40-60 ครั้ง/นาที

Ventricle
20 -40 ครั้ง/นาที

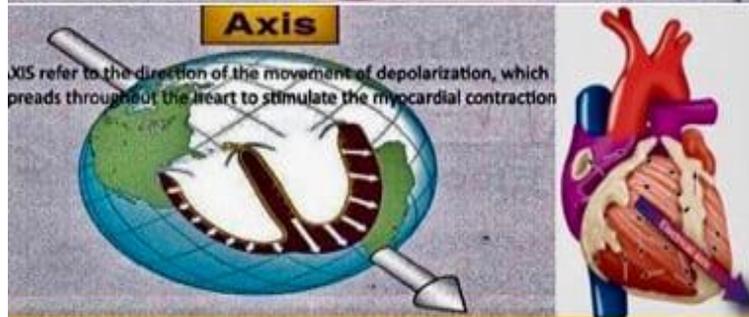
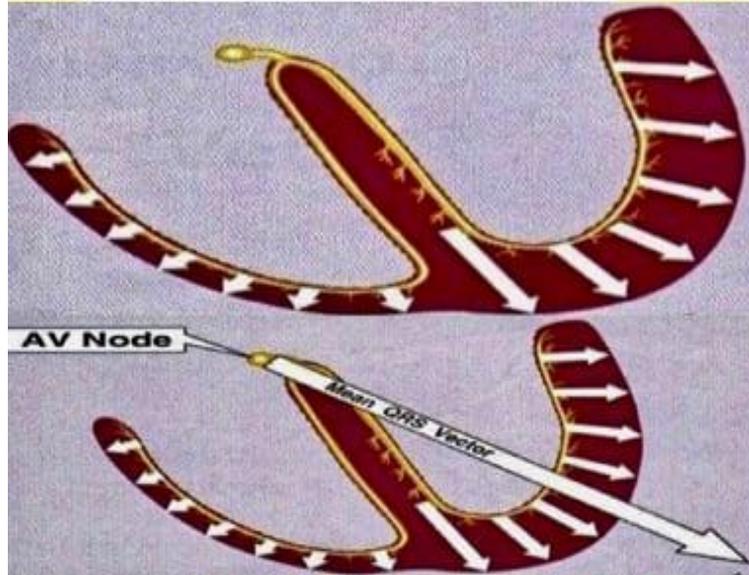
เซลล์ไฟฟ้าในหัวใจที่สร้างไฟฟ้าขึ้นมาเอง **Cardiac Pacemaker Cells** มีอยู่หลายที่หลายแห่งในหัวใจ แบ่งออกเป็น 4 แหล่งด้วยกันคือ **Sinus node** ซึ่งเป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าที่เป็นปกติของหัวใจ และที่หัวใจส่วนอื่นคือที่ **Atrium, AV Junction** และ **Ventricle** คลื่นไฟฟ้าของหัวใจ เรียกชื่อตามแหล่งที่ส่งไฟฟ้ามาแล้วทำให้เกิดคลื่น ดังนั้นคุณจะสามารถอ่านคลื่นไฟฟ้าได้คุณต้องรู้ว่าไฟฟ้าที่ทำให้เกิดคลื่นมาจากไหน

Conduction System ทางเดินของไฟฟ้าในหัวใจ



ไฟฟ้าของหัวใจที่ผลิตขึ้นมา จะส่งผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังเซลล์ต่อไป และมีกลุ่มเซลล์ที่รวมกันเป็นเส้นทางเดินใหญ่และไวของไฟฟ้าที่เรียกว่า **Conduction System** ปกติไฟฟ้าจะผลิตมาจาก **Sinus node** ส่งผ่านมาที่หัวใจห้องข้างบนซ้ายขวาทาง **Inter-nodal pathway** ส่งไปที่หัวใจห้องบนซ้ายซ้ายทาง **Bachmann's bundle** แล้วไฟฟ้าถูกส่งมาพักชนิดหนึ่งที่ **AV node** แล้วเดินทางต่อลงมาทาง **Bundle of HIS**

จาก **Bundle of His** ไฟฟ้าเดินทางต่อไปที่ห้องข้างล่างซ้ายขวาไปทาง **Right Bundle Branch** และ ห้องข้างล่างซ้ายซ้าย ไปทาง **Left Bundle Branch** ที่ **Left bundle branch** มีทางเดินไฟฟ้าแยก 2 ทาง คือไปทางด้านหน้าซ้ายซ้ายข้างล่างทาง **Left Anterior Fascicular Branch** และแยกไปที่ด้านหลังซ้ายซ้ายข้างล่างทาง **Left Posterior Fascicular Branch** ต่อจากนั้นไฟฟ้ามาก็มาถึงเซลล์กล้ามเนื้อของห้องหัวใจห้องข้างล่างที่เรียกว่า **Purkinje Fibers**.



ค่าเฉลี่ยของเซลล์ depolarization จะเป็นทิศทางที่เรียกว่า Axis

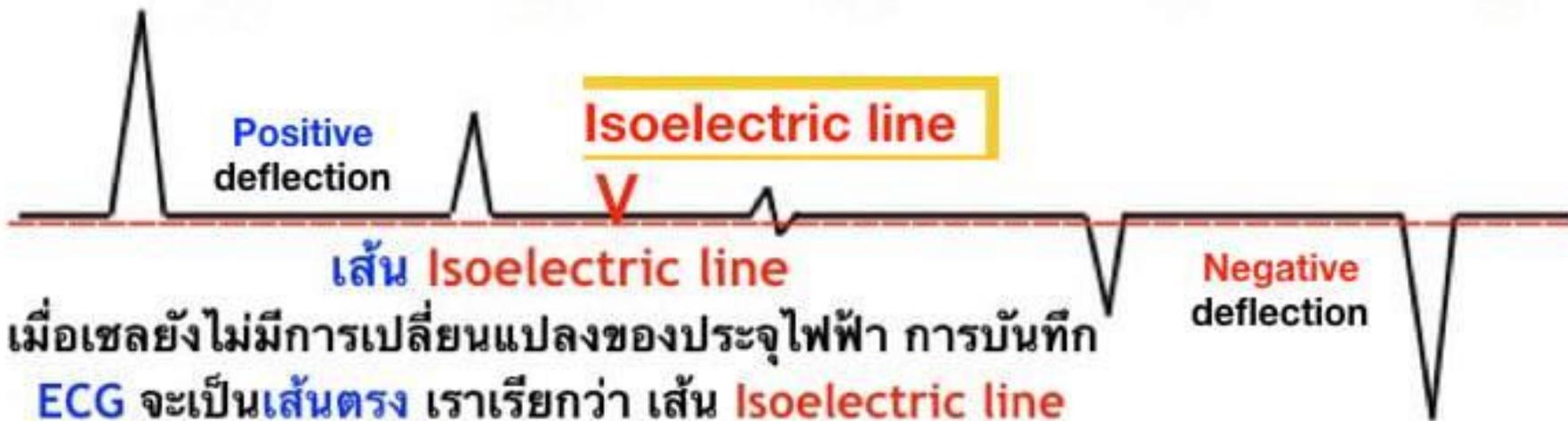
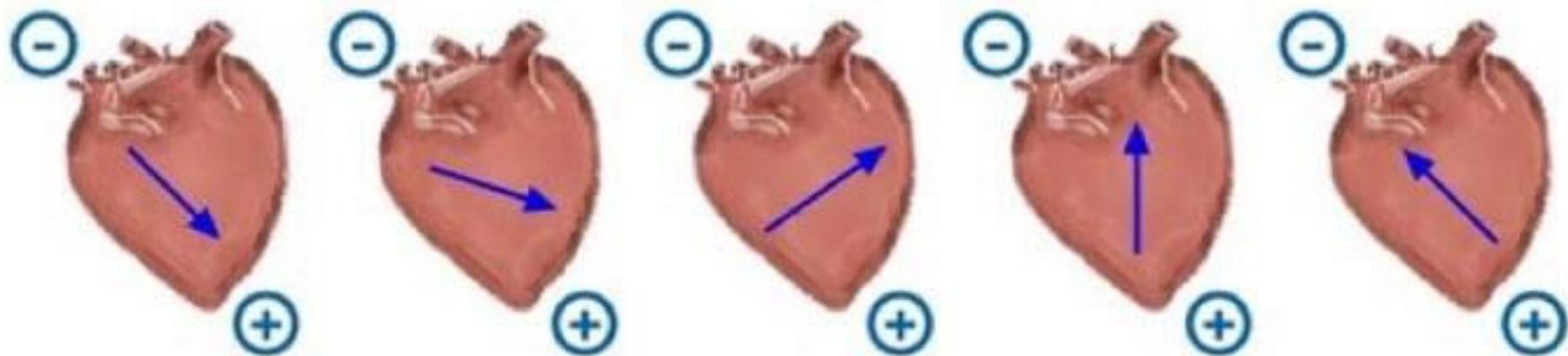
Electrical Activity ของหัวใจ ไฟฟ้าที่ส่งมากระตุ้นทำให้เซลล์ของหัวใจเกิดการ **Depolarization**

เราใช้ลูกศร **Vector** เขียนเป็นทิศทางของเซลล์ **depolarization**

ค่าเฉลี่ยของเซลล์หัวใจ **depolarization** เราเรียกว่า **AXIS**

เพราะหัวใจมีเซลล์กล้ามเนื้อที่ **Left Ventricle** จึงทำให้ ค่าเฉลี่ยของเซลล์หัวใจ **depolarization** มีมากที่สุดที่ข้างล่างข้างซ้ายของหัวใจ

ดังนั้น **Axis** ที่ปกติ (**Normal Axis**) จะเป็นแนวทางจาก หัวไหล่ข้างขวา เฉียงลงมา ที่เอวข้างซ้าย



ไฟฟ้า **AXIS** เข้าหา **electrode** ที่เป็น **ขั้วบวก** จะทำให้เกิด waveform ที่เป็น **Positive deflection** อยู่ข้างบนเหนือเส้น **Isoelectric line**

ไฟฟ้า **AXIS** ออกห่างจาก **electrode** ที่เป็น **ขั้วบวก** จะทำให้เกิด waveform ที่เป็น **Negative deflection** อยู่ข้างล่างต่ำกว่าเส้น **Isoelectric line**

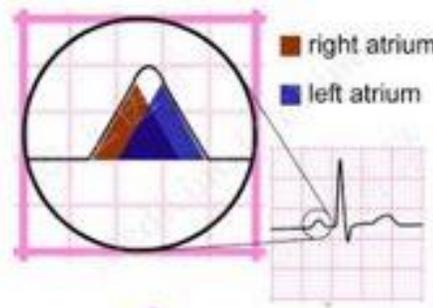
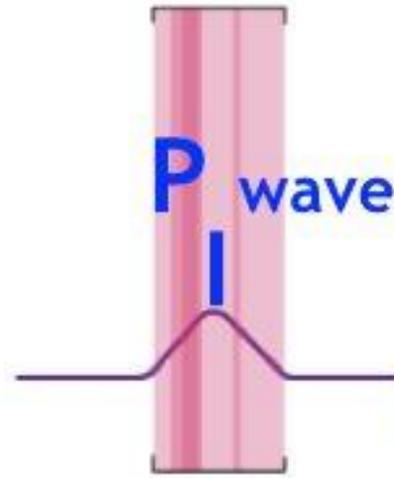
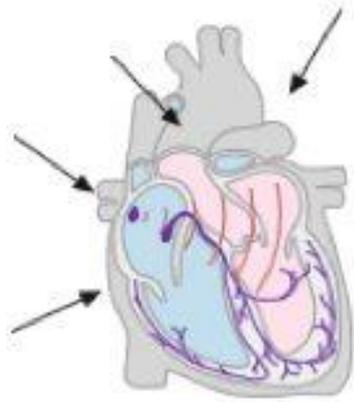


เมื่อไฟฟ้าผ่านเซลล์กล้ามเนื้อของหัวใจ จะเกิดการ **Depolarization** และ **Repolarization** การเปลี่ยนแปลงของไฟฟ้านี้ทำให้เกิดคลื่นขึ้นลงเรียกว่า **Waveform** ที่เราสามารถบันทึกได้

Waveform ที่อยู่เหนือกว่าเส้น **Isoelectric line** เรียกว่า **Positive deflection**

Waveform ที่อยู่ต่ำกว่าเส้น **Isoelectric line** เรียกว่า **Negative deflection**

Waveform คลื่นไฟฟ้าของหัวใจ ที่บันทึกมีชื่อเรียกว่า **P wave, QRS complex, Q wave, R wave, S wave, T wave** และ **U wave**



P wave

ปกติจะสูงน้อยกว่า

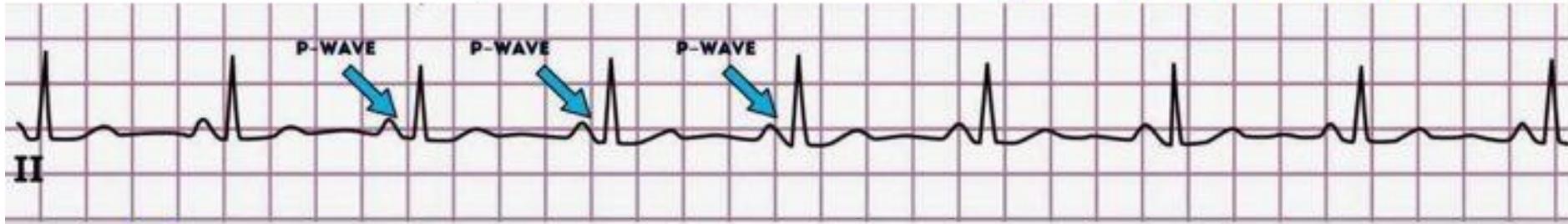
2.5 mm

และกว้างน้อยกว่า

0.11 second

จางว่า P wave ปกติ

สูงและกว้างไม่เกิน 3 ช่องเล็ก



P wave โดยปกติจะเป็นคลื่นแรก **first wave** ของ **cardiac cycle**

เมื่อมีไฟฟ้าผ่านหัวใจห้องข้างบน เซลล์กล้ามเนื้อของหัวใจ

Atrial จะเกิดการ **depolarization** เกิดเป็นคลื่น **waveform** เรียกว่า **P wave**

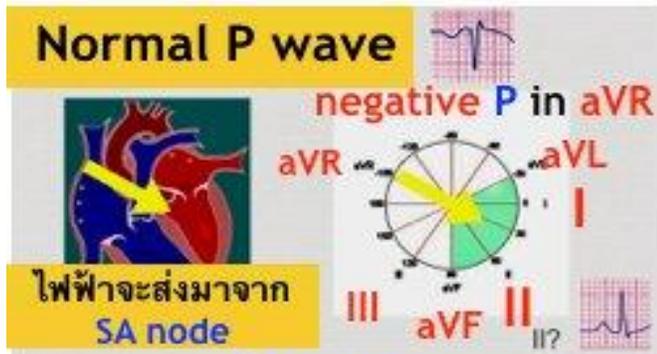
โดยปกติไฟฟ้าในหัวใจสร้างขึ้นที่ **Sinus Node** ส่งผ่าน **Atrium** ลงมาที่ **AV**

node ทำให้เกิด **Atrial depolarization** มี **P wave** เกิดขึ้น แต่ถ้ามีไฟฟ้าที่มา

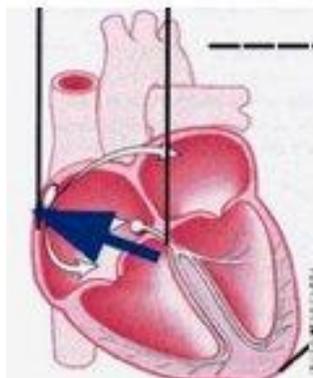
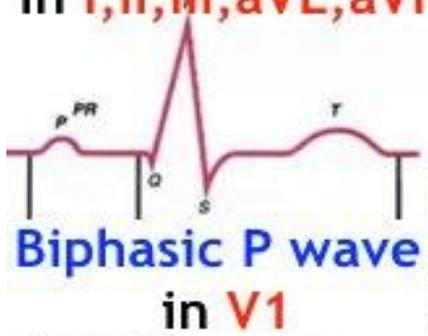
จากที่อื่นของหัวใจ วิ่งผ่าน **Atrium** ก็จะทำให้เกิด **Atrial depolarization**

และทำให้เกิด **P wave** ได้เช่นกัน แต่ **P wave** อาจจะมีรูปร่างแตกต่างกัน

P wave เป็นตัวสำคัญที่ช่วยบอกว่าไฟฟ้าที่ทำให้เกิดคลื่นมาจากไหน เรียกชื่อคลื่นว่าอะไร ดังนั้นการอ่านคลื่นไฟฟ้า สิ่งแรกก็คือดูที่ P wave ว่ามีหรือไม่ และเป็น P wave ปกติหรือไม่



Normal P wave
negative P in aVR
positive P wave in I, II, III, aVL, aVF



ปกติไฟฟ้าจะส่งมาจาก SA node ส่งผ่านมาที่ AV node แนวทางของไฟฟ้าปกติ (AXIS) ก็มาจาก ไหล่ซ้ายขวา Right arm ลงมายังเอวซ้ายซ้าย Left leg ไฟฟ้าวิ่งผ่าน atrium เกิด atrial depolarization บันทึกออกมาเป็น P wave ไฟฟ้าปกติวิ่งเข้าหาขั้วบวกของ Lead I II III aVF และ aVL ดังนั้น P wave จึงเป็น positive deflection ใน lead I, II, III, aVF, aVL

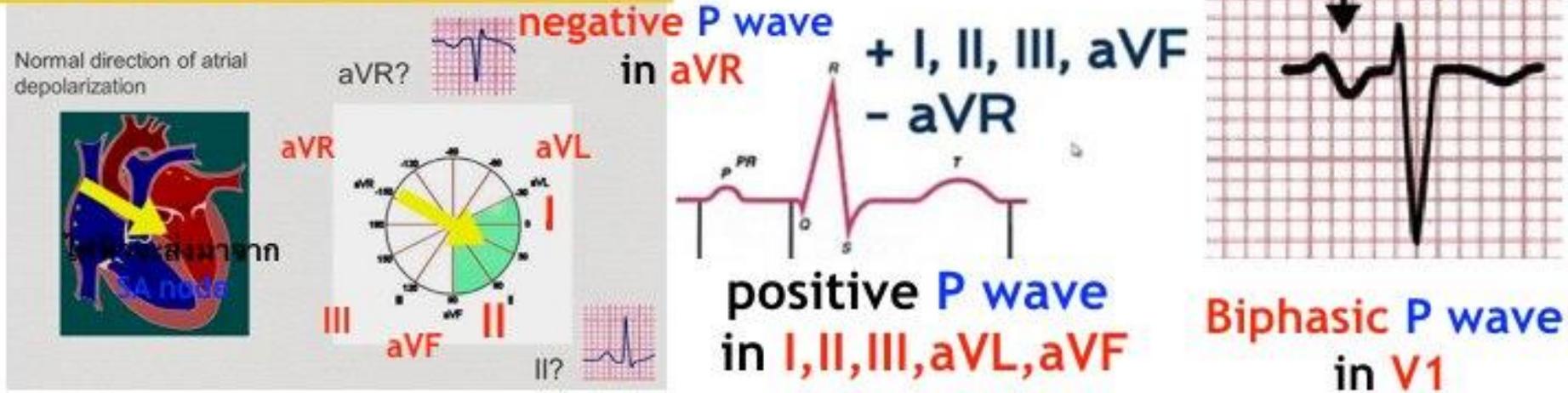
ไฟฟ้าวิ่งเป็นแนวจากไหล่ขวาลงมาห่างจาก Lead aVR ลงไป ดังนั้น P wave ใน Lead aVR จึงเป็น negative deflection Lead V1 ไฟฟ้าวิ่งเข้าหาและวิ่งออกไป จึงทำให้ P wave ใน lead V1 มีรูปร่างเป็น Biphasic คือเป็นทั้ง positive และ negative deflection

แต่ถ้าไฟฟ้าถูกสร้างและส่งมาจากส่วนล่าง เช่น Atrium หรือ AV junction P wave axis จะวิ่งจากข้างล่างขึ้นไปข้างบน จึงทำให้ P wave ใน Lead I II III aVL, aVF เป็น negative deflection

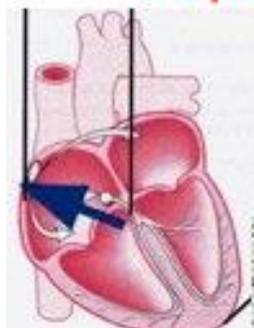
--> เรียกว่า invert P wave

P wave เป็นตัวสำคัญที่ช่วยบอกว่าไฟฟ้าที่ทำให้เกิดคลื่นมาจากไหน เรียกชื่อคลื่นว่าอะไร
 ดังนั้นการอ่านคลื่นไฟฟ้า สิ่งแรกก็คือดูที่ **P wave** ว่ามีหรือไม่ และเป็น **P wave** ปกติหรือไม่

Normal P wave



สรุป P wave ปกติที่เกิดจากไฟฟ้าที่มาจาก **SA node** จะเป็น
Positive P wave in lead **I, II, III, aVL** and **aVF**,
 เป็น **Biphasic P wave** in lead **V1** และเป็น **negative P wave** in lead **aVR**



ถ้าไฟฟ้าถูกสร้างและส่งมาจากส่วนล่าง เช่น **Atrium** หรือ **AV junction**
P wave ใน **Lead I II III aVL, aVF** เป็น **negative deflection**



--> เรียกว่า **invert P wave**

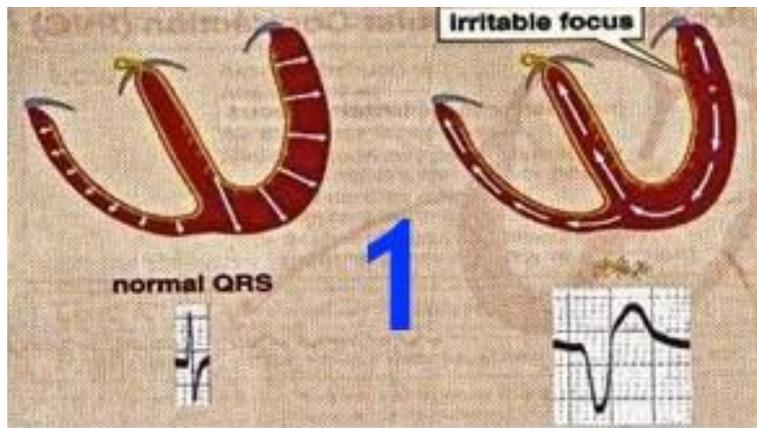
QRS complex ประกอบด้วย Q wave, R wave และ S wave แต่บางครั้งเราไม่เห็น Q, R และ S wave ทั้งหมดทุก wave ใน QRS complex

ค่าปกติของ

QRS = 0.06 - 0.10 second (แดบ/กว้างไม่เกิน 3 ช่องเล็ก)



เมื่อไฟฟ้าผ่านลงมาถึง ventricles จะทำให้ เซลล์กล้ามเนื้อของ ventricles เกิดการ depolarization จึงเกิดเป็นคลื่นที่เราเรียกว่า QRS complex เมื่อ ventricular depolarization จะทำให้เกิดการบีบตัวของหัวใจห้องข้างล่าง (ventricular contraction)



คำปกติของ

QRS = 0.06 - 0.10 second

(แคบ/กว้างไม่เกิน 3 ช่องเล็ก)

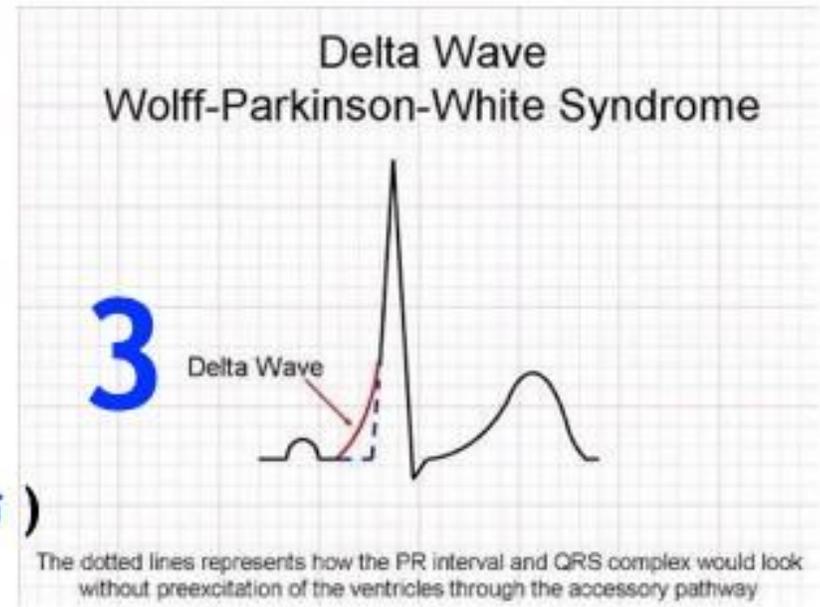
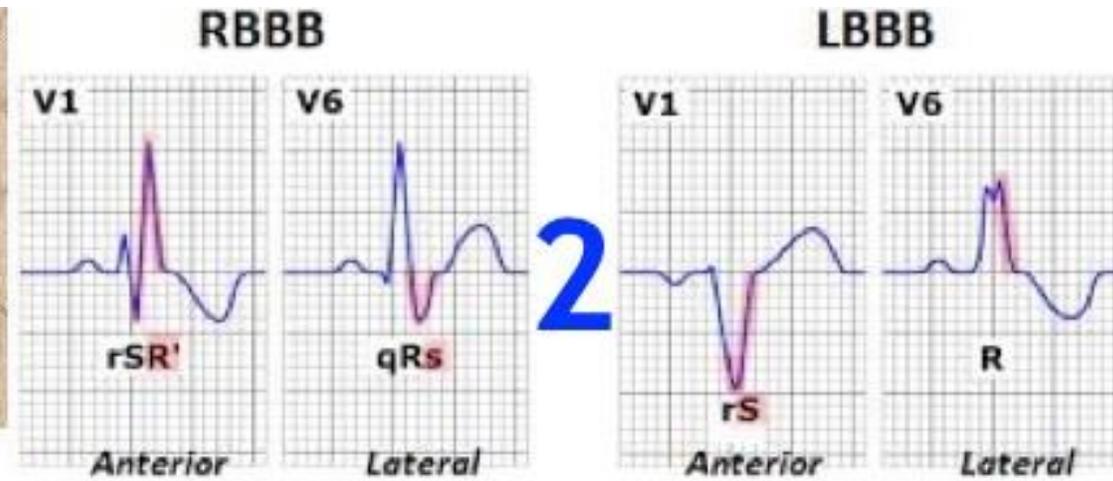
แต่ถ้าคุณพบ **QRS complex** ที่กว้าง

มากกว่าปกติ **0.12 second**

ก็เป็นเพราะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งดังนี้

(ใช้เพื่อบอกว่าไฟฟ้ามาจากไหน มีปัญหาอะไร)

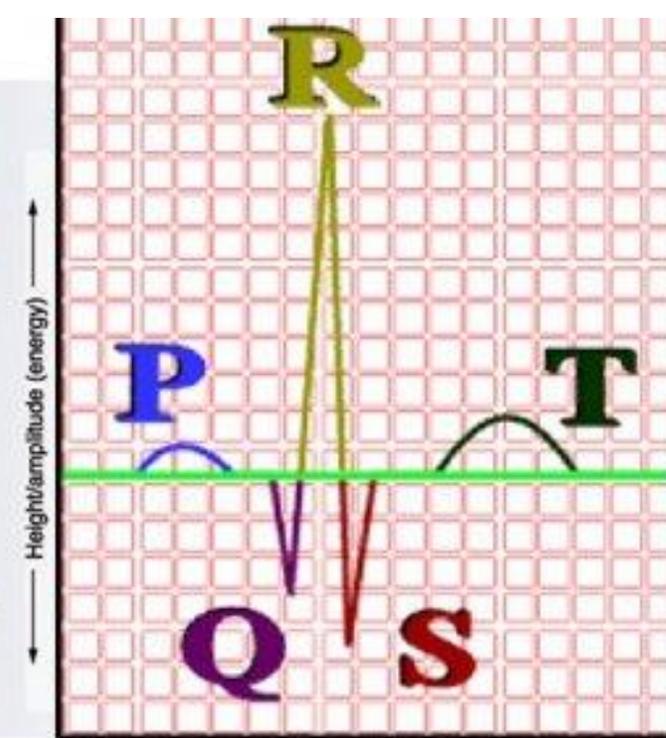
1. ไฟฟ้าเกิดมาจาก **Ventricle**
2. หรือไฟฟ้ามาจากข้างบนแต่มี **Complete bundle branch block.**
3. หรือไฟฟ้าจากหัวใจข้างบนผ่านลงมาที่ **Ventricle** ทาง **Kent Bundle** ไม่ได้ลงมาทางข้างล่างทาง **AV node** เพียงอย่างเดียว



เมื่อไฟฟ้าผ่านลงมา
ที่ **ventricles**
จะทำให้
เซลล์กล้ามเนื้อของ
ventricles เกิดการ
depolarization
จึงเกิดเป็นคลื่น
ที่เราเรียกว่า
QRS complex

QRS Complex

- Q wave
 - first negative deflection from the baseline following the P wave
- R wave
 - first positive deflection following the Q wave
- S wave
 - first negative deflection that extends below the baseline following the R wave



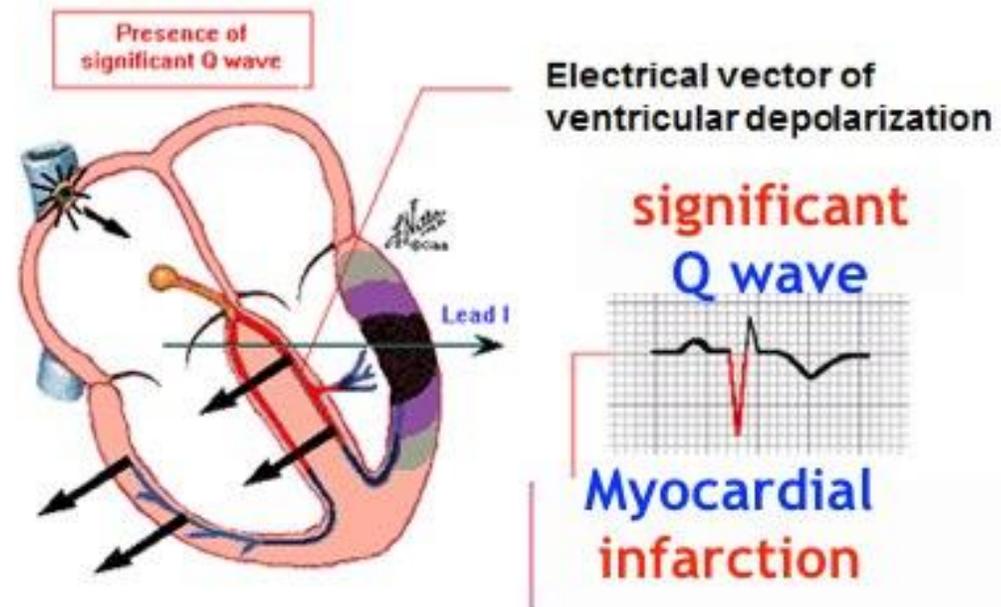
Q wave คือ wave แรกที่เกิดอยู่ข้างล่าง **Isoelectric line** ของ **QRS complex** (first negative deflection)

R wave เป็นส่วนหนึ่งของ **QRS complex** เป็นส่วนที่อยู่ข้างบนของ **Isoelectric line** (positive deflection in QRS complex)

S wave เป็นส่วนหนึ่งของ **QRS complex** เป็นส่วนที่อยู่ข้างล่างเส้น **Isoelectric line** และอยู่ข้างหลัง **R wave**



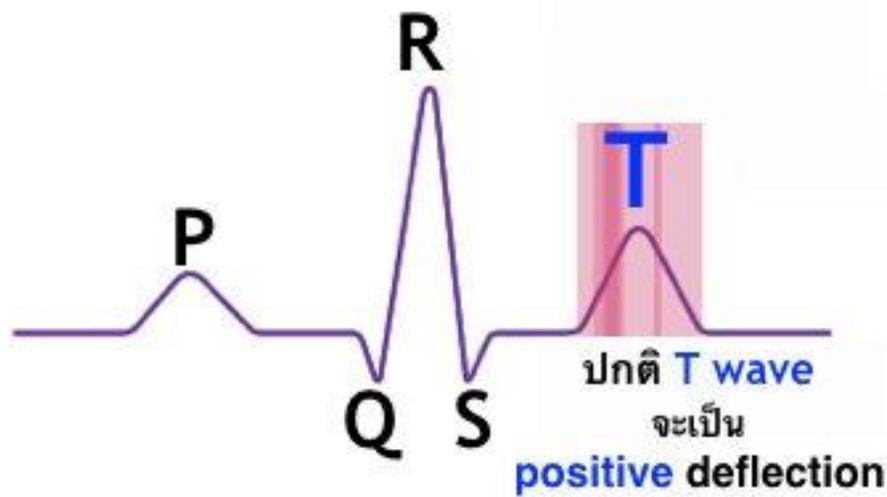
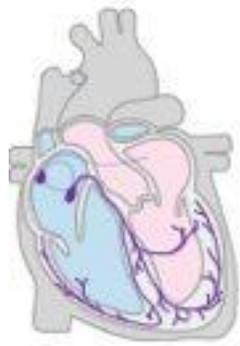
จำเป็นมากที่ต้องรู้ว่า **Q wave อยู่ที่ใด**
และ **ปกติ** หรือ **ผิดปกติ** เป็นอย่างไร



Q wave คือ wave แรกที่เกิด
อยู่ข้างล่าง isoelectric line
ของ QRS complex
(first negative deflection)

Q wave ปกติ จะกว้างน้อยกว่า
หนึ่งช่องเล็ก < 0.04 second
และ/ หรือ ลึกน้อยกว่า
 $\frac{1}{3}$ ของ QRS complex

ถ้า **Q wave** ไม่ปกติ
(significant Q wave)
คือ กว้างมากกว่า 0.04 second
หรือ ลึก มีขนาดมากกว่า
 $\frac{1}{3}$ ของ QRS complex
นั้นหมายถึง
มีการตายของเซลล์กล้ามเนื้อ
(infarction) ในส่วนนั้น⁴⁴



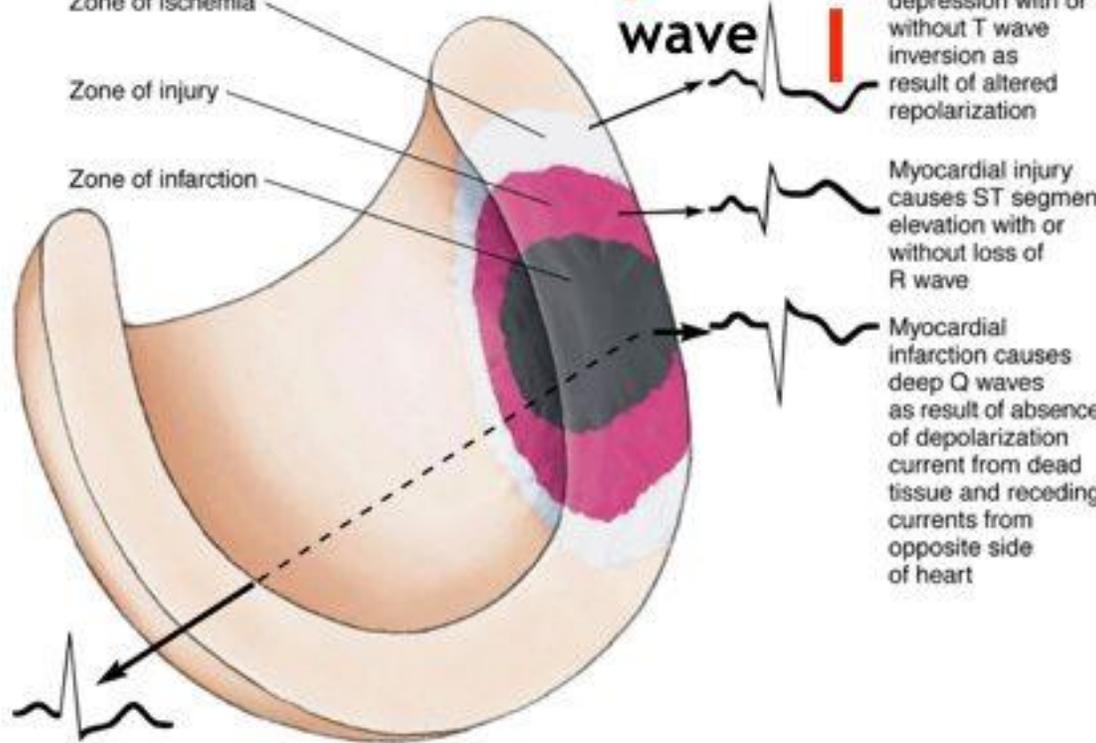
เมื่อ **Ventricular depolarization** ใน ECG จะเห็น **QRS complex** หลังจากนั้น **Ventricular** จะเกิดการ **repolarization** ใน ECG จะเห็น **T wave**

ischemia

Zone of ischemia

Zone of injury

Zone of infarction



negative T wave

Myocardial ischemia causes ST segment depression with or without T wave inversion as result of altered repolarization

Myocardial injury causes ST segment elevation with or without loss of R wave

Myocardial infarction causes deep Q waves as result of absence of depolarization current from dead tissue and receding currents from opposite side of heart

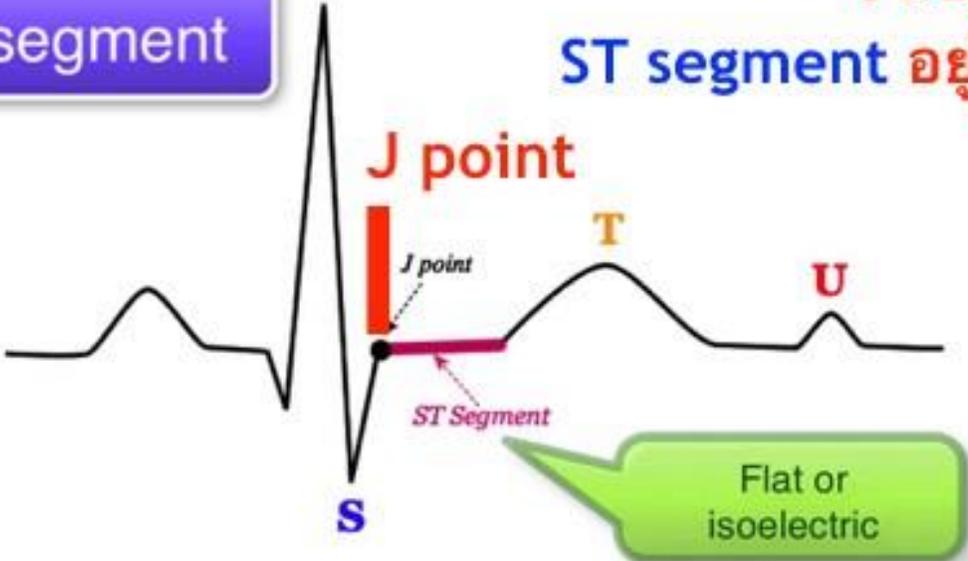
โดยปกติ T wave จะเป็น **positive deflection** ยกเว้น ใน **Lead aVR, V1**

ถ้า **T wave** หักกลับ (**invert T wave**) อยู่ใต้เส้น **Isoelectric line** อาจจะหมายถึง **เซลล์กล้ามเนื้อของหัวใจมีเลือดไปเลี้ยงไม่เพียงพอ Myocardial ischemia**⁴⁶

ST segment

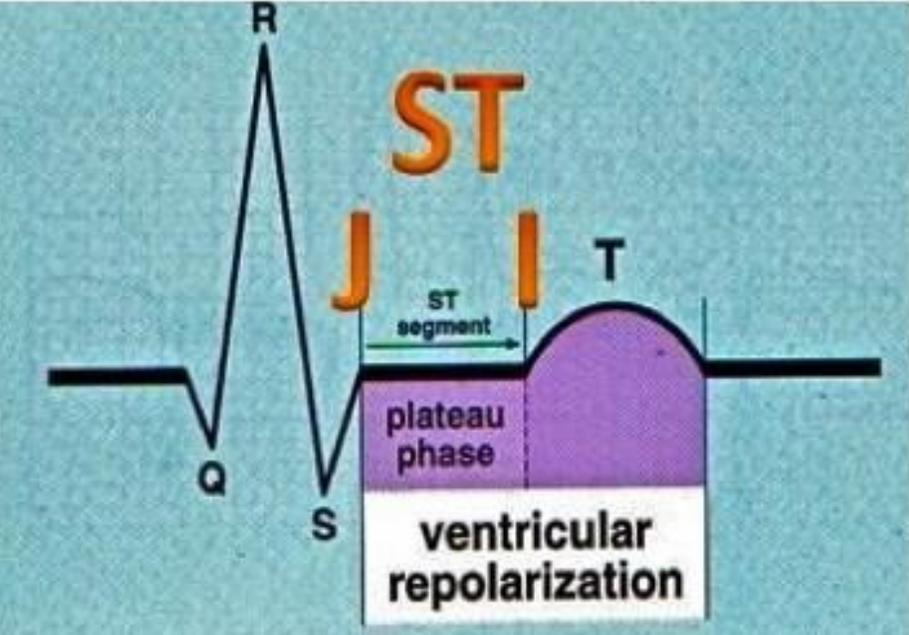
จำเป็นมากที่ต้องรู้ว่า

ST segment อยู่ที่ใด และ ปกติ อยู่ระดับใด



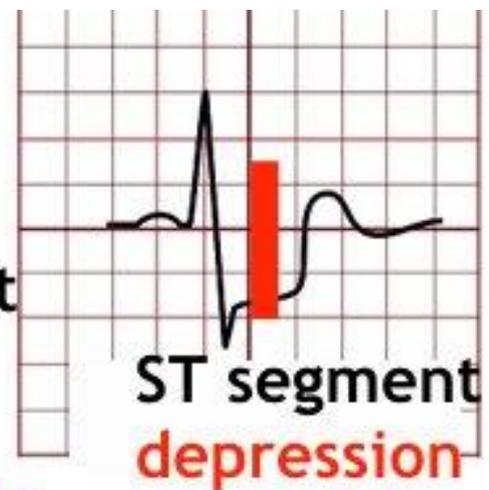
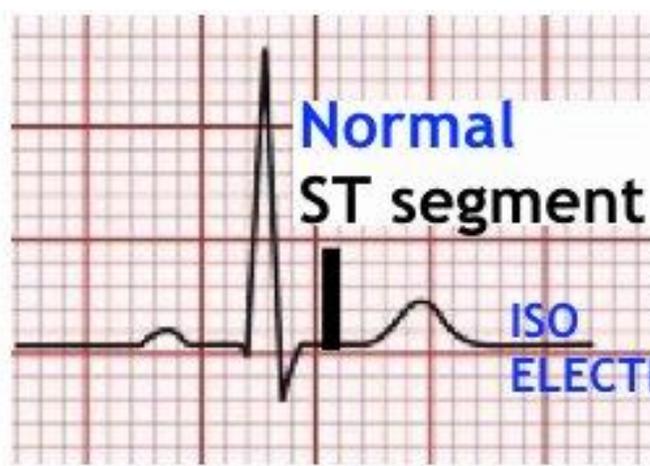
เมื่อ QRS complex
สิ้นสุดกลับมาที่เส้น
Isoelectric line จุดนั้น
เราเรียกว่า **J point**.

จากจุด **J point** จนถึงจุดเริ่มต้นของ **T wave** เราเรียกว่า **ST segment**



ST segment

เป็นช่วงจังหวะ plateau phase
ของกระแสไฟฟ้า หลังจาก
Ventricle depolarization
(**QRS complex**) แล้ว
ก่อนที่จะเกิดมี **Ventricular**
repolarization (**T wave**)



ST segment elevation/depression

ถ้า ST segment ยกสูงกว่า iso-electric line เราเรียกว่า ST elevation
 ถ้า ST segment อยู่ต่ำกว่า iso-electric line เราเรียกว่า ST depression

ST elevation ใน limb leads (I, II, III, aVL, aVF) สูงมากกว่า 1mm

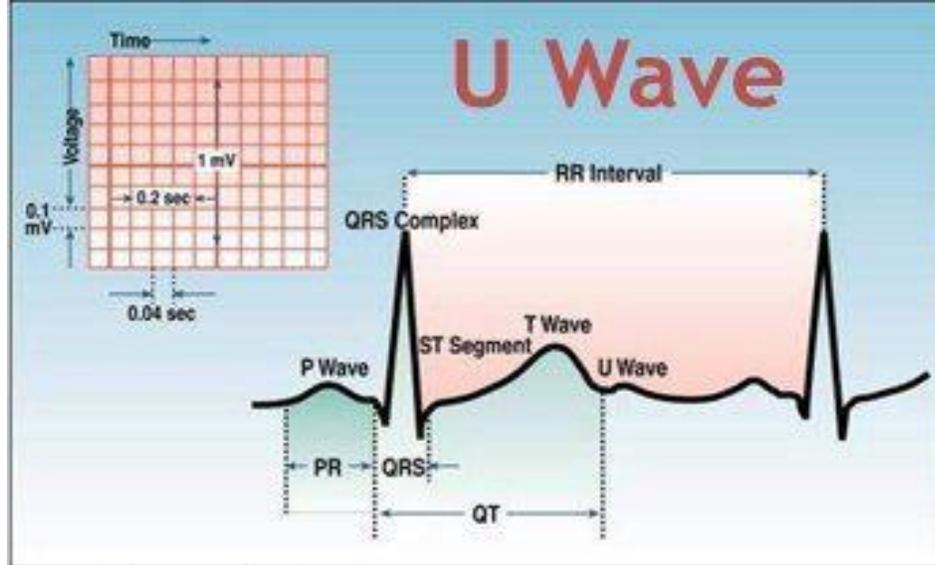
ใน Chest leads (V1 V2) สูงมากกว่า 2 mm (2 ช่องเล็ก)

ใน Chest leads (V3 V4 V5 V6) สูงมากกว่า 1 mm (1 ช่องเล็ก)

อาจจะหมายถึง เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจถูกทำลายกำลังจะตายไป (myocardial injury)

ST depression ต่ำมากกว่า 1 mm อาจจะหมายถึง

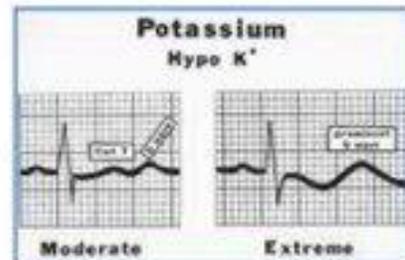
เซลล์กล้ามเนื้อของหัวใจได้รับเลือดไปเลี้ยงไม่เพียงพอ (Myocardial ischemia) หรือ
 กล้ามเนื้อหัวใจด้านในเกิดการตายไป Subendocardium Myocardial Infarction
 ST depression or elevation อาจเกิดได้จากสาเหตุอื่นๆที่ไม่ใช่ MI จะอธิบายเพิ่มในบท ACS



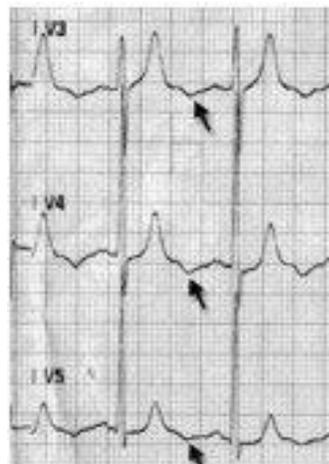
U wave เกิดตามหลัง T wave
มีทิศทางเดียวกันกับ T wave
เกิดจากการ Repolarization
ของ Purkinje Fibers.

• Abnormal U Wave

- A U wave taller than 2 mm
- Electrolyte imbalance
- Medications
- Hyperthyroidism
- Central nervous system disease



U wave ปกติจะสูงไม่เกิน 1.5 mm
U wave ที่สูงมากกว่าปกติ ส่วนมากจะเกิด
จากระดับของ Potassium ในเลือดต่ำ
หรือเกิดจากการใช้ยาเช่น
Amiodarone, Digoxin, Quinidine,
Procainamide. หรือมี Hyperthyroidism



ถ้า U wave หักกลับ (invert U wave หรือ Negative U wave หมายถึง
ถึง เซลล์กล้ามเนื้อของหัวใจได้รับเลือดไปเลี้ยงไม่เพียงพอ
Negative U wave อาจพบได้ในผู้ป่วย organic heart disease
disease (myocarditis, cardiomyopathy, congenital heart disease,
rheumatic heart disease, valve disease) และ ischemic heart disease.

ระยะเวลาปกติ **PR interval** คือ 0.12 - 0.20 second.

Long PR Interval > 0.20 second



PR interval วัดจากจุดเริ่มต้นของ **P wave** จนถึงจุดเริ่มต้นของ **QRS**

PR interval คือช่วงของระยะเวลานับตั้งแต่ไฟฟ้าวิ่งผ่าน **Right** และ **Left Atrium** แล้วเริ่มทำให้เกิด **P wave** (**Atrial Depolarization**) จนถึงไฟฟ้าลงมาถึง **Ventricle** แล้วเริ่มทำให้เกิด **QRS complex** (**Ventricular Depolarization**)

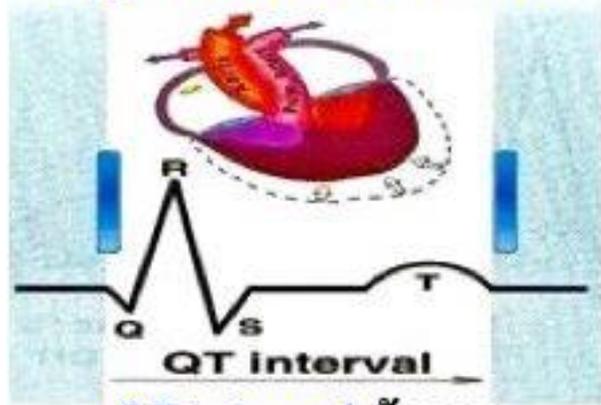
PR interval วัดจากจุดเริ่มต้นของ **P wave** จนถึงจุดเริ่มต้นของ **QRS**

ระยะเวลาปกติของ **PR interval** คือ 0.12 - 0.20 second.

PR interval มากกว่าปกติ 0.20 second เรียกว่า **First degree AV block** เป็นการ **delay** ของไฟฟ้าที่เดินทางมาจาก **Atrium** ลงไปที่ **Ventricle** ช้ากว่าปกติ

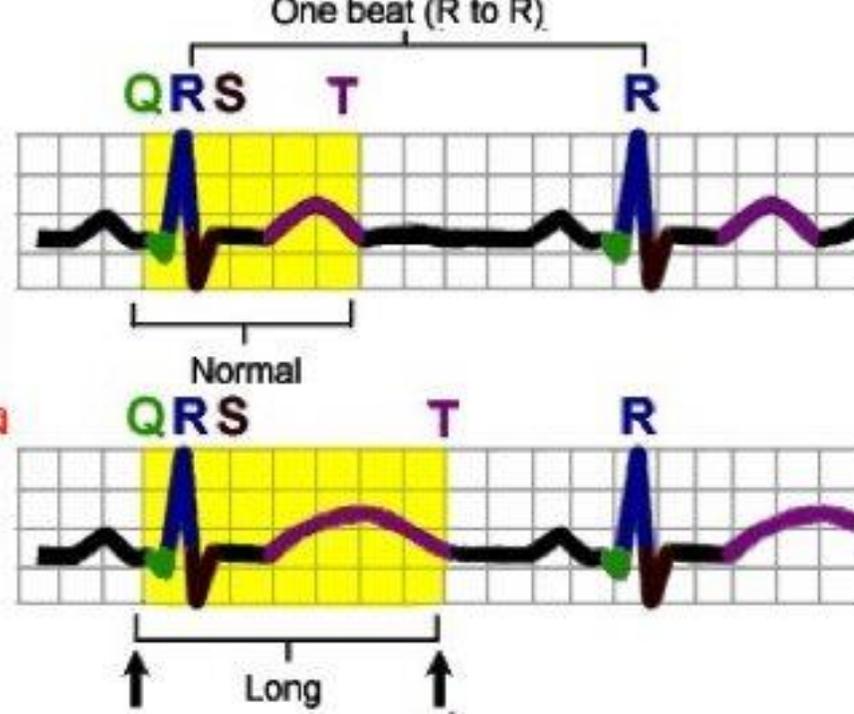
PR interval ที่เร็วกว่าปกติ (น้อยกว่า 0.12 second) อาจเกิดขึ้นได้เพราะไฟฟ้าเกิดมาจากจุดกำเนิดที่อยู่ **AV junction** หรือ ไฟฟ้าที่มาจาก **Atrium** ลงมาที่ **Ventricle** มาทาง **conduction pathway** โดยทางอื่น เช่น **Kent Bundle pathway**

QT INTERVAL



QT interval วัดจาก
จุดเริ่มต้นของ QRS complex
จนถึงจุดสิ้นสุดของ T wave

QT interval
น้อยกว่าครึ่งหนึ่ง
ของระยะระหว่าง
RR interval
ถือว่า QT interval
เป็น ปกติ
แต่ถ้ามากกว่าครึ่งหนึ่ง
ของระยะระหว่าง
RR interval
ถือว่าเป็น
Long QT interval

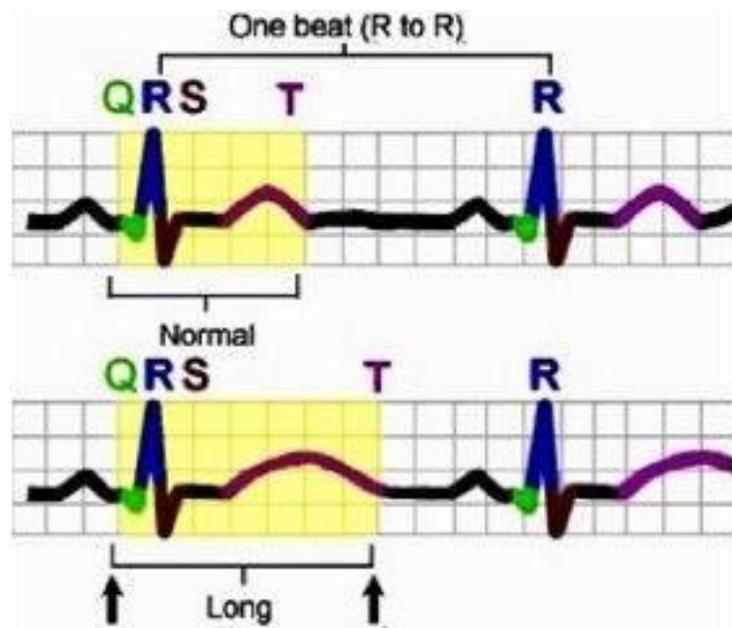


QT interval คือระยะเวลาที่เริ่มจาก Ventricular depolarization
จนถึงเวลาที่สิ้นสุดของ Ventricular repolarization

QT interval วัดจากจุดเริ่มต้นของ QRS complex
จนถึงจุดสิ้นสุดของ T wave

ค่าปกติของ QT interval = 0.36 - 0.44 second

จำได้ง่ายๆนะ ถ้า QT interval น้อยกว่าครึ่งหนึ่ง ของระยะระหว่าง RR interval
ถือว่า QT interval เป็น ปกติ



ความสัมพันธ์ระหว่าง

QT interval กับ Heart rate

หัวใจเต้นไว QT จะสั้นลง

หัวใจเต้นช้า QT จะยาวขึ้น

ค่าปกติของ QT interval

= 0.36 - 0.44 second

QTc (QT corrected)= QT interval

หารด้วย Square root ของ RR interval

จำกันง่ายๆนะ

ถ้า QT interval น้อยกว่าครึ่งหนึ่ง ของระยะระหว่าง RR interval

ถือว่า QT interval เป็น ปกติ

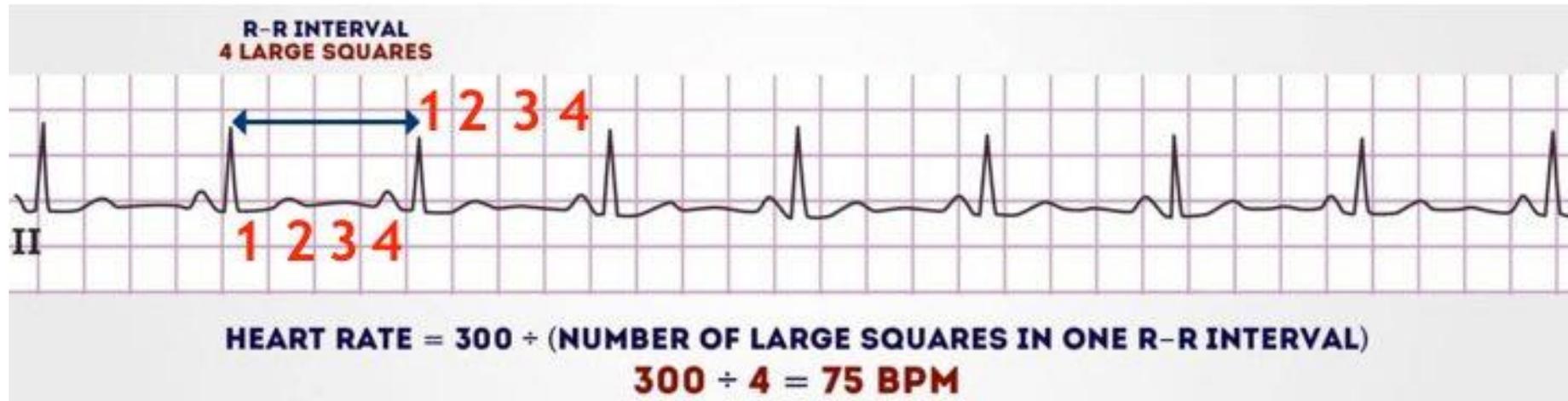
แต่ถ้ามากกว่าครึ่งหนึ่ง ของระยะระหว่าง RR interval

ถือว่าเป็น Long QT interval

Long QT interval อาจเกิดจาก Hypocalcemia, Hypokalemia หรือ
ใช้ยาพวก Quinidine, Phenothiazines, Haldol. หรือเกิดจากยีนกรรมพันธุ์

โปรดระวังและดูแลผู้ป่วยที่มี Long QT interval ให้ดีเพราะอาจเป็นผลทำให้
หัวใจผู้ป่วยเต้นผิดปกติ Ventricular Fibrillation ถึงขั้นเสียชีวิตกะทันหัน

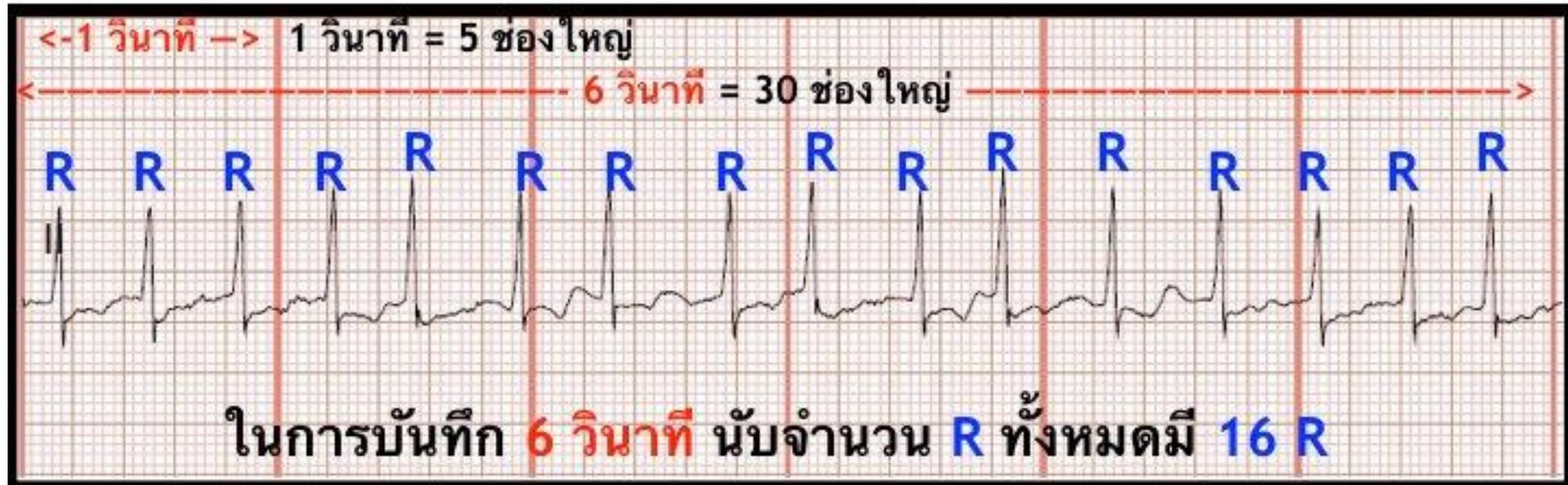
การคำนวณหาว่าหัวใจเต้นกี่ครั้งในหนึ่งนาที โดยวิธี **Sequence method**
ใช้เฉพาะคนที่หัวใจเต้นเป็นจังหวะสม่ำเสมอเท่านั้น



วิธีการ **Sequence method** ทำตามนี้

1. นับจำนวน “ช่องใหญ่” จาก R ถึง R ว่ามีกี่ช่องใหญ่
2. เอาเลข **300** เป็นตัวตั้งหารด้วยจำนวน ช่องใหญ่
3. จากตัวอย่างข้างบน ระยะจาก R ถึง R = **4** ช่องใหญ่
4. เอาเลข **300** ตั้งแล้วหารด้วย **4**
5. จะได้ผลลัพธ์เท่ากับ **75**
6. ดังนั้น คำตอบก็คือ หัวใจของคนนี้ เต้น **75** ครั้งต่อนาที

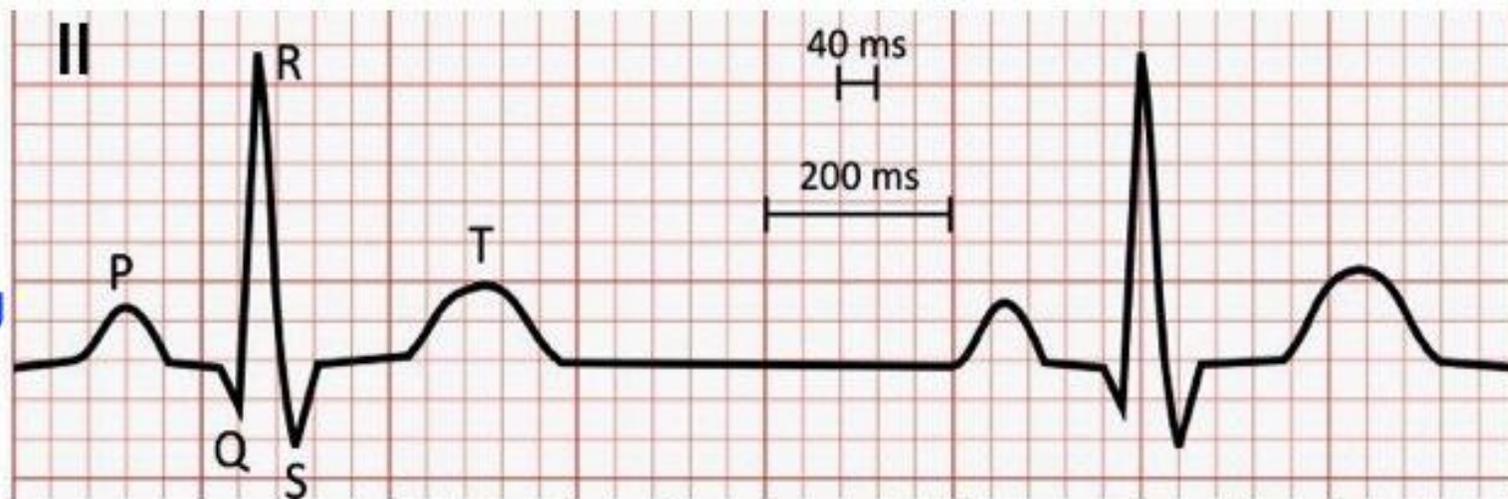
การคำนวณหาว่าหัวใจเต้นกี่ครั้งในหนึ่งนาที โดยวิธี **Six Second method**
ใช้ในคนที่หัวใจเต้นเป็นจังหวะไม่สม่ำเสมอ



วิธีการ **Six Second method** ทำตามนี้

- 1.- ให้ดูระยะเวลา **6 วินาที** ว่า จากจุดไหน ถึงจุดไหน ระยะ **6 วินาที** จะมี **30** ช่องใหญ่ (**5 ช่องใหญ่ = หนึ่งวินาที**)
- 2.- นับจำนวน **QRS** ที่อยู่ในระยะเวลาของ **6 วินาที** ว่ามีกี่ **QRS**
3. -เอาจำนวนของ **QRS** คูณด้วย **10** จะได้ผลว่าหัวใจเต้นกี่ครั้งในหนึ่งนาที
จากตัวอย่างรูปข้างบน ในเวลา **6 วินาที** มี **R** ทั้งหมดมี **16 R**
ดังนั้น หัวใจของคนนี้ เต้น **16 X 10 = 160** ครั้งต่อนาที

การอ่าน
คลื่นไฟฟ้า
ของหัวใจ
Analyzing
ECG
Rhythms



Step 1: Rate – หัวใจเต้นปกติ 60 ถึง 100 ครั้งในหนึ่งนาที ถ้าเต้นช้ากว่า 60 ครั้งในหนึ่งนาทีเรียกว่า **bradycardic** ถ้าเต้นเร็วกว่า 100 ครั้งในหนึ่งนาทีเรียกว่า **tachycardic**.

Step 2: Rhythm – มี P waves หรือไม่ มี P wave อยู่ก่อนหน้า QRS complex ทุกตัวหรือไม่ **ระยะ** ของ P waves และ **QRS complexes** **สม่ำเสมอหรือไม่**

Step 3: P wave – ดูว่าเป็น P wave ปกติที่เกิดจากไฟฟ้ามาจาก Sinus node หรือ P wave ผิดปกติที่เกิดจากไฟฟ้ามาจาก Atrium หรือ AV Junction ดูขนาดของ P wave ว่าปกติหรือไม่ (P wave สูงและกว้างไม่เกิน 3 ช่องเล็ก)

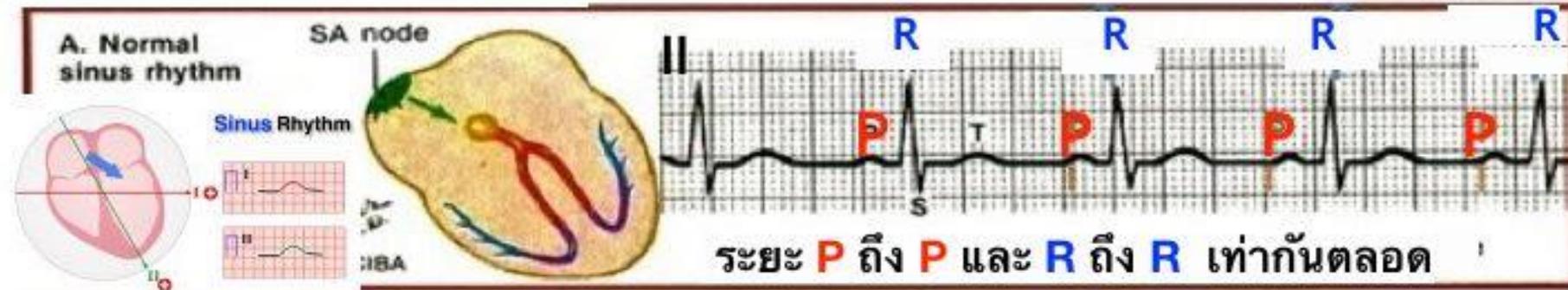
Step 4: PR interval - ดูว่ามี PR interval เป็นระยะเท่ากันเสมอหรือไม่ และ ระยะเวลาเป็นปกติ ไม่สั้น ไม่ยาวกว่าปกติ ถ้าสั้นหรือยาวกว่าปกติ ให้หาดูว่าเป็นเพราะสาเหตุใด

Step 5: QRS complex – ดู QRS มีขนาดปกติหรือไม่ ถ้ากว้างมากกว่า 3 ช่องเล็กเป็นเพราะสาเหตุใด (ไฟฟ้ามาจาก Ventricle หรือ BBB หรือ WPW) ดู Q waves ผิดปกติหรือไม่ (infarction?)

Step 6: ST segment-T wave – ดูว่ามี ST elevation หรือ depression หรือไม่ ดูว่ามี T waves inverted หรือไม่ ? (myocardial ischemia หรือ infarction)

Step 7: QT interval - ดูว่า QT interval มีระยะเวลาปกติหรือไม่ Normal, Short หรือ long QT intervals

Normal Sinus Rhythm (NSR) เป็นคลื่นไฟฟ้าของหัวใจที่เกิดจากไฟฟ้าที่ส่งมาจาก **Sinus Node** อย่างสม่ำเสมอ ด้วยอัตราปกติที่ **60-100** ครั้งในหนึ่งนาที



Normal Sinus Rhythm (NSR) จะพบว่า

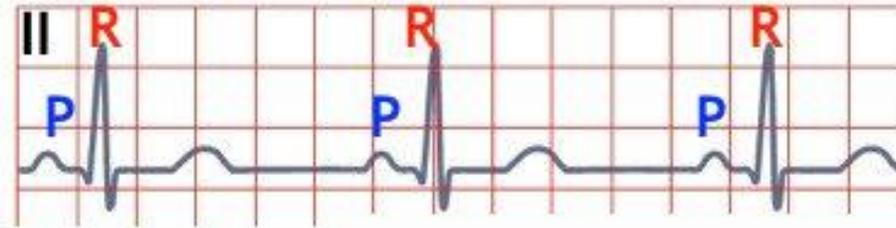
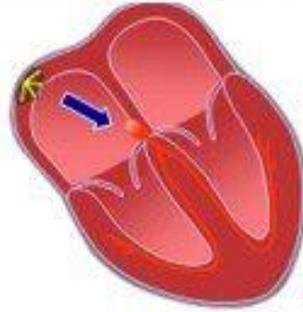
1. มี **P wave** ที่มีรูปร่างเหมือนกัน **uniform** และเป็น **upright positive deflection** ใน lead I, II, III, aVL, and aVF
2. ระยะเวลาที่เกิด **P wave** แล้วตามด้วย **R wave** เกิดขึ้นสม่ำเสมอ นั่นคือ ระยะทางจาก **P wave** ถึง **P wave** และ และ **R wave** ตัวหนึ่งถึง **R wave** ตัวต่อไปมีระยะทางเท่ากันสม่ำเสมอ
3. อัตราการเกิด **P** และ **R wave** อยู่ในระหว่าง **60-100** ครั้งในหนึ่งนาที
หมายเหตุ **PR interval** และ **QRS complex** จะเป็นปกติหรือไม่

เราก็เรียกว่า **Normal Sinus Rhythm** เช่นกัน

เพียงแต่ต้องบอกว่า **สิ่งที่ผิดปกตินั้นเรียกว่าอะไร** ซึ่งเราจะได้เรียนต่อไป

Sinus Bradycardia (SB)

ไฟฟ้าของหัวใจส่งมาจาก Sinus Node อย่างสม่ำเสมอ



ระยะเวลา
P ถึง P และ
R ถึง R
สม่ำเสมอ

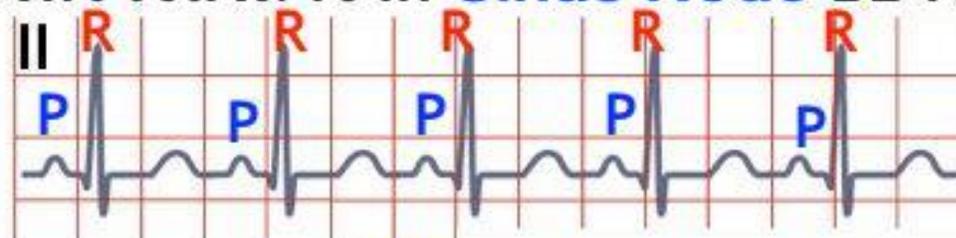
SB ทุกอย่างเหมือนกับ NSR เพียงแต่หัวใจเต้นน้อยกว่า 60 ครั้ง/นาที

Sinus Bradycardia ใน ECG จะพบ

1. P wave ที่มีรูปร่างเหมือนกัน uniform และเป็น upright positive deflection ใน lead I, II, III, aVL and aVF
2. ระยะเวลาที่เกิด P wave ตามด้วย R wave เกิดขึ้นสม่ำเสมอ นั่นคือ ระยะทางจาก P wave และ R wave ตัวหนึ่งถึง P wave และ R wave ตัวต่อไปมีระยะทางเท่ากันเสมอ
3. อัตราการเกิด P wave และ R wave น้อยกว่า 60 ครั้งในหนึ่งนาที
หมายเหตุ PR interval และ QRS complex จะเป็นปกติหรือไม่
เราก็เรียกว่า Sinus Bradycardia เช่นกัน
เพียงแต่ต้องบอกว่า สิ่งผิดปกตินั้นเรียกว่าอะไร

Sinus Tachycardia (ST)

ไฟฟ้าของหัวใจส่งมาจาก Sinus Node อย่างสม่ำเสมอ



ระยะเวลา
P ถึง P และ
R ถึง R
สม่ำเสมอ

ST ทุกอย่างเหมือนกับ NSR เพียงแต่หัวใจเต้นมากกว่า 100 ครั้ง/นาที

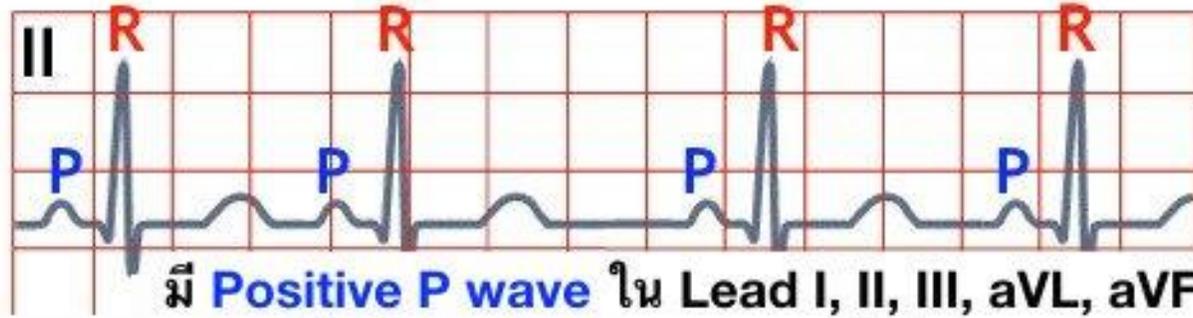
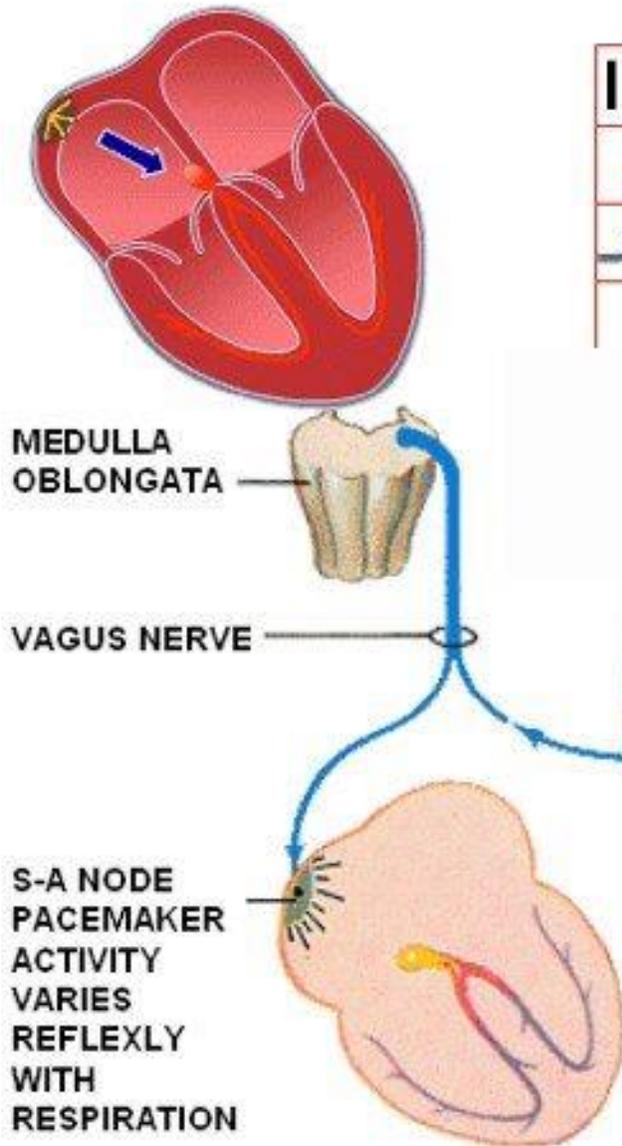
Sinus Tachycardia ใน ECG จะพบ

1. P wave ที่มีรูปร่างเหมือนกัน uniform และเป็น upright positive deflection ใน lead I, II, III, aVL and aVF
2. ระยะเวลาที่เกิด P wave ตามด้วย R wave เกิดขึ้นสม่ำเสมอ นั่นคือ ระยะทางจาก P wave และ R wave ตัวหนึ่งถึง P wave และ R wave ตัวต่อไปมีระยะทางเท่ากันเสมอ
3. อัตราการเกิด P wave และ R wave มากกว่า 100 ครั้งในหนึ่งนาที
หมายเหตุ PR interval และ QRS complex จะเป็นปกติหรือไม่
เราก้เรียกว่า Sinus Tachycardia เช่นกัน
เพียงแต่ต้องบอกว่า สิ่งผิดปกตินั้นเรียกว่าอะไร

Sinus Arrhythmia

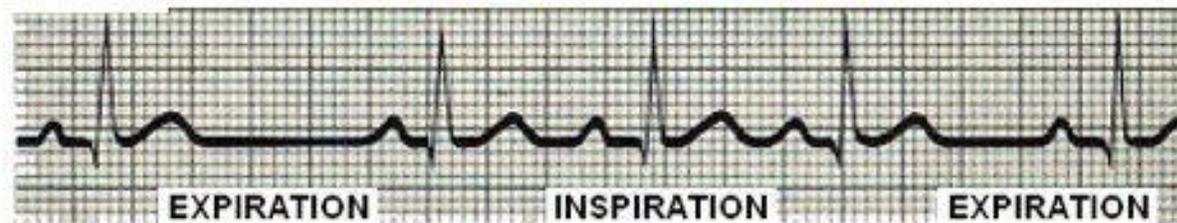
Impulses originate at S-A node at varying rate

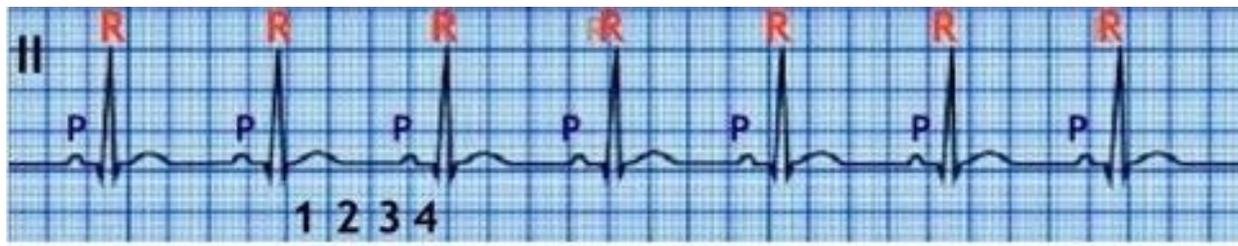
เป็น rhythm ที่เกิดจากไฟฟ้าที่ส่งมาจาก SA node ด้วยจังหวะไม่สม่ำเสมอ



มี Positive P wave ใน Lead I, II, III, aVL, aVF แสดงว่าไฟฟ้ามาจาก SA node แล้วมี P wave ตามด้วย QRS แต่ระยะของ P ถึง P และ R ถึง R ไม่เท่ากัน

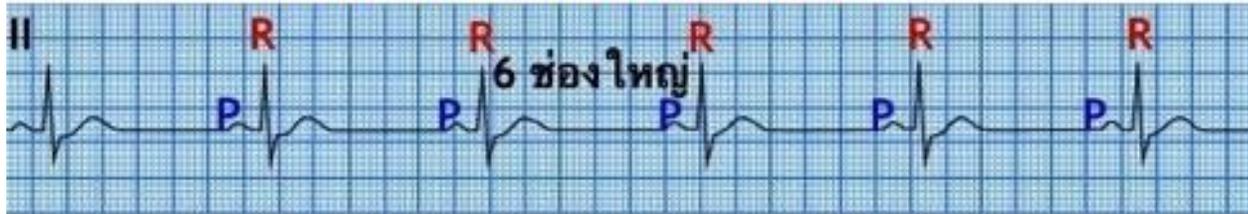
ระยะทางแตกต่างกันมากกว่า 0.16 second เป็นช่วงจังหวะของหัวใจเต้นช้าลง และ เต้นเร็วไวขึ้น เป็นจังหวะไม่สม่ำเสมอ Irregular rhythm การเต้นจังหวะผิดปกติของหัวใจ มีความสัมพันธ์กับการหายใจ หายใจเข้า หัวใจเต้นเร็วขึ้น หายใจออก หัวใจเต้นช้าลง





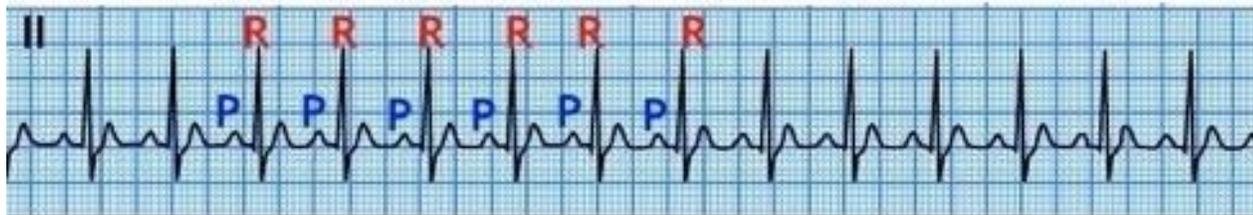
Normal Sinus Rhythm

มี Positive P wave ใน Lead I,II,III,aVL,aVF
หัวใจเต้นจังหวะสม่ำเสมอ 60-100 ครั้ง ในหนึ่งนาที



Sinus Bradycardia

มี Positive P wave ใน Lead I,II,III,aVL,aVF
หัวใจเต้นจังหวะสม่ำเสมอ น้อยกว่า 60 ครั้ง ในหนึ่งนาที



Sinus Tachycardia

มี Positive P wave ใน Lead I,II,III,aVL,aVF
หัวใจเต้นจังหวะสม่ำเสมอ มากกว่า 100 ครั้ง ในหนึ่งนาที

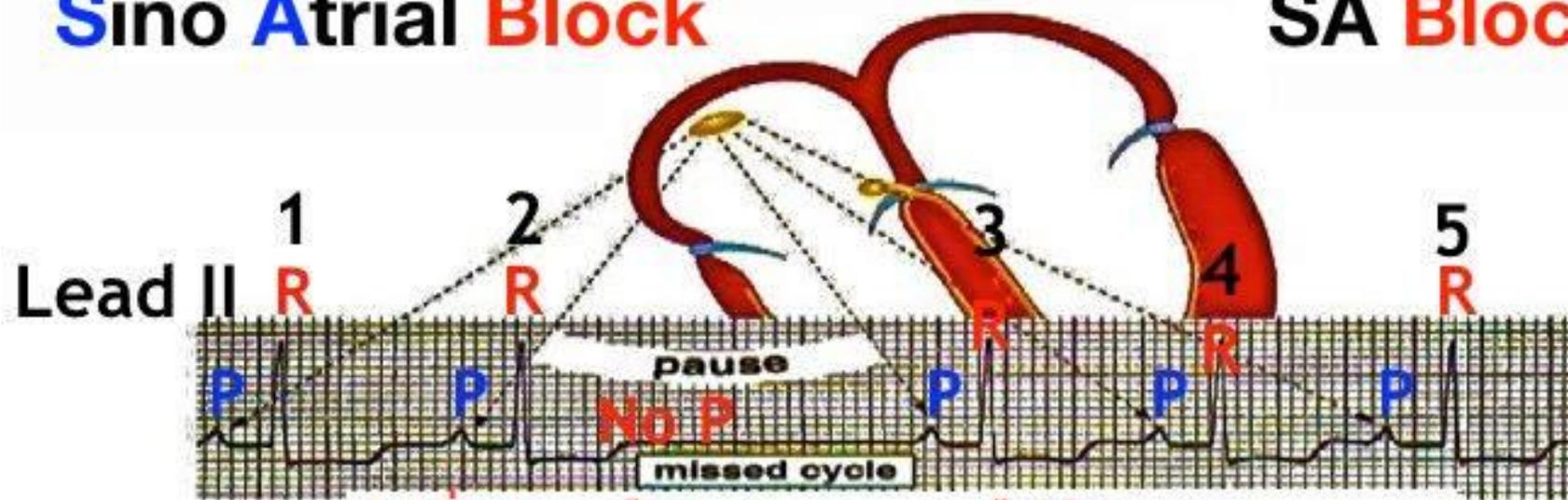


Sinus Arrhythmia

มี Positive P wave ใน Lead I,II,III,aVL,aVF
หัวใจเต้นจังหวะไม่สม่ำเสมอ ส่วนมากน้อยกว่า 100 ครั้ง ในหนึ่งนาที

Sino Atrial Block

SA Block



ช่วงที่ขาดหายไป missed cycle ไม่มี P wave

Sinoatrial Block เกิดขึ้นชั่วคราว

ไฟฟ้าที่สร้างมาจาก Sinus node ขาดจังหวะเชิงช้าลง (pause/delay)
หรือไม่ได้ส่งออกมาผ่าน Atrium (ถูก block)

เนื่องจากมีปัญหาของการส่งต่อของไฟฟ้า (Disorder of Conductivity)

ช่วงที่ไฟฟ้าขาดการส่งต่อออกมาจาก SA node ไฟฟ้าไม่มีมาที่ Atrial

ฉะนั้นจึงไม่มี Atrial Depolarization ใน ECG จึงไม่มี P wave ในช่วงเวลานั้น

ตามรูปข้างบน หัวใจเต้น ทุกครั้ง หมายเลข 1-2-3-4-5 มี P wave นำหน้า QRS ทุกครั้ง

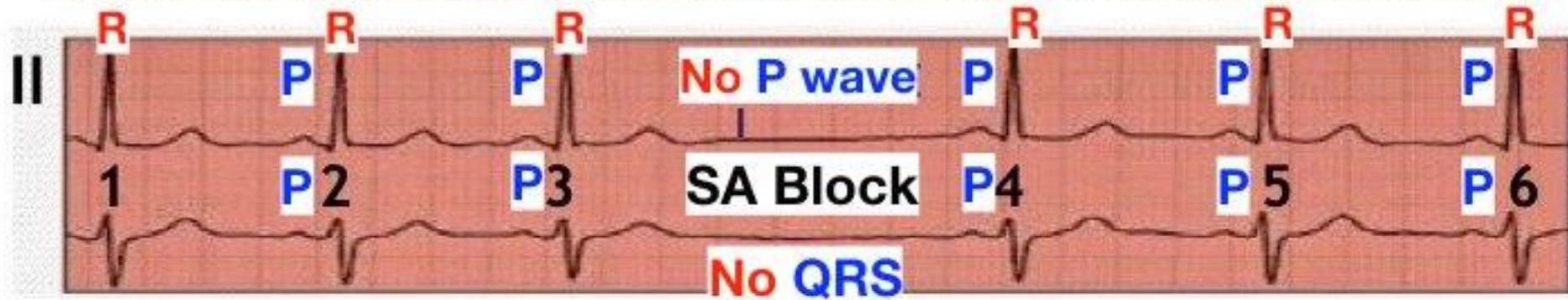
P wave เป็น positive deflection ใน Lead II จังหวะสม่ำเสมอ ห่างกันประมาณ 3.5 ช่องใหญ่

ยกเว้น ตอนหัวใจเต้นครั้งที่ 2 และ 3 มีจังหวะเต้นหายไป ไม่มี P wave ไม่มี QRS

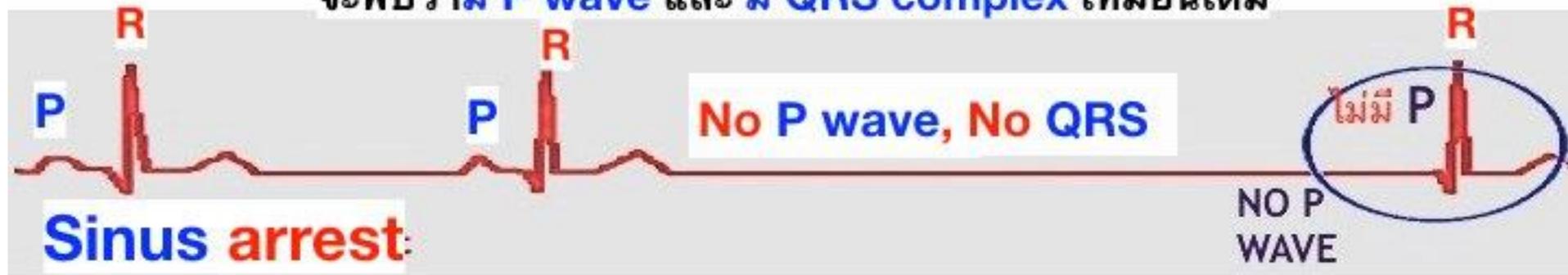
ช่วงที่จังหวะเต้นของหัวใจหายไปนี้เราเรียกว่า SA Block

ดังนั้นเราจึงอ่านคลื่นไฟฟ้านี้ว่า Normal Sinus Rhythm with SA Block

SA Block เกิดจากการที่ SA node ผลิตไฟฟ้าออกมาแต่ถูก block ไม่มีไฟฟ้าส่งผ่าน atrium ส่วน **Sinus arrest** เกิดจาก Sinus node ขาดหายการผลิตไฟฟ้าส่ง ออกมา



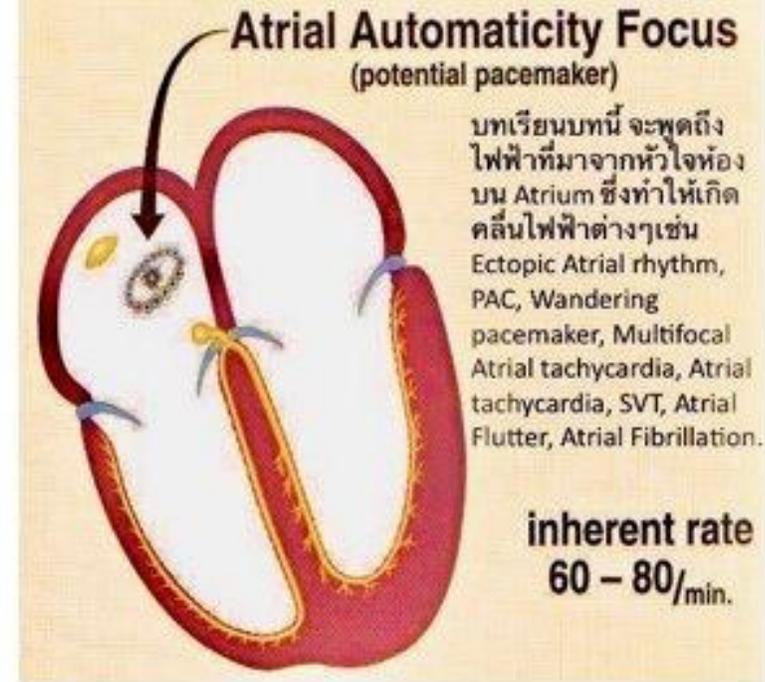
SA Block ใน ECG พบว่ามีช่วงที่ขาดหายไปของ P wave และ QRS complex แต่หลังจากถูก block ไปแล้ว คลื่นไฟฟ้า wave ตัวต่อไป จะพบว่ามี P wave และมี QRS complex เหมือนเดิม



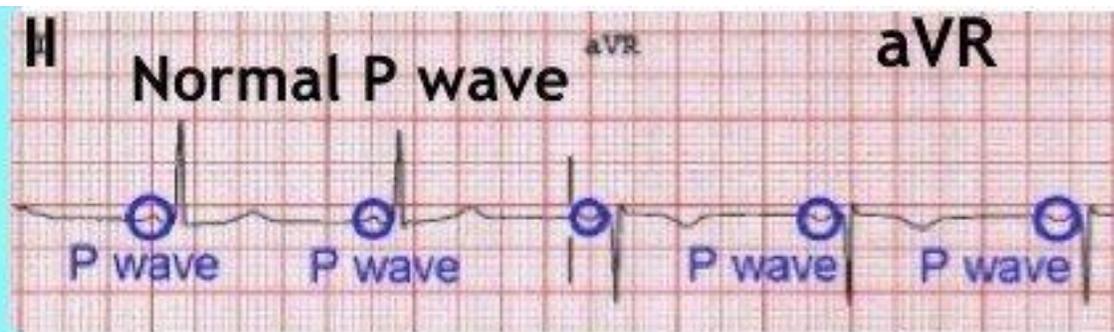
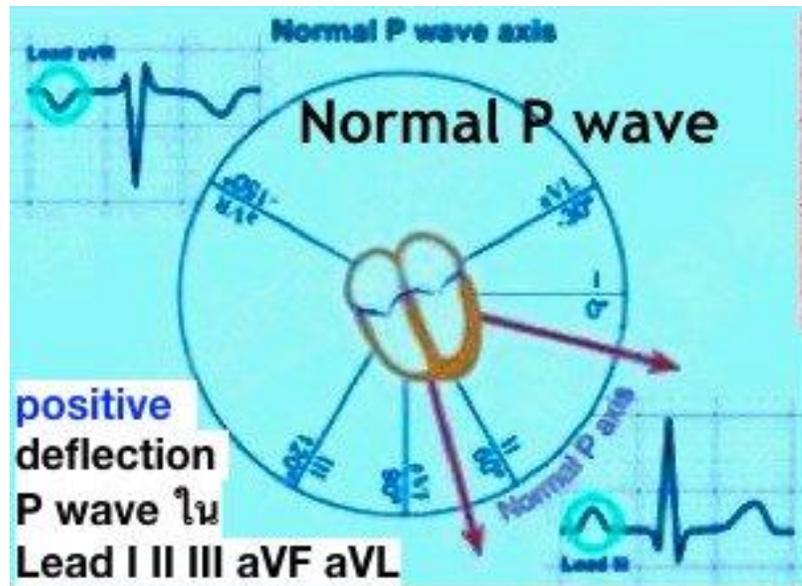
Sinus arrest ใน ECG พบว่ามีช่วงที่ขาดหายไปของ P wave และ QRS complex แต่หลังจากถูก block ไปแล้ว คลื่นไฟฟ้า wave ตัวต่อไป จะไม่มี P wave ทั้งก่อนหน้า และภายหลัง QRS complex มีแต่เพียง QRS complex ซึ่งเกิดมาจากไฟฟ้าที่มาจากที่อื่น เช่น ไฟฟ้ามาจาก junctional หรือ Ventricle⁸

Atrial Rhythms

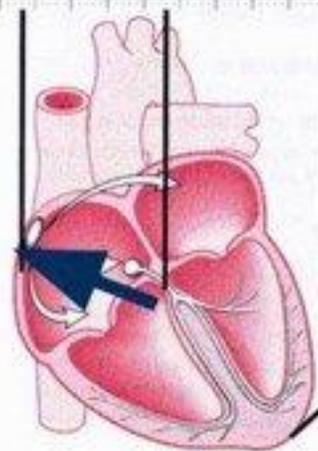
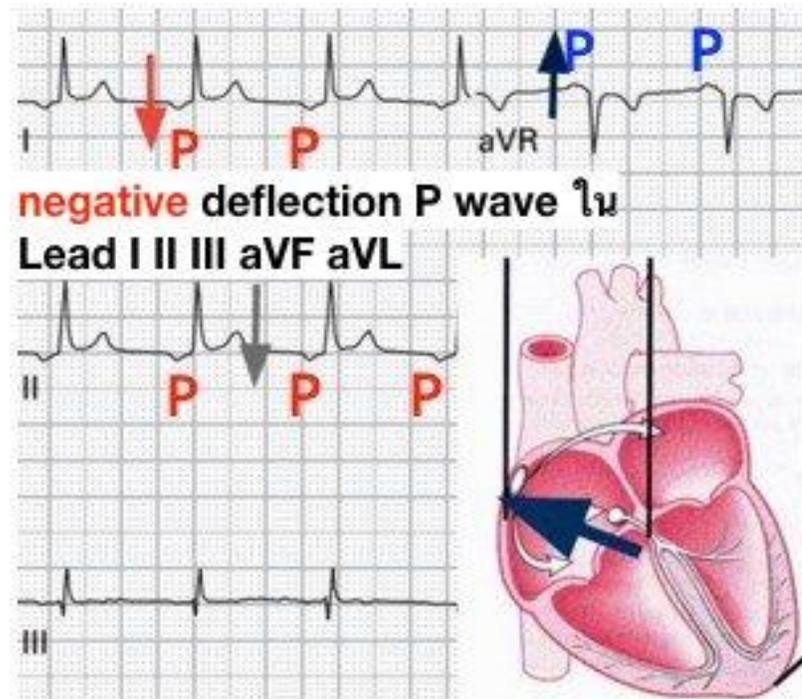
คลื่นไฟฟ้าเกิดขึ้นจาก
ไฟฟ้าที่ผลิตส่งออกมาจาก
ส่วนต่างๆของหัวใจห้องข้างบน **Atrium**
ที่ไม่ใช่ไฟฟ้าที่ส่งมาจาก **SA node**



Cardiac pacemaker cells เซลล์ผลิตไฟฟ้าที่อยู่ในหัวใจห้องข้างบน **Atrium** ไม่ได้อยู่ที่หนึ่งทีใด โดยเฉพาะ มีอยู่ทั่วไปทั้ง **Right Atrium** และ **Left Atrium** และมีอยู่ส่วนข้างบนและส่วนข้างล่างของ **Atrium** ไฟฟ้าที่เกิดมาจาก **Atrium** ทั่วไปเหล่านี้ และส่งออกมา จะทำให้เกิดการ **depolarization** ของ **Atrium** เช่นกัน และทำให้เกิดคลื่นไฟฟ้าที่เราเรียกว่า **P wave** แต่ **P wave** ที่มาจาก **Atrium** ในที่ที่ต่างกัน จะทำให้เกิด **P wave** จะมีรูปร่างไม่เหมือนกัน



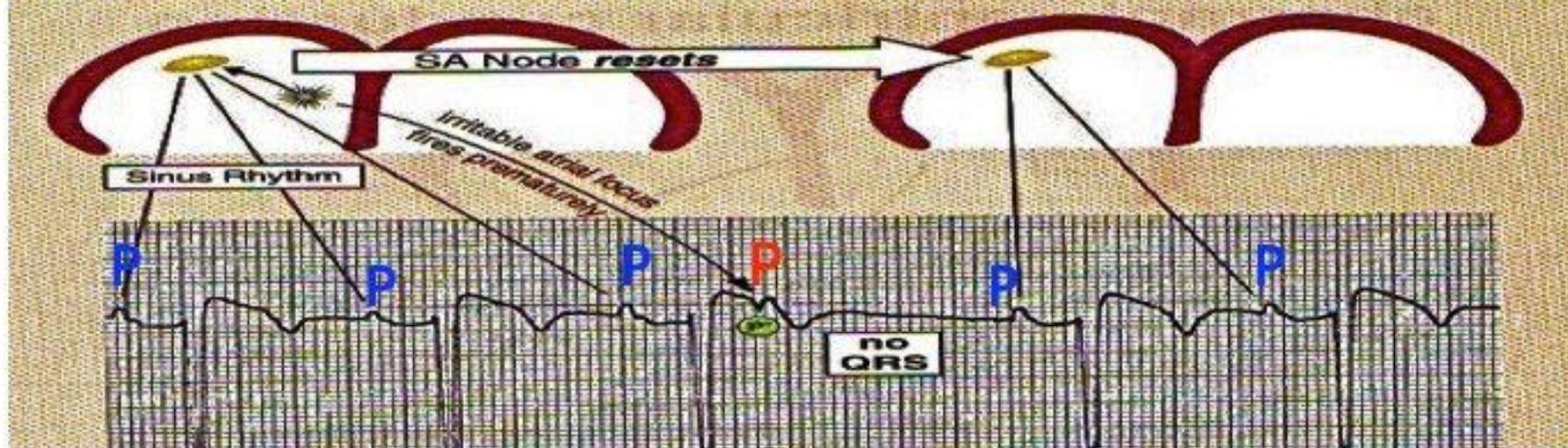
Normal P wave เกิดจากไฟฟ้าที่มาจาก Sinus node, P wave จะเป็น positive deflection ใน Lead I II III aVF aVL



ไฟฟ้ามาจากส่วนล่างของ Atrium

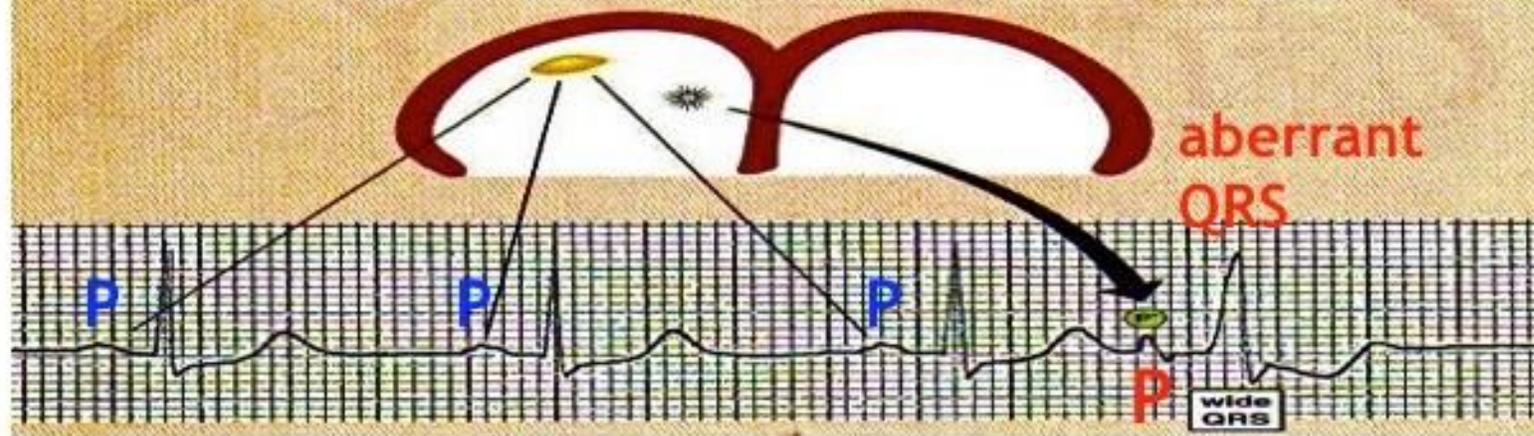
ถ้าไฟฟ้าผลิตมาจาก Atrium จะเกิดมี P wave ที่รูปร่างแตกต่างจาก P wave ที่เกิดจากไฟฟ้าที่มาจาก Sinus node นอกจากแหล่งผลิตไฟฟ้าที่ Atrium นั้นอยู่ใกล้กับ Sinus node แต่ถ้าไฟฟ้ามามาจากส่วนล่างของ Atrium จะพบว่า P wave มีรูปร่างเป็น negative deflection ใน leads I II III aVL aVF และมี positive P wave ที่ lead aVR²

Non-conducted Premature Atrial Beat



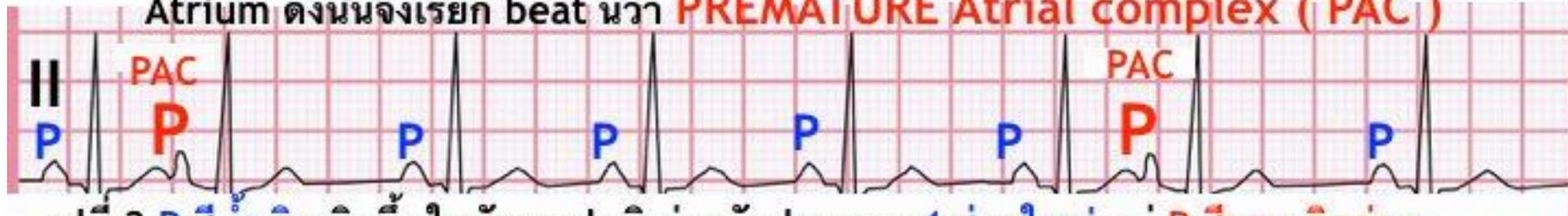
ในรูปแบบนี้ P wave ตัวที่ 4 (สีแดง) เป็น P wave ที่เกิดขึ้นก่อน (Premature) เกิดมาจากไฟฟ้าที่ส่งมาจากหัวใจห้องข้างบน Atrial แต่ไม่มี QRS complex เกิดขึ้นตามหลัง P wave ตัวนี้ เราจึงเรียกว่า Non - conducted PAC. จริงๆแล้วไฟฟ้าที่ทำให้เกิด Premature P wave ตัวนี้ มี conduction วิ่งลงมาที่ห้องหัวใจห้องข้างล่างด้วย แต่ที่ไม่มีอะไรเกิดขึ้น เพราะไฟฟ้าวัดนี้วิ่งลงมาในเวลาหัวใจห้องข้างล่างกำลังมีการ depolarization ในระยะ Absolute Refractory period ซึ่งเซลล์ของหัวใจห้องข้างล่างไม่สามารถตอบสนองต่อไฟฟ้าวัดนี้ได้ เราจึงเรียก P wave ที่เกิดขึ้นก่อน ตัวนี้และไม่มี QRS เกิดขึ้นตามหลังนี้ว่า Non-conducted PAC. ฉะนั้น ECG Rhythm ข้างบนนี้ เราจึงอ่านว่า Normal Sinus Rhythm with Non-conducted PAC.

Premature Atrial Beat with aberrant ventricular conduction



ในรูปนี้ **P wave** ตัวที่ 4 (สีแดง) เป็น P wave ที่เกิดขึ้นก่อน **Premature** เกิดมาจากไฟฟ้าที่ส่งมาจากหัวใจห้องข้างบน **Atrium** แต่ **QRS complex** ที่เกิดขึ้นตามหลัง **P wave** ตัวที่เกิดขึ้นก่อนตัวนี้ รูปร่างไม่เหมือนกับ **QRS complex** ที่เคยเกิดขึ้นมาก่อนหน้านี้ มีรูปร่างกว้าง เราจึงเรียกว่า **Aberrant Ventricular conduction** (**Aberrant** แปลว่า ผิดแปลกไปจากปกติ)
รูปข้างบน **3 beat** แรกมี **P wave** ตามด้วย **QRS** จังหวะสม่ำเสมอด้วยอัตรา **75 ครั้ง** ในหนึ่งนาที (ทุก 4 ช่องใหญ่) แต่ **beat** ที่ 4 มี **P wave** เกิดขึ้นก่อน **ที่ 2 ช่องใหญ่** และมี **QRS complex** ที่มีรูปร่างผิดแปลกไปไม่เหมือน **QRS complexes** ที่เคยเกิดขึ้นมาก่อนนี้ เราจึงเรียก rhythm นี้ว่า **Normal Sinus Rhythm with aberrant ventricular conduction PAC.**

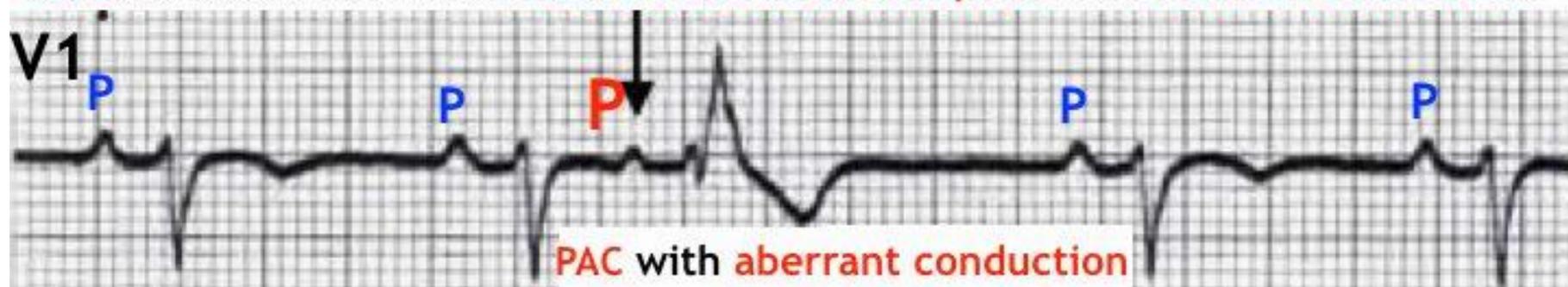
รูปที่ 1 P สิ้นน้ำเงินเกิดขึ้นในจังหวะปกติ ห่างกันประมาณ 4 ช่องใหญ่ แต่ P สีแดงเกิดก่อนห่างจาก P ตัวที่แล้วเพียง 2 ช่องใหญ่ และรูปร่างแตกต่างไปจากเดิมแสดงว่าเกิดจากไฟฟ้าที่มาจาก Atrium ดังนั้นจึงเรียก beat นี้ว่า **PREMATURE Atrial complex (PAC)**



รูปที่ 2 P สิ้นน้ำเงินเกิดขึ้นในจังหวะปกติ ห่างกันประมาณ 4 ช่องใหญ่ แต่ P สีแดงเกิดก่อนห่างจาก P ตัวที่แล้วเพียง 2 ช่องใหญ่ และไม่มี QRS complex เกิดตามหลัง P สีแดง ดังนั้นจึงเรียก beat นี้ว่า **Non-conducted PREMATURE Atrial Complex**



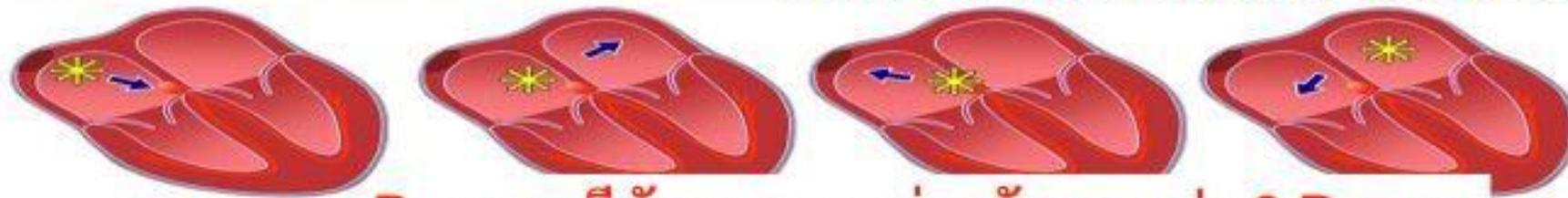
รูปที่ 3 P สิ้นน้ำเงินเกิดขึ้นในจังหวะปกติ ห่างกันประมาณ 4 ช่องใหญ่ แต่ P สีแดงเกิดก่อนห่างจาก P ตัวที่แล้วเพียง 2 ช่องใหญ่ และมี QRS complex ที่รูปร่างไม่เหมือน QRS รูปก่อน เกิดตามหลัง P สีแดง ดังนั้นจึงเรียก beat นี้ว่า **PREMATURE Atrial Complex with aberrant conduction**



Wandering Atrial Pacemaker

WANDERING PACEMAKER
Impulses originate from varying points in atria

ไฟฟ้ามาจากหลายๆแหล่งใน Atrium



P wave มีลักษณะแตกต่างกันมากกว่า 3 P wave



จังหวะไม่สม่ำเสมอ ระยะ P ถึง P และ R ถึง R ไม่เท่ากัน

The size, shape, and direction of the P waves vary.

At least 3 different P wave configurations, seen in the same lead

Wandering Atrial Pacemaker และ Multifocal Atrial Rhythm

เป็น rhythm ที่เกิดจากไฟฟ้าหลายๆแหล่งใน Atrium

จะพบ P wave มีลักษณะแตกต่างกันมากกว่า 3 P wave

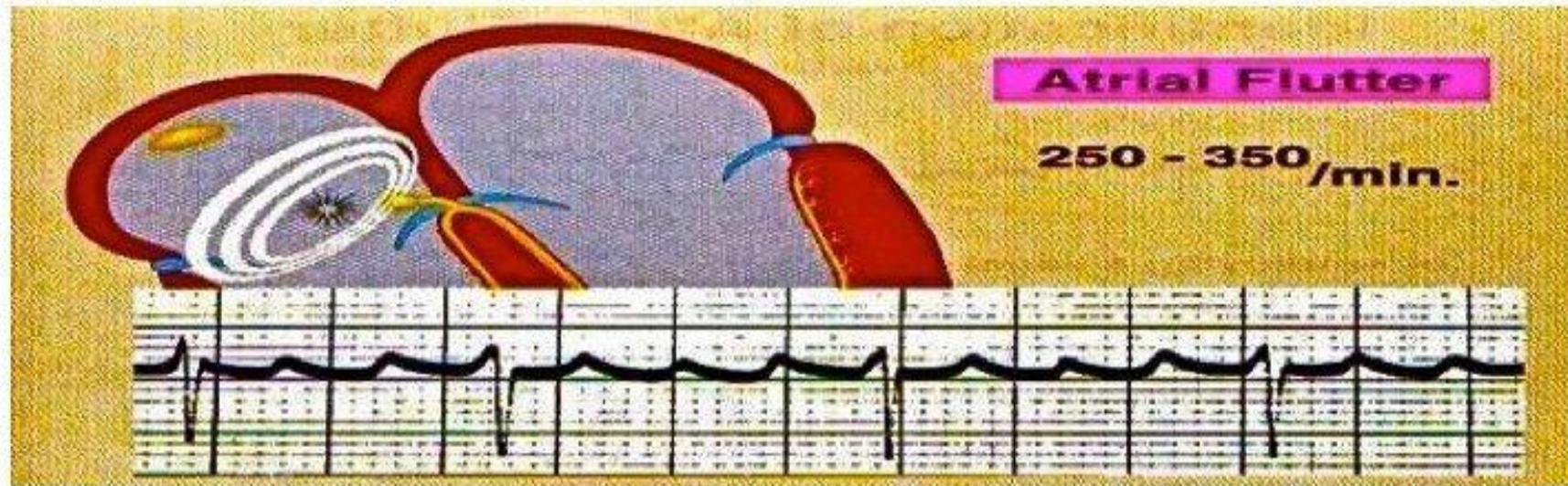
และมี จังหวะไม่สม่ำเสมอ ระยะ P ถึง P และ R ถึง R ไม่เท่ากัน

PR interval ก็มีระยะไม่เท่ากัน

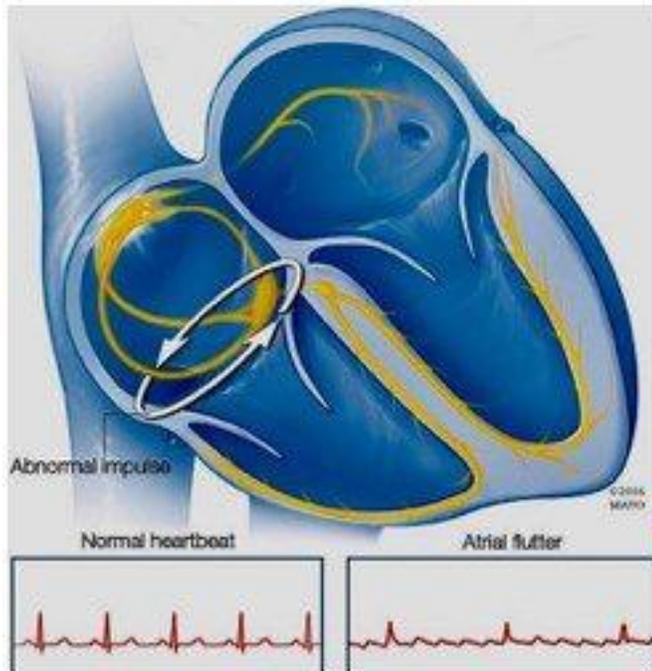
Heart rate น้อยกว่า 100 เรียกว่า Wandering Atrial Pacemaker

Heart rate มากกว่า 100 เรียกว่า Multifocal Atrial Pacemaker (MAT)

Atrial Flutter



Atrial Flutter เป็น rhythm ที่ไฟฟ้าส่วนมากเกิดมาจาก Right Atrium หมุนเวียนกลับ re-entrant circuit แต่ก็อาจเกิดจากไฟฟ้าที่มาจาก Left Atrium ได้เช่นกัน ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นหมุนเวียนใน Atrium นี้จะทำให้เกิด Atrial depolarization เกิดเป็น waveform ที่มีลักษณะคล้ายฟันเลื่อย (saw-tooth pattern) ซึ่งเราเรียกว่า Flutter wave (F wave) ด้วย อัตราความเร็ว ประมาณ 250 - 450 ครั้งในหนึ่งนาที แต่ไฟฟ้าจาก Atrial ถูกสกัดกั้นที่ AV node ดังนั้นไฟฟ้าที่ลงมาถึง Ventricle จึงน้อยลง ทำให้ Ventricle เกิดการ Depolarization ด้วยอัตราความเร็วลดลง



Characteristic of Atrial Flutter

Rate - Atrial rate 250 - 450 beats/minutes

Rhythm - Atrial regular, Ventricular regular or irregular depending on AV conduction.

P wave - No P wave, **Saw-Toothed "Flutter" wave**

ลักษณะของ **Atrial Flutter** ใน ECG Rhythm จะพบว่ามี **Flutter wave** ลักษณะคล้ายฟันเลื่อย (**saw-tooth pattern**) แล้วตามมาด้วย **QRS** ความไวของ **Atrial rate** ประมาณ 250 - 450 ครั้งในหนึ่งนาที เพราะเป็นการหมุนเวียนกลับของไฟฟ้า (**re-entrant**) ที่เกิดขึ้นที่ **Atrium** จังหวะของ **Atrial** จะสม่ำเสมอ (F ถึง F) แต่จังหวะของ **Ventricle** (R ถึง R) ไม่แน่นอนอาจจะสม่ำเสมอหรือไม่ ขึ้นอยู่กับจังหวะของไฟฟ้าที่ลงมา **Ventricle** **Atrial Flutter** ไม่มี P wave มีแต่ **F wave** เมื่อไม่มี P wave จึงไม่มี PR interval ขนาดกว้างของ **QRS complex** ขึ้นอยู่กับ **conduction system** ปกติจะแคบ แต่ถ้ามี **Bundle branch block** ก็จะกว้าง

