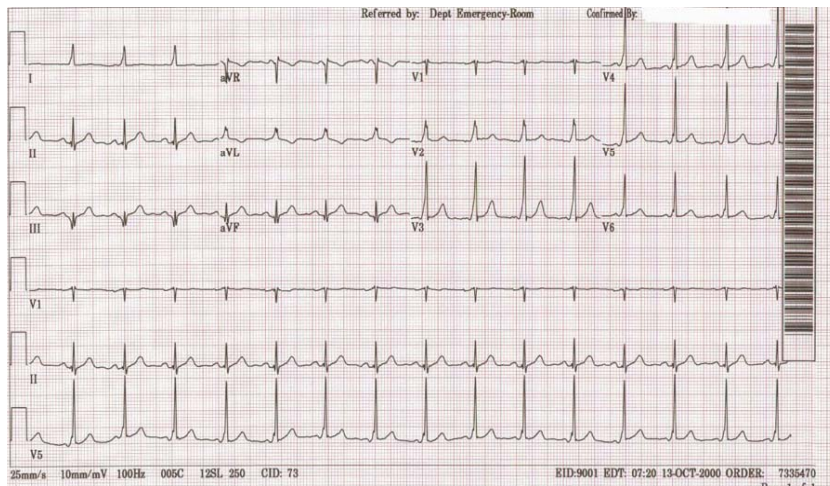


Basic ECG & Arrhythmias

Damrong Sukitpunyaroj, MD

ECG

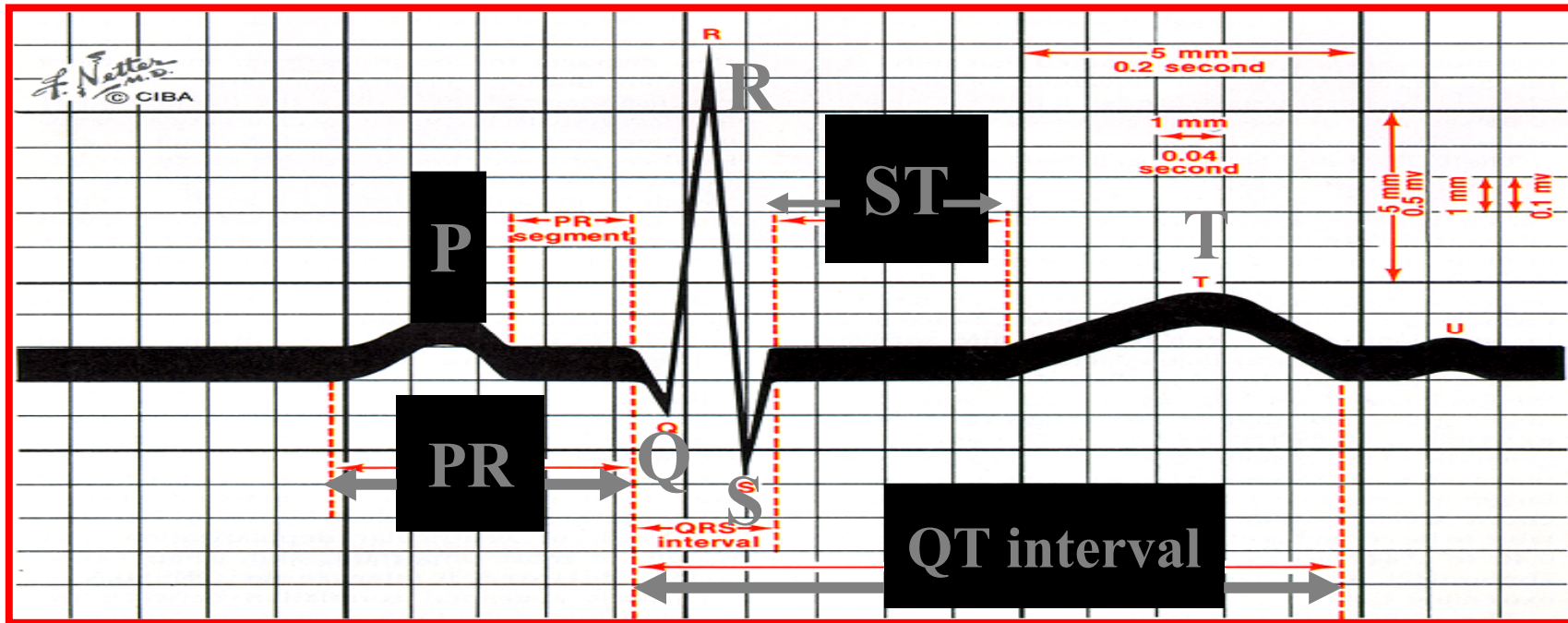
- 12 lead ECG
- ECG strip (Rhythm strip)



ECG

- 12 lead ECG
 - Complete information
 - Rate, rhythm, axis, hypertrophy, ischemia, miscellaneous
 - Takes more time
 - May not obtained from telemetry monitor
- ECG strip
 - Limited information
 - Rate, rhythm, $\pm$ Ischemia
 - Easy to get
 - Monitor : Telemetry, Defibrillator
 - Longer strip give more information about rhythm = rhythm strip

Cardiac Cycle



P wave: Atrial contraction (<2.5 small box)

PR interval: AV conduction time (< 1 large box)

QRS complex: Ventricular depolarization(< 3 small box)

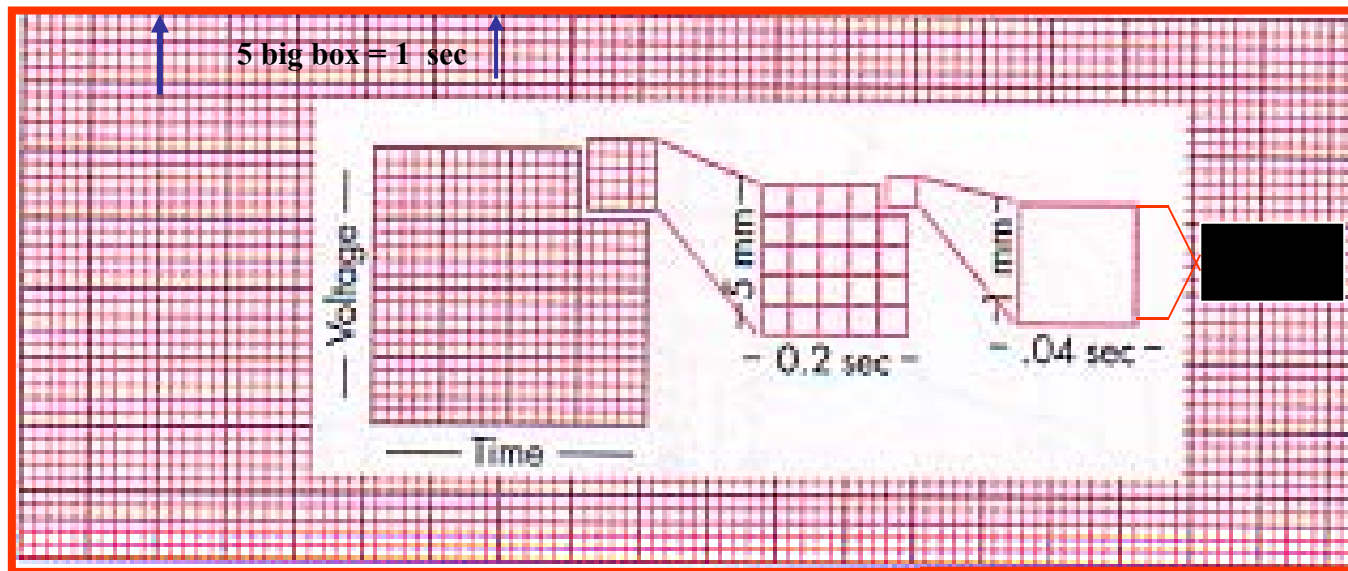
Twave: Ventricular repolarization

Five Aspects for ECG Reading

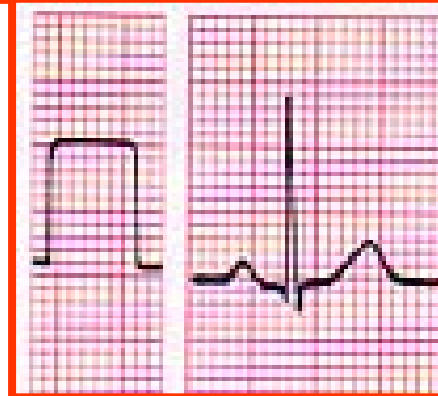
- **Rate**
- **Rhythm**
- **Axis**
- **Hypertrophy**
- **Infarction**



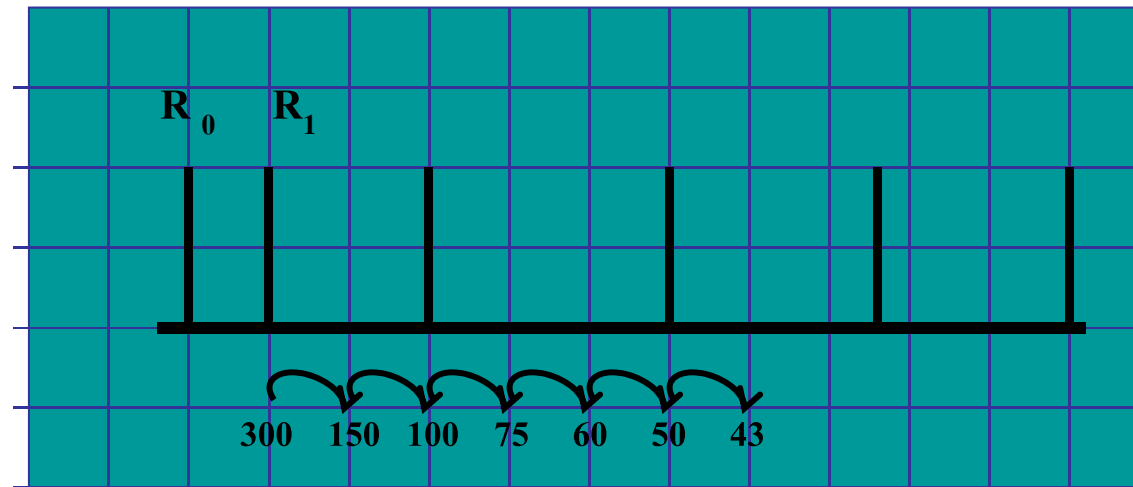
ECG Paper



- ECG paper runs by a machine with the rate of 25 mm/sec
- Standardization 10 mm = 1 mVolt



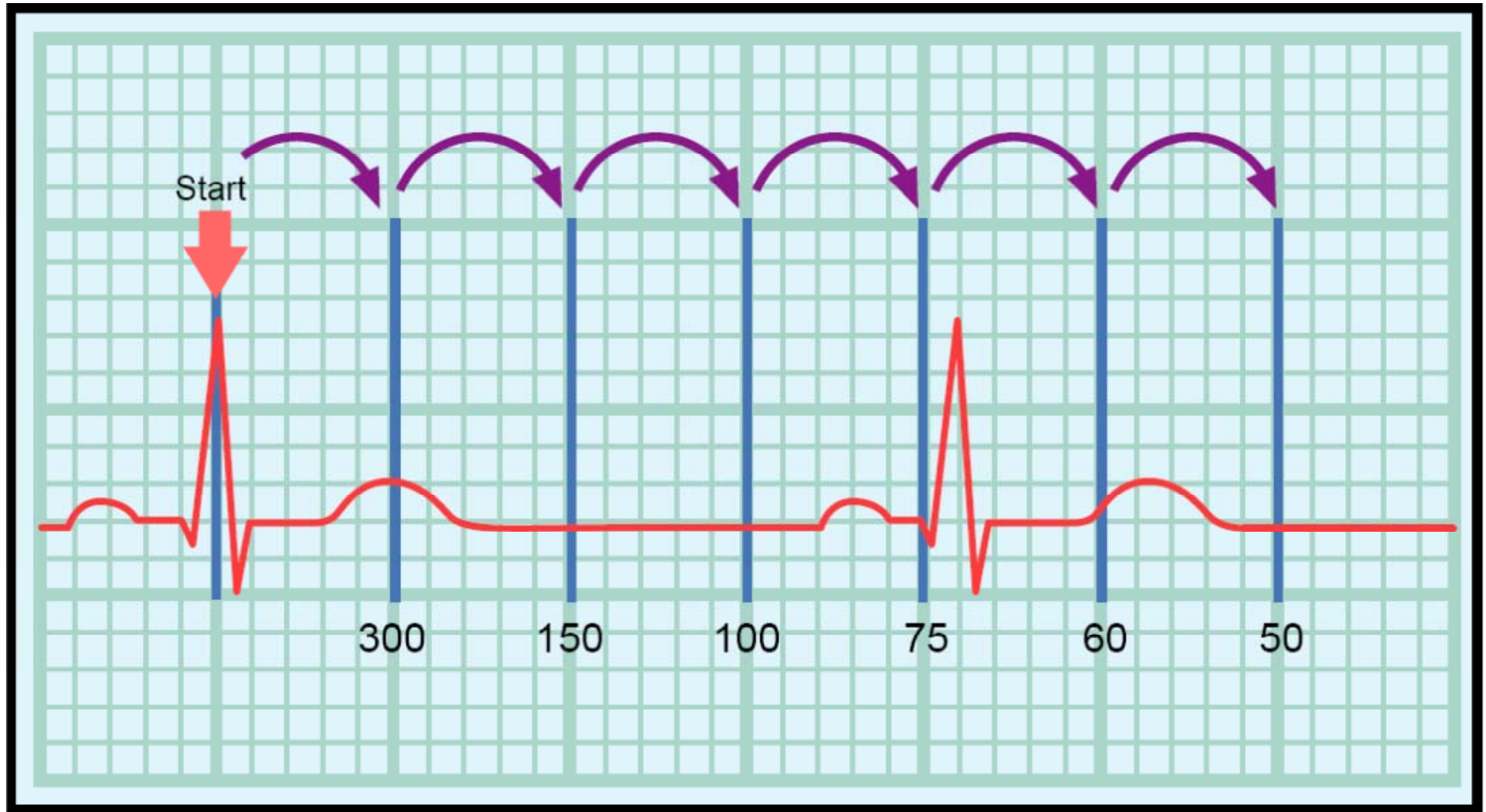
$$\text{Rate} = 300/N = 1500/n$$

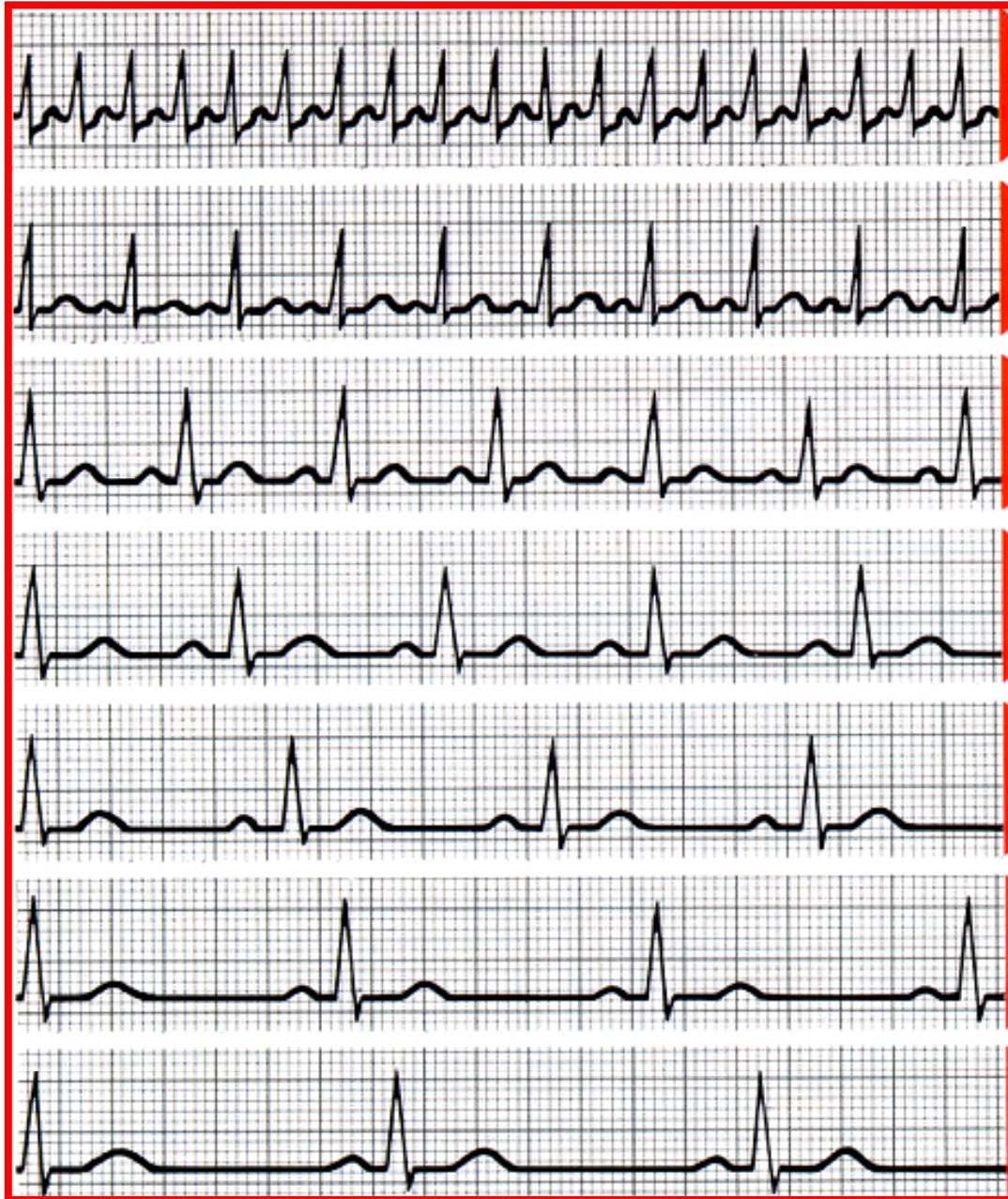


กระดาดวงด้วยความเร็ว 25 mm ใน		1	วินาที
”	”	1 ”	$1/25 = 0.04$ ”
”	”	5 ”	$0.04 \times 5 = 0.2$ ”

จาก R_0 ถึง R_1 : 0.2 sec ได้ = 1 cardiac cycle
 60 sec = $60/0.2 = 300/1$

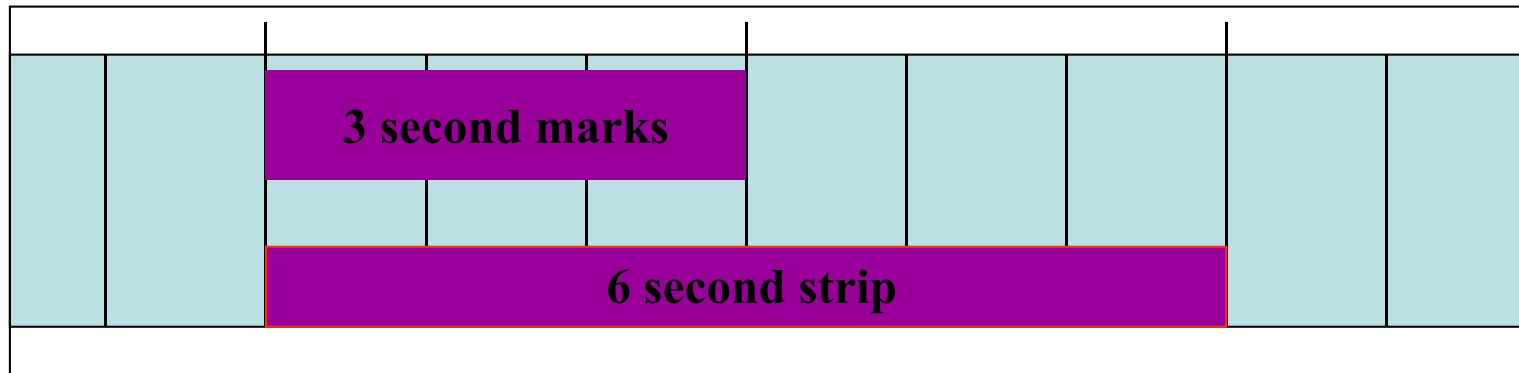
Quick rate determination





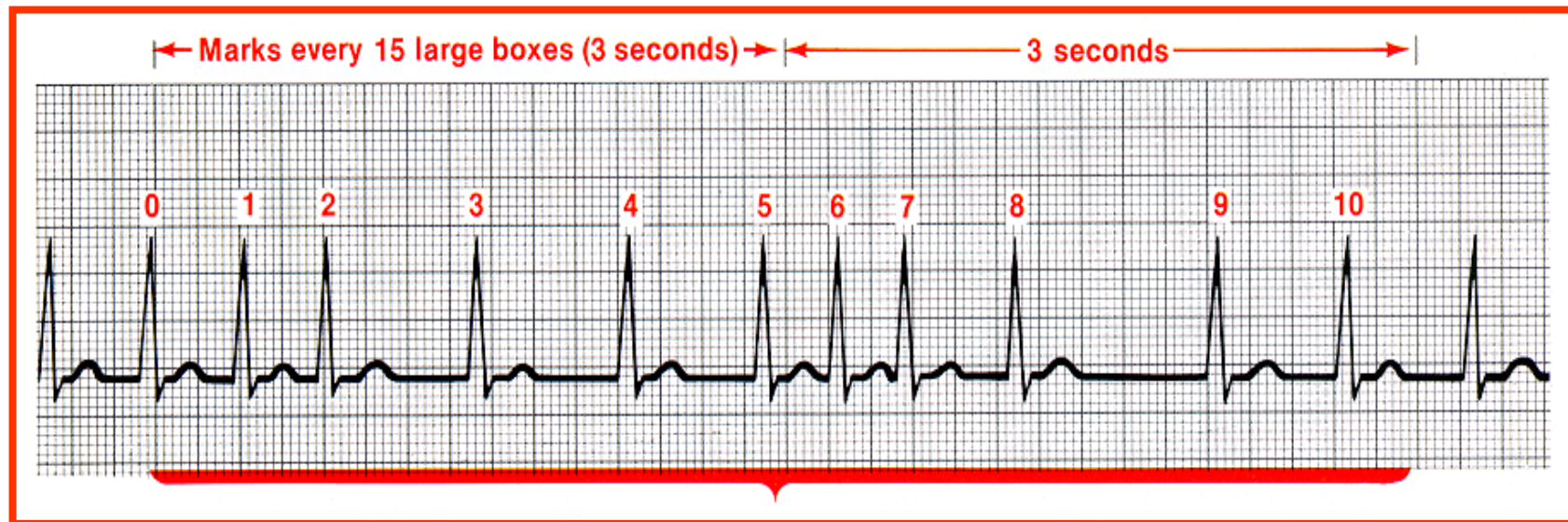
Rate = ????

Marked Bradycardia or Total Irregular Rhythm

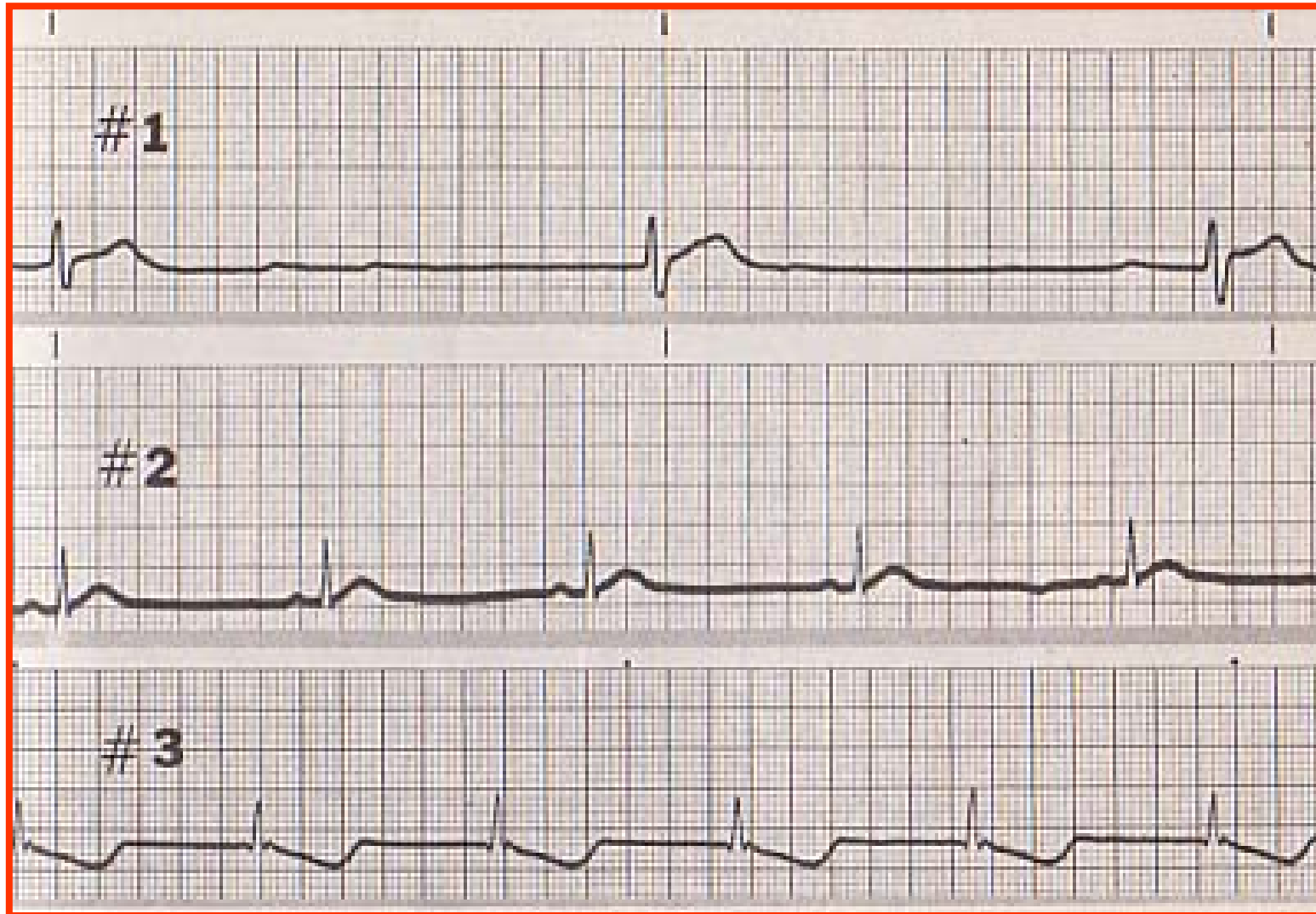


$$\text{Rate} = \text{Cardiac cycle in 6 second strip} \times 10$$

Rate = ???

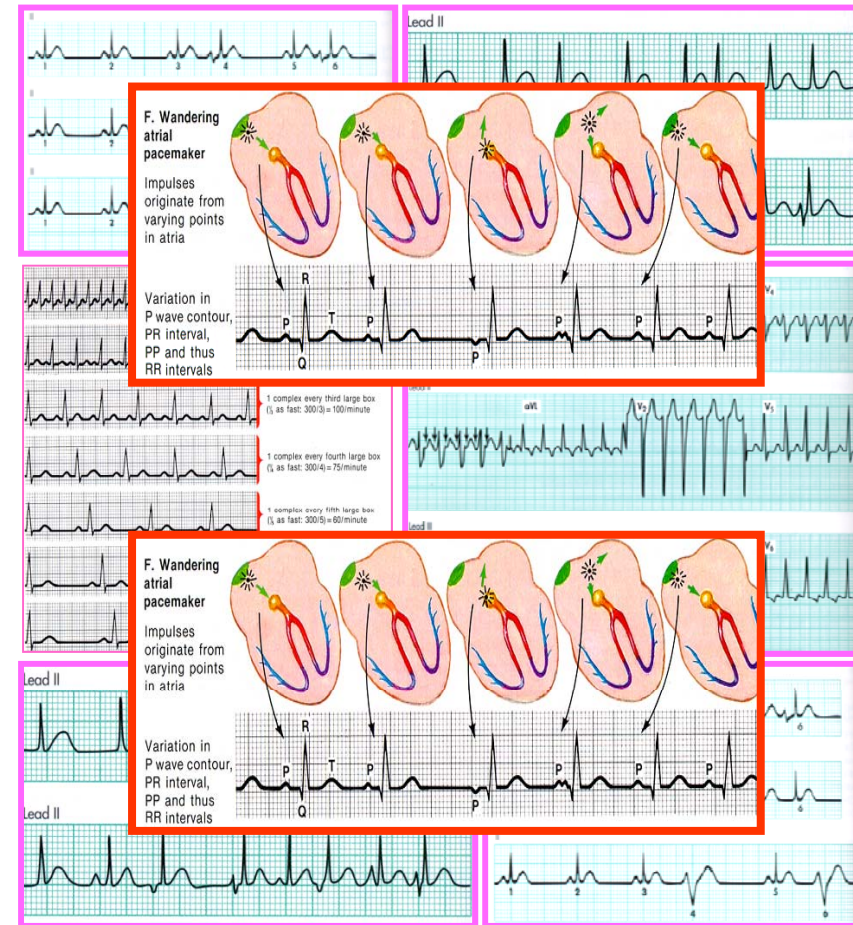


Rate = ???



Five Aspects for ECG Reading

- Rate
- **Rhythm**
- Axis
- Hypertrophy
- Infarction



Rhythm(Arrhythmia)

“ Always Measure P-R Interval and QRS Complex ”

Varying Rhythm : sinus arrhythmia, Wandering pacemaker, AF

Extra Beats and Skips : premature beats, escape beats, sinus arrest

Rapid Rhythm : PSVT, AFI, AF, VT, VFI, VF

Heart Blocks : SA blockk, AV block, BBB

การอ่านจังหวะการเต้นหัวใจ

- ต้องมองหา P waves และ QRS complexes
 - Rate
 - Regular or Irregular
 - Morphology
- สังเกตความสัมพันธ์ระหว่าง P waves และ QRS complexes -> PR interval

1. มองหา QRS complex

- ไม่เห็น QRS complex
 - Asystole
 - Ventricular fibrillation (VF)
 - Connector problem
- เห็น QRS complex
 - Rate
 - < 60 Bradycardia
 - 60-100 normal
 - >100 tachycardia
 - Regularity
 - Totally irregular → likely AF
 - Narrow or Wide
 - Wide QRS
 - Ventricular rhythm e.g VT
 - Pacemaker rhythm
 - Pre-existing BBB
 - Aberrant conduction
 - WPW

Quick Approach to Rhythm

- Look for QRS
 - No QRS identified : Asystole, VF, connector problems
 - QRS identified → Identify heart rate
 - Normal resting heart rate: 60 – 100 bpm
 - Tachycardia: >100 bpm
 - Bradycardia: <60 bpm
 - Regular or irregular
 - Totally irregular → likely AF
 - Wide or narrow QRS complex
 - Wide QRS complex : Ventricular rhythm e.g. VT; pre-existing BBB or aberrant conduction; pre-excitation (WPW), pacemaker rhythm

Quick Approach to Rhythm

- Look for P wave and association of P wave to QRS (PR interval)
 - P wave : not identified
 - P wave hidden in T wave, QRS complex, small P wave
 - No P wave with flat line : sinus arrest, sinus block
 - No P wave with fibrillation/flutter wave: AF, A flutter
 - P wave: identified
 - Is it sinus P wave? – P wave + in II, III, aVF
 - Not sinus P wave : ectopic atrial rhythm (bradycardia or normal HR), atrial tachycardia (tachycardia)
 - Retrograde P wave?
 - Junctional rhythm, SVT, VT
 - Association of P wave to QRS -- > PR interval is consistent?
 - No association : AV Block Vs AV dissociation
 - Some association but not consistent : 2nd degree AVB
 - Consistent association but long PR: 1st degree AVB

Mechanism of Cardiac Arrhythmias

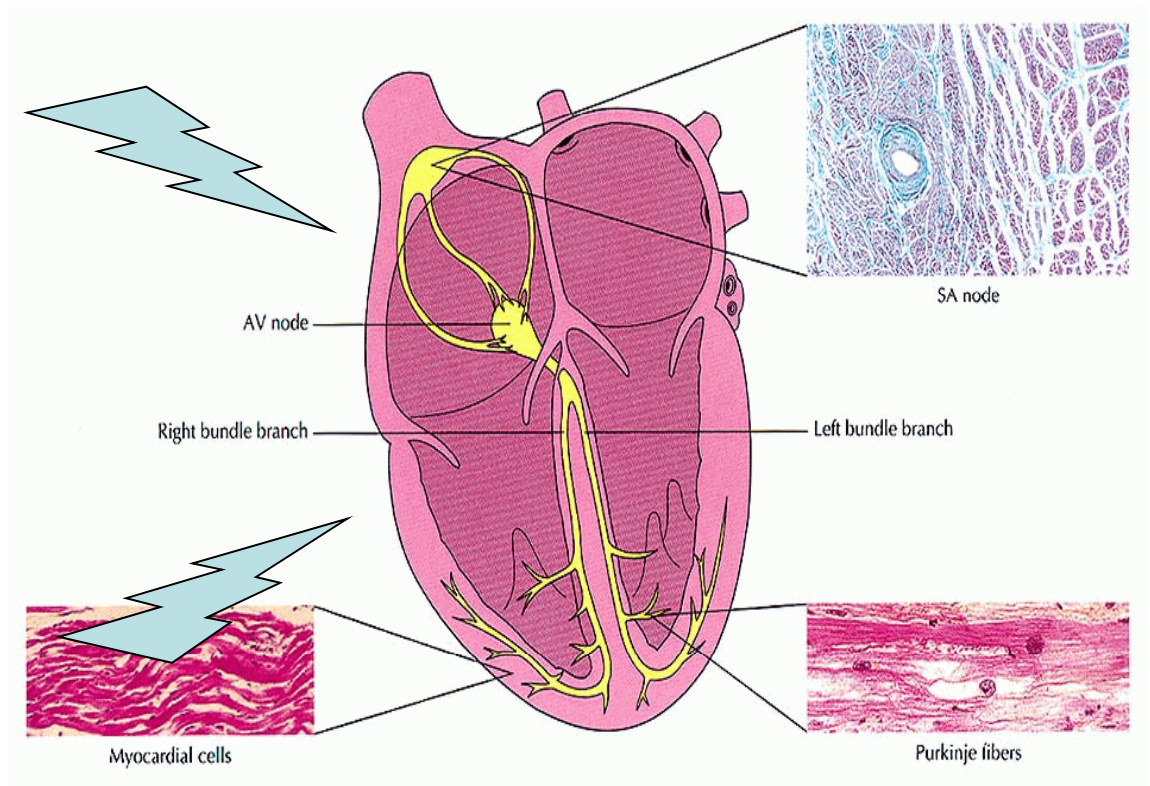
- **Abnormal Impulse Formation**
 - Increase Automaticity
 - Triggered Activity
 - Reentry
- **Abnormal Impulse Conduction**
- **Combination**

Classification of Cardiac arrhythmia

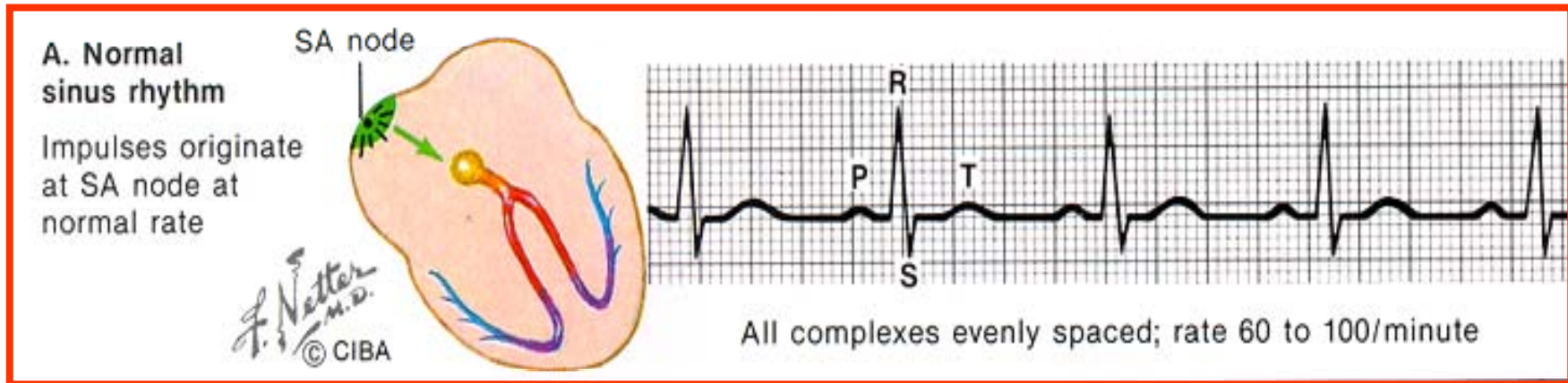
**Supraventricular
in Origin**

**SA node, Atrium,
AV node, etc.**

**Ventricular
in Origin**



Normal Sinus Rhythm



ECG

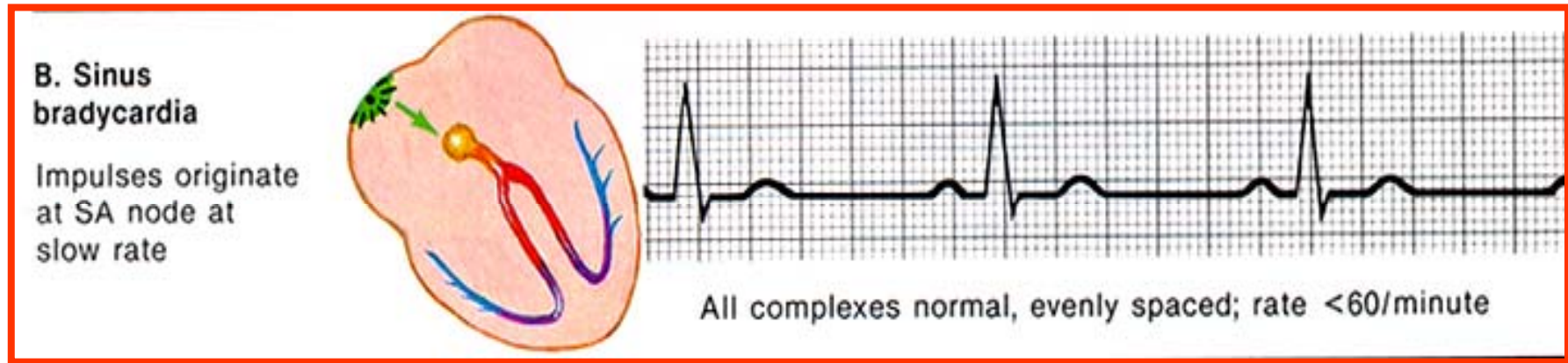
Criteria

- | | |
|------------------------|--|
| 1. Rate | 60-100 beats / min |
| 2. Rhythm | regular |
| 3. P waves | upright in I, II and aVF and uniform |
| 4. PR interval | 0.12-0.20 sec and constant from beat to beat |
| 5. QRS duration | 0.10 sec or less |

Normal Sinus Rhythm

1. ทุก P waves
มี QRS complexes ตามมา
2. QRS แคบเป็นปกติคือไม่เกิน 0.12 วินาที
3. ระยะระหว่างแต่ละ complexes สม่ำเสมอ
4. P wave หัวตั้งใน lead 2,3, aVF
5. อัตราการเต้น 60-100 ครั้ง/นาที

Sinus Bradycardia



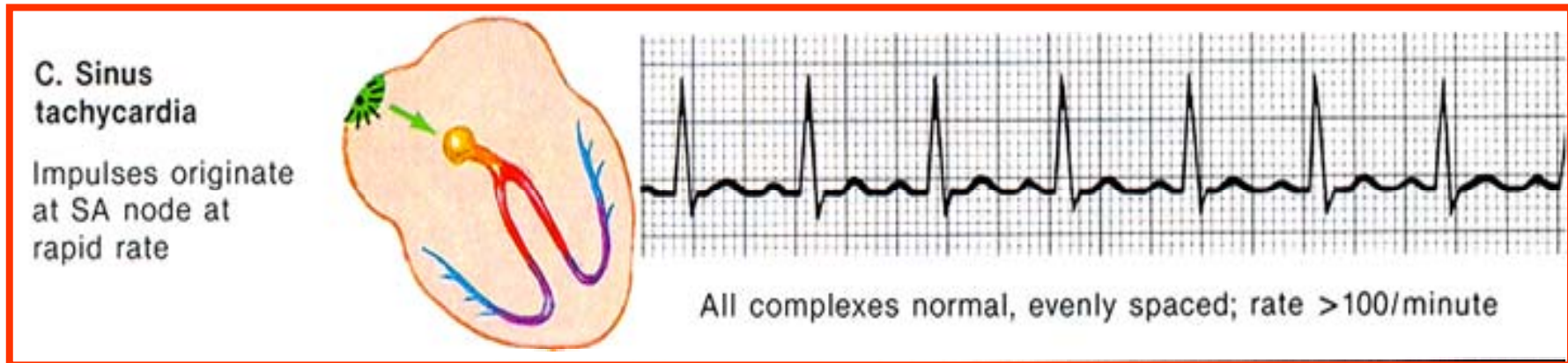
ECG criteria

1. Same NSR
2. Rate < 60 BPM

Sinus Bradycardia

- อาจพบในคนปกติได้ โดยเฉพาะถ้าเต้นไม่ช้ามาก และไม่มีอาการใดๆ
 - High vagal tone เช่น นักกีฬา
 - Nocturnal bradycardia
- กรณีที่ชีพจรช้ามาก เช่น น้อยกว่า **40** ครั้งต่อนาที และมีอาการจำเป็นต้องได้รับการดูแลรักษาโดยเฉพาะหากเป็น **unstable bradycardia**
 - Vagovagal reflex → cardioinhibitory
 - Sinus node disease
 - Drug effects
 - B-blocker, Ca blocker, antiarrhythmic (Amiodarone, digoxin, etc)
 - Electrolyte imbalance, acid-base abnormality
 - Acute coronary syndrome
 - Etc.

Sinus Tachycardia



ECG

Criteria

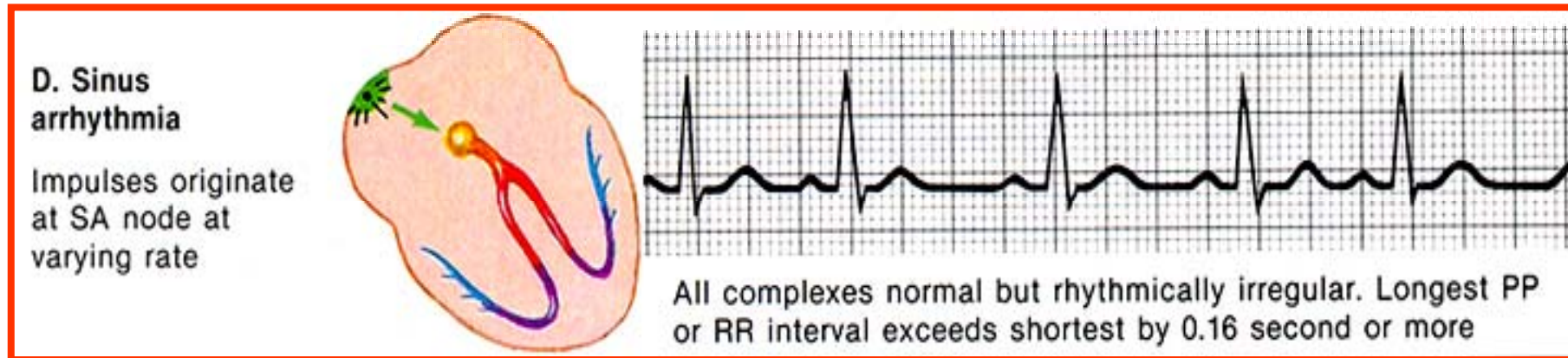
1. Same NSR

2. Rate: greater than 100 bpm

Sinus tachycardia

- มักเป็นการสนองตอบทางสรีระของร่างกายตามปกติ ไม่จำเป็นต้องรักษาจำเพาะ แต่ควรไปแก้สาเหตุที่กระตุ้น หัวใจจึงจะเต้นช้าลงจนเป็นปกติเอง เว้นเสียแต่ภาวะ **Sinus tachycardia** เกิดขึ้นมากเกินไปโดยไม่เหมาะสมแก่สาเหตุ อาจรักษาโดยใช้ยา **Beta blocker** ได้
- สาเหตุที่พบบ่อย → มีตัวกระตุ้นต่อ sinus node
 - ไข้
 - ภาวะติดเชื้อ
 - อาการเหนื่อยจากโรคปอด น้ำท่วมปอด etc
 - ภาวะเครียด
 - ธีรรอยด์เป็นพิษ
 - ยาหรือสารพิษ
 - ความผิดปกติทางเมตาบอลิก เช่น น้ำตาลต่ำ ฯลฯ
- Sinus node reentry, Inappropriate sinus tachycardia → พบได้ไม่บ่อย

Sinus Arrhythmia



ECG

Criteria

- | | |
|------------------|--|
| 1. Rate | usually 60-100 |
| 2. Rhythm | irregular, phasic with respiration (increase during inspiration) |
| 3. Other | same NSR |

Sinus arrhythmia

- ภาวะที่คลื่นหัวใจเหมือน **normal sinus** แต่มีอัตราการเต้นไม่สม่ำเสมอ คือเร็วและช้าโดยสัมพันธ์กับการหายใจ
- เมื่อตรวจดู **P wave** แล้วจะมีลักษณะเหมือนเดิมตลอด
- พบได้ในคนปกติที่อายุน้อย
- ไม่จำเป็นต้องให้การรักษา

Premature Contraction

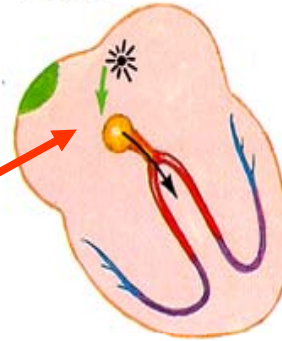
A. PAC

B. PJC

C. PVC

A. Premature contractions (occur early, before next sinus beat is expected)

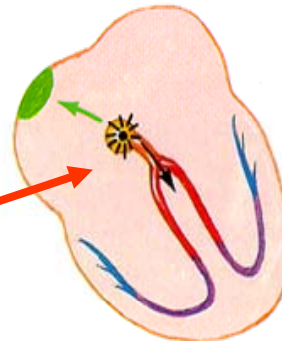
1. Atrial



Premature contraction

P wave often has contour slightly different from sinus beats. PR interval often long. QRS narrow (<0.10 second), similar to normal beats except for timing

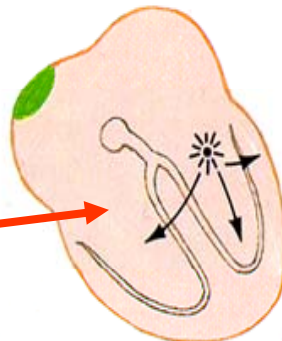
2. Junctional (nodal)



Premature contraction

QRS narrow (<0.10 second). P wave often inverted; may precede, be incorporated in, or follow QRS, depending on whether of high, mid or low nodal origin

3. Ventricular



Premature contraction

QRS wider than normal and distorted in shape. Usually no P wave

Supraventricular Tachycardia (SVT)

- From SA node (sinus node)
 - Sinoatrial node reentry tachycardia (SNRT)
 - Inappropriate sinus tachycardia
- Atrial source
 - Ectopic atrial tachycardia (EAT)
 - Multifocal atrial tachycardia (MAT)
 - Atrial fibrillation with rapid ventricular response
 - Atrial flutter with rapid ventricular response

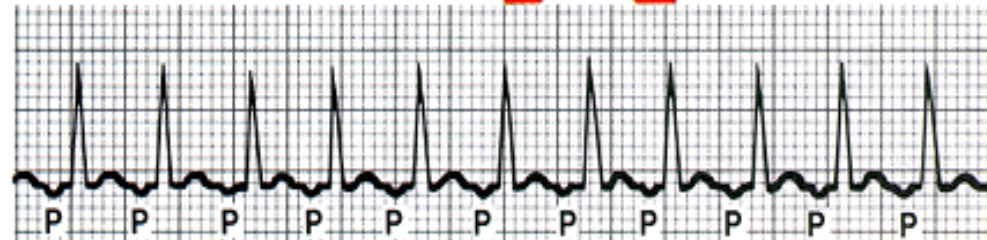
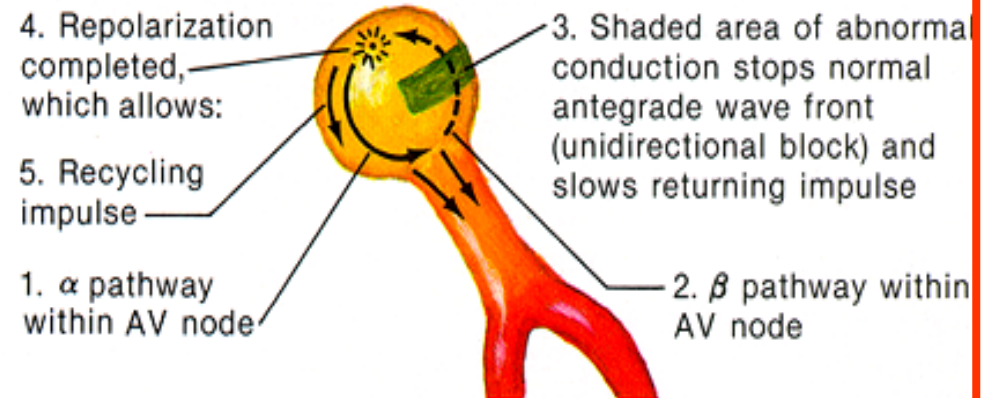
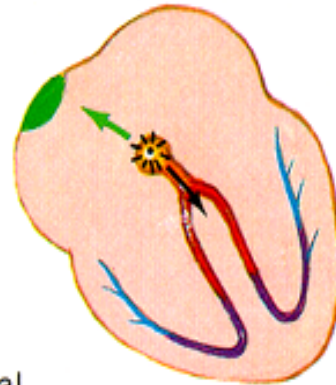
(Without rapid ventricular response, fibrillation and flutter are usually not classified as SVT)
- Atrioventricular source (AV node)
- AV nodal reentry tachycardia (AVNRT)
- AV reciprogating tachycardia (AVRT)
- Junctional ectopic tachycardia (JET)

Supraventricular Tachycardia

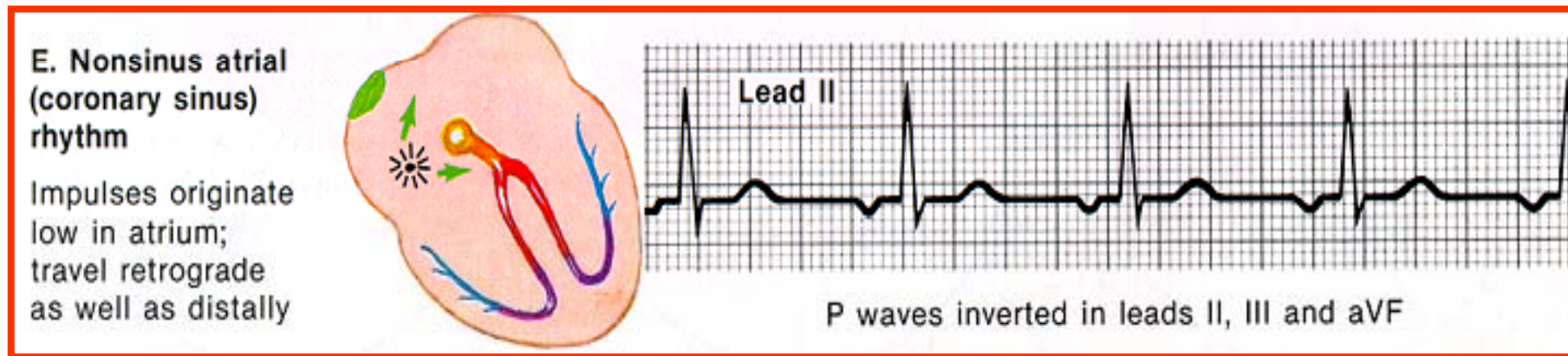
H. Paroxysmal atrial tachycardia (PAT)

Impulses recycle repeatedly in and near AV node due to slowing in area of unidirectional block

Atrial rate 160 to 220/minute.
P waves regular and often inverted.
QRS regular or irregular



Nonsinus Atrial Rhythm (CS)



ECG

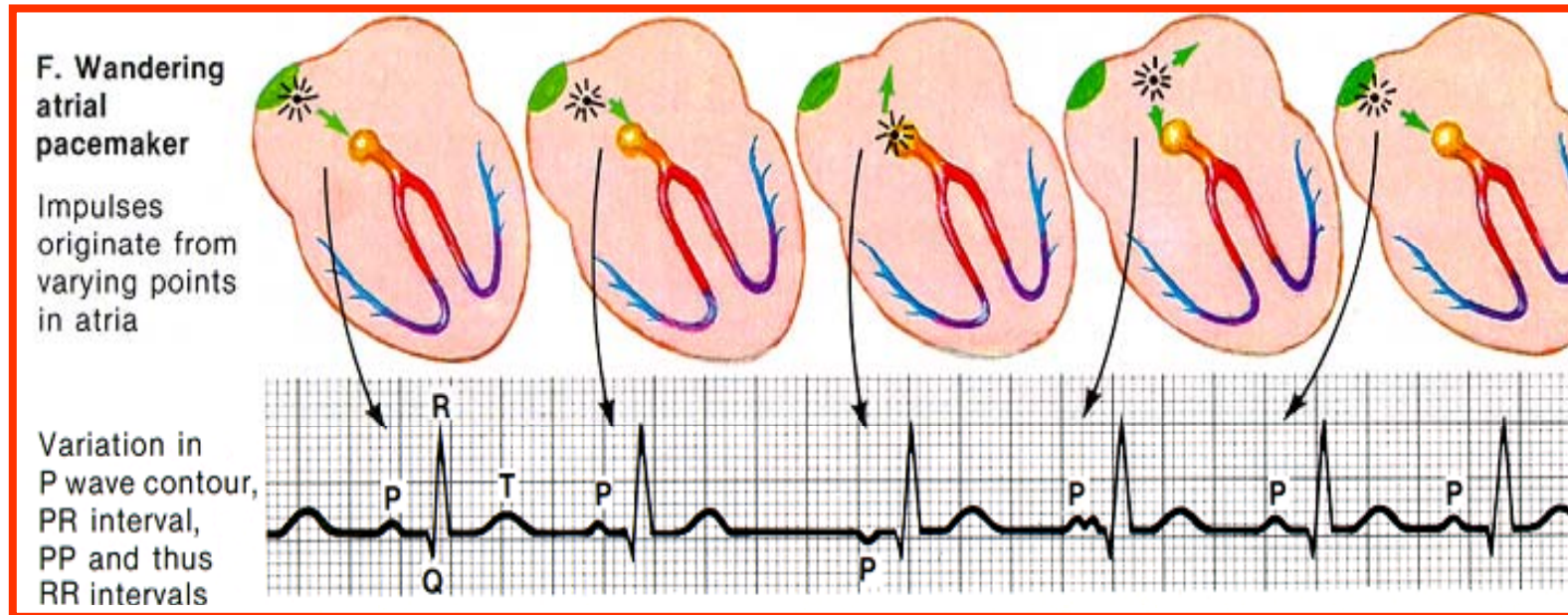
Criteria

- | | |
|------------|------------------------|
| 1. QRS | Normal-looking |
| 2. Rhythm | regular |
| 3. P waves | negative in I, II, aVF |
| 4. Rate | normal, tachycardia |

Nonsinus Atrial Rhythm (Atrial ectopic rhythm)

- จุกกำเนิดไฟฟ้าเกิดจากตำแหน่งอื่นใน atrium นอก SA node
- ECG – P wave ไม่เป็นบวกใน II,III,aVF
- พบได้ในคนอายุน้อย
- โดยทั่วไปไม่อันตรายและไม่จำเป็นต้องรักษา

Wandering Pacemaker



ECG

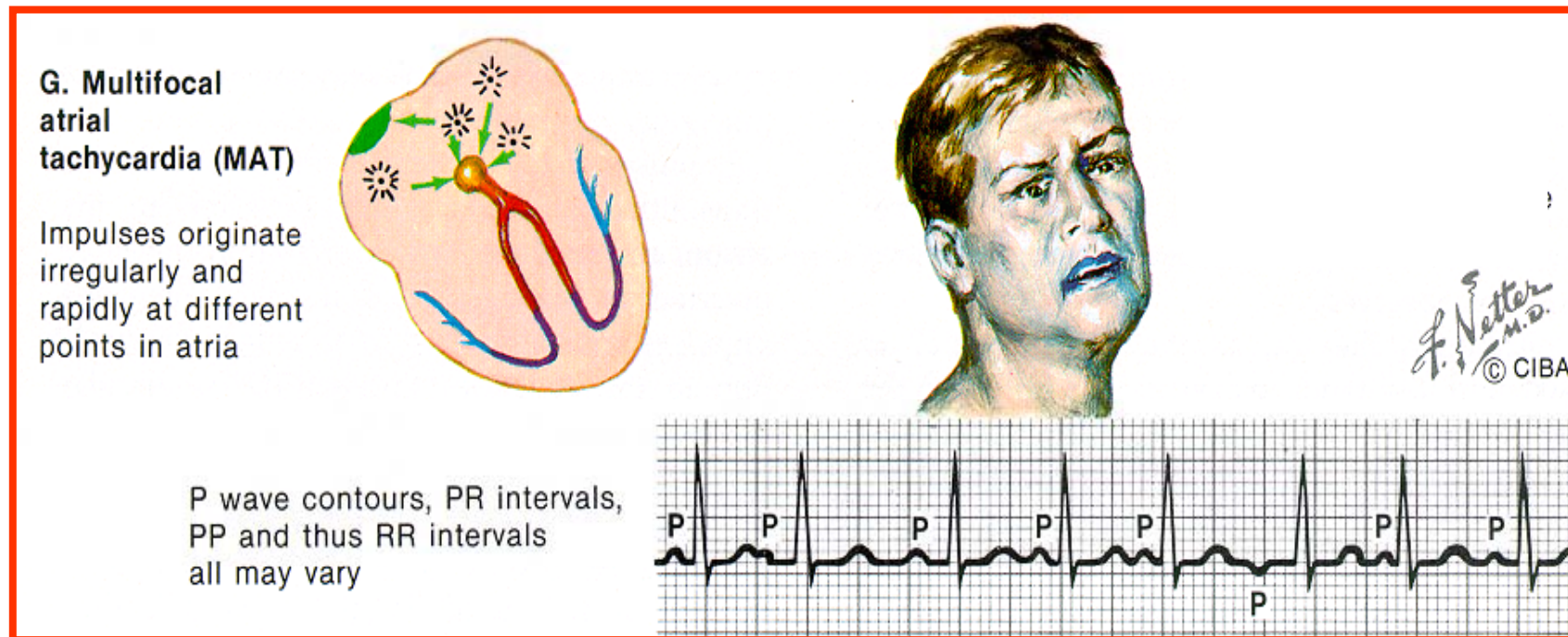
Criteria

1. Normal-looking QRS
2. Rhythm:irregular
3. P waves:more than 3 contours

Wandering pacemaker

- Atrial arrhythmia ที่เกิดจากจุดกำเนิดของไฟฟ้าหัวใจสับไปมาระหว่าง sinoatrial node (SA node), atrium, and/or the atrioventricular node (AV node)
- ECG
 - เห็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ P wave (upright, flattened, notched, biphasic) มักเห็นชัดใน lead II
 - Ventricular conduction ปกติ → QRS รูปร่างปกติ
- เกิดจากการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของ vagal tone (varying vagal tone)
 - เมื่อ vagal tone สูง SA node จะปล่อยไฟฟ้าช้าลง ทำให้มีการปล่อยไฟฟ้าจากจุดกำเนิดไฟฟ้าสำรองจากตำแหน่งอื่นในหัวใจห้องบน
 - เมื่อ vagal tone ลดลง SA node จะกลับมาทำงานอีก
- พบได้ในเด็ก คนชรา นักกีฬา
- มักไม่ทำให้เกิดอาการและไม่จำเป็นต้องรักษา

Multifocal Atrial Tachycardia (MAT)



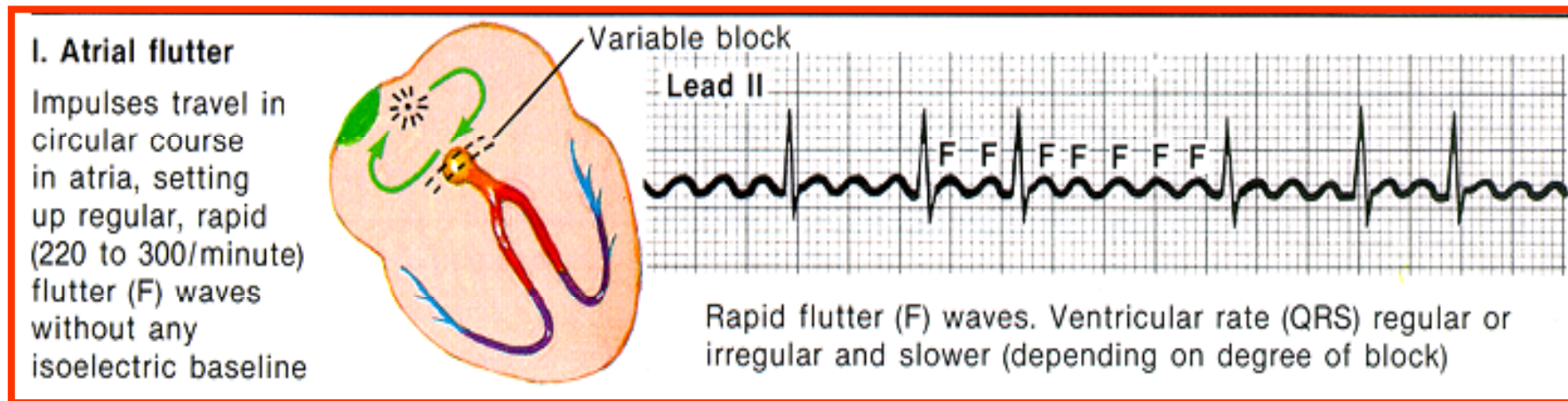
ECG Criteria

1. Same wandering pacemaker
2. Rate >100 bpm

Multifocal atrial tachycardia

- ECG
 - P wave มีลักษณะแตกต่างกันตั้งแต่ 3 แบบขึ้นไป
 - PR intervals แตกต่างกัน
 - ชีพจรเร็วมากกว่า 100 ครั้ง/okmu
- สาเหตุ
 - พบบ่อยในผู้ป่วยสูงอายุที่มีโรคปอด เช่น COPD ภาวะ hypoxemia
 - อาจพบในภาวะ digitalis toxicity, AMI, hypokalemia, hypomagnesemia
- การรักษา
 - รักษาสาเหตุ การให้ Oxygen อาจช่วยในบางราย
 - ถ้าหัวใจเต้นเร็วมากอาจพิจารณาให้ยากลุ่ม Ca blocker เช่น Verapamil, etc

Atrial Flutter



ECG

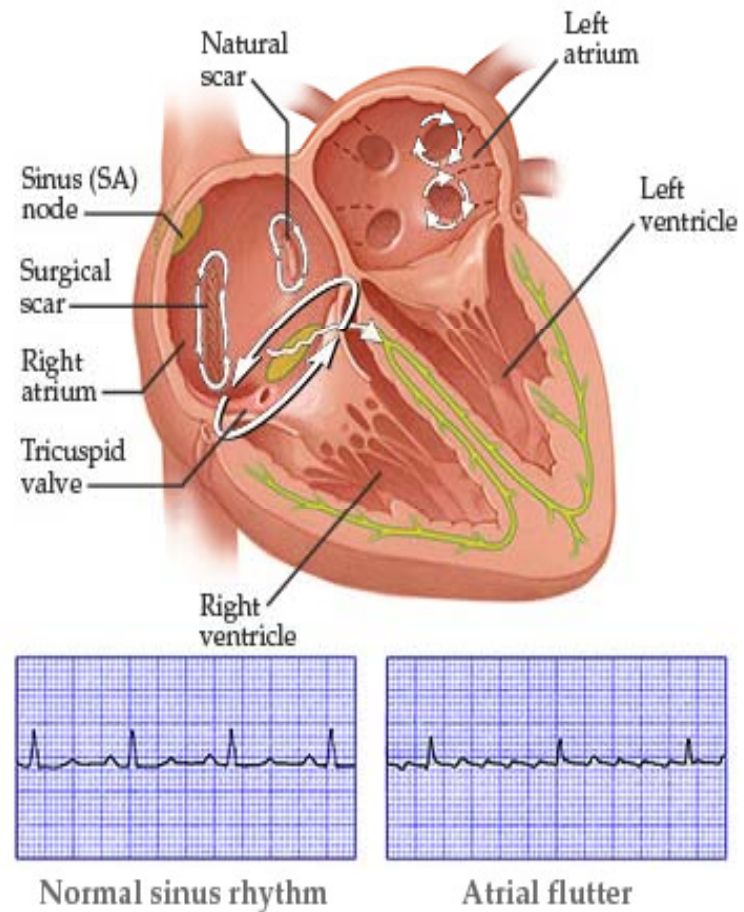
Criteria

Rate	atrium 250-400, ventricular vary usually 150
Rhythm	atrial regular , vent may reg or irreg depending on AV conduction
P wave	saw-toothed or “flutter” waves
PR interval	not measurable
QRS	normal or BBB

Atrial flutter

- ECG : ลักษณะ P wave คล้ายฟันเลื่อย
- หัวใจห้องบนเต้นผิดปกติเพราะ เกิดจาก **macroreentry** ในหัวใจห้องบนขวาหรือซ้าย
- มักพบในผู้ป่วยโรคหัวใจ แต่บางครั้งพบในคนที่หัวใจปกติได้
- บ่อยครั้งที่จะ **degenerate** เป็น **atrial fibrillation**
- อาการมักขึ้นกับอัตราการเต้นของหัวใจห้องล่าง (ventricular response)
 - Flutter rate 300 ms
 - 2:1 AVB → V rate 150 bpm
 - 3:1 AVB → V rate 100 bpm
- การรักษา
 - Rate control
 - Rhythm control : cardio version, drug, RF ablation
 - Embolic prevention เหมือน AF

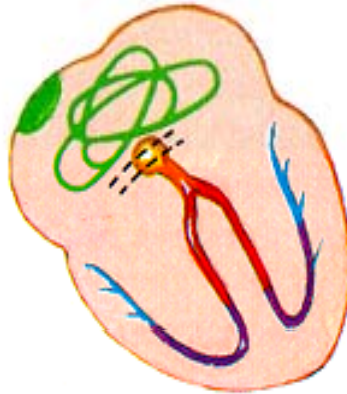
Atrial Flutter



Atrial Fibrillation

J. Atrial fibrillation

Impulses take chaotic, random pathways in atria



Baseline coarsely or finely irregular; P waves absent.
Ventricular response (QRS) irregular, slow or rapid

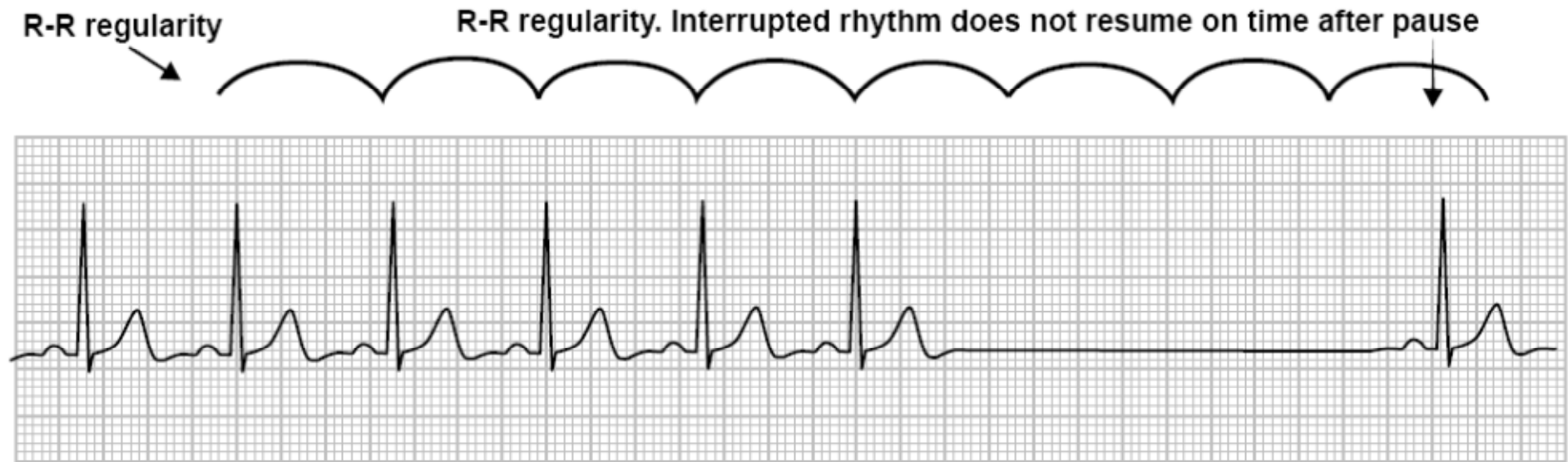
Atrial Fibrillation

- เป็น arrhythmia ที่พบบ่อยโดยเฉพาะคนสูงอายุ อาจพบร่วมกับ sick sinus syndrom (SSS)
- มีส่วนน้อยที่ พบในคนปกติ (lone AF)
- ECG : ไม่เห็น P wave (อาจเห็นเป็น fibrillatory activity) ; QRS ไม่สม่ำเสมอ
 - Ventricular rate อาจเร็วหรือช้า ขึ้นกับ ventricular conduction
- AF ร่วมกับ WPW syndrome → atrial activation ผ่านสู่ ventricle ผ่านทาง bypass tract แทน AVN อาจมี ventricular rate เร็วมาก จนเกิด VF ได้
- AF โดยทั่วไปไม่ทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิต ยกเว้น AF with WPW แต่ในกรณีที่ ventricular rate เร็วมากๆ อาจทำให้ครกหัวใจหรือโรคอื่นที่เป็นทรุดลงจนเกิดภาวะหัวใจล้มเหลว ความดันต่ำ กระตุ้นให้เกิด acute coronary syndrome เป็นต้น
- Co-morbidity สำคัญของ AF คือ thromboembolism (Strokes; acute embolism)
- AF management
 - Rhythm control : Cardioversion, antiarrhythmic drugs, RF ablation
 - Rate control
 - Embolic prevention

Sick sinus syndrome (SSS)

- Sinus arrest
 - +/- escape junctional rhythm (slow junctional rhythm)
- Sinus pause
- Sinus exit block
- Extreme sinus bradycardia
 - +/- chronotropic incompetence
- Tachy-bradyarrhythmia

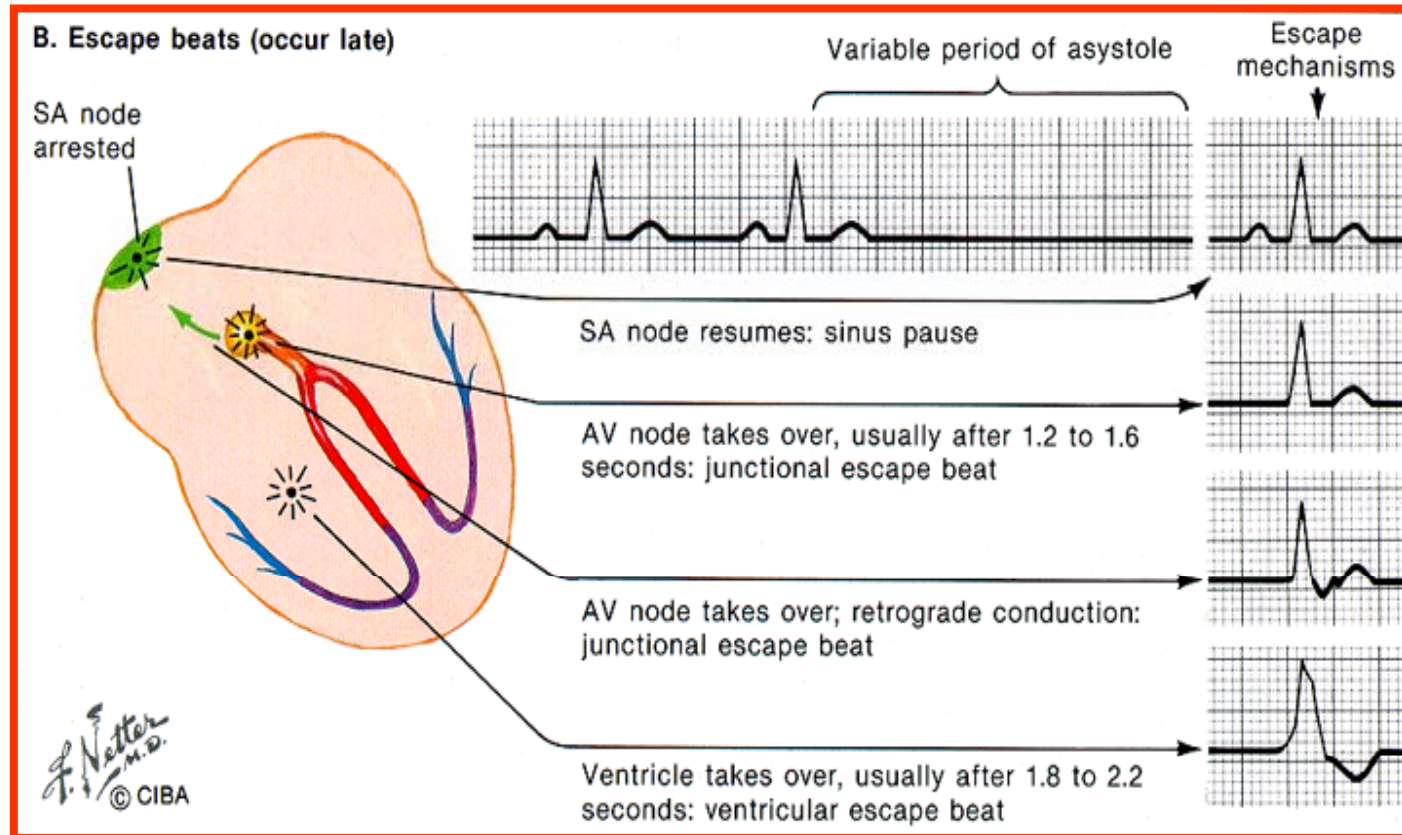
Sinus Arrest



Sinus pause/Sinus arrest

- ECG
 - P wave หายไป > 2 วินาที (10 ช่องใหญ่) ทำให้ QRS หายไป หรือมี QRS ที่เกิดจากจุดกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (escape rhythm)
 - Atrial escape: rate 60-80 BPM
 - Junctional escape : rate 40-60 BPM
 - Ventricular escape; rate 20-40
 - No escape rhythm: asystole
- เกิดจาก Sinus node (Sinoatrial node) หยุดปล่อยกระแสไฟฟ้าชั่วคราวหรือถาวร
- สาเหตุ
 - Sick sinus syndrome
 - Fibrosis, infiltrative disease, ischemia
 - Drugs, toxicity
 - Electrolyte imbalances
 - High vagal tone – carotid massage, vagal maneuver, vagovagal/vasovagal reflex (cardioinhibitory type)

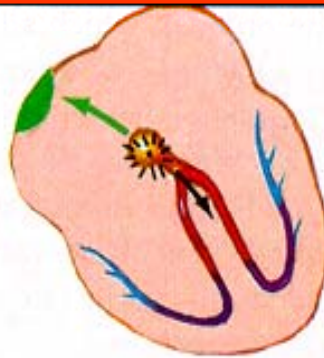
Escape Beat



Junctional Rhythm

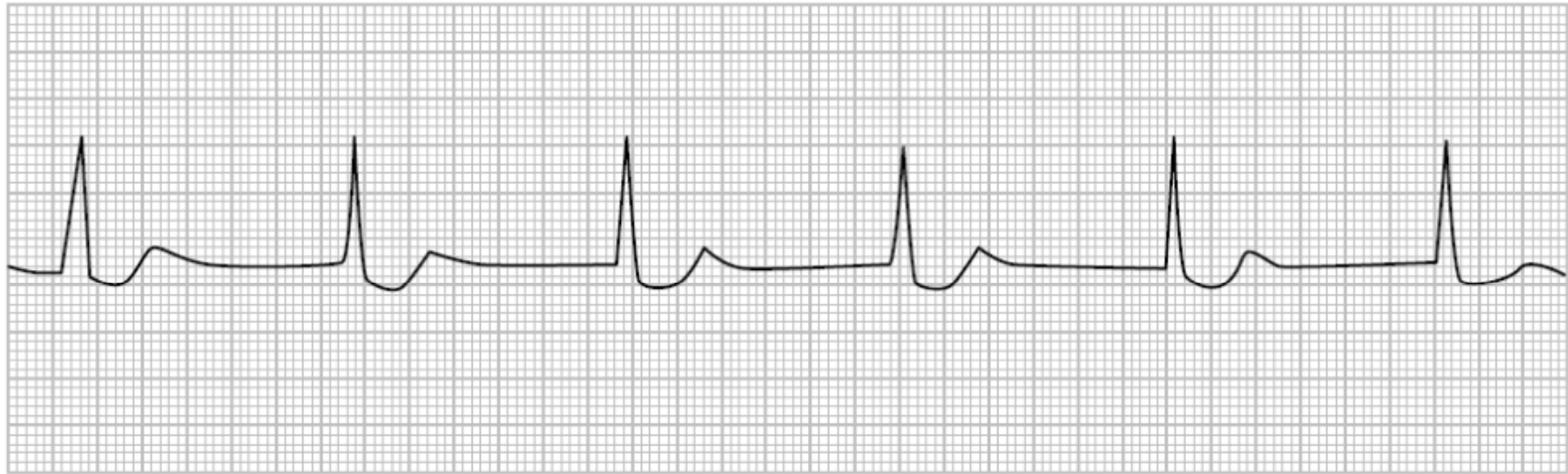
K. Junctional rhythm

Impulses originate in AV node with retrograde and antegrade transmission



P wave, often inverted, may be buried in QRS or follow QRS.
Rate slow, QRS narrow

Junctional Bradycardia



Sinus exit block



Sinus Exit Block

- ECG
 - P wave หายไป → QRS หายไป
 - แยกจาก sinus pause โดยสังเกตจาก pause interval จะเป็นจำนวนเท่า (2x, 3x, 4x, ...) ของ PP interval ก่อนหน้า
- สาเหตุ
 - เหมือน Sinus pause/arrest

Tachy-bradycardia Syndrome



AV conduction abnormality

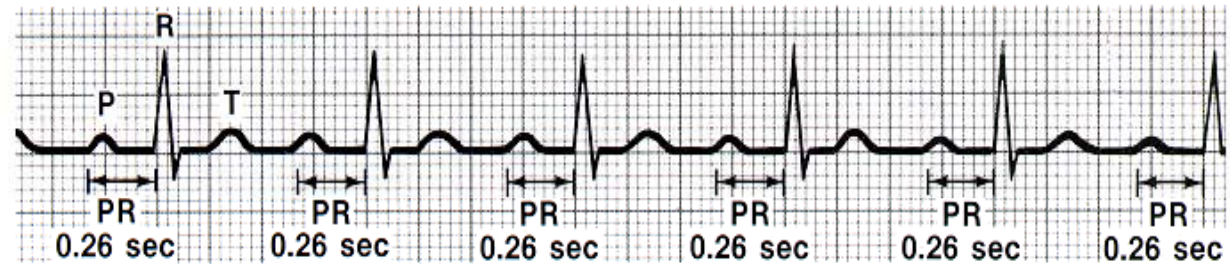
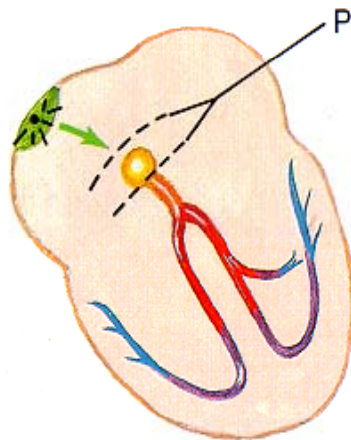
- First degree AV block
- Second degree AV block
 - Mobitz I
 - Mobitz II
 - 2:1 AV block
- (high grade AV block)
- Third degree AV block (Complete AV block, complete heart block)

Types of AV block

Features of two types of atrioventricular block		
	"High" ↓	"Low" ↓
Site of block	Crest of AV node	Bundle of His, bilateral bundle branch, or trifascicular
Type of escape rhythm	Junctional escape rhythm Narrow QRS Adequate rate (40-55)	Ventricular escape rhythm Wide QRS Inadequate rate (20-40) Danger of asystole or ventricular tachycardia
Underlying pathology	Right coronary artery disease, diaphragmatic infarction, edema around AV node	Left anterior descending coronary artery disease, large anteroseptal infarction, or chronic degeneration of conduction system
Rhythm before complete block	Preceded by Mobitz I (Wenckebach) second-degree AV block	Preceded by Mobitz II second-degree AV block

First Degree AV Block

D. Fixed but prolonged PR interval
First-degree AV block



P wave precedes each QRS complex but PR interval, although uniform, is >0.2 second (>5 small boxes)

F. Netter M.D.
© CIBA

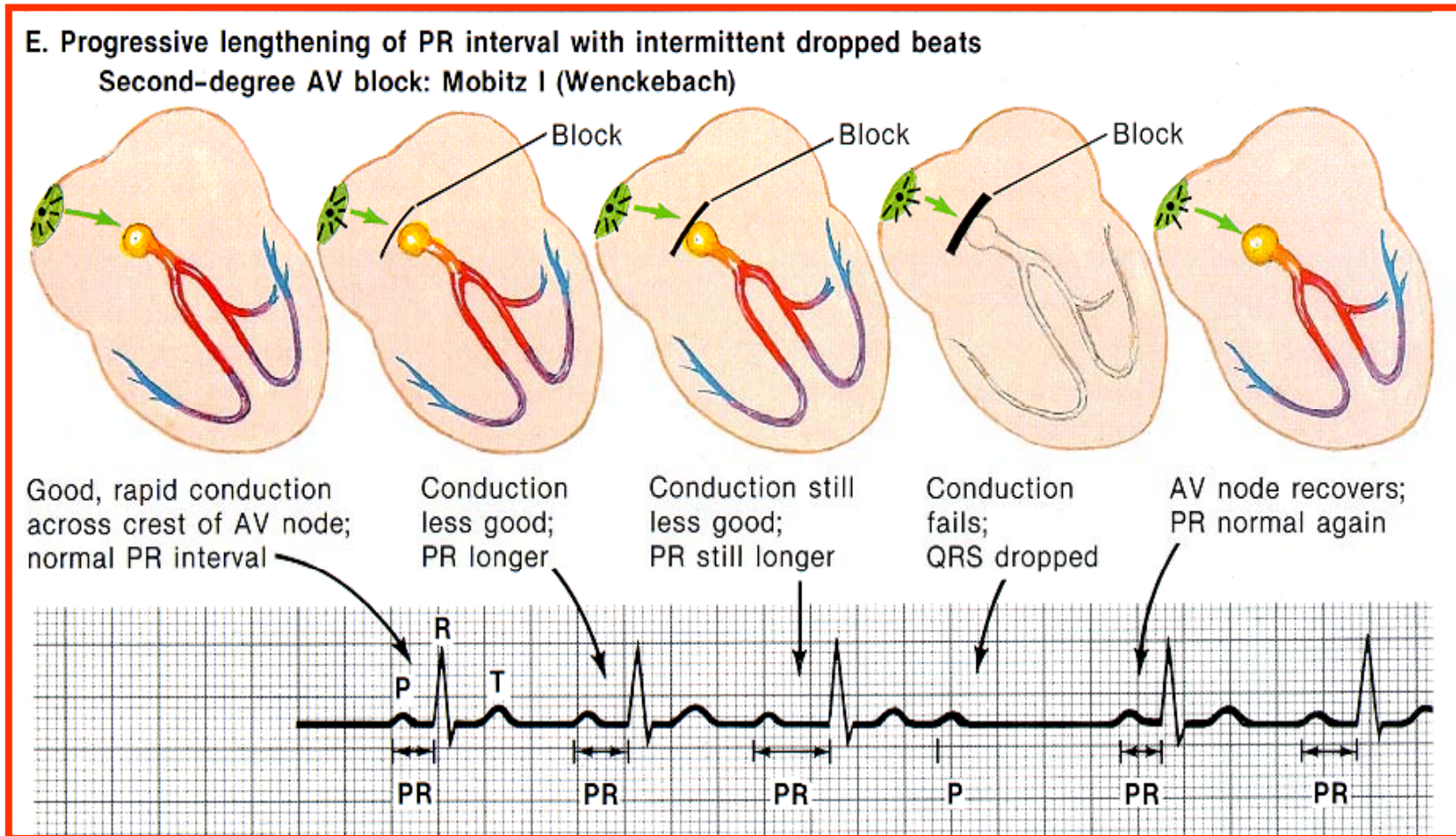
Criteria

- Prolong PR interval > 0.20 sec

First degree AV block

- ECG : PR interval > 0.2 sec (200 msec)
- Common causes
 - Normal variant (incidence 0.6 -1.1% in normal population)
 - Enhanced vagal tone le.g. athletes)
 - Medication
 - Electrolyte imbalance
 - AV conduction disease
 - Myocarditis, AMI etc.
- Management
 - Identifying and correcting electrolyte imbalance
 - Withholding the offending medication
- Prognosis
 - Isolated first degree AV block – no direct clinical consequences

Second Degree AV Block, Mobitz I

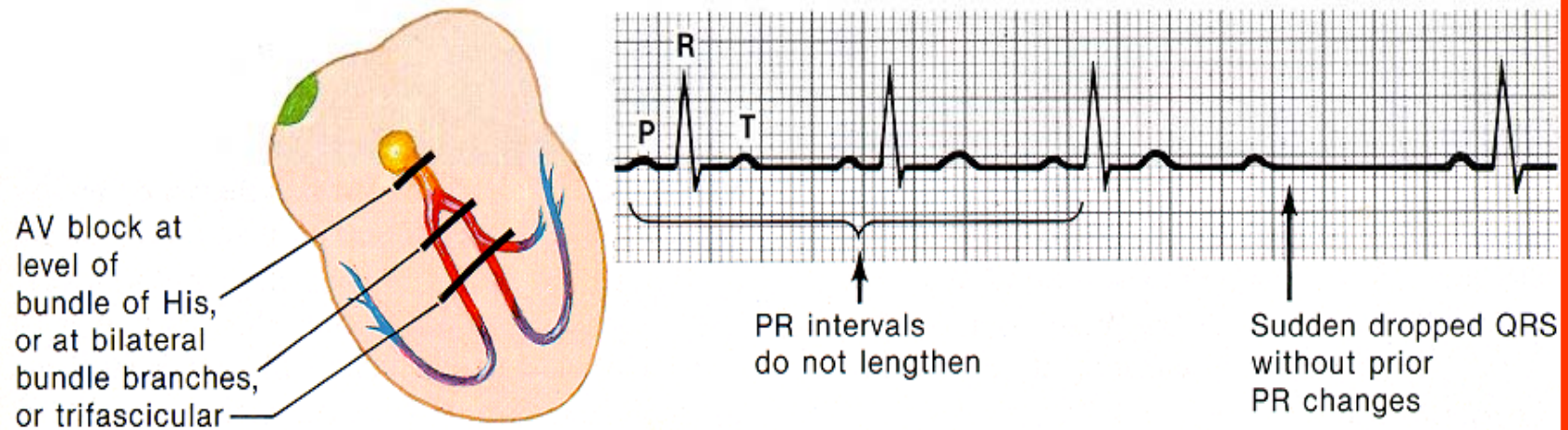


Second degree AV block, Mobitz I (Wenckebach)

- ECG : PR interval ต่อยาวขึ้นจนเกิด dropped QRS complex หลังจากนั้นจะมีการ reset ของ PR interval กลับมาสั้นลงค่อยๆยาวขึ้นอีกเป็นวงจร (Wenckebach cycle)
- ส่วนใหญ่เกือบทั้งหมดเป็น benign condition และไม่ต้องการ specific treatment

Second Degree AV Block, Mobitz II

F. Sudden dropped QRS without prior PR lengthening
Second-degree AV block: Mobitz II (non-Wenckebach)



Second degree AV block, Mobitz II

- ECG : Dropped QRS (blocked P wave) เป็นช่วงๆ โดยที่ P wave มาสม่ำเสมอและไม่มีการยาวขึ้นของ PR intervals ก่อนที่ QRS complexes หายไป
- เกือบทั้งหมดเกิดจากความผิดปกติของ AV conduction ส่วนปลาย (infratrial block)
- ความสำคัญ:
 - มีโอกาส progress เป็น complete AV block ได้ในระยะเวลาอันสั้น → syncope, cardiac arrest หรือ sudden cardiac death
 - เป็นข้อบ่งชี้ในการใส่ Pacemaker