# تخطيط القلب الكهربائي ECG (2)

02 د. عبد الوهاب شهلا

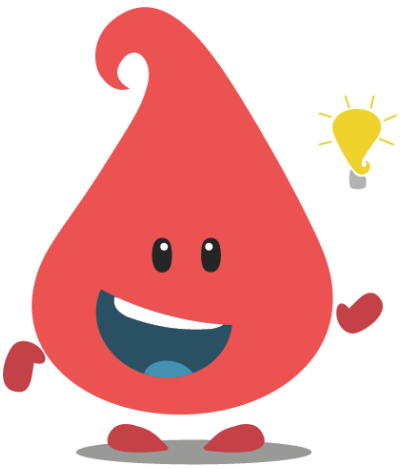
## السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

نقدم لكم المحاضرة الثانية لتخطيط القلب الكهربائي، حيث سنتحدث فيها عن كيفية عمل مخطاط كهربائية القلب وورق التسجيل مع شرح مفصل عن الموجات التي تظهر في التخطيط، والمظاهر السوية لمخططات القلب مع طريقة دراستها.
نتمنى لكم التوفيق والنجاح، لنبدأ....

## فهرس المحاضرة


| العنوان | رقم الصفحة |
|---|---|
| مخطاط كهربائية القلب وورق التسجيل | 2 |
| أمواج تخطيط القلب الكهربائي | 4 |
| المظهر التخطيطي السوي في الاتجاهات القلبية كلها | 20 |
| دراسة مخطط القلب الكهربائي | 25 |
| استخدامات تخطيط القلب الكهربائي | 32 |
| Overview | 33 |


alkamal
29120313



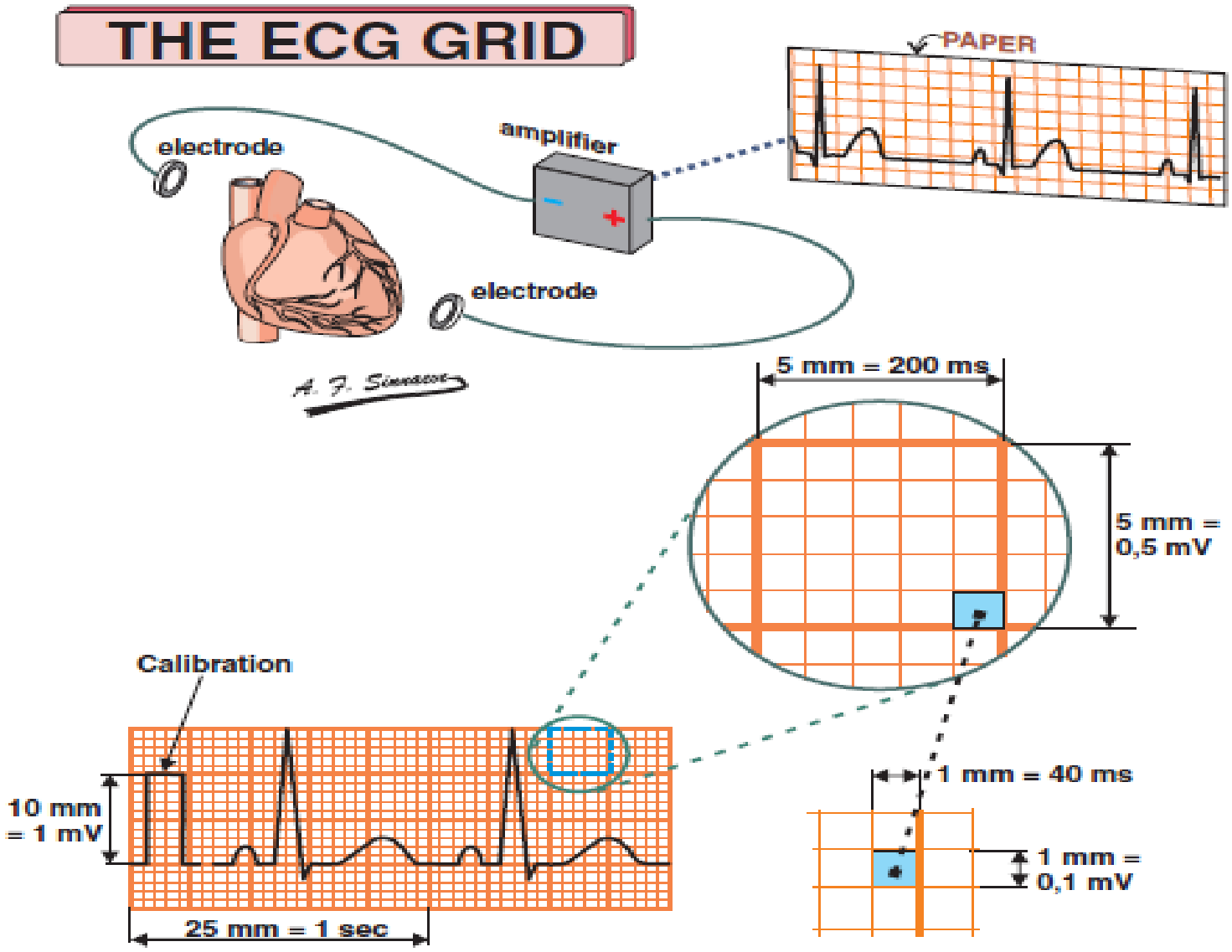
# مخطاط كهربائية القلب وورق التسجيل

- يعد مخطاط كهربائية القلب مقياساً غلفانياً غاية في الدقة، يستطيع التقاط **تغيرات محصلة الكوامن الكهربائية** وتسجيلها على ورق خاص، بواسطة مسارات معينة توضع على نقاط محددة من سطح الجسم.
- الورق المستخدم هو **ورق تسجيل ميليمتري**، مقسم بخطوط أفقية وعمودية، والمسافة بين أي خطين (أفقيين أو عموديين) تكون 1mm.

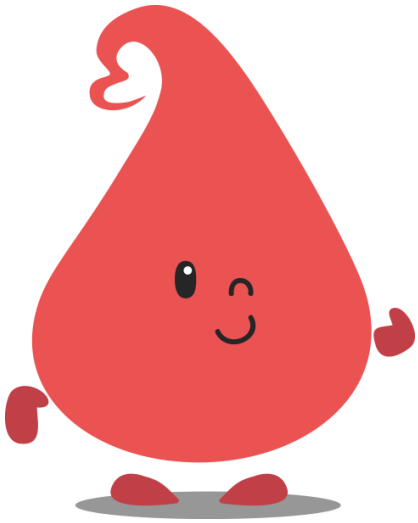
## كيف يتم استخدام هذا الورق؟

- يتألف الورق من مربعات صغيرة **متساوية**، ضلع كل منها 1 ميلي متر، وكل مربع كبير يحوي **25** مربعاً صغيراً (5×5).
- تمكننا هذه المربعات **عمودياً** من قياس **فولطاج** كل موجة من موجات مخطط كهربائية القلب المسجلة، إذ يسجل تنبيهاً شدته **ميلي فولط واحد** انحرافاً عمودياً مقداره **10 ميليمترات** إذا ما تمت معايرة الجهاز بدقة.
- أما **أفقياً** تمكننا هذه المربعات من تحديد **مدة** مكونات مخطط كهربائية القلب (الفواصل الزمنية)، حيث يمثل كل مربع (**1 ميليمتر**) وحدة زمنية تعادل **0.04 ثانية**، ومنه كل 5 مربعات تمثل 0.2s.
  - بالتالي تمثّل المسافة بين **خطين عموديين متتاليين**: **0.04s**.
  - وتمثّل المسافة بين **خطين أفقيين متتاليين**: **الشدة** (السعة).
- تكون **السرعة المعيارية** لأجهزة التخطيط التقليدية **25 ميليمتراً** في الثانية.

النتيجة: الميليمتر الواحد يمثل 0.1 mV عمودياً، و0.04 ثانية أفقياً.




صورة توضيحية لتقسيمات الورق المستعمل في التخطيط، ودلالة كل من هذه التقسيمات، ومعايرة جهاز التخطيط.



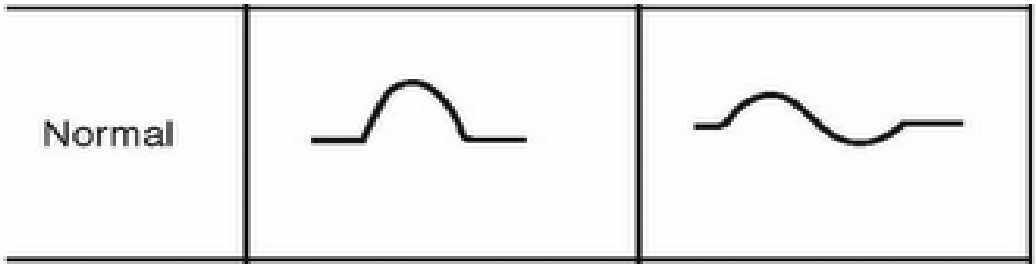
# أمواج تخطيط القلب الكهربائي

## الموجة P

- تمثل الانحراف الناجم عن نزع الاستقطاب الأذيني.
- **أمدها الطبيعي**: يتراوح من 0.08 ثانية إلى 0.12 ثانية[1] (مربعين إلى ثلاثة مربعات أفقية على المخطط).
- **سعتها**: **لا تتجاوز** 2.5 ملم في الحالات الطبيعية (**انتبه**: أي تكون سعتها **أقل** من 2.5 ملم وليس 2.5 تماماً في كل الحالات).
  - **ليس لها** حد أدنى، أي يمكن أن تصل سعتها إلى الصفر، وذلك بسبب صغر الكتلة العضلية للأذينتين، (أي يمكن أن تغيب على بعض الاتجاهات دون وجود خلل في الأذينة).
- **شكلها**: يكون **مدور** في الحالات الطبيعية.
- **قد تكون** ذات طورين في بعض الاتجاهات (جزء فوق خط السواء وجزء تحته كما في الشكل أسفل الصفحة) وهي حالة طبيعية، وفي هذه الحالة:
  - يعكس الطور الأول فيهما زوال الاستقطاب في الأذين **الأيمن**.
  - يعكس الطور الثاني زوال الاستقطاب في الأذين **الأيسر**.

إن لكل أذينة موجة P خاصة بها ولكن باعتبار أن الأذينات خلية مخلاوية يحدث فيهما التقلص بالوقت ذاته فإن الموجتين P تتراكبان وتظهران كموجة واحدة.

في بعض الحالات المرضية، لا يحدث هذا التراكب بشكل مثالي، حيث لا تكون الأذينتين متماثلتين من الناحية التشريحية أو الكهربائية (مثلاً ضخامة الأذينة اليسرى عند تضيق الدسام التاجي) مما يؤدي لظهور موجة P ذات قمتين.

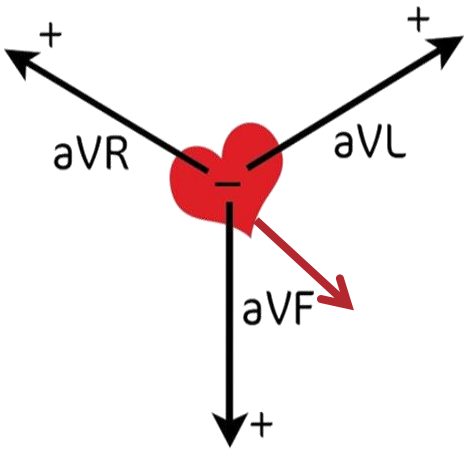



شكل الموجة P في الحالات الطبيعية (على اليسار: مدورة ذات طور واحد، على اليمين: ذات طورين)

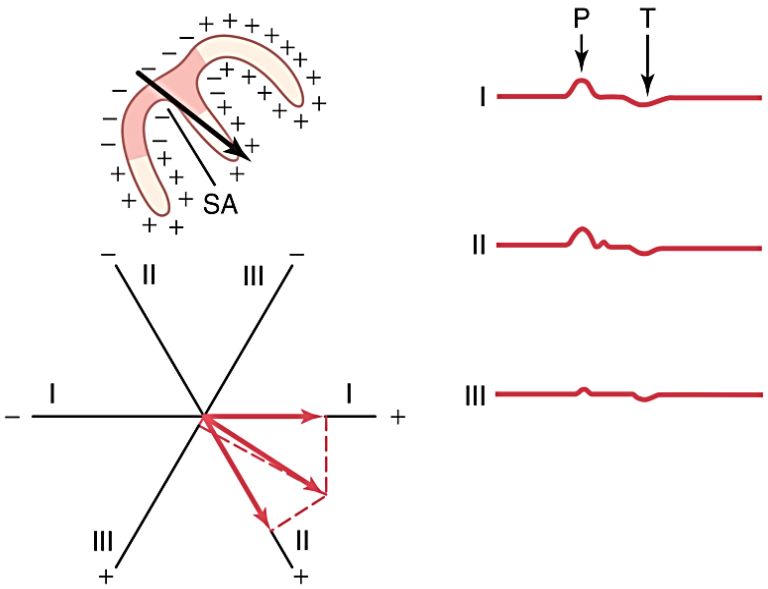
[1] ذكر الدكتور أنه يمكن أن يصل الحد الأعلى الطبيعي إلى 0.16 ثانية في بعض الحالات السوية، أما أكثر من ذلك فيدل على وجود خلل.

## خصائص الموجة P في الحالات الطبيعية:

- ✓ إيجابية **دائماً** في الاتجاهات I وII وV3 وV4 وV5 وV6.
- ✓ سلبية **دائماً** في الاتجاه aVR.
- ✓ إيجابية **أو** سلبية **أو** ذات طورين **أو** على خط السواء الكهربائي في الاتجاهات III وV1 وV2.
- ✓ تكون **غالباً** إيجابية في الاتجاهين aVL وaVF.

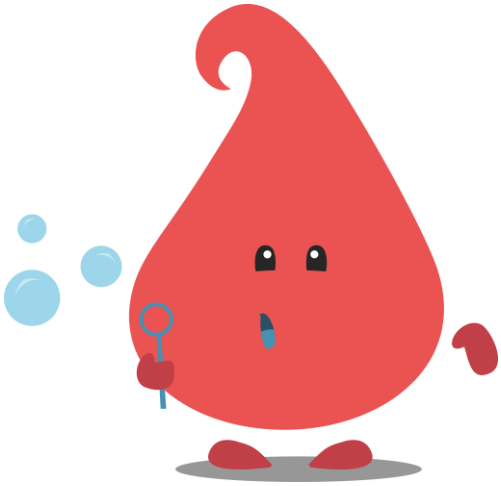



تفسّر هذه الصورة سبب كون الموجة P سالبة دائماً في الاتجاه aVR، وكونها غالباً موجبة في الاتجاهين aVF وaVL. (يمكن استنتاج ذلك بإسقاط الموجة P على المحاور الثلاثة، فإذا كان المتجه المسقط بجهة المحور كانت إيجابية والعكس بالعكس).




توضح هذه الصورة المسقط الإيجابي الواضح لمتجه الموجة P على المحورين I وII، بينما يكون المسقط صغير جداً على III لذلك ممكن أن تكون P موجبة أو سالبة أو ذات طورين أو على خط السواء في هذا الاتجاه.

ملاحظة: الموجة T المرسومة في الصورة هي **الموجة T الأذينية** الممثلة لعود الاستقطاب الأذيني.



**ملاحظة سريرية:** RB Clinical

- عند وجود أي شذوذ في شكل أو سعة أو امتداد الموجة P فهو يشير إلى مشكلة في الكتلة العضلية للأذينتين.
- فمثلاً، عند تضيق الدسام التاجي تتضخم كامل عضلة الأذينة اليسرى مما يؤدي لزيادة سعتها لأكثر من 2.5 ملم (لأن نزع الاستقطاب سيطال ألياف عضلية أكثر والإثارة ستشمل كتلة عضلية أكبر).

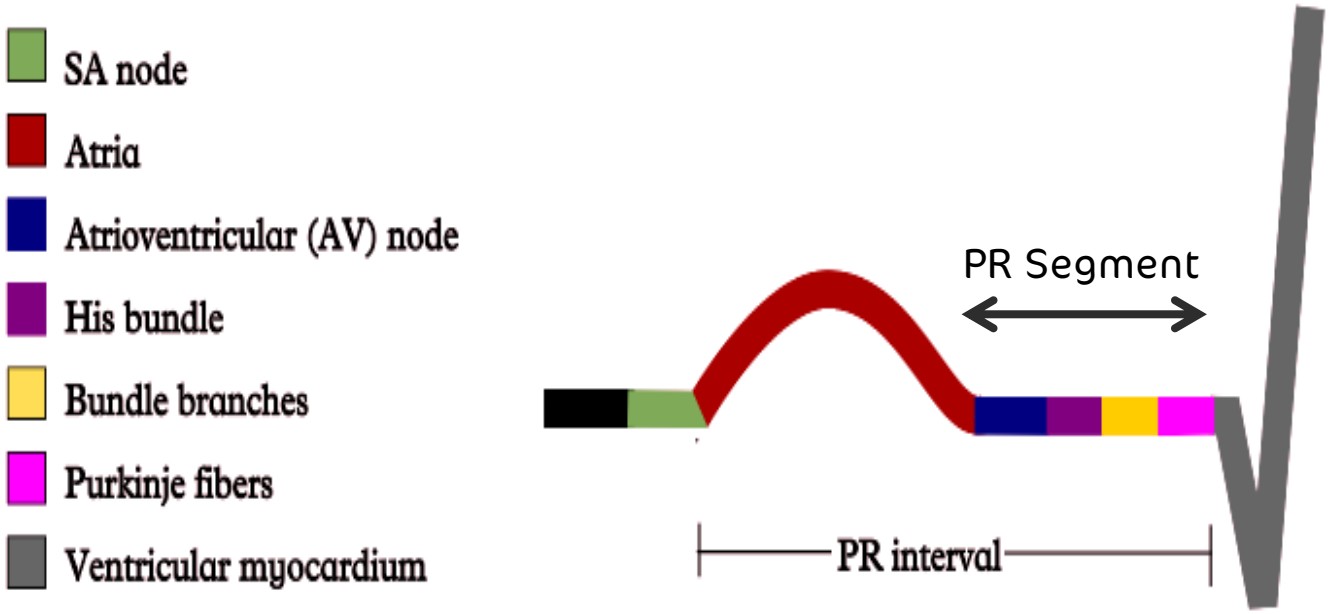
## الموجة Ta (Ta Wave)

- ✓ تمثل الموجة Ta الانحراف الناجم عن **عود الاستقطاب الأذيني**، وتكون **غالباً سلبية**.
- ✓ تلي الموجة P، و**لا تظهر عادةً** في مخطط القلب الكهربائي في الاتجاهات المعروفة والمستعملة بالطرائق التقليدية، وذلك **لصغر** سعتها وتراكبها مع المركب QRS (حيث أن الكتلة العضلية للأذينيتن أصغر بكثير منها في البطينين لذلك يطغى المعقد QRS على الموجة Ta).
- ✓ ليس لها أهمية سريرية.

## الفترة P-Q أو P-R (The P-Q or P-R interval)

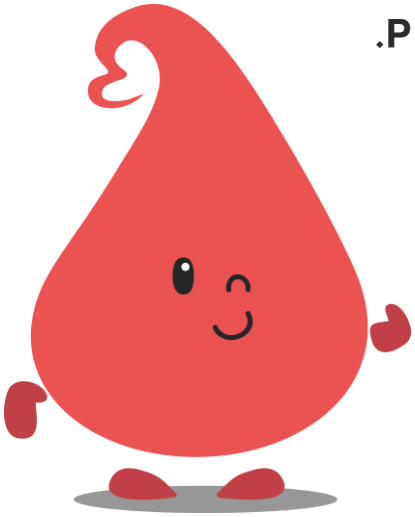
- ✓ تمتد هذه الفترة من **بداية** الموجة P وحتى **بداية** الموجة Q **إن وجدت**، أو **بداية** الموجة R في حال غياب الموجة Q.
- ✓ تمثل الفترة الواقعة بين **بداية** التفعيل (نزع الاستقطاب) الأذيني **وبداية** التفعيل البطيني، حيث تشتمل على زمن انتقال الدفعة الكهربائية في العقدة الأذينية البطينية (تأخير الـ AVN) وحزمة هيس وفروعها.
- ✓ تنتهي في اللحظة التي تصل فيها الدفعة الكهربائية إلى الألياف العضلية القلوصة في البطينين.
- ✓ يتراوح أمدها من 0.12 ثانية إلى 0.20 ثانية.
- ✓ تقع على **خط السواء الكهربائي** (ما عدا الموجة P) ويجب أن تكون **ثابتة** في كل مخطط.

لهذه الفترة أهمية سريرية كبيرة حيث أن تزايدها يعد من العلامات الصغرى لبعض الأمراض كالحصارات الأذينية البطينية، ومنها الحمى الرثوية التي يحصل فيها حصار بين بداية التفعيل الأذيني وبداية التفعيل البطيني.




## الشدفة P-Q أو P-R ( P-R or P-Q Segment)

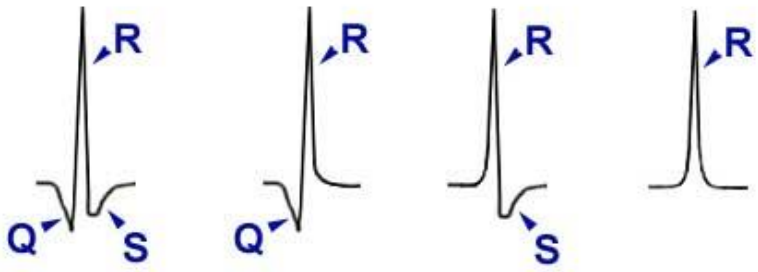
- وهي المسافة الواقعة على **خط السواء الكهربائي**، والممتدة من **نهاية** الموجة P وحتى **بداية** المركب QRS.
- تمثل الفترة الممتدة من تمام نزع استقطاب الأذينتين وانتشار نزع الاستقطاب إلى حزمة هيس وحزمة بوركنج وتأخُّره فيها مؤقتاً، قبل انتشاره للألياف العضلية البطينية.
- تسمى P-R في حال غياب الموجة Q.
- أمدها هو الفترة P–Q (P–R) **منقوصاً** منها زمن الموجة P.



## المركب البطيني QRS (The QRS Complex)

✓ يمكن أن يظهر هذا المركب **بعدة أشكال** على اتجاهات التخطيط المختلفة، فقد يكون:

- حاوياً الموجات الثلاث QRS.
- أو حاوياً QR فقط.
- أو حاوياً RS فقط.
- أو حاوياً R فقط.
- أو حاوياً S فقط ويدعى عندها QS (**هام**).




✓ يمثل المركب QRS **نزع الاستقطاب البطيني**.

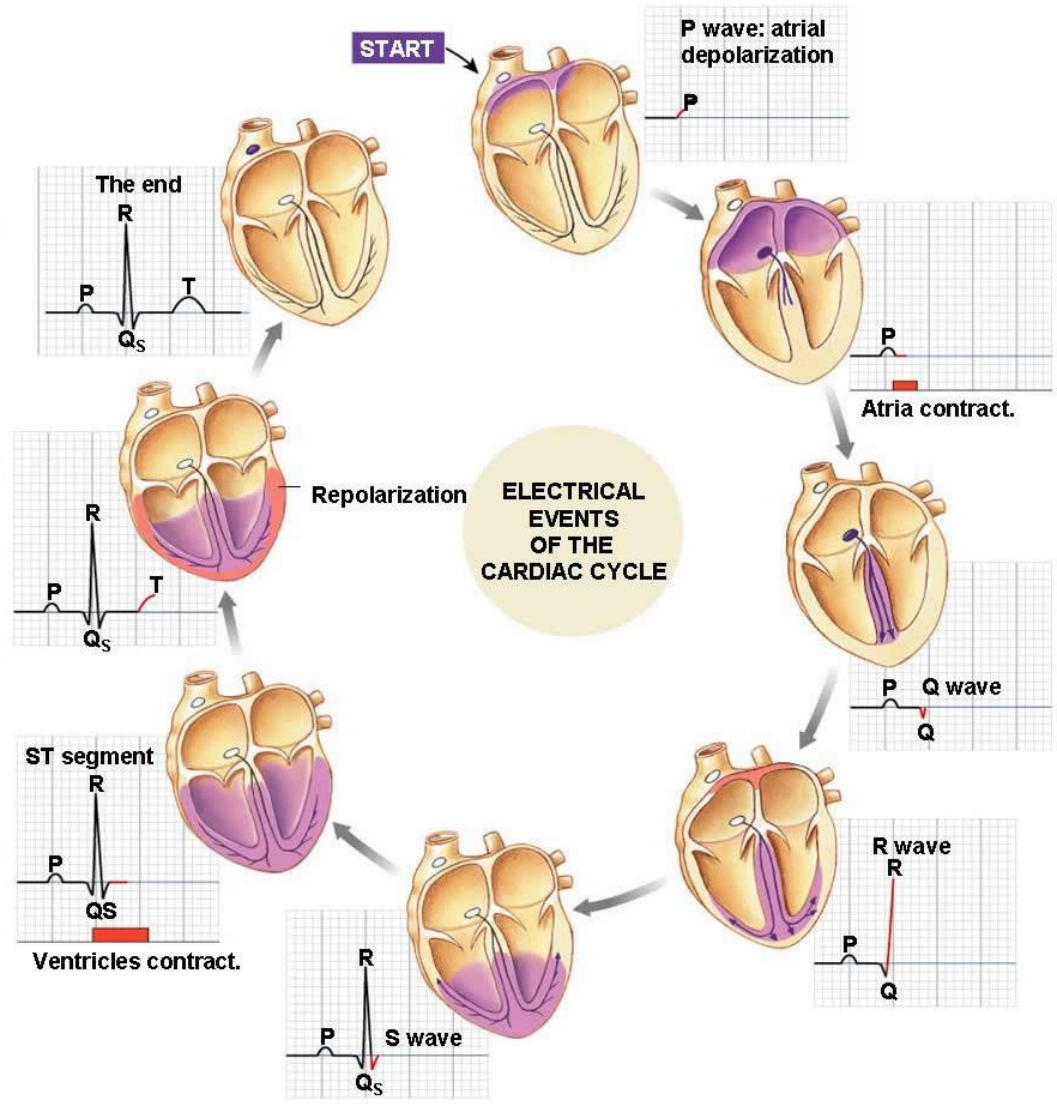
- يبدأ انتشار التنبيه (زوال الاستقطاب) ضمن البطينين من القسم السفلي للحاجز بين البطينين، ويكون جانبه الأيسر أشد وأسرع استثارة من جانبه الأيمن (أي يبدأ نزع الاستقطاب ضمن الحاجز البطيني **من يساره إلى يمينه**).
- ثم تنتشر موجة التنبيه (الدفعة الكهربائية) إلى **ذروة القلب وجدران البطينين**.
- يحدث انتشار موجة التنبيه من **السطح الشغافي إلى السطح التاموري** عبر العضلة القلبية.
- تصل موجة زوال الاستقطاب **أخيراً** إلى القاعدة الخلفية للبطين الأيسر والمخروط الرئوي[2] والجزء الأعلى من الحجاب البطيني.

يتم نزع الاستقطاب في البطينين على الترتيب التالي:

السطح الشغافي الأيسر للحاجز بين البطينين
↓
السطح الشغافي للحاجز بين البطينين ككل
↓
السطح الشغافي المتبقي من البطينين
↓
السطح التاموري عبر الطبقة العضلية
↓
المنطقة قرب قاعدة البطينين والجزء العلوي من الحاجز بين البطينين.

[2] المخروط الرئوي: هو مكان خروج الشريان الرئوي قرب قاعدة البطين الأيمن.

- أما **انتشار عود الاستقطاب** في البطينين فيكون **بالاتجاه المعاكس** لانتشار نزع الاستقطاب، أي من السطح التاموري إلى السطح الشغافي (سنأتي على تفسير ذلك في فقرة الموجة T).




شكل يوضح العلاقة بين انتشار التنبيه (نزع الاستقطاب) في العضلة القلبية والمخطط الكهربائي للقلب، كما يبين انتشار عود الاستقطاب البطيني.

## أولاً: الموجة Q (Q Wave)

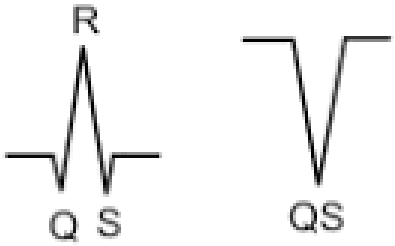
- ✓ تمثّل **زوال استقطاب الحاجز البطيني**.
- ✓ **سلبية دائماً**، وتحدد بكونها **أول انحراف سلبي** في المركب QRS.
- ✓ **أمدها الطبيعي**: يتراوح بين 0.03-0.04 ثانية (أقل من مربع إلى مربع واحد أفقياً).

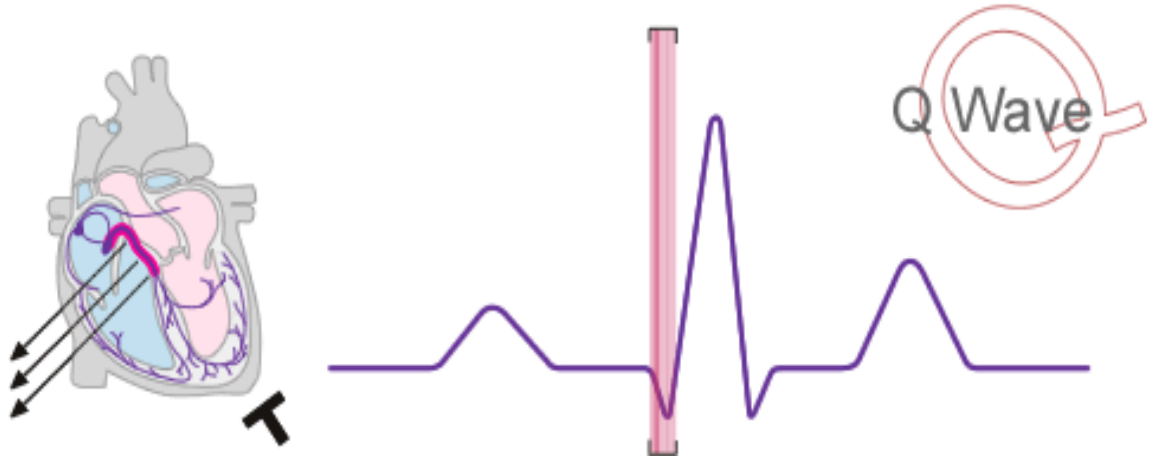
✓ **سعتها:**

- **لا يتجاوز** عمقها في الحالات الطبيعية 2مم (مربعين) في الاتجاهين القياسيين I وII.
- تكون **أقل من** 1 مم في باقي الاتجاهات.
- **قد** يتجاوز عمقها الـ 2 مم في الاتجاه القياسي III عند بعض الأشخاص الأسوياء (أكبر عمق مسموح به في هذا الاتجاه هو 3 مم وإلا نبحث عن حالة مرضية).

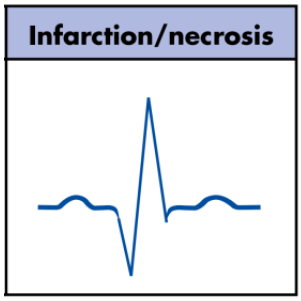
✓ نظراً لصغر الكتلة العضلية للحاجز البطيني ولكونه يقع ضمن القلب، فمن الصعب تسجيل تبدلاته الكهربائية، إذ **قد** لا تظهر الموجة Q على مخطط القلب الكهربائي في **جميع** الاتجاهات، وفي حال ظهورها تكون سعتها صغيرة نسبياً، لكنها أكثر ماتظهر في **الاتجاهات القريبة من البطين الأيسر** أي الاتجاهات V4 وV5 وV6 وaVL والاتجاه القياسي الأول I.

✓ عندما يتكون المركب بأكمله من انحراف سلبي وحيد (أي لا وجود للموجة R كما في الصورة المجاورة) فإنه يدعى **الموجة QS** ونلاحظ ذلك في الاتجاه aVR.




في حالات احتشاء القلب تظهر الموجة Q بشكل **عريض وعميق** (كما في الشكل المجاور)، وتفسير ذلك أن جزء من جدار البطين يتموَّت وتتوقف الفعاليات الكهربائية فيه، فيشكل ما يشبه النافذة التي تمكننا من قياس الموجة Q بشكل أوضح.



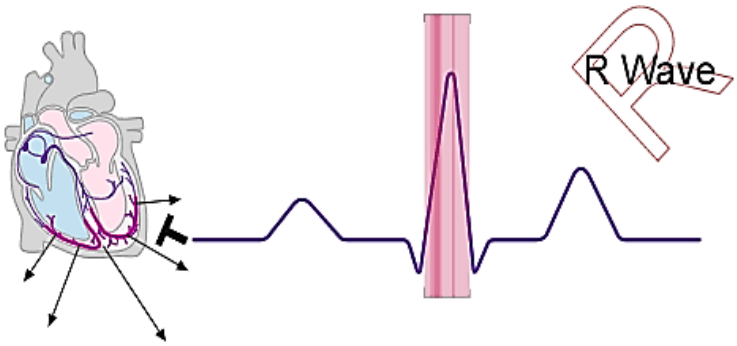

شكل الموجةQ في احتشاء القلب

## ثانياً: الموجة R (The R Wave)

- تعد الموجة R أول موجة إيجابية في المركب تلي الموجة Q.
- تصبح أول انحراف في المركب في حال **غياب Q**، وهي **إيجابية دائماً**.
- تمثل **زوال الاستقطاب** في جدران البطينين وفي جزء من قاعدة البطين الأيسر.
- **أمدها الطبيعي**: يتراوح بين **0.05-0.08** ثانية (من مربع واحد تقريباً إلى مربعين).
- **سعتها**:

✓ تكون في الاتجاهات القياسية I وII وIII حوالي 10 مم.

- يجب ألا تتجاوز في الحالات الطبيعية الـ 20 مم في الاتجاه القياسي الذي يحمل أكبر فرق في الكامن الكهربائي (يكون عادةً الاتجاه II).
- يجب ألّا تقل عن 5 مم بالاتجاه الأصغر بالكامن (الذي يكون عادةً الاتجاه I).
- بالتالي يمكن القول أن سعة الموجة R تتراوح في الاتجاهات القياسية بين 5-20مم.



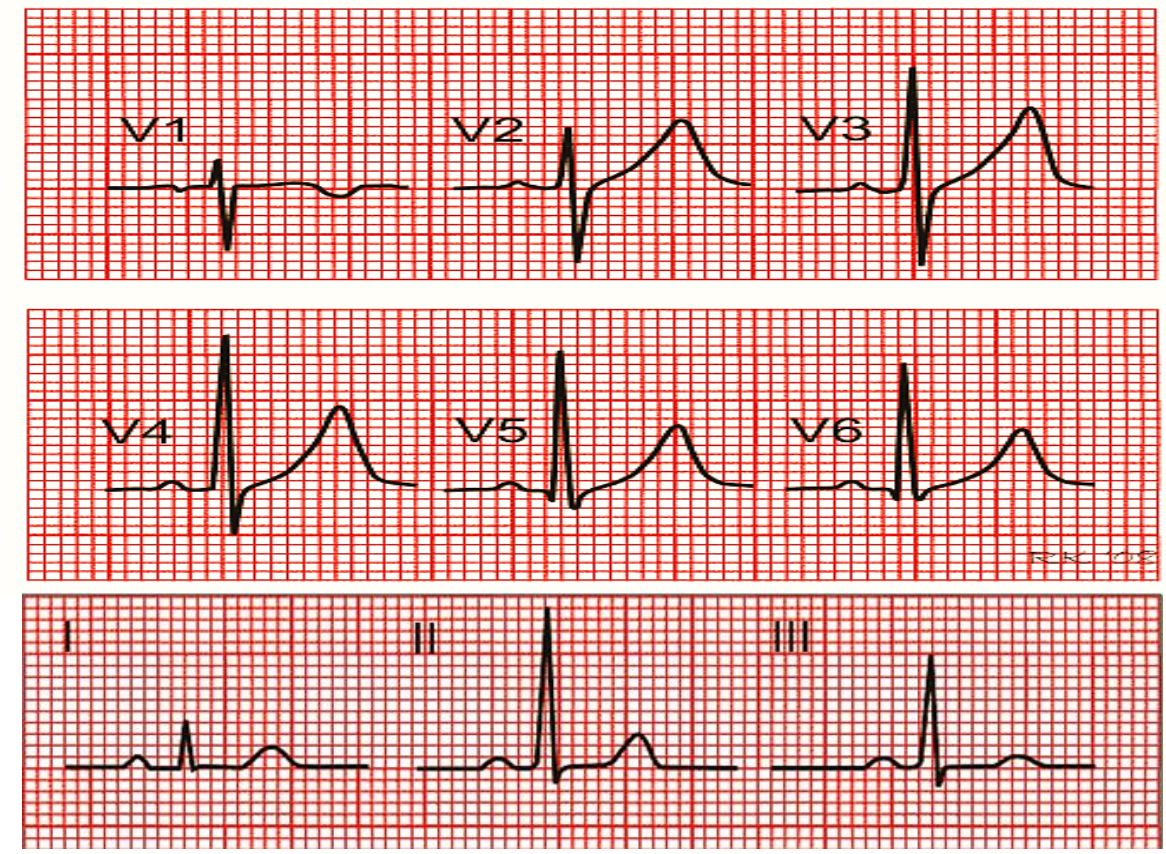

✓ أما في الاتجاهات الصدرية فلا تتجاوز سعتها 25 مم، حيث تكون الموجة R **صغيرة** في الاتجاه الصدري V1 **وتزداد تدريجياً** حتى V6، وقد يكون الازدياد التدريجي حتى V4 فقط، ثم تصبح أقل ارتفاعاً في V5 وV6.

تعبّر الموجة R عن نزع الاستقطاب في جدار البطينين، كما نعلم أن البطين الأيسر له بنية عضلية أضخم من الأيمن فيساهم نزع استقطابه بنسبة أكبر في الموجة R، وبما أن الاتجاه V1 يرصد القلب من الجهة اليمنى فهو يرسم أصغر سعة للموجة R وتتزايد السعة تدريجياً بالاتجاه نحو V6 أي بالاتجاه نحو الجهة اليسرى والاقتراب من البطين الأيسر.

## ملاحظة:

من الدلائل السوية الهامة في مخطط القلب الكهربائي:

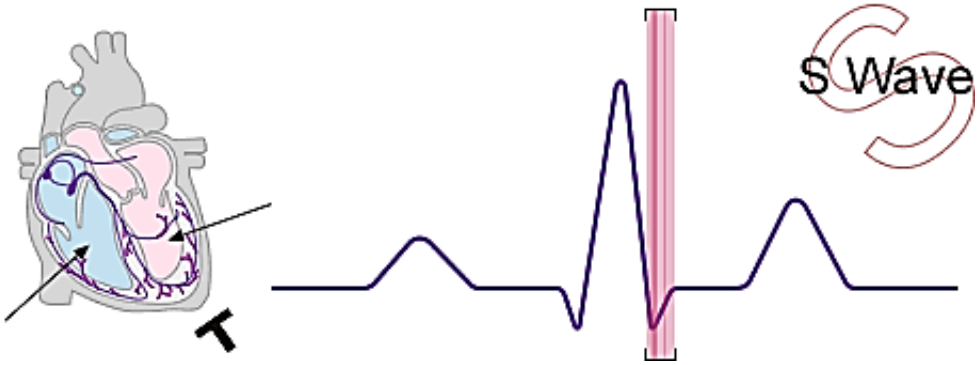
- التزايد التدريجي لموجة R من V1 وحتى V6 أو V4 (إذ إن عدم رؤية التزايد التدريجي السابق يعد من العلامات التخطيطية لاحتشاء العضلة القلبية).
- كون الموجة R في الاتجاه القياسي II أكبر منها في الاتجاهين I وIII.



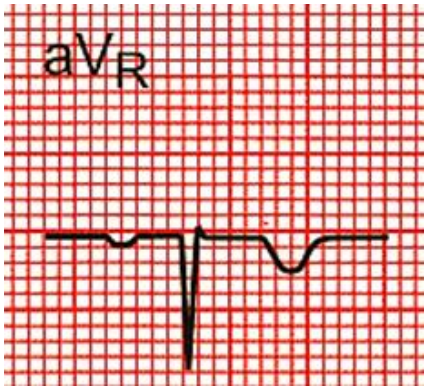

نلاحظ في الشكل تزايد السعة التدريجي للموجة R في الاتجاهات الصدرية من V1 إلى V4 ثم تناقص هذه السعة في V5 و V6.
كما نلاحظ أن سعة الموجة R في الاتجاهات القياسية تكون أكبر ما يمكن في الاتجاه القياسي الثاني وأصغر ما يمكن في الاتجاه القياسي الأول.

## ثالثاً: الموجة S (The S Wave)

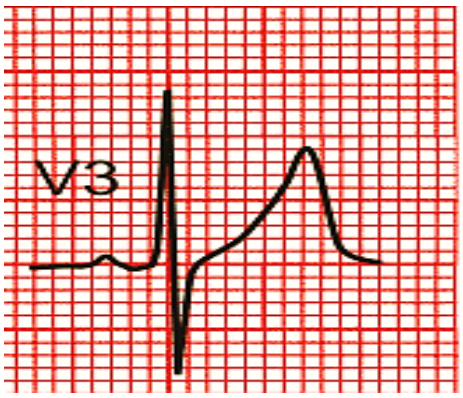
- تمثل الموجة S زوال الاستقطاب في الجزء المتبقي من قاعدة البطين الأيسر وقاعدة البطين الأيمن، والقسم العلوي من الحاجز البطيني[3].
- تلي الموجة R، وهي **سلبية دائماً**.
- **أمدها الزمني:** بين **0.04-0.08 ث** (من مربع لمربعين).
- قد تكون الموجة S صغيرة من حيث العمق (السعة)، وقد لا تظهر، ولكن بالمقابل قد تصل سعتها في الاتجاه الذي يحمل فارق الجهد الأكبر (V1 أو V2) إلى **15 مم** (لكون هذين الاتجاهين يرصدان القلب من جهة أكثر انزياحاً لليمين أي أقرب ما يمكن لقاعدة البطينين والحاجز البطيني).



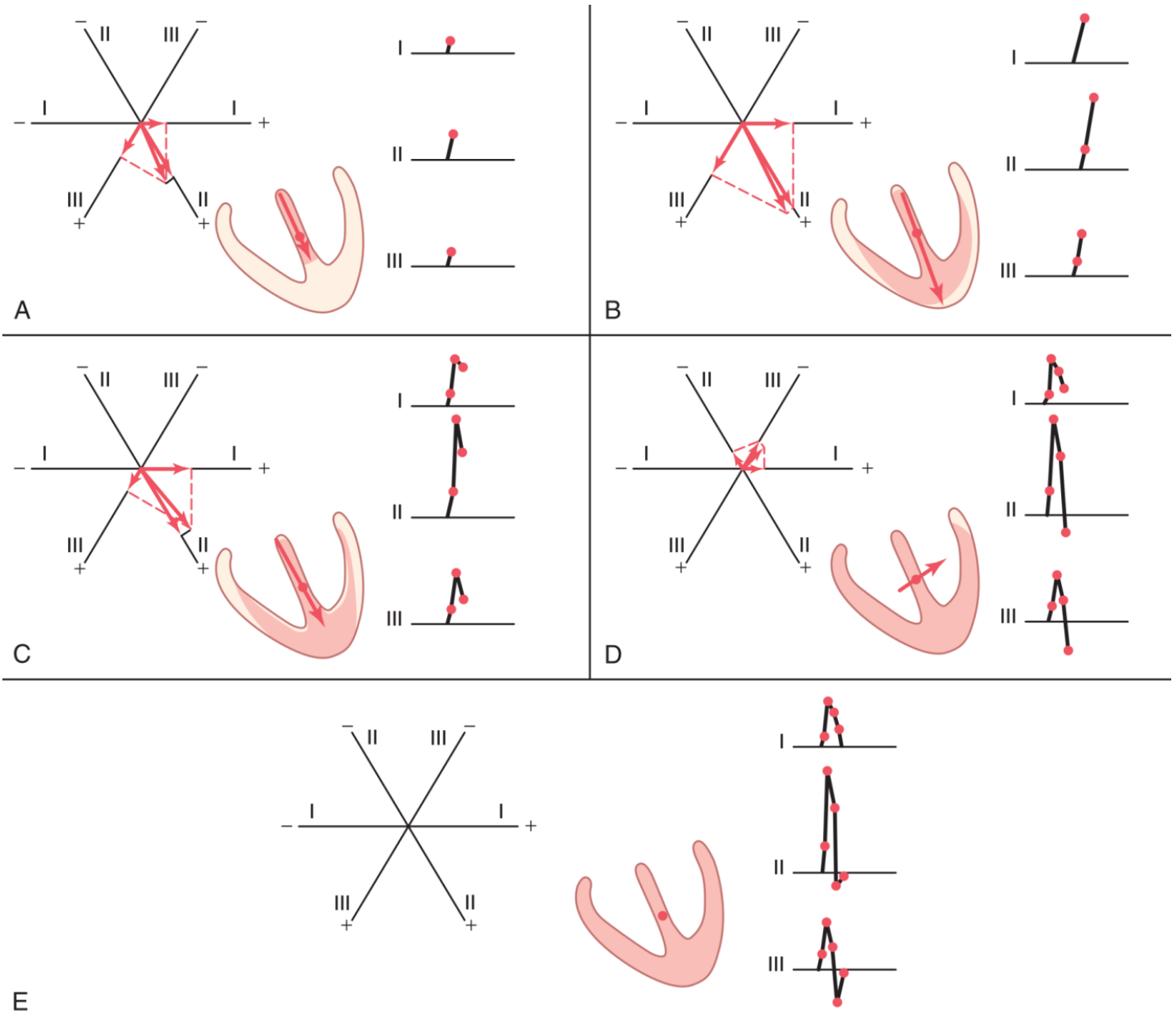

- وهي **تتناقص تدريجياً** (وذلك بعكس الموجة R) إلى الاتجاه V6، ولكن في بعض الحالات الطبيعية يمكن أن تكون الموجة S في الاتجاه V2 **أكبر** منها في الاتجاه V1.
- تتساوى الموجة S مع الموجة R في الاتجاه **V3**.
- كما تكون عميقة وواضحة في الاتجاه aVR حيث تمثل **الانحراف الرئيس** في غياب الموجة R.




الموجة S في
الاتجاه aVR ← 
→ تساوي
طول R وS
في V3




[3] ذكرنا سابقاً أن نزع استقطاب الحاجز البطيني يكون أولاً وتمثله الموجة Q، لكن القسم العلوي من هذا الحاجز يكون آخر ما يتم نزع استقطابه مع القسم المتبقي من قاعدة البطين الأيسر وقاعدة البطين الأيمن ويمثل ذلك الموجة S.



نلاحظ في الصورة مراحل نزع الاستقطاب البطيني أي ما يقابل المركب QRS من الدورة القلبية.

ونلاحظ فيها المتجه المسقط على كل من محاور الاتجاهات القياسية III ,II ,I و ما يرافقه من تبدلات في تخطيط القلب الكهربائي في كل من هذه الاتجاهات على حدة.

## الشدفة S–T (The S–T Segment)

- تمتد الشدفة S–T من نهاية المركب البطيني QRS وحتى بداية الموجة T.
- وهي تمثل نهاية زوال الاستقطاب البطيني وبداية عود الاستقطاب.
- تكون غالباً على خط السواء الكهربائي، إذ قد تعلوه في بعض الحالات الطبيعية بمقدار 1 مم في الاتجاهات الصدرية.
- يتعلق الأمد الزمني لهذه الشدفة بسرعة النظم القلبي، فقد تكون صغيرة جداً، وقد تصل إلى نحو 0.15 ث. (ينقص زمنها بتسارع النظم، ويزداد بتباطئه).

تذكر: تسارع النظم القلبي يكون على حساب فترة العصيان المطلق وهي الفترة التي لا يستجيب فيها القلب لأي إثارة جديدة لأنه لم يعد بالكامل لحالة استقطابه.

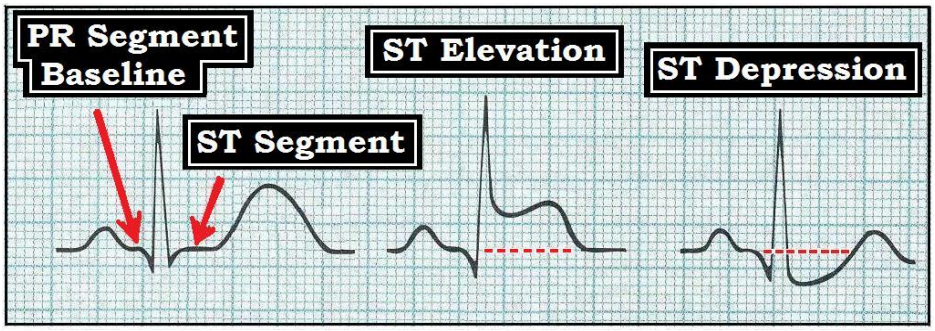
- ولهذه الشدفة أهمية تشخيصية كبيرة[4]، إذ إن تزحلها إلى الأعلى (ارتفاعها) أو إلى الأسفل (انخفاضها) مع انقلاب موجة T له دلالة مرضية:

### أولاً: تزحّل الشدفة S-T إلى الأعلى *ST elevation*:

- ويلاحظ ذلك في حالات مرضية متعددة، منها: الاحتشاء الحديث في عضلة القلب، التهاب التامور الحاد، فرط بوتاسيوم الدم...

### ثانياً: تزحّل الشدفة S-T إلى الأسفل *ST Depression*:

- يشاهد انخفاض الشدفة S–T في حالات مرضية متعددة، منها: إقفار العضلة القلبية، انخفاض بوتاسيوم الدم، المعالجة بالديجيتال، والضخامة البطينية.

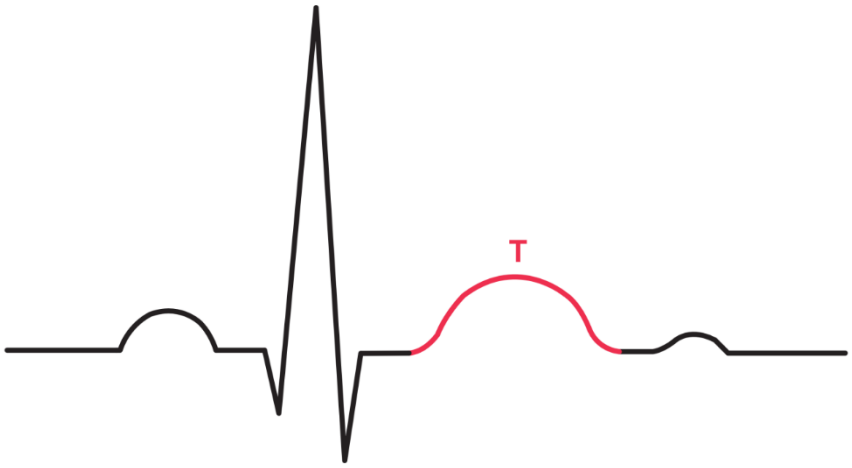



شكل يمثل تزحّل الشدفة S-T إلى الأعلى وإلى الأسفل

[4] ذكر الدكتور أننا لسنا مطالبين بحفظ حالات تزحلها للأعلى أو للأسفل، وإنّما فقط بمعرفة إمكانية تزحلها لأي من الجهتين.

## (The T Wave) T الموجة

- ✓ تمثّل الموجة T **نهاية عودة الاستقطاب البطيني**.
- ✓ وتأخذ **أشكالاً متباينة**، فقد تكون إيجابية (فوق خط السواء) أو سلبية (تحته) أو متطاولة أو مسطّحة حسب الاتجاه الذي نسقط متجهها عليه.
- ✓ كما تتباين أبعادها كثيراً، ولكنها نادراً ما تتجاوز الـ **6 مم** في الحالات السوية.
- ✓ وتكون مدتها نحو 0.20 ثا.




## تفسير شكل الموجة T

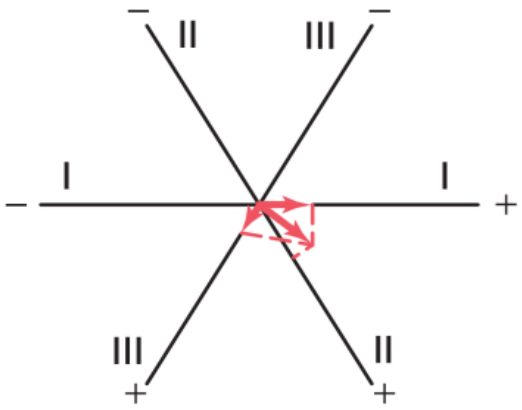
قد يخطر في بالنا أن الموجة T يجب أن تماثل المركب QRS في الشكل والسعة وتعاكسه بالاتجاه (لأنّ المركب QRS يمثل نزع استقطاب البطينين بينما تمثل الموجة T عودة استقطابهما)، **إلّا** أنه في الواقع الموجة T ذات سعة أقل من المركب QRS ولها نفس جهته (عموماً).

### تفسير الشكل والسعة:

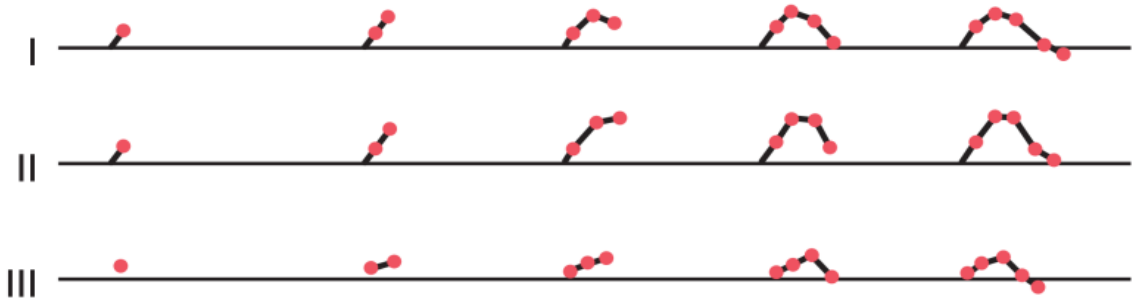
- ➢ إن شكل الموجة T المنحني وصغر سعتها مقارنةً بالمركب QRS (كما تطرقنا إلى شرحه سابقاً) يعود إلى أن **الفترة الزمنية** اللازمة لعودة استقطاب البطينين أكبر من الفترة الزمنية اللازمة لنزعه، وبالتالي يتحول شكل الموجة من المؤنَّف (المدبب) المشاهد في QRS إلى نصف كروي المشاهد في الموجة T.

## تفسير الاتجاه:

- لمّا كان الحاجز البطيني والمناطق الشغافية الأخرى لجدران البطينين هي التي يزول استقطابها أولاً، فمن البديهي أن تستعيد هذه المناطق استقطابها أولاً أيضاً.
- ولكن هذا لا يحدث عادةً حيث إنّ عودة استقطاب الحاجز بين البطينين والمناطق الشغافية **أبطأ** من عودة استقطاب السطح التاموري للبطينين، **ويرجع ذلك إلى أنّ**:
  - الضغط العالي في جوف البطينين أثناء التقلص يُنقِص الجريان الدموي الإكليلي في طبقات القلب الثلاث، ويكون هذا النقص في الوارد الدموي أشدّه في الشغاف ويخف تدريجياً بالاتجاه نحو التامور (لنقص شدّة التقلص).
- لذلك فإن الجزء الأكبر من العضلة القلبية الذي يستعيد استقطابه أولاً هو ذلك المتوضع على **كامل السطح الخارجي التاموري للبطينين ولاسيما قرب القمة**.
- وهذا يقود إلى أنّ النهاية الموجبة لمتجه القلب في أثناء عودة الاستقطاب تتجه نحو **قمة القلب** أيضاً كما في زوال الاستقطاب (تذكر أن المتجه يكون من المناطق منزوعة الاستقطاب إلى المناطق المستقطبة أي من السالب نحو الموجب).




نشاهد في هذه الصورة مراحل عودة استقطاب البطينين في الموجة T بدءاً من السطح التاموري في ذروة القلب وانتهاءً بالسطح الشغافي
مع ما يوافق هذه المراحل من المتجهات المسقطة على الاتجاهات القياسية الثلاث.



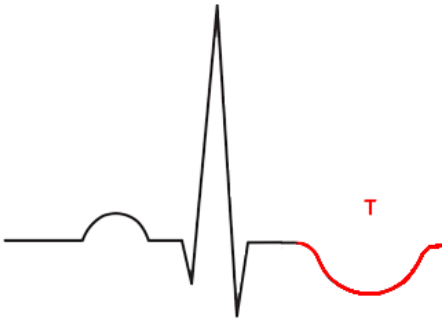
## الموجة T في الحالات الطبيعية:

- **موجبة دائماً** في الاتجاهين القياسيين I ,II وفي الاتجاهات الصدرية V3 وV4 وV5 وV6.
- **إيجابية أو سلبية** في الاتجاهات V1, V2, III.
- **غالباً ما تكون إيجابية** في الاتجاهين aVL وaVF.
- في حين تكون **سلبية دائماً** في الاتجاه القلبي aVR.

## الموجة T في الحالات المرضية:

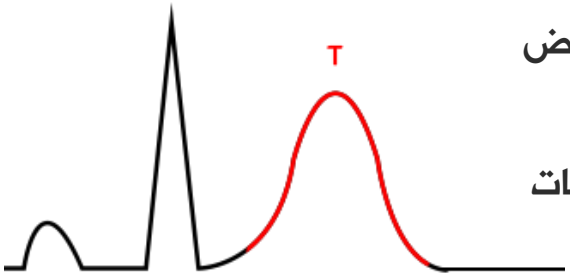
تخضع الموجة T إلى تغيرات مختلفة (من ناحية المدة الزمنية أو السعة أو الشكل أو الانقلاب أو الاختفاء) في حالات مرضية متعددة منها:

### 1. انقلاب الموجة T:




- يلاحظ انقلاب الموجة T في كثير من الحالات المرضية منها: إقفار العضلة القلبية[5]، الاحتشاء الحاد، التهاب التامور، انخفاض بوتاسيوم المصل، الضخامة البطينية...
- نقصد بالانقلاب رؤية الموجة سالبة في اتجاه يجب أن تكون فيه موجبة في الحالة السوية.

### 2. أن تصبح الموجة T متطاولة ومدببة:

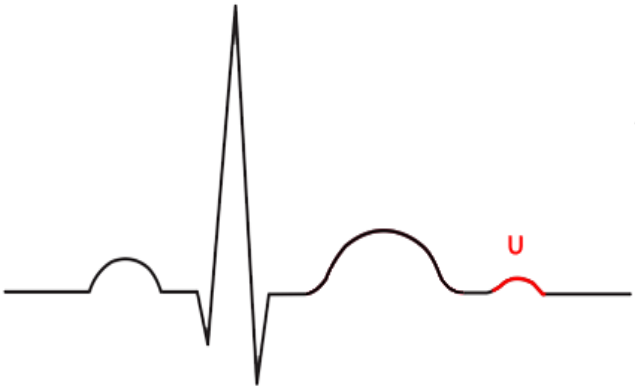



- يلاحظ ذلك في فرط بوتاسيوم المصل، والاحتشاء الخلفي حيث تتطاول موجات T وتصبح مدببة في بعض الاتجاهات الصدرية.
- يمكن أن يلاحظ ذلك بشكل سوي في بعض الجنسيات الآسيوية والأفريقية.

عند إجراء تخطيط القلب الكهربائي في معظم الأحيان لا يكفي الاعتماد على قراءة اتجاه واحد فقط، بل ندرس الاتجاهات ال12 ونربط بين معطياتها للإعطاء التشخيص الأقرب للصحة.

[5] نقص تروية العضلة القلبية.

## الموجة U (The U Wave)




- تأتي الموجة U في أعقاب الموجة T بعد فاصلة زمنية محددة، بحيث تتبعها (سعةً وجهةً) ولكنها أصغر منها.
- **مجهولة المنشأ**، ويعتقد أنها تعكس عودة الاستقطاب في الجهاز الناقل البطيني (الجهاز العقدي).
- **قليلة الأهمية** ولا ترتسم في معظم الحالات.
- يصعب تمييز هذه الموجة بالطرائق التخطيطية التقليدية.

## الفاصلة (الفترة) Q – T (The Q – T interval)

- تمتد من **بداية** الموجة Q وحتى **نهاية** الموجة T.
- **تمثّل كهربائياً:** الزمن الإجمالي الذي يستغرقه زوال استقطاب الكتلة العضلية البطينية **إضافة** إلى زمن عودة استقطابها.
- **تمثل ميكانيكياً:** فترة انقباض البطينين، (مع العلم أنّ فترة **الاسترخاء البطيني** تكون من بعد نهاية الموجة T بقليل إلى بعد بداية مركب QRS **التالي** بقليل[6]).
- تختلف هذه الفترة باختلاف العمر والجنس وسرعة النظم القلبي[7].
- لا تتجاوز مدتها 0.40 ثانية (الحد الأعظمي) عندما تكون سرعة النظم القلبي 72 ضربة/دقيقة.

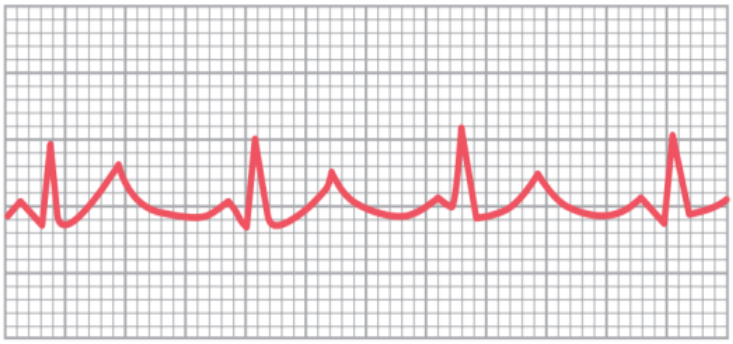
تذكر أنّ مدة تقلص البطينين وكمون العمل في الليف العضلي البطيني 0.3 ثانية.

[6] لأن العمليات الكهربائية تسبق الميكانيكية.

[7] تنقص الفترة Q – T مع تسرع القلب (بما أنها تدل على فترة الانقباض البطيني وعند التسرع تنقص فترة الانقباض)، وتزداد مع تباطؤ القلب.

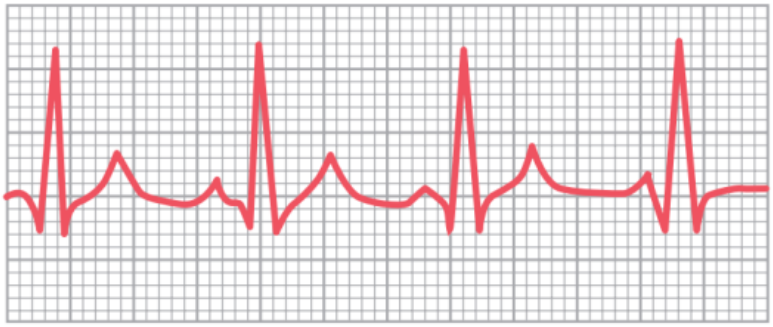
# المظهر التخطيطي السوي في الاتجاهات القلبية كلها

## 1. في الاتجاه المعياري الأول /:




- **الموجة P**: إيجابية دائماً.
- **الموجة Q**: سلبية صغيرة أو غير موجودة.
- **الموجة R**: تشكل الانحراف الرئيس، إذ تكون إيجابية واضحة.
- **الموجة S**: سلبية صغيرة.
- **الموجة T**: إيجابية دائماً.

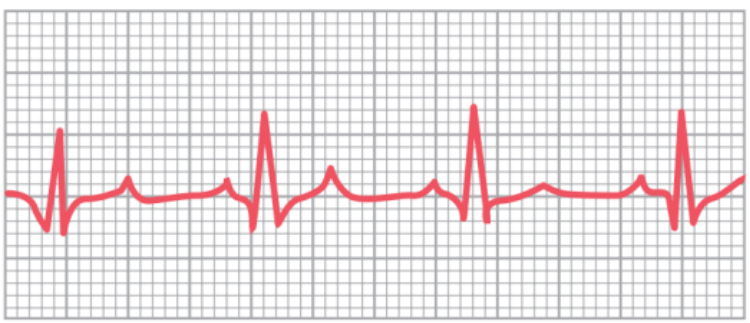
## 2. في الاتجاه المعياري الثاني //:




- **الموجة P**: إيجابية واضحة.
- **الموجة Q**: سلبية صغيرة.
- **الموجة R**: تشكل الانحراف الرئيس، وهي في هذا الاتجاه أكبر من R في الاتجاهين المعياريين I وIII.
- **الموجة S**: سلبية صغيرة.
- **الموجة T**: إيجابية.

## 3. في الاتجاه المعياري الثالث ///:

- **الموجة P**: إيجابية أو سلبية أو ثنائية الطور (هنا إيجابية في الصورة).
- **الموجة Q**: سلبية صغيرة وقد تكون غائبة، كما أن عمقها قد يتعدى الـ 2 ملم أحياناً دون أن يشير ذلك إلى حالة مرضية مؤكّدة، وفي هذه الحالة يجب أن نبحث بدقة على علامات تخطيطية أخرى داعمة.

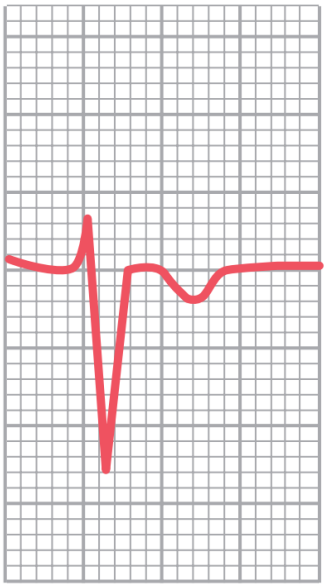



- **الموجة R**: تشكل الانحراف الرئيس، إذ تكون إيجابية واضحة.

**الموجة S:** سلبية صغيرة.

**الموجة T:** إيجابية غالباً، وقد تكون سلبية في بعض الأحيان.

## 4. في الاتجاه aVR:



aVR

**الموجة P:** سلبية دائماً.

**الموجة Q:** غائبة، وندعو المركب QRS في هذه الحالة بـ: RS.

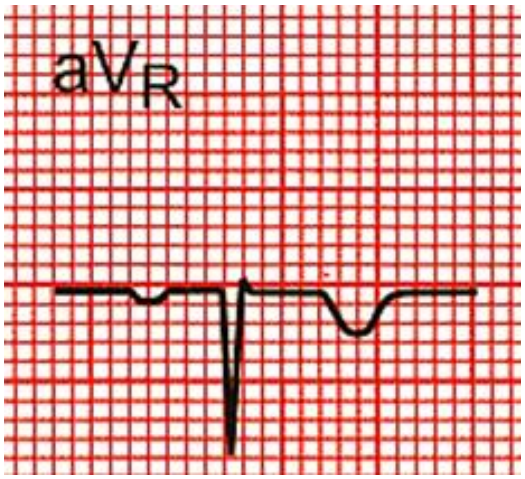
**الموجة R:** إيجابية صغيرة.

**الموجة S:** سلبية عميقة، تشكل الانحراف الرئيس.

**الموجة T:** سلبية دائماً.

✓ وبملاحظة ما سبق، نجد أن موجات هذا الاتجاه تكون سلبية فيما عدا الموجة R التي تكون إيجابية صغيرة.

### حالة أخرى (على الاتجاه aVR أيضاً):




**الموجة P:** واضحة وسلبية.

**الموجة R:** غائبة، وندعو المركب QRS هنا بـ: QS.

نلاحظ بعد نهاية QS ارتفاع صغير هو موجة إيجابية صغيرة، وباعتبارها إيجابية مثل R لكن أتت بعد QS سندعوها R' ( R فتحة)، وهي نادرة.

**الموجة T:** سلبية وواضحة.

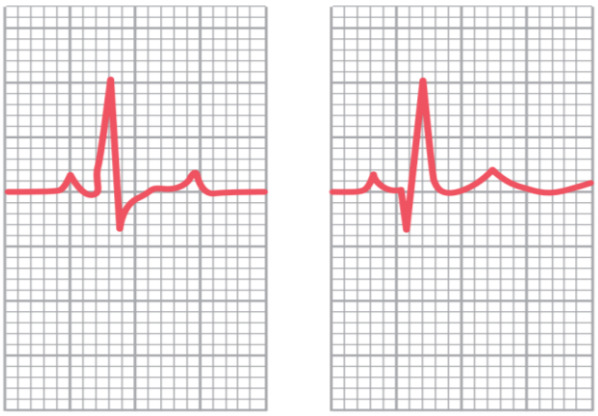
**ملاحظة أربسيزية للفهم:**

- إنّ الموجة R فيزيولوجياً تمثل زوال استقطاب جدران البطينين وجزء من قاعدة البطين الأيسر، وقد يتساءل البعض لما مسقط الموجة R في الاتجاه aVR سالب؟

والإجابة عن ذلك:

اعتمد العلماء في تخطيط القلب الكهربائي والمتجهات الـ 12 أنّ الموجة R هي أول انحراف إيجابي في المركبة QRS، وبالتالي قد لا تعبّر الموجة الإيجابية المشاهدة في المركب QRS في الاتجاه aVR عن زوال استقطاب جدران البطينين وجزء من القاعدة فهي تعبّر عن زوال استقطاب الحاجز بين البطينين ومع ذلك فإننا ندعوها الموجة R.

## 5. في كل من الاتجاهين *aVL* و *aVF*:




- **الموجة P**: إيجابية غالباً.
- **الموجة Q**: سلبية صغيرة.
- **الموجة R**: تشكل الانحراف الرئيس.
- **الموجة S**: سلبية صغيرة.
- **الموجة T**: إيجابية غالباً.

إذا كان هناك أذية في قمة القلب سواء بالبطين الأيسر أو الأيمن تظهر بشكل واضح على الاتجاهات I وII وaVF.

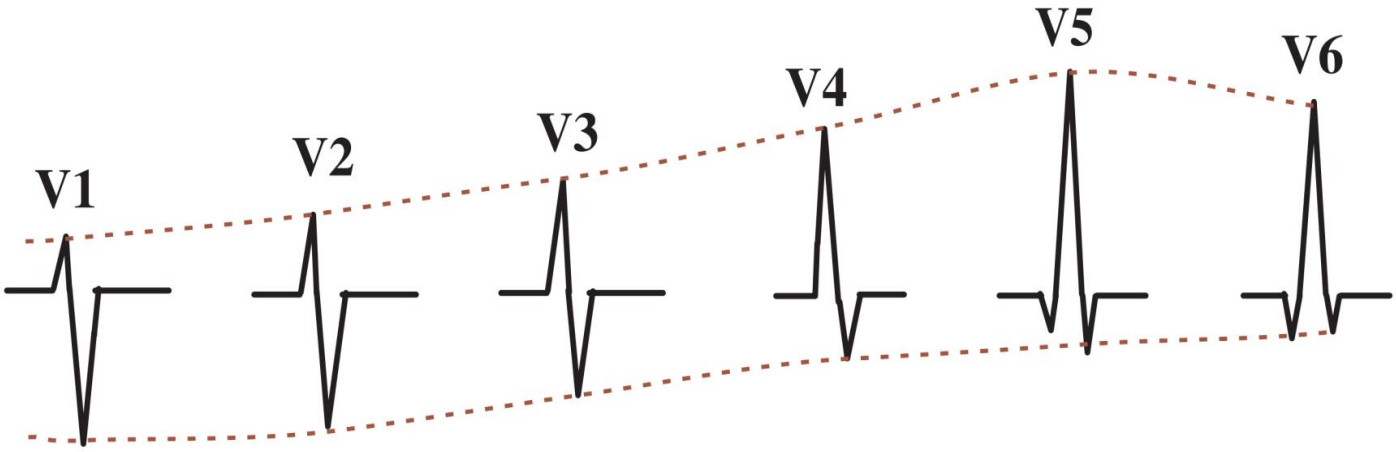
## 6. في الاتجاهات الصدرية:

- **الموجة P**: إيجابية أو سلبية أو ثنائية الطور في الاتجاهين V1 وV2، بينما تكون إيجابية دائماً في الاتجاهات V3 وحتى V6.
- **الموجة Q**: غائبة في الاتجاهات V1 وV2 وV3، وصغيرة في الاتجاهات V4 وV5 وV6.
- **الموجة R**: إيجابية صغيرة في الاتجاه V1، وتزداد تدريجياً حتى V6، وقد يكون الازدياد التدريجي حتى V4 ثم تصبح أقل ارتفاعاً في V5، كما قد تكون في الاتجاه V6 أقل ارتفاعاً منها في الاتجاه V5.

**الموجة S**: عميقة واضحة في الاتجاهات V1 وV2 وV3، وأحياناً V4، وهي تتناقص تدريجياً من V1 وحتى V6، بعكس الموجة R التي تتساوى معها في V3، كما قد تكون أحياناً في V2 أكبر منها في V1.

**الموجة T**: إيجابية غالباً في الاتجاهين V1 وV2، وإيجابية دائماً في الاتجاهات V3 وV4 وV5 وV6، وقد تأخذ هذه الموجة في الاتجاهات الصدرية شكلاً متطاولاً.

- تمثل الموجة R في الاتجاه V1 والاتجاه V6 **الفعالية الكهربائية للبطين الأيسر**.
- بينما تمثل الموجة S في الاتجاه V1 و الاتجاه V6 **الفعالية الكهربائية للبطين الأيمن**.




نلاحظ التزايد التدريجي في السعة للموجة R حتى V4 والتناقص التدريجي في السعة للموجة S ونلاحظ تساويهما في الاتجاه V3

## ملاحظة هامة:

- يجب التركيز على الثوابت الخاصة بكل اتجاه، لأنها نقاط علام تساعدنا في معرفة الاتجاه الذي سجل فيه التخطيط عند رؤيته، وقد نُسأل عنها امتحانياً (في العملي والنظري ☺).
- مثال 1: يعطى تخطيط فيه الموجة P سلبية، ويسأل عن احتمالات الاتجاهات التي رسم وفقها التخطيط، ويوضع الاتجاه القياسي الأول أو الثاني ضمنها كخيار خاطئ (لأن P فيهما موجبة دائماً).
- مثال 2: يعطى تخطيط فيه الموجة R مساوية للموجة S، ويسأل عن الاتجاه، يكون جوابه V3 حتماً.
- مثال 3: تعطى موجة موجبة كأول موجة في مركب QRS، ويسأل إن كانت Q، والجواب لا لأنه كما نعلم Q دائماً سلبية، فالجواب هنا R، لأن Q غائبة.

**سؤال: ما هو اتجاه تخطيط القلب الكهربائي المجاور (aVR, V1, V3, V4) ؟ (أرشيف)**

**الحل: V4.**

**مناقشة الحل:**

- ✧ نستبعد الخيار aVR مباشرةً بسبب كون P وT موجبتان.
- ✧ نستبعد الخيار V1 لأنه في V1 تكون سعة R صغيرة، وسعة S كبيرة، وهنا لدينا العكس.
- ✧ نستبعد الخيار V3، لأنه في V3 يجب أن تكون سعة R مساوية لسعة S.

⇦ إذاً الخيار الصحيح هو **V4**.

## ملاحظات عملية:

1. لا يأتي سؤال بين المحاور المتشابهة، أي مثلاً التخطيط السابق يصح أن يكون V4 أو V5 أو V6 أو aVL مثلاً، أو حتى الاتجاهات القياسية الثلاث I، II، III فلا يوضع إلا واحداً منها في الخيارات.
2. أول خطوة نقوم بها عند قراءة ECG هي تحديد مستوى خط السواء الكهربائي، عن طريق الشدفة PQ، أو الشدفة ST، فالانحراف فوق الخط يكون موجباً، وتحته سالباً.
3. في الشكل المجاور تخطيط حقيقي للقلب بالاتجاهات القياسية الثلاث، ونلاحظ أنه في الواقع لا يكون واضحاً لدرجة الأشكال النموذجية بل تكون خطوطه صغيرة ومدببة نسبياً.

# دراسة مخطّط القلب الكهربائي

- إن دراسة مخطط القلب الكهربائي ليس بالأمر اليسير في معظم الأحيان، وهو يتطلب استيعاباً وتفهُّماً لجميع المعلومات النظرية، لأن أي خلل في ذلك سوف ينعكس على قدرة الطبيب على استخلاص المعلومات الصحيحة منه ومن ثم التشخيص.

## شروط إجراء تخطيط القلب الكهربائي

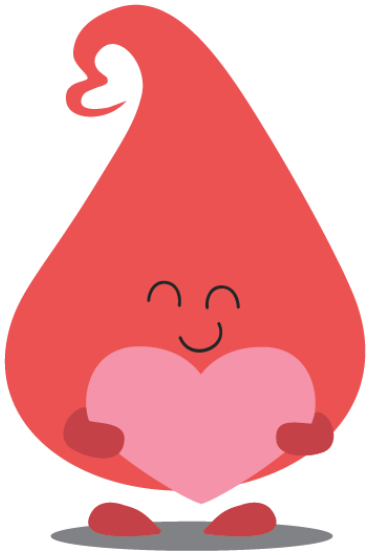
1. يجب أن يكون المريض مسترخياً ومستلقياً على سرير فحص مريح.
2. يجب أن تكون درجة حرارة الغرفة معتدلة (لأن البرد مثلاً قد يسبب للمريض تشنجات عضلية).
3. وضع المساري في أمكنتها الدقيقة بعد مسح الجلد بقطعة قطن لتنظيفه من الدهن والأوساخ.
4. معايرة جهاز التخطيط "بحيث يعطي تيار شدته 1mV انحراف 10 مم على ورق التخطيط".
5. يجب أن يكون المريض والجهاز متصلين بالأرض لمنع تداخلات التيار المتناوب.

- إنّ اختلال الشروط السابقة يؤدي إلى حدوث تشويش في التخطيط، ولتسهيل هذا الموضوع سنعتمد هذا الأسلوب المبسط لدراسة مخططات القلب الكهربائية والذي يعد كافياً لمثل هذه المرحلة من الدراسة الجامعية وللأطباء الممارسين.

## مراحل دراسة مخطّط القلب الكهربائي

تتمثّل مراحل دراسة مخطّط كهربائي بما يلي:

1. تحديد سرعة النظم القلبي وانتظامه.
2. تحديد نمط هذا النظم.
3. تحديد محور القلب الكهربائي الوسطي.
4. دراسة كل مكوّن من مكوّنات مخطّط القلب الكهربائي.



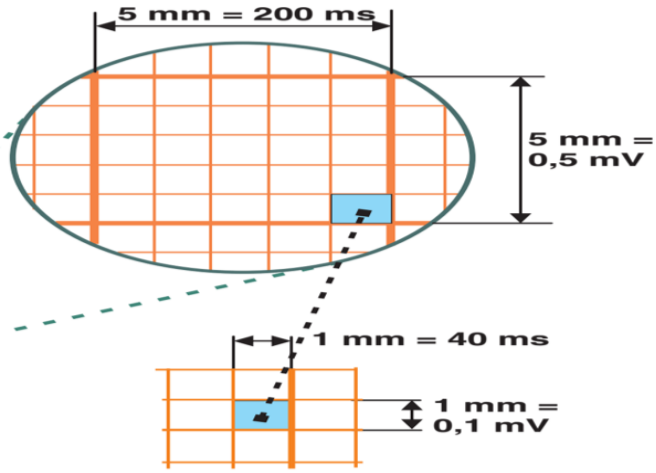
# أولاً: تحديد سرعة النظم القلبي

يجب علينا أن نعلم هل هو منتظم أم غير منتظم، لكن علينا أن نذكر ما يلي:

1. المجال الطبيعي لضربات القلب بين 60 و90[8] ضربة بالدقيقة.
2. أجهزة التسجيل الحديثة تعطي النظم بشكل مباشر فلا نحتاج عندها لحساب النظم.

✓ نعلم أن سرعة جهاز التخطيط على الورق (ECG Rate) تعادل **25 مم في الثانية**، مما يقابل:

- 0.04 ثانية لكل مربع صغير (1 مم).
- 0.2 ثانية لكل مربع كبير (5 مم).




✓ وبالتالي في الثانية الواحدة يوجد:

- 25 مربع صغير.
- 5 مربعات كبيرة.

✓ نضرب بـ 60 لنحصل على عدد المربعات بالدقيقة:

- 1500 مربع صغير.
- 300 مربع كبير.

نستنتج من ذلك أنّنا نستطيع حساب سرعة النظم القلبي عبر قياس المسافة بين موجتين متماثلتين في أحد الاتجاهات لا على التعيين ثمَّ اللجوء لإحدى الطريقتين:

## الطريقة الأولى:

نقيس المسافة بين الموجتين المتماثلتين **بعدّد المربعات الكبيرة** وتكون سرعة النظم بذلك:

$$\text{سرعة النظم} = \frac{300}{\text{عدد المربعات الكبيرة بين الموجتين المتماثلتين}}$$

## الطريقة الثانية:

أن نقيس هذه المسافة **بعدّد المربعات الصغيرة** (وهي الطريقة **الأدق**) وتكون سرعة النظم عندها:

$$\text{سرعة النظم} = \frac{1500}{\text{عدد المربعات الصغيرة بين الموجتين المتماثلتين}}$$

[8] ذكر الدكتور انّ الطبيعي بين الـ 60 والـ 100.

❖ **مثال تطبيقي:**

⁂ نقيس المسافة بين موجتي[9] R متتاليتين في التخطيط المجاور (بالطريقتين) ونرى أنّها تساوي:

- 3.8 مربعاً كبيراً، فتكون سرعة النظم تساوي $\frac{300}{3.8}$ = **79 ضربة بالدقيقة**.
- 19 مربعاً صغيراً فتكون سرعة النظم تساوي $\frac{1500}{19}$ = **79 ضربة بالدقيقة**.

⁂ ويكون النظم القلبي منتظم عندما تكون المدة الزمنية بين الأمواج المتماثلة المتتالية ($R_1, R_2, R_3, R_4$... على سبيل المثال) متساوية ونسمح بارتياب قدره مربع ونصف إلى مربعين (مربع صغير).

⁂ وفي حال كان الفرق الزمني بين الأمواج المتماثلة المتتالية أكبر من هذا الارتياب نقول إن النظم القلبي غير منتظم (كما في الصورة التالية).

[9] نستخدم الموجة R غالباً لأنها سهلة التمييز.

## ثانياً: تحديد نمط النظم القلبي

✓ النظم الطبيعي السوي يجب أن يكون **جيبياً**، أي أن النبضة القلبية **تبدأ من العقدة الجيبية الأذينية**، ثم تنتقل للأذينتين والعقدة الأذينية البطينية، ومن ثم لحزمة هيس وألياف بوركنج، وأخيراً للبطينين، **ونستدل على أن النظم جيبي**:

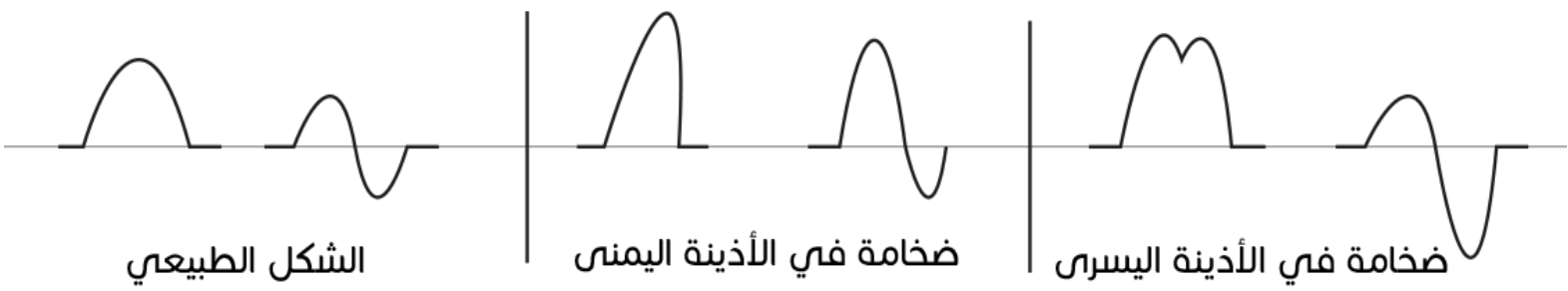
- من الشكل الطبيعي لتخطيط القلب الكهربائي (وجود موجة P يليها المركب QRS ومن ثمّ الموجة T)، مع العلم أن **وجود الموجة P** يلعب دوراً أساسياً للدلالة على أن النظم جيبي، ويمكن رؤية هذه الموجة في أربع اتجاهات هي:
  - الاتجاه القياسي الثاني.
  - الاتجاه القياسي الثالث.
  - V1.
  - aVF.

✓ يكفي وجود الموجة P في واحدة من الاتجاهات الأربعة لنقول أنّ النظم جيبي.

✓ إذا غابت عن الاتجاهات الأربعة فهذا يعني أن النظم **غير جيبي**، بمعنى آخر إن الناظمة الأساسية ليست العقدة الجيبية الأذينية.

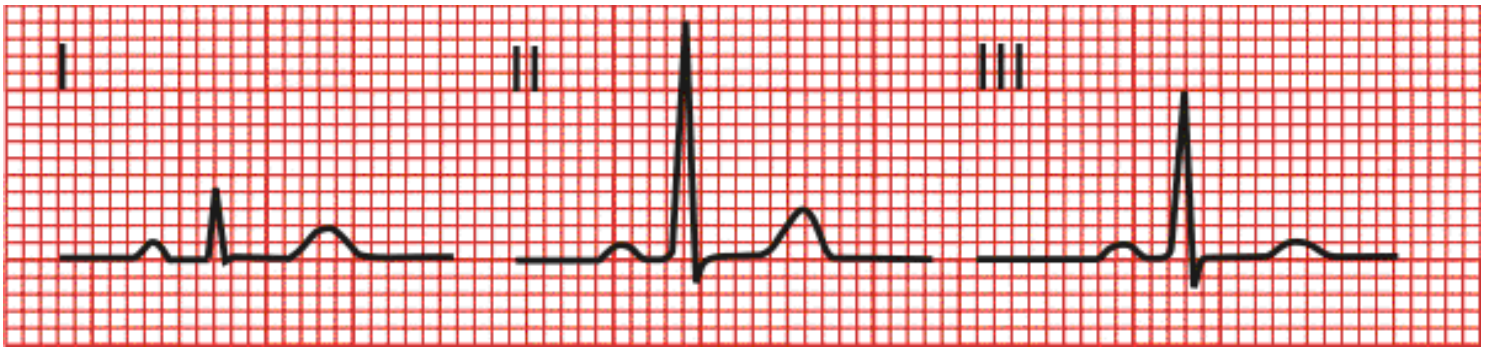
**تذكر:**

- عند وجود ازدياد في سعة الموجة P نبحث عن الأمراض التي تُحدِث ضخامة في الأذينتين.



## ثالثاً: تحديد المحور الكهربائي الوسطي للمركب البطيني QRS

توجد طرائق متعددة لتعيين المحور الكهربائي الوسطي لمركب QRS البطيني، ويبقى استخدام نظام المحاور الثلاثة الذي يمثل محاور الاتجاهات المعيارية من أكثرها سهولة وبساطة[10]، ويتم ذلك كما يأتي (الطريقة تتلخص بعناوين الفقرة التالية أما الشرح فهو تطبيق عملي على الحالة الموجودة في التخطيط التالي):




### 1. نحدد خط السواء الكهربائي.

### 2. تحديد المجموع الجبري لمركب QRS في اتجاهين معياريين أو أكثر:

- في حسابنا للمحور الكهربائي الوسطي للمركب QRS **يكفي أن نعتمد اتجاهين فقط أحدهما من الاتجاهات القياسية الثلاثة**، وإنّ أي اتجاه آخر (من نظام المحاور الستة) إضافة للاتجاهين سيوصلنا لنفس النتيجة كما سنرى لاحقاً.
- سنأخذ في هذه الحالة الاتجاهين المعياريين الأول والثاني I, II.
- المجموع الجبري يعني مجموع سعة[11] كل من الموجات Q وR وS بأخذ الإشارة بعين الاعتبار.
- إنّ المجموع الجبري للمركب QRS **في الاتجاه I يساوي +4** (Q = 0 ,R = 4 ,S = 0).
- والمجموع الجبري للمركب QRS **في الاتجاه II يساوي +13** (Q = 0 ,R = 14 ,S = -1).

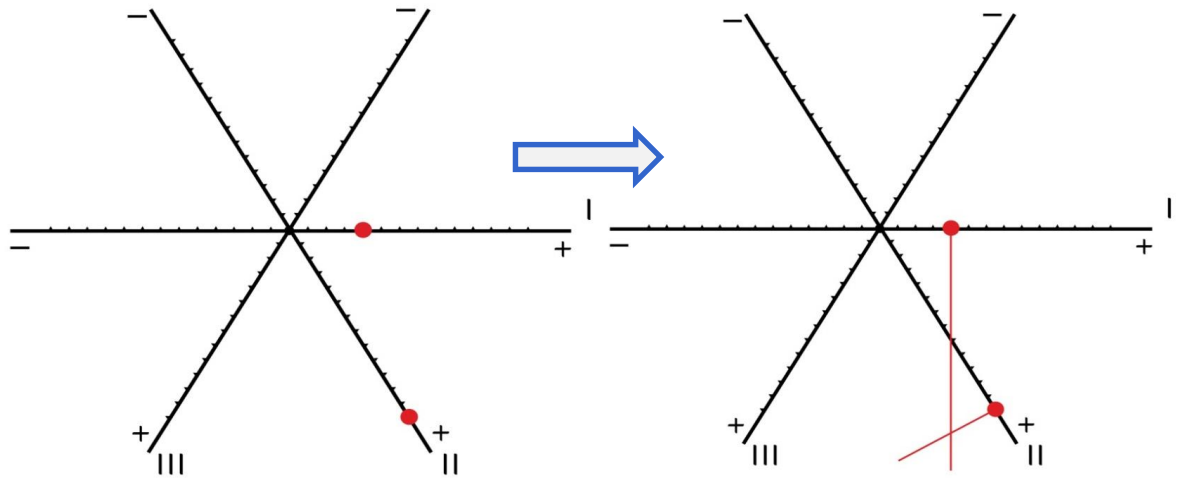
[10] إذ يمكن اللجوء إلى نظام المحاور الستة ويكون أكثر دقة ولكن النتيجة نفسها تماماً.

[11] من خلال عد المربعات بدءاً من خط السواء، والإشارة تكون موجبة عندما ترتسم الموجة فوق خط السواء وسلبية عنما ترتسم تحته.

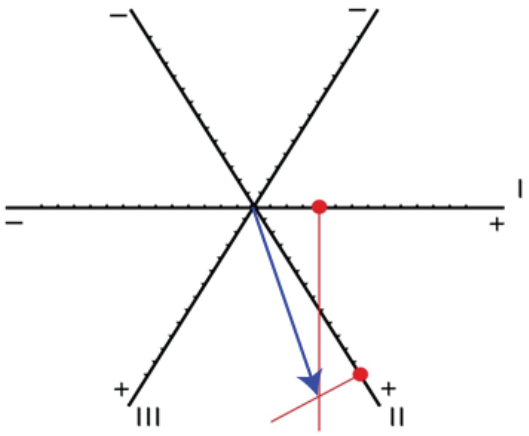
3. نسقط المقدارين السابقين على محاور الاتجاهات الموافقة على حسب إشارتها (سلبية أم إيجابية):

- بدايةً نرسم **محاور الاتجاهات المعيارية** التي اعتمدناها في حساب المحور الكهربائي الوسطي للمركب QRS (I وII في هذه الحالة، وسنضيف أيضاً محور الاتجاه III).
- يجب أن تكون هذه المحاور مقسمة إلى تدريجات متساوية في الاتجاهين السالب والموجب لكل محور (كما في الصورة التالية).
- ثم نسقط المجموعين الجبرين السابقين **كنقطتين** كلاً على محور اتجاهه كما في الصورة.

4. نسقط عمودين على المحورين في النقطتين المحددتين بالمرحلة السابقة لنحدد نقطة التقائهما:

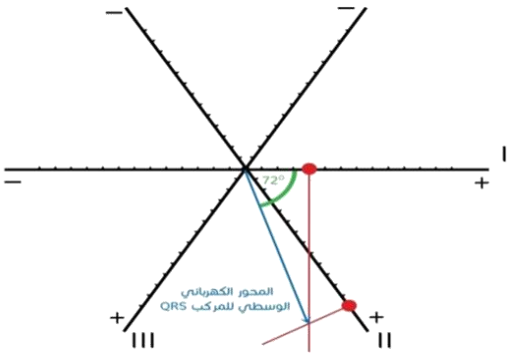



5. نصل نقطة التقاء العمودين مع نقطة التقاء محاور الاتجاهات المعيارية لنحصل على سهم موجه هو المحور الكهربائي الوسطي QRS البطيني:

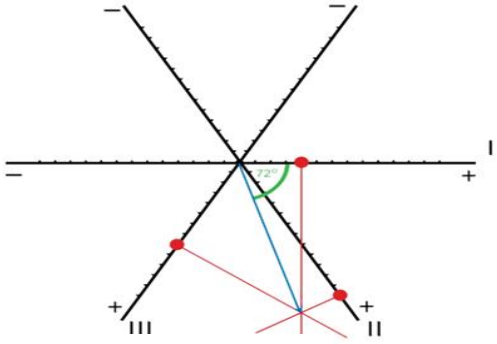


## 6. نحسب اتجاه محور القلب الكهربائي الوسطي بالدرجات:

- نلاحظ أنه في هذه الحالة يساوي 72°.
- نشير إلى أن الحالة الطبيعية هي أن يكون اتجاهه بين 0° و90° (ويمكن تجاوزاً أن نعتبر الحالة الطبيعية بين 10°و100°).
- ولنتأكد من أنه بإمكاننا أخذ أي اتجاهين نضيف إلى الرسم **المجموع الجبري للمركب QRS في الاتجاه القياسي الثالث III والذي يساوي +8** (Q = 0 R = 10 ,S = -2).
- ثم نتابع بقية المراحل لنحصل على الرسمة النهائية (رقم 2).




(1)

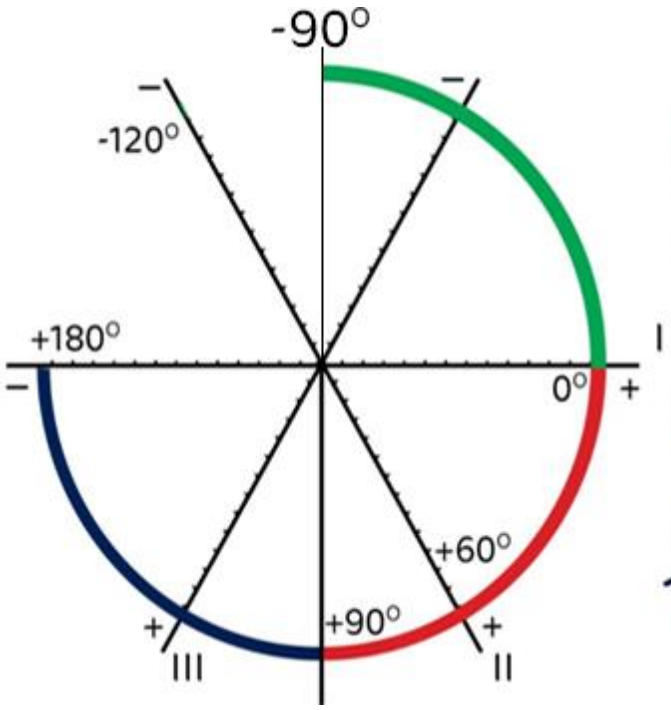



(2)

عندما تكون الحسابات صحيحة 100% ونرسم المحاور بالزوايا الصحيحة أيضاً، يجب أن تلتقي الأعمدة الـ 12 جميعها (كل منها يكون عمود على محور اتجاه معين في النقطة التي تمثّل المجموع الجبري للمركب QRS في هذا الاتجاه) في النقطة نفسها.

## ملاحظات هامّة:

- إذا كان اتجاه المحور بين 90°+ و180°+ نقول عنه أنه منحرف نحو اليمين ويعكس ذلك ضخامة في البطين الأيمن، وإن زاد الانحراف عن الـ 180° نقول عن الانحراف أنه في أقصى اليمين.
- أما إذا كان اتجاه المحور بين 0° و90°- نقول عنه أنه منحرف نحو اليسار ويعكس ذلك ضخامة في البطين الأيسر، وإذا كان الانحراف أكثر من 90°- "110°- مثلاً" نقول عن الانحراف أنه في أقصى اليسار.




انحراف نحو الأيسر
بين ال 0 وال 90-
طبيعي
بين ال 0 وال 90
انحراف نحو الأيمن
بين ال90 وال180

## رابعاً: دراسة كل مكون من مكونات القلب الكهربائي

- ✓ أصعب المراحل.
- ✓ يتم فيها دراسة كل مكون من مكونات المخطط:
  1. الموجة (من حيث الشكل والسعة والزمن).
  2. الشدفة (من حيث المدة الزمنية).

## استخدامات تخطيط القلب الكهربائي

- إعطاء تشخيص دقيق للحالة المرضية كما في **اللانظميات**.
- قد يكون التخطيط غامض أو غير متوافق مع الحالة المرضية لذلك لابد من الاستعانة بوسائل أخرى للحصول على تشخيص سليم للقلب، مثل:
  1. الأمواج فوق الصوتية: تفيد بشكل كبير في تشخيص آفات الصمامات.
  2. قثطرة أجواف القلب والأوعية الدموية: تفيد في تشخيص أمراض الأوعية الدموية.
  3. القصة السريرية والفحص السريري للمريض.

## * Overview *

✓ تمثل الموجة Ta الانحراف الناجم عن عود الاستقطاب الأذيني، وتكون غالباً سلبية، وليس لها أهمية سريرية.

✓ يمثل المركب QRS نزع الاستقطاب البطيني.

✓ هناك أشكال مختلفة للمركب QRS باختلاف الاتجاهات وكلها حالات طبيعية:

- حاوياً الموجات الثلاث QRS.
- أو حاوياً QR فقط.
- أو حاوياً RS فقط.
- أو حاوياً R فقط.
- أو حاوياً S فقط ويدعى عندها QS (هام).
- ويوجد أشكال أخرى.

✓ عندما يتكون المركب بأكمله من انحراف سلبي وحيد (أي لا وجود للموجة R) فإنه يدعى الموجة QS. (كما في الاتجاه aVR).

✓ تميل الأذينتين نحو الخلف، بينما البطينين نحو الأمام، والكتلة العضلية للبطينين أكبر من الكتلة العضلية للأذينتين لذلك تعد الموجة P التي تعبّر عن زوال استقطاب الأذينتين أقل شِدّة من المركبة QRS التي تعبر عن زوال استقطاب البطينين.

✓ يتم نزع الاستقطاب في البطينين على الترتيب التالي:

السطح الشغافي الأيسر للحاجز بين البطينين
↓
السطح الشغافي للحاجز بين البطينين ككل
↓
السطح الشغافي المتبقي من البطينين
↓
السطح التاموري عبر الطبقة العضلية
↓
المنطقة قرب قاعدة البطين الأيسر والجزء العلوي من الحاجز بين البطينين.

**الموجة Q**

- مسقطها على معظم الاتجاهات صغير نسبياً.
- تكون دائماً سالبة، وقد لا تظهر في جميع الاتجاهات.
- تمثل أول انحراف سالب في المركب البطيني QRS.

**الموجة R**

- تكون غالباً في الاتجاه القياسي II أكبر من R في الاتجاهين I و III، وهذا من الدلائل السوية الهامة في مخطط القلب الكهربائي.
- تكون دائماً موجبة.

**الموجة S**

- عميقة وواضحة في V1 وv2 ثم تتناقص تدريجياً إلى الاتجاه V6.
- تكون دائماً سالبة، وتتساوى سعتها مع الموجة R في الاتجاه V3.
- عميقة وواضحة في aVR حيث تمثل الانحراف الرئيس في غياب R.

## Overview (سريريات)

### أولاً: الموجة P

✓ عند وجود أي شذوذ في شكل أو سعة أو امتداد الموجة P فهو يشير إلى مشكلة في الكتلة العضلية للأذينتين.

✓ عند تضيق الدسام التاجي تتضخم كامل عضلة الأذينة اليسرى مما يؤدي لزيادة سعتها لأكثر من 2.5 ملم.

### ثانياً: الفترة P-R

✓ لهذه الفترة أهمية سريرية كبيرة حيث أن تزايدها يعد من العلامات الصغرى لبعض الأمراض والحصارات الأذينية البطينية، ومنها الحمى الرثوية التي يحصل فيها حصار بين بداية التفعيل الأذيني وبداية التفعيل البطيني.

## ثالثاً: الموجة Q

✓ في حالات احتشاء القلب يحدث تموُّت لجزء من جدار البطين وتتوقف الفعاليات الكهربائية فيه، فيشكل ما يشبه النافذة التي تمكننا من الوصول وقياس الموجة Q بشكل أوضح، أي أن الموجة Q تظهر بشكل عريض وعميق في حالات احتشاء العضلة القلبية.

## رابعاً: الموجة R

✓ من العلامات التخطيطية لاحتشاء العضلة القلبية عدم رؤية التزايد التدريجي للموجة R من V1 إلى V4 أو V6.

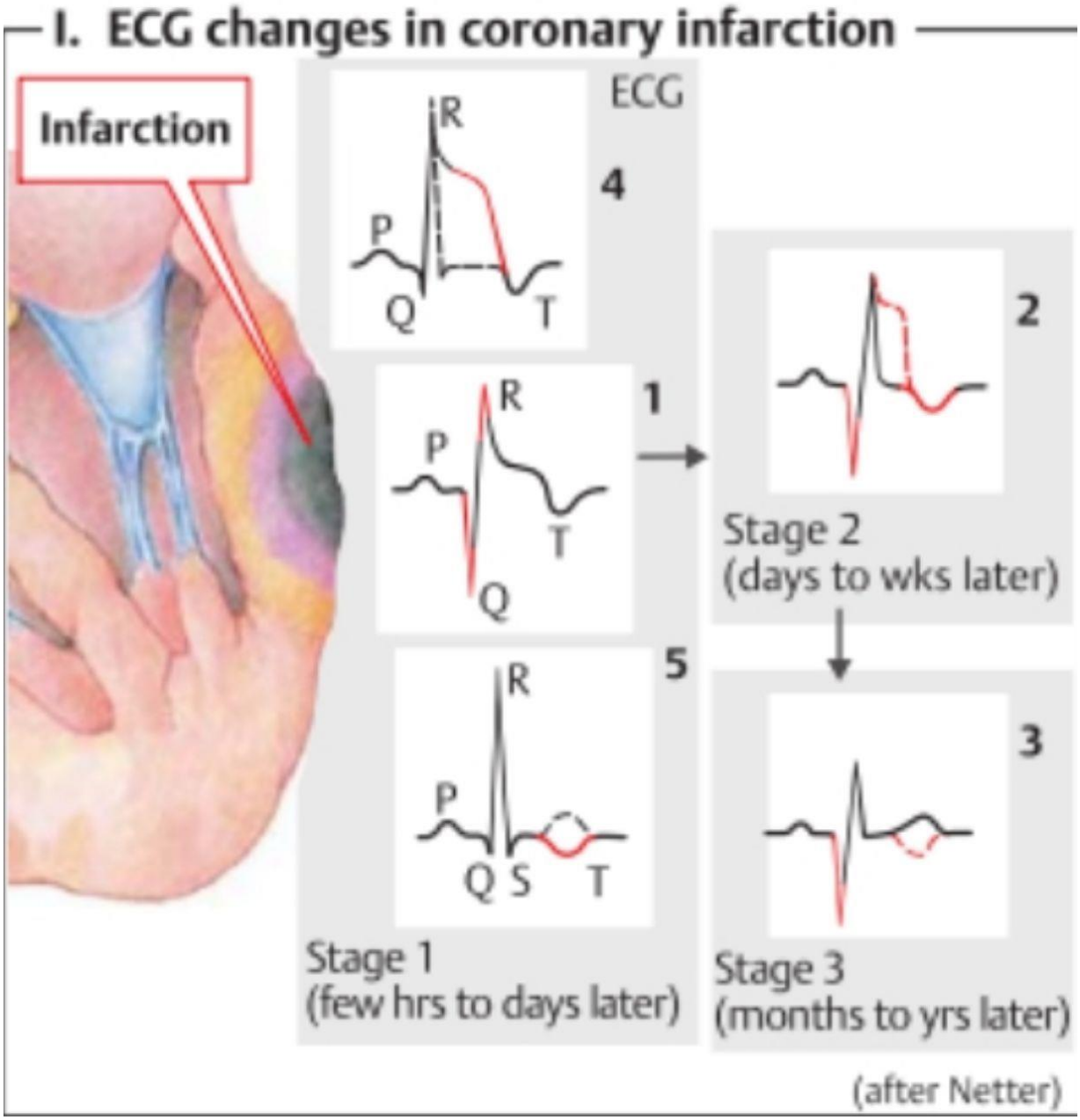
## خامساً: الشدفة S-T

✓ تزحُّل الشدفة S-T إلى الأعلى ST Elevation:

ويلاحظ ذلك في حالات مرضية متعددة، منها: الاحتشاء الحديث في عضلة القلب، التهاب التامور الحاد، فرط بوتاسيوم الدم...

✓ تزحُّل الشدفة S-T إلى الأسفل ST Depression:

يشاهد انخفاض الشدفة S-T في حالات مرضية متعددة، منها: إقفار العضلة القلبية، انخفاض بوتاسيوم الدم، المعالجة بالديجيتال، والضخامة البطينية.




صورة مساعدة تجمع التغيرات الحاصلة في مخطط القلب الكهربائي في حالة احتشاء القلب.

وهنا تنتهي محاضرتنا *-*
لا تنسونا من صالح دعائكم...
بالتوفيق جميعاً *__*