Arrhythmia

هي حالة يحدث فيها اضطراب في نظم القلب، وتظهر كمشكلة في رسم ECG.

تحدث arrhythmia إذا اختل واحد من أربع أشياء طبيعية:

1. أن يكون مصدر action potential ليس من SA node.
2. أن يكون heart rate ليس ضمن الطبيعي، أي ليس بين 60–100 beats/min.
3. أن يكون conductive pathway غير طبيعي؛ الطبيعي هو:
   SA node → AV node → Bundle of His → Purkinje fibers.
4. أن تكون سرعة انتقال action potential مختلفة عن الطبيعي.

اتفقنا أن سرعة انتقال action potential تكون:

- متوسطة في SA node
- بطيئة في AV node
- سريعة في Bundle of His / Purkinje fibers

أي اختلاف في المصدر، أو في heart rate، أو في المسار، أو في السرعة يعني وجود arrhythmia.

هذه تظهر على ECG كـ abnormal ECG. وقد يكون الخلل في:

- P wave
- QRS complex
- ST segment
- PR interval

إذا كانت المشكلة في SA node، نسميها sinus arrhythmia؛ لأن SA node هو مصدر sinus rhythm.

إذا كانت المشكلة في الconductive pathway و كانت المشكلة بال AV node أو في منطقة قريبة من atria، نسميها atrial arrhythmia.

أما إذا كانت المشكلة في Bundle of His أو Purkinje fibers، فهي أقرب إلى ventricles، لذلك نسميها ventricular arrhythmia.

أي arrhythmia تحدث فوق ventricles تسمى supraventricular arrhythmia،

وتشمل:

- sinus arrhythmia
- atrial arrhythmia

أما النوع الآخر فهو: ventricular arrhythmia

الـ heart rate الطبيعي هو 60–100 beats/min.

إذا كان أقل من 60 يسمى bradycardia.
إذا كان أعلى من 100 يسمى tachycardia.

لكن مهم تعرفوا أن bradycardia قد تكون طبيعية physiologically أو مرضية pathologically، وكذلك tachycardia.

مثلاً بعض الحالات مثل pregnancy قد يحدث فيها tachycardia وتكون طبيعية.

إذا كانت bradycardia غير طبيعية نسميها bradyarrhythmia.
وإذا كانت tachycardia غير طبيعية نسميها tachyarrhythmia.

تقسيم bradyarrhythmia حسب heart rate:

- من 60 إلى 40 beats/min:

mild bradyarrhythmia

- من 40 إلى 20 beats/min:

moderate bradyarrhythmia

- أقل من 20 beats/min:

severe bradyarrhythmia

عندما يحدث bradyarrhythmia، الجسم يحاول تنشيط sympathetic nervous system كتعويض. أحيانًا يكون السبب أن parasympathetic activity عالية جدًا و sympathetic activity قليلة، فيحاول الجسم رفع النبض ليعود للطبيعي.

لكن إذا زاد تنشيط sympathetic جدًا أو أعطينا جرعة عالية، قد يؤدي ذلك إلى مشاكل خطيرة مثل heart attack.

تقسيم tachyarrhythmia:

- من 100 إلى 150 beats/min:

simple tachyarrhythmia

- من 150 إلى 250 beats/min:

paroxysmal tachyarrhythmia

- من 250 إلى 350 beats/min:

fibrillation

- أعلى من ذلك قد يسمى flutter

وقد يحدث fibrillation أو flutter في: atria أو ventricles

لذلك قد نسمع

- atrial fibrillation
- ventricular fibrillation
- atrial flutter
- ventricular flutter

ننتقل إلى أجزاء ECG:
لدينا:

- P wave
- PR interval
- QRS duration
- QT interval
- ST segment

الـ P wave تمثل atrial depolarization.
في بعض أنواع arrhythmia مثل atrial fibrillation قد لا تظهر P wave بوضوح؛
لأن سرعة الإشارات عالية جدًا، فتظهر بشكل غير منظم على ECG.

الـ PR interval الطبيعي يكون من: 0.12 إلى 0.20 second
وهو يمثل الزمن من بداية atrial depolarization إلى بداية ventricular depolarization.
يعني هو التأخير الطبيعي عند AV node.
هذا التأخير مهم لأنه يسمح للـ ventricles أن تمتلئ بالدم قبل أن تنقبض.

إذا كان PR interval أقل من 0.12 second، فهذا يعني أن التوصيل سريع.
وإذا كان أكثر من 0.20 second، فهذا يعني أن التوصيل بطيء، وقد يشير إلى AV block.

الـ QRS duration الطبيعي تقريبًا من: 0.02 إلى 0.10 second
الـ QRS complex يمثل ventricular depolarization.
صحيح أن atrial repolarization تحدث في نفس الوقت تقريبًا، لكنها لا تظهر لأنها مخفية تحت QRS، والظاهر الأساسي هو ventricular depolarization.
إذا كان QRS عريضًا، فهذا يعني أن التوصيل داخل ventricles أخذ وقتًا أطول.
من أسباب wide QRS وجود:

- ectopic beat
- extra systole
- premature contraction

يعني ضربة إضافية تظهر قبل موعدها الطبيعي.
وقد تكون: atrial ectopic beat أو ventricular ectopic beat

الـ QT interval الطبيعي تقريبًا من: 0.40 إلى 0.43 second
وهو يمثل فترة ventricular depolarization + repolarization.
إذا كان QT interval طويلًا، فهذا يعني أن repolarization تأخرت، وبالتالي الضربة التالية ستتأخر.

مثال مهم: Digoxin.
يُستخدم في heart failure لأنه يزيد contractility بدون أن يزيد heart rate.
هو يزيد قوة الانقباض، لكنه يبطئ النبض عن طريق زيادة نشاط parasympathetic system عبر vagus nerve.

آلية Digoxin:

- يثبط Na^+/K^+ pump
- وهذا يؤدي إلى زيادة intracellular Na^+
- ثم يؤثر على Na^+/Ca^{2+} exchanger
- فيزيد intracellular Ca^{2+}
- وبالتالي تزيد contractility

لكن في نفس الوقت، لأنه يزيد نشاط parasympathetic، فهو يقلل heart rate.

وقد يسبب نوعًا من arrhythmia اسمه triggered activity، مثل:delayed afterdepolarization، يعني بعد انتهاء repolarization، يحدث تأخير أو نشاط كهربائي غير طبيعي قد يؤثر على الضربة التالية. لذلك قد نرى عند بعض المرضى الذين يستخدمون Digoxin أن QT interval أطول من الطبيعي.

ممكن يسبب Digoxin:

- bradycardia أو AV block
- delayed afterdepolarization بسبب tachyarrhythmia وأحيانًا

ولهذا يعتبر دواء يحتاج حذر، لأنه يؤثر بطريقتين: يزيد contractility ويقلل heart rate

الـ ST segment

0.3 to 0.35 second

مهم جدًا لأنه يرتبط بـ ischemia.

إذا كان عندنا: ST depression أو ST elevationفهذا قد يدل على ischemia أو مشكلة في تروية القلب، مثل ما أخذنا في angina و MI.

ننتقل إلى heart blocks، وهي مشاكل غالبًا في AV node.

لدينا ثلاث درجات:

1. First-degree AV block
2. Second-degree AV block
3. Third-degree AV block

الFirst-degree AV block

في first-degree AV block يكون ECG فيه كل الموجات:

- P wave
- PR interval
- QRS
- ST/T wave

لكن المشكلة الوحيدة هي أن PR interval يكون طويلًا، أي أكثر من 0.20 second.

يعني كل P wave تصل للـ ventricles وتنتج QRS، لكن التوصيل بطيء.

إذن أهم علامة: prolonged PR interval

ال Second-degree AV block

في second-degree AV block، بعض P waves لا تصل إلى ventricles.

يعني ترى:

- P wave
- QRS لكن لا يوجد بعدها

وهذا يسمى: blocked beat

أي أن atria عملت depolarization، لكن الإشارة لم تصل إلى ventricles، لذلك لا يظهر QRS ولا تظهر T wave بعدها.

قد يحدث هذا عند:

- أشخاص يستخدمون beta blockers
- أو عند وجود ischemia

الThird-degree AV block

في third-degree AV block، يحدث انفصال كامل بين atria و ventricles.

يعني:

- تعمل بإيقاعها الخاص atria
- تعمل بإيقاعها الخاص ventricles و

لا يوجد synchronization بينهما.

الـ atria قد تعمل بمعدل قريب من 60–100 beats/min، أما ventricles فتعمل بمعدل أبطأ، مثل 40–60 beats/min، لأنها تعتمد على Bundle of His / Purkinje fibers كمصدر بديل لـ action potential.

على ECG نرى أن P waves و QRS complexes غير مرتبطين ببعضهم؛ كل واحد يظهر بإيقاع مستقل.هذه هي علامة third-degree heart block.

أسباب heart blocks بشكل عام قد تشمل:

- MI
- ischemia
- calcified aortic stenosis
- cardiomyopathy
- استخدام Digoxin
- استخدام beta blockers
- hyperkalemia

وقد depolarization وهذا يؤثر على potassium، يعني ارتفاع Hyperkalemia يسبب اضطراب في التوصيل أو blocks.

إذا كان block تحت AV node، أي في ventricles أو Bundle of His / Purkinje fibers، غالبًا يكون السبب structural. أما إذا كان فوق AV node، فغالبًا يكون functional.

- Arrhythmia = أي خلل في مصدر أو سرعة أو مسار أو action potential heart rate.
- الطبيعي: SA node → AV node → Bundle of His → Purkinje fibers
- الطبيعي: HR = 60–100 beats/min
- PR interval = 0.12–0.20 second
- Prolonged PR يدل على AV block
- QRS يمثل ventricular depolarization
- Wide QRS أو ectopic beat قد يدل على مشكلة في التوصيل
- QT prolongation قد يحدث مع Digoxin أو اضطراب repolarization
- ST elevation/depression يدل على ischemia
- First-degree AV block = PR طويل فقط
- Second-degree AV block = بعض P waves بدون QRS
- Third-degree AV block = atria و ventricles كل واحد يشتغل لحاله.

إن arrhythmia إما تكون مرتبطة بـ heart rate إن heart rate مش من 60 إلى 100. أو تكون مرتبطة بـ origin of the action potential، و conduction pathway، و velocity.

إيش بدأنا نحكي؟

بدأنا نحكي عن block اللي بصير في AV node.

حكينا عن first degree heart block.

وهذا مرتبط بـ إطالة PR interval بصير أطول.

بعدين حكينا عن second degree heart block،وقلنا إن المشكلة فيه إنو QRS ما بيظهر.

يعني مش كل P wave بتوصل وتعمل QRS.

أحيانًا بعض P waves ما بتعمل QRS → هذا اسمه blocked beat.

ودائمًا بنسمي النبضة باستخدام RR interval،

يعني من أول R للـ R اللي بعدها في ECG.

في third degree heart block، قلنا إنو atria و ventricles كل واحد يشتغل لحاله، والـ ventricles بياخذوا action potential من bundle of His.

بعدين حكيت لك عن block اللي تحت AV node،

بس ما بدنا ندخل بتفاصيله، ركز بس على اللي في AV node.

هلا الباقي سهل: sinus arrhythmia.

قلنا إن heart rate الطبيعي من 60 إلى 100.

إذا أقل من 60 → Bradycardia

إذا أكثر من 100 → Tachycardia

إذا كان مرضي Bradyarrhythmia أو Tachyarrhythmia

وهذا كله بنسميه sinus arrhythmia لأنه من SA node.

يعني: sinus bradycardia أو sinus tachycardia

هنا ما شرحنا physiology بالتفصيل، بس حكينا عن action potential بشكل عام في cardiac muscles:

- Depolarization
- Plateau
- Repolarization

لكن إذا بدنا التفاصيل:

في action potential خاص بـ SA node

وواحد لـ atrial cells وواحد لـ ventricular cells

مثلاً SA node action potential:

- Resting membrane potential ≈ -60
- Threshold ≈ -40

وهذا قريب، عشان هيك SA node أسرع في firing.

وبمرق فيه 3 phases، أهمها: Phase 4 depolarization

من -60 إلى -40

- في tachycardia → توصل أسرع
- في bradycardia → توصل أبطأ

وهذا بسبب فتح Na+ channels و Ca2+ channels

بالنسبة لـ autonomic system:

- ↑ parasympathetic → bradycardia
- ↓ parasympathetic → tachycardia

في معادلة: Heart rate = 60000 (ms)/ sinus cycle length

يعني كل ما زاد cycle length → يقل heart rate

ليش PR interval بيطول؟ لأنو في bradycardia و AV conduction delay

وأي دواء ممكن:

- يقلل firing من SA node
- أو يطول AV conduction time

مثل: beta blockers و calcium channel blockers

الأسباب نوعين:

- Extrinsic (خارج القلب)
- Intrinsic (داخل القلب)

أسباب sinus bradycardia:

- Hypothermia درجة الحرارة قلت
- Hypothyroidism قلو T4 و T3
- ↑ intracranial pressure ضغط جوا العين
- digoxin و beta blockers أدوية مثل

أسباب داخلية Intrinsic (داخل القلب) :

- Ischemia
- Infarction (necrosis)

وهذول بعملوا إطالة في RR interval

أما tachycardia → بتقصر RR interval

أسباب sinus tachycardia:

1. Automaticity→ زيادة نشاط sympathetic
2. Triggered activity وفيها نوعين:

- Early after depolarization → ما نستنى repolarization (T wave)
- Delayed after depolarization → تأخير قبل ما يطلع T wave

في كمان ectopic beats: معناها extra systole
بتصير بسبب: caffeine و nicotine وبتظهر كـ premature beats
الجسم شو بسوي؟ بيعمل delay بعدها عشان يحمي نفسه ← هذا اسمه compensatory pause وهذا كله ممكن يسبب tachycardia لأنه في triggering
آخر إشي: Re-entry احد اسباب ال tachycardia
ال Re-entry يعني: الإشارة الكهربائية (electrical impulse) تمشي بمسار واحد طبيعي لكن إذا في block:الإشارة تلف وترجع بنفس المسار
→ تضل تعمل continuous depolarization
→ يسبب tachycardia
طيب أسباب sinus tachycardia:

- exercise
- emotion
- pain
- fever / hyperthermia
- acute heart failure
- pregnancy
- anemia
- hyperthyroidism
- زيادة catecholamines

على ECG:بنشوف short RR interval

طيب ectopic beats أسبابها:

- ischemia
- leukemia
- calcified plaques (clots)
- irritation في conduction system
- أدوية
- caffeine
- nicotine

كيف تظهر على ECG؟

🔷 Atrial ectopic:

- تظهر أبكر من الطبيعي P wave
- أقصر PR interval

🔷 Ventricular ectopic:

- ومختلف بالشكل abnormal يكون QRS

الفرق بين early after depolarization و ectopic:

- repolarization ما بستنى early after depolarization
- بيستنى لكن بيجي أبكر شوي ectopic

هلا نحكي عن fibrillation:

🔷 Atrial fibrillation:

- عالي جدًا (350–250) heart rate
- ما بتكون واضحة P wave

🔷 Ventricular fibrillation:

- أخطر بكثير
- لأنه ventricles مسؤولين عن ضخ الدم
- ممكن يؤدي إلى death

العلاج: Defibrillator يعيد تنظيم rhythm

🔷 Anti-arrhythmic drugs:

4 أنواع:

1. Sodium channel blockers
2. Beta blockers
3. Calcium channel blockers
4. Potassium channel blockers

كلهم بيشتغلوا على:

- إطالة refractory period
- تقليل conduction
- تقليل heart rate

🔷 Digoxin:

يقلل heart rate مع انه يزيد contractility

- يعمل عبر:
  - parasympathetic activation
  - inhibition of Na/K pump

لكن ممكن يسبب:

- nausea
- vomiting
- bradycardia
- ectopic beats

علاج bradycardia:

- Atropine (parasympathetic antagonist)
- Isoproterenol (adrenergic agonist)