

CURSO DE ELECTROCARDIOGRAFIA BÁSICA

CAP Sant Fèlix
Dra. M^a Mar Domingo
Dr. Gregorio Pizarro



Objetivos OS

- Facilitar los conocimientos básicos para poder interpretar un ECG
- Diferenciar los registros del ECG normales de los patológicos

El electrocardiograma (ECG)

¿Para qué se utiliza?

- Medir el ritmo y la regularidad de los latidos cardiacos
- Conocer el tamaño y posición de las cavidades cardiacas
- Diagnosticar enfermedades del corazón (insuficiencia cardiaca, pericarditis,...)
- Control de marcapasos implantados
- Preoperatorio con anestesia general

El ABC del electrocardiograma

El electrocardiografo

- Galvanómetro y sistema de amplificación
- Sistema de cables y electrodos (**derivaciones**)
- Sistema de registro (**papel milimetrado**)



El ABC del electrocardiograma

El sistema de registro

- Papel milimetrado: líneas horizontales y verticales de dos tipos
- Sentido vertical : **voltaje o amplitud** (1mV = 10 mm)
- Sentido horizontal: **tiempo o duración** (V. estandar: 25 mm/seg.)
- □ pequeños: 1 mm de lado
- □ grandes: 5 cuadros pequeños
- 1 mm = 1/25 seg: 0,04 seg
- 5 mm = 5/25 seg: 0,20 seg



El ABC del electrocardiograma

Las derivaciones

¡No confundir derivación con los cables (electodos) que conectan el paciente al electrocardiógrafo!

- “Lugares” donde se observa y registra la actividad eléctrica del corazón
- 12 derivaciones estandarizadas (10 electodos)

Derivaciones plano frontal: **miembros** observan y registran la dirección de la corriente hacia arriba o hacia abajo y hacia la derecha o hacia la izquierda

Derivaciones plano horizontal: **precordiales** observan y registran la dirección de la corriente hacia delante o hacia atrás

El ABC del electrocardiograma

Las derivaciones

Derivaciones plano frontal: miembros

- 4 cables que conectan con electrodos en las extremidades
- Código de colores:

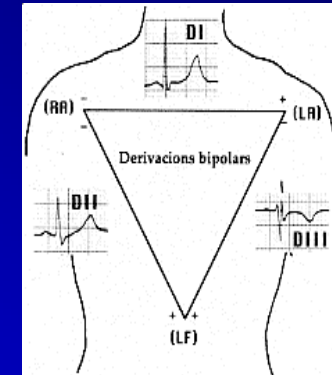
ELECT. EXPLORADOR	LOCALIZACION
CABLE ROJO	BRAZO DERECHO
CABLE AMARILLO	BRAZO IZQUIERDO
CABLE VERDE	PIERNA IZQUIERDA
CABLE NEGRO	PIERNA DERECHA (T. tierra)

El ABC del electrocardiograma

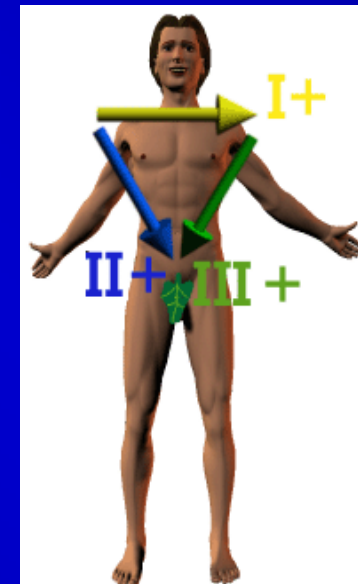
Las derivaciones

- **Derivaciones plano frontal: miembros**
- 1 **Derivaciones bipolares** de las extremidades: **DI, DII y DIII** comparan el potencial entre 2 electrodos (+ y -)

al unir por rectas cada par de electrodos se obtienen los ejes de las derivaciones triángulo de Einthoven)



DERIVACION	ELECTRODO +	ELECTRODO -
D I	BRAZO IZQUIERDO	BRAZO DERECHO
D II	PIERNA IZQUIERDA	BRAZO DERECHO
D III	PIERNA IZQUIERDA	BRAZO IZQUIERDO

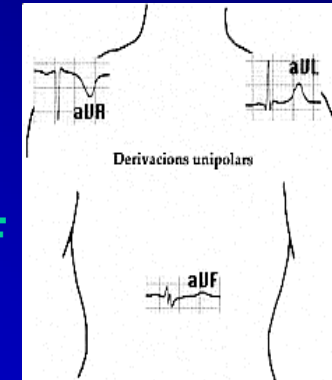


El ABC del electrocardiograma

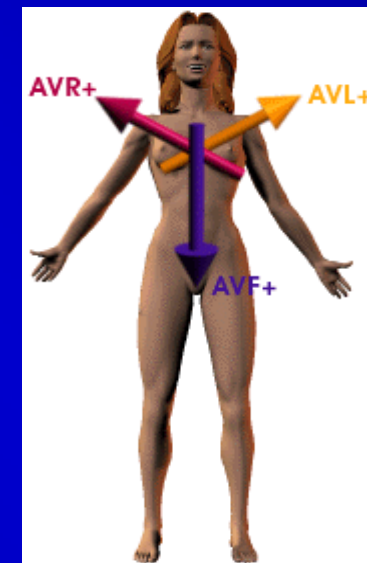
Las derivaciones

- *Derivaciones plano frontal: miembros*
- 2 **Derivaciones monopolares** de las extremidades: **aVR**, **aVL**, **aVF** comparan el potencial absoluto de un punto dado

El electrodo negativo de la derivación tiene un potencial 0



DERIVACION	ELECTRODO +	ELECTRODOS INDIFERENTES
aVR	BRAZO DERECHO (ROJO)	AMARILLO, VERDE
aVL	BRAZO IZQUIERDO (AMARILLO)	ROJO, VERDE
aVF	PIERNA IZQUIERDA (VERDE)	ROJO, AMARILLO



El ABC del electrocardiograma

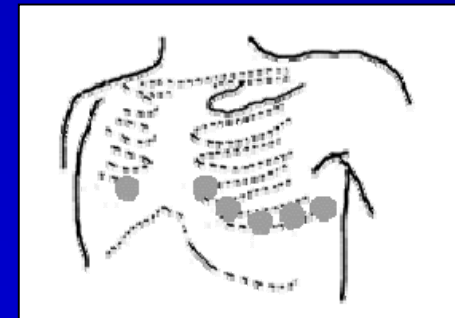
Las derivaciones

- **Derivaciones plano horizontal: precordiales:**

Derivaciones monopolares de la pared torácica: **V1, V2, V3, V4, V5 y V6**

Son de mayor voltaje y comparan el potencial en el lugar del electrodo explorador

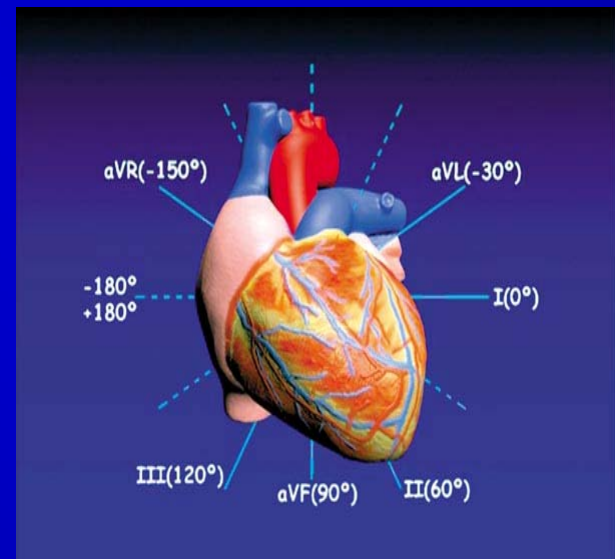
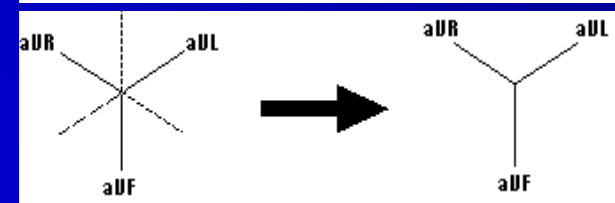
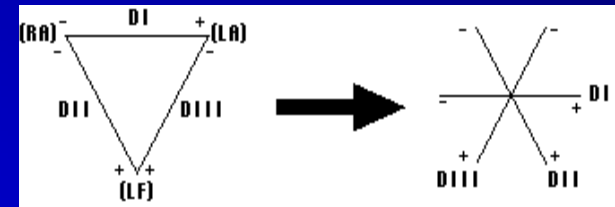
- V1.- 4º espacio intercostal a la derecha del esternón
- V2.- 4º espacio intercostal a la izquierda del esternón
- V3.- a mitad de distancia entre V2 y V4
- V4.- 5º espacio intercostal izquierdo, línea media claviclar
- V5.- 5º espacio intercostal izquierdo, línea axilar anterior
- V6.- 5º espacio intercostal izquierdo, línea axilar media



El ABC del electrocardiograma

Las derivaciones

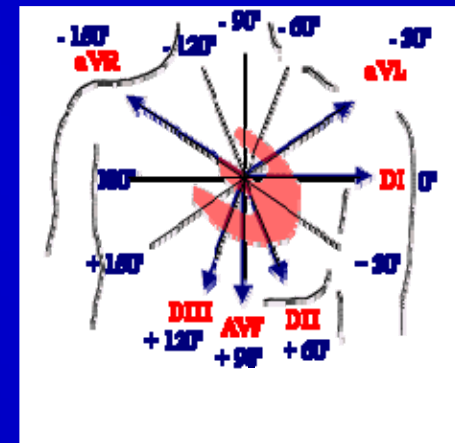
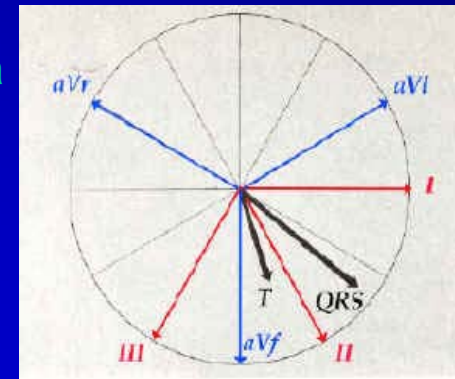
- Los ejes de las derivaciones bipolares se obtienen al unir por líneas rectas cada par de electrodos
- Cada una de estas líneas son los lados de un triángulo equilátero hipotético (**Triángulo de Einthoven**), en cuyo centro está el corazón
- Los ejes de las derivaciones bipolares desplazados al centro del triángulo forman un **sistema de referencia triaxial**
- Las derivaciones monopolares están situadas en los vértices del triángulo y sus ejes también forman un **sistema triaxial**
- Los ejes de las derivaciones bipolares y monopolares se pueden superponer formando un **sistema hexaaxial** y cada uno de los ejes estarían separados por 30°



El ABC del electrocardiograma

Las derivaciones

- Las derivaciones del plano frontal (**bipolares y monopolares**), se pueden reunir todas ellas en un círculo: **círculo de Cabrera (360°)**
- La derivación DI divide el círculo en 2 mitades: la mitad superior (zona negativa) y la inferior (zona positiva)
- Las derivaciones que señalan hacia arriba tienen valores (grados) negativos: **aVL = -30°** y **aVR = -150°**
- Las derivaciones que señalan hacia abajo tienen valores (grados) positivos: **DII = +60°**, **aVF = +90°** y **DIII = +120°**



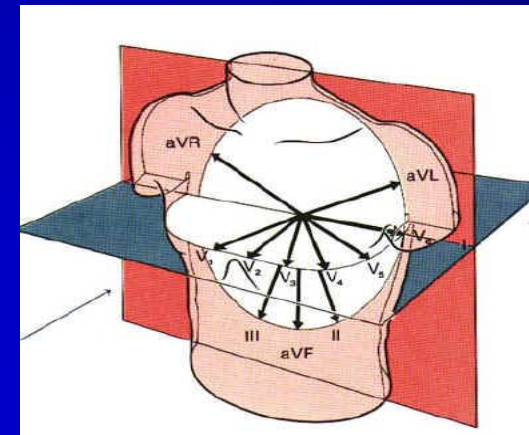
El círculo de Cabrera es muy útil de modelo para determinar el eje eléctrico

El ABC del electrocardiograma

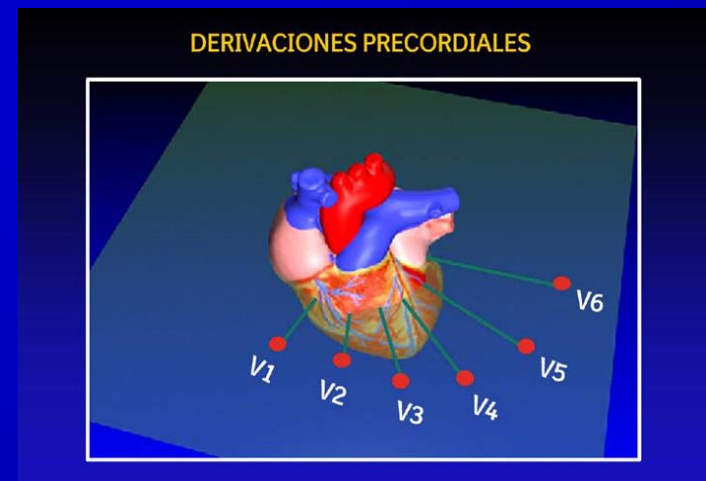
Las "vistas" del corazón

Cada derivación del plano frontal "mira" al corazón desde el lado (plano coronal)

- **aVR** mira al corazón desde el hombro derecho
- **aVL** mira al corazón desde el hombro izquierdo
- **aVF** mira al corazón desde los pies hacia arriba



Las derivaciones torácicas **V1-V6** "miran" el corazón desde el frente y desde el lado del tórax



El ABC del electrocardiograma

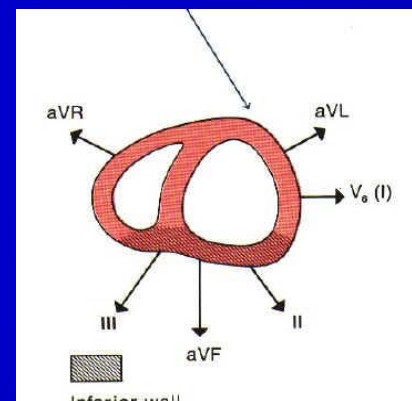
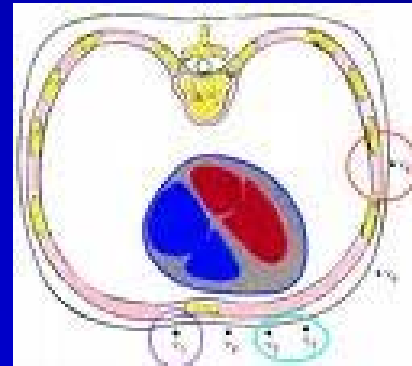
Las "vistas" del corazón

El conocimiento de la vista de cada derivación permiten determinar las regiones del corazón afectadas

Orientación de las derivaciones

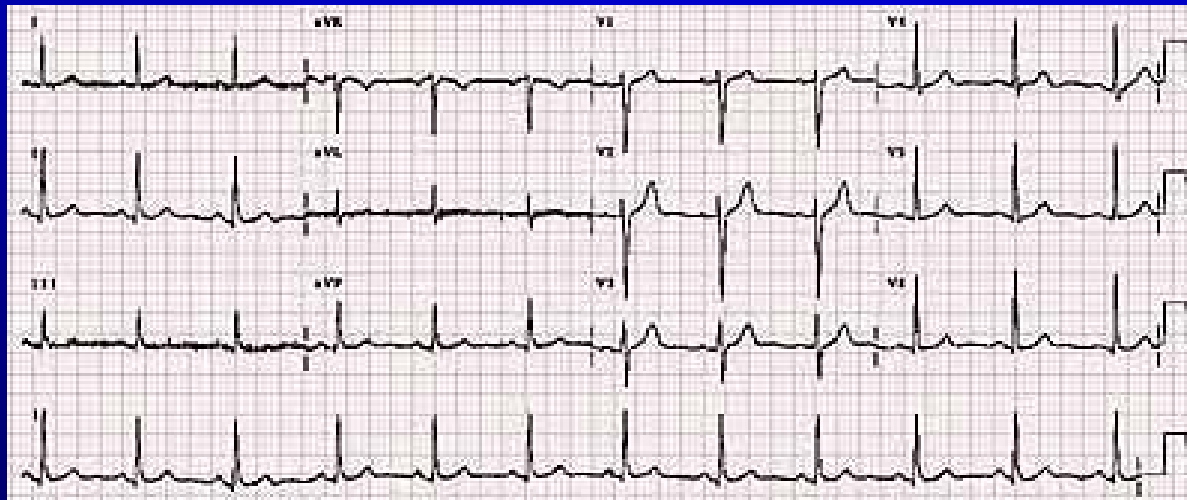
- superficie inferior o diafragmática: DII, DIII y aVF
- superficie septal: V1, y V2
- superficie anterior: V3 y V4
- superficie lateral: DI, aVL, V5 y V6

¡ El infarto de la cara inferior producirá cambios en las derivaciones que miran esa región !



Realización de un ECG: Confirmación del resultado

- ECG de **12 derivaciones** con trazado fino y sin artefactos.
- Comprobar si los electrodos de las extremidades están **bien situados** si: la **onda P** es **negativa** en **aVR** y **positiva** en **DII** y están **mal situados** si: el **complejo QRS** es completamente **positivo** en **aVR**.
- El voltaje de DII es igual a la suma del voltaje de las derivaciones DI y DIII (Ley de Einthoven: $II = I + III$)

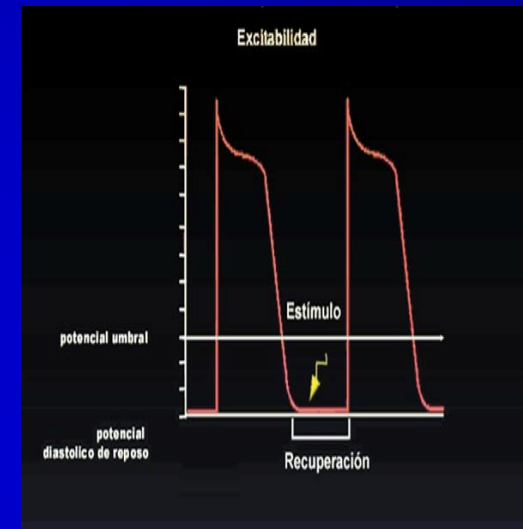


**FORMACIÓN Y TRANSMISIÓN DEL
IMPULSO. SIGNIFICADO DE LAS
DEFLEXIONES DEL ECG**

Conceptos básicos de *fisiología*

Formación del impulso

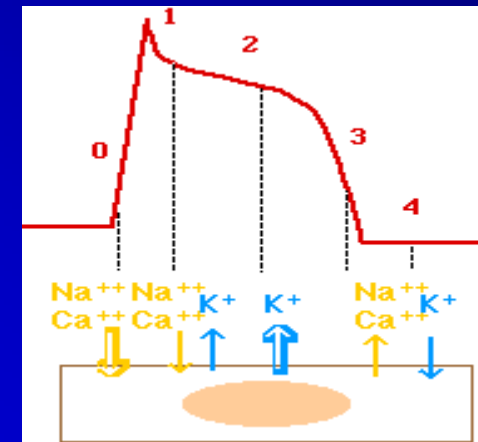
- Propiedad de las células cardiacas de generar potenciales eléctricos de bajo voltaje, ante estímulos eléctricos (**potencial de acción**)
- Cambios de polaridad a consecuencia del paso de iones transmembrana
- El ECG es la representación gráfica de estos potenciales recogida en la superficie del cuerpo



Conceptos básicos de *fisiología*

Formación del impulso

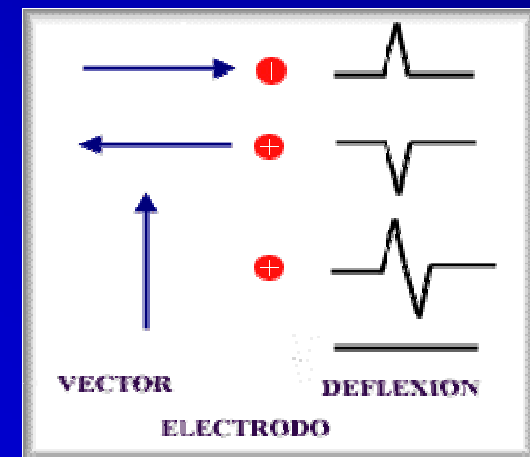
- En estado de reposo, la célula cardíaca está polarizada (la parte externa de la membrana es positiva respecto a la interna)
- Ante estímulos eléctricos, la célula cardíaca es capaz de activarse e invertir bruscamente la polaridad transmembrana y generar un **potencial de acción (PA)**
- El paso al interior de la célula de iones calcio, activa los miocitos y favorece la contracción de la célula cardíaca



Conceptos básicos de *fisiología*

Generación de vectores eléctricos

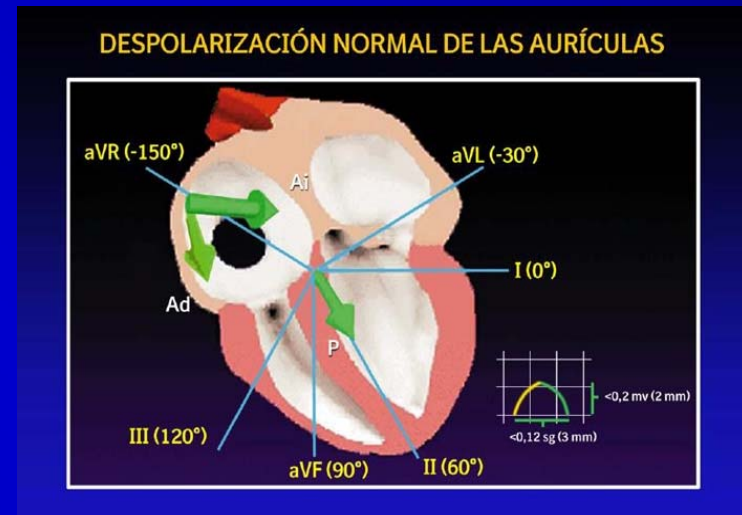
- La despolarización de la célula cardiaca, se representan por un vector eléctrico
- Cuando el vector de despolarización se dirige hacia un electrodo +, el ECG lo registra como una deflexión positiva
- La suma de la despolarización de todas las células cardiacas forman los vectores “eléctricos” del corazón
- Los vectores de despolarización tiene una **magnitud** (longitud del vector), una **dirección** (inclinación del vector) y un **sentido** (cabeza del vector)



Generación de vectores eléctricos

Despolarización auricular

- Primero se despolariza la AD (vector orientado hacia abajo y ligeramente a la izquierda) y posteriormente se despolariza la AI (vector orientado hacia la izquierda).
- La despolarización de las aurículas origina la **onda P del ECG**. La primera porción esta formada por la despolarización de la AD y la segunda porción por la despolarización de la AI
- El vector resultante de despolarización auricular se dirige hacia abajo y hacia la izquierda.



Generación de vectores eléctricos

Despolarización ventricular

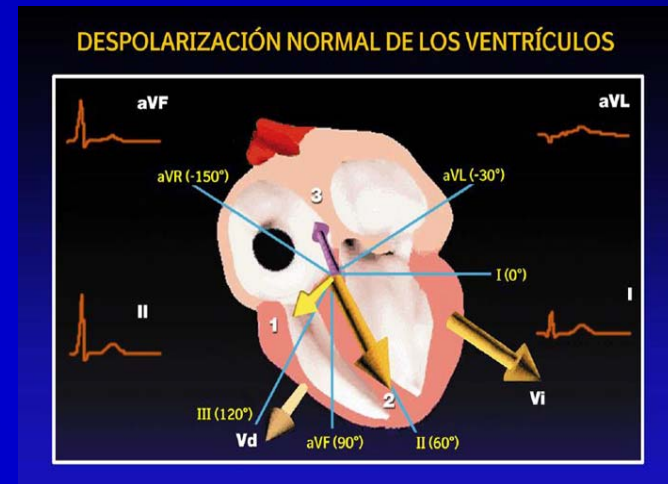
Vector resultante de la despolarización

ventricular (complejo QRS del ECG) formado por tres vectores:

despolarización tabique i.v: pequeño vector dirigido hacia Abajo y hacia la derecha

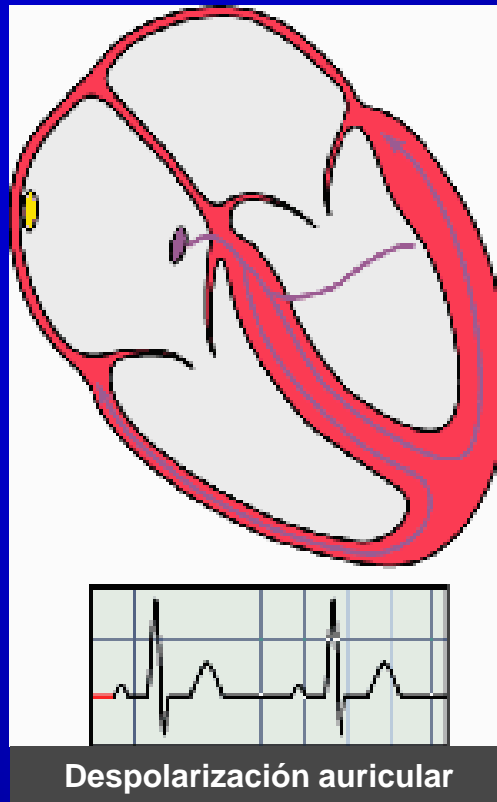
despolarización v. izquierdo y parte del v. derecho: gran vector dirigido hacia abajo y hacia la izquierda

despolarización parte basal del v. derecho: pequeño vector dirigido hacia atrás, hacia arriba y a la izquierda.



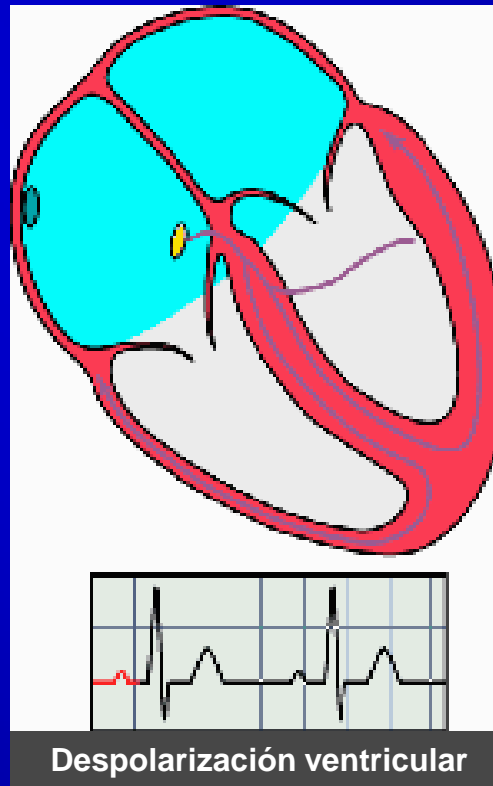
Conceptos básicos de *fisiología*

Despolarización cardíaca



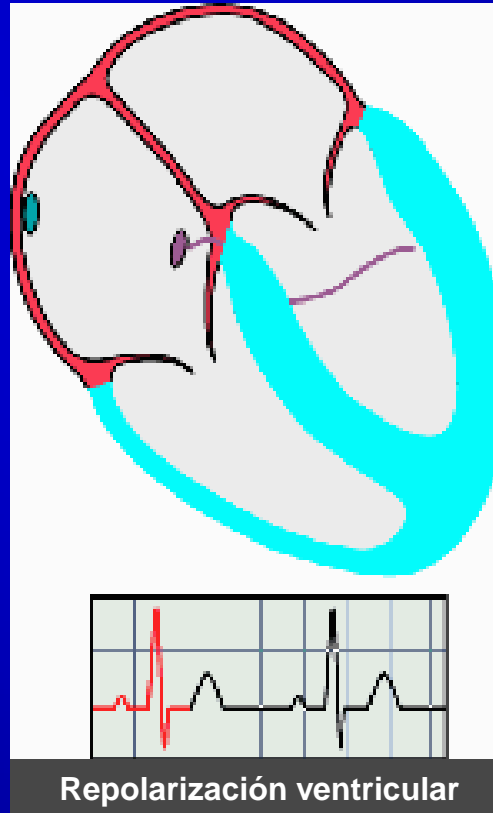
Conceptos básicos de *fisiología*

Despolarización cardíaca



Conceptos básicos de *fisiología*

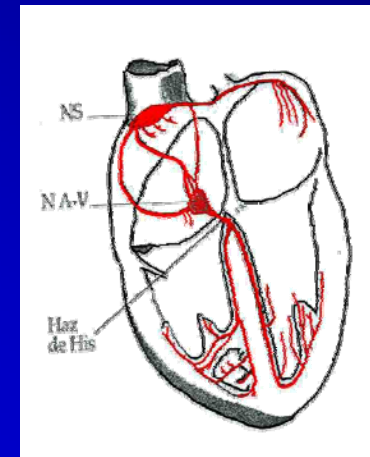
Repolarización cardiaca



Conceptos básicos de *fisiología*

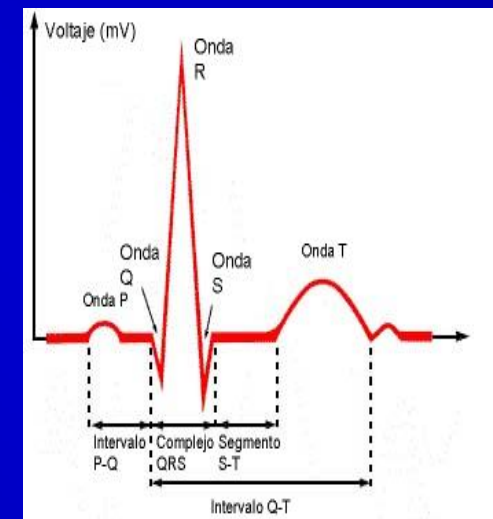
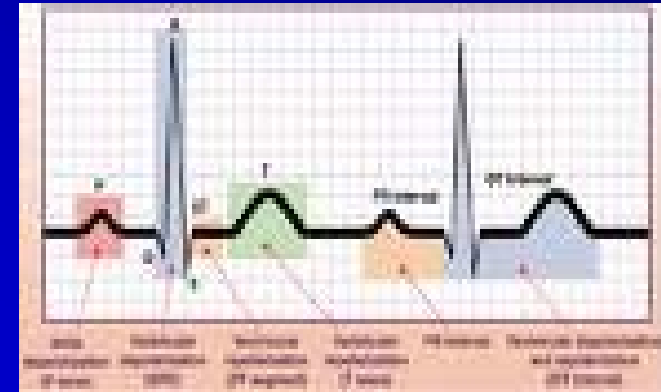
Sistema de conducción

- El ritmo normal del corazón se genera en el **nodo sinusal** (60-100 x´): Marcapasos fisiológico
- El estímulo eléctrico se extiende por las aurículas y a través de los haces internodales se transmite al **nodo AV** (40-60 x´)
- El **haz de His** es una prolongación del nodo AV, que se divide en dos ramas
- El **sistema de Purkinje** son las ramificaciones distales del haz de His



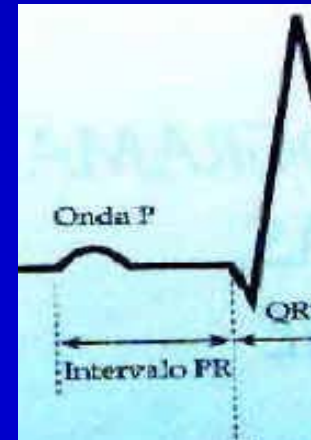
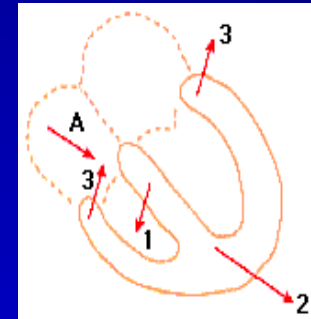
P,Q,R,S,T ¿De dónde proceden las ondas?

- P,Q,R,S,T son las principales ondas del ECG
- Cada onda representa la despolarización (**descarga**) o repolarización (**recarga**) de una zona del miocardio
- Tienen voltajes positivos o negativos



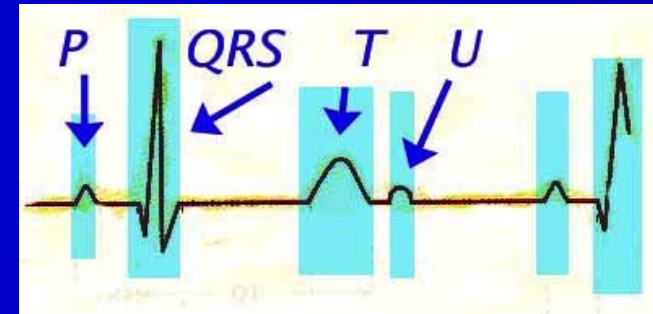
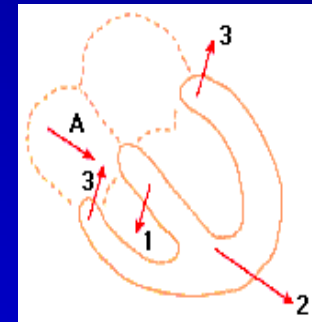
La onda P

- **La onda P** resulta de la despolarización de las aurículas
- Su voltaje es relativamente pequeño al contener poco músculo cardíaco las aurículas
- Su eje (vector) se dirige abajo y a la izquierda
- La mayoría de las derivaciones del plano frontal ven dirigirse hacia ellas el flujo de corriente y por tanto la onda P será positiva, excepto en aVR que es negativa



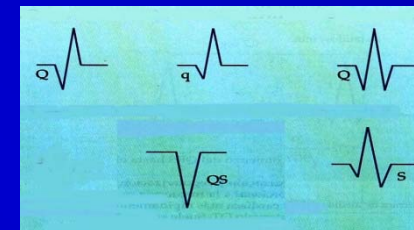
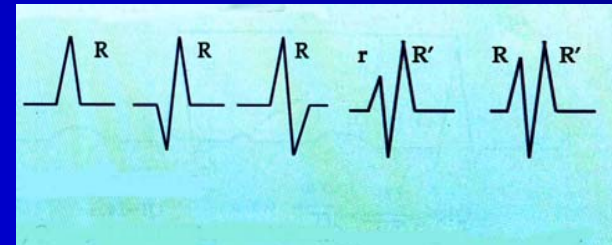
El complejo QRS

- El complejo QRS resulta de la despolarización de los ventrículos. Consta de 3 ondas
- La onda Q es la primera desviación descendente del complejo QRS
- La onda R es la primera desviación ascendente del complejo QRS
- La onda S es la primera desviación descendente después de una onda R
- Los complejos QRS son “positivos” o “negativos” según el tamaño de la onda R o S. *¡ la visión que cada derivación tenga del corazón !*



El complejo QRS: Su morfología

- La morfología del complejo QRS es muy variable
- Ondas POSITIVAS : **R**
- Ondas NEGATIVAS: **Q, S, QS**



La onda T

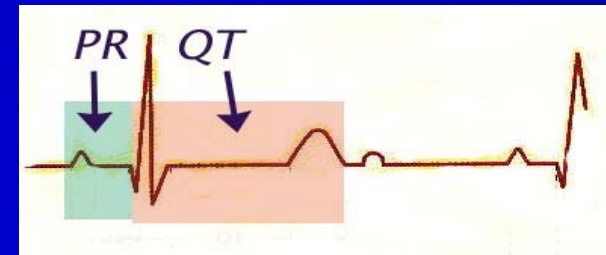
- Representa la repolarización (“recarga”) de los ventrículos a su estado eléctrico de reposo
- Suele ser asimétrica
- Será positiva, cuando el complejo QRS lo sea



¿De donde proceden los segmentos?

El intervalo PR

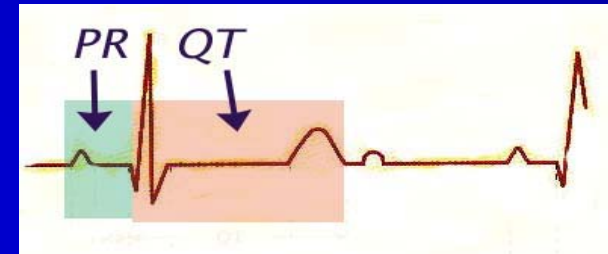
- Se mide desde el comienzo de la onda P hasta el comienzo del complejo QRS
- Mide el tiempo desde de inicio de la activación de las aurículas al inicio de la activación de los ventrículos
- Corresponde al tiempo que tarda el estímulo en alcanzar los ventrículos
- La duración normal es de 0,12-0,20 seg. (varia con la FC. La taquicardia lo acorta)



¿De donde proceden los segmentos?

El intervalo QT

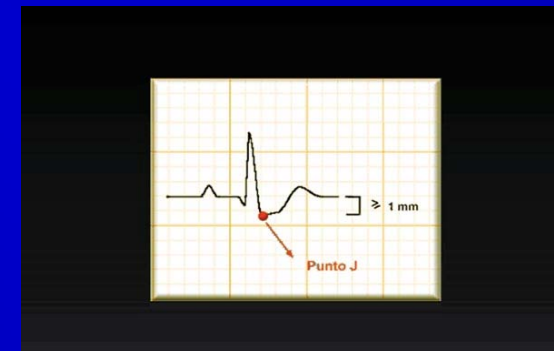
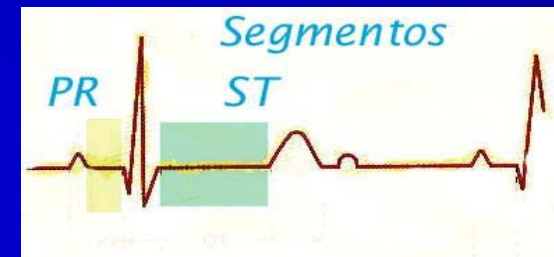
- Se mide desde el comienzo del QRS al final de la onda T
- Mide la actividad eléctrica ventricular (despolarización y repolarización). El tiempo de repolarización es proporcional a la FC, por lo que es necesario expresar el QTc
- La duración normal del QTc es de 0,35 - 0,44 seg.



¿De donde proceden los segmentos?

El intervalo ST

- Se corresponde con el final de la onda S al inicio de la onda T
- Es de gran interés en el diagnóstico de la cardiopatía isquémica
- El punto J determina el final del complejo QRS y el inicio del segmento ST



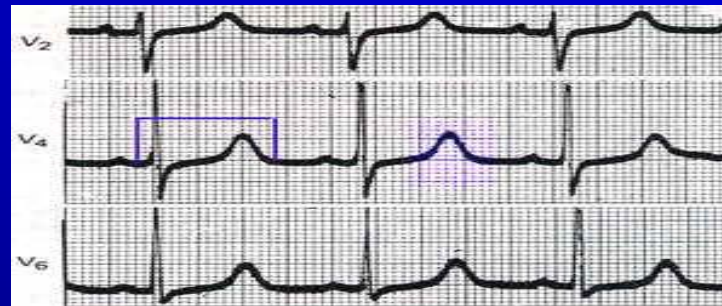


ANALISIS DEL RITMO, EJE Y FRECUENCIA CARDIACA

Análisis del ritmo

¡ El ritmo cardiaco hace referencia a la estructura que “comanda” la actividad eléctrica del corazón !

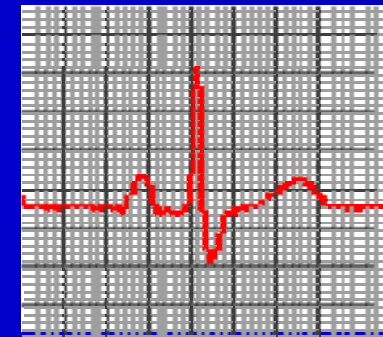
- El ritmo sinusal es un ritmo cardiaco normal
- El nodo sinusal actúa como un marcapasos natural, descargando 60-100 veces/minuto



Análisis del ritmo

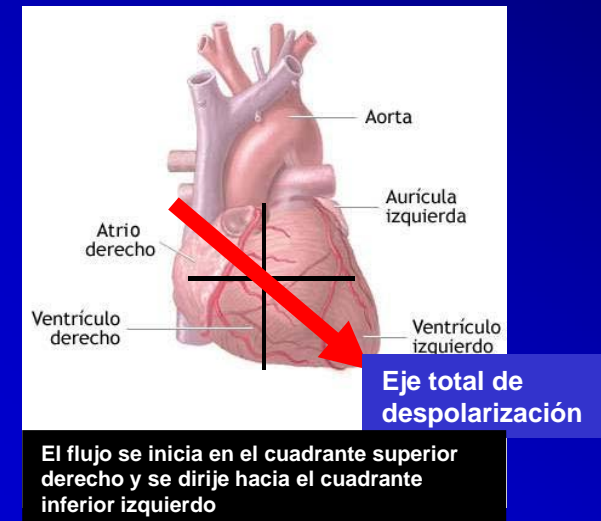
Características del ritmo sinusal

- Frecuencia cardíaca: 60-100 latidos/minuto
- Onda P positiva (ascendente) en DII y negativa (invertida) en aVR
- A cada onda P le sigue un complejo QRS
- Los intervalos PR y RR deben ser regulares



El eje cardiaco ¿Qué significa?

- El eje es un indicador de la dirección general del flujo de corriente eléctrica (**onda de despolarización**) a través de los ventrículos
- El flujo de corriente eléctrica se origina en el **nodo sinusal** y alcanza los ventrículos a través del **nodo auriculoventricular**

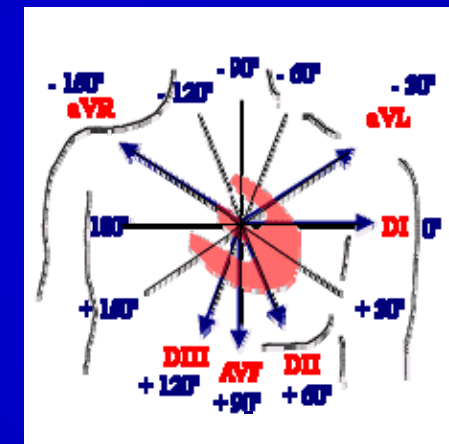
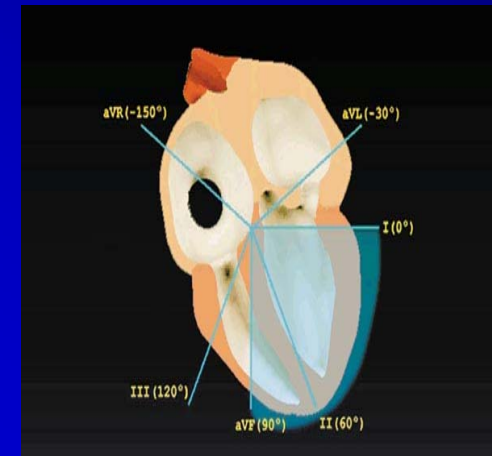


El eje se expresa como el ángulo medido en grados de la dirección de la corriente eléctrica que fluye a través de los ventrículos

El eje cardiaco ¿Qué significa?

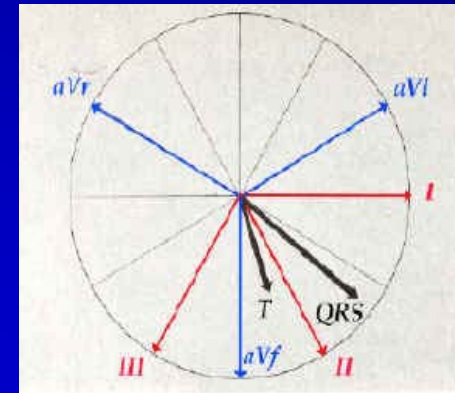
- La referencia o 0° es un punto tomado como línea horizontal “mirando” el corazón desde la izquierda (coincide con DI)
- Para una dirección de la corriente por debajo de la línea, el ángulo se expresa en **valores positivos**. Si la dirección de la corriente es por encima de la línea el ángulo se expresa en **valores negativos**

El eje cardiaco puede estar entre $\pm 180^\circ$



Derivaciones de extremidades y ángulos de visión

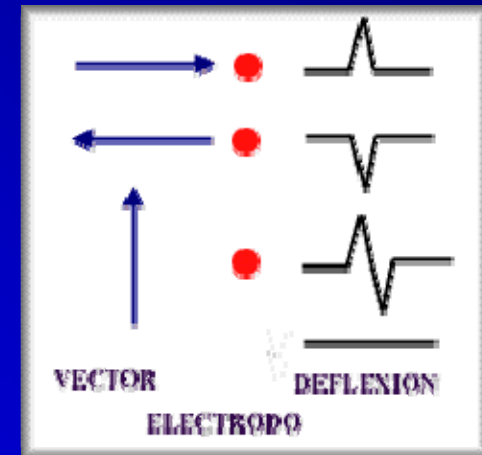
- Las seis derivaciones de las extremidades miran las caras del corazón desde seis puntos de vista (**ángulos**) diferentes
- El mismo sistema de referencia puede utilizarse para describir el ángulo desde el cual cada derivación mira el corazón



Derivaciones de extremidades y ángulos de visión

¡ Recuerda !

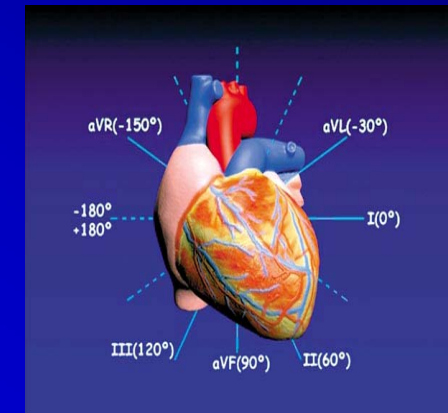
- El eje es la dirección del flujo eléctrico a través de los ventrículos (**despolarización ventricular**)
- La derivación de cada extremidad registra este flujo eléctrico desde diferentes puntos de vista del corazón



Si el flujo de corriente se dirige hacia una derivación causa una desviación positiva, si se aleja de la derivación causa una desviación negativa y si es perpendicular el complejo es isobifásico

Derivaciones de extremidades y ángulos de visión

- En la derivación DII el flujo de corriente de la despolarización ventricular va hacia ella y el complejo QRS es completamente positivo
- En la derivación aVL el flujo de corriente de la despolarización ventricular es perpendicular a ella y el complejo QRS es isobifásico



Si has comprendido el concepto de que la derivación de cada extremidad posee un ángulo de visión del corazón diferente, vas a entender fácilmente el eje

Determinación del eje eléctrico

- Para el cálculo del eje eléctrico se hace servir el complejo **QRS** del plano frontal
- Utilizaremos por tanto las derivaciones monopolares y bipolares de las extremidades: **DI, DII, DIII, aVR, aVL y aVF**

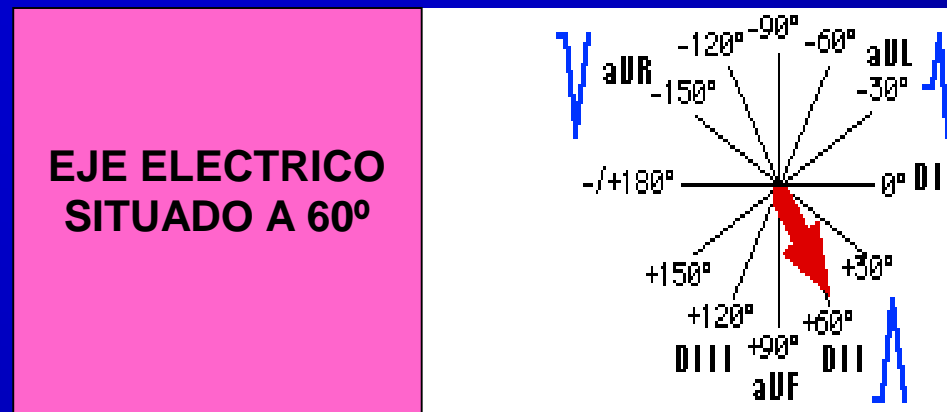
Recuerda que son perpendiculares entre sí

DI y aVF **DII y aVL** **DIII y aVR**

Determinación del eje eléctrico

- Buscar en las derivaciones de las extremidades un complejo **QRS** que sea **isodifásico**
- La **perpendicular** a esta derivación estará situado el **Eje** (vector de despolarización ventricular)
- Si el QRS de la derivación **perpendicular** es **positivo** el eje es **positivo**. Si el QRS de la derivación **perpendicular** es **negativo**, el eje es **negativo**

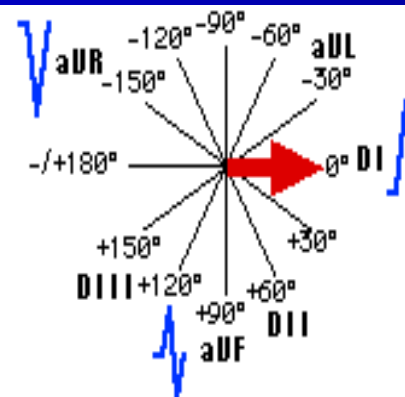
Determinación del eje eléctrico



La derivación que registra un complejo **isodifásico es aVL**, el vector que representa la dirección principal de la activación ventricular se encuentra sobre **la perpendicular a aVL que es DII**. Existen sólo dos posibilidades **+60° o -120°**. DII registra una onda positiva, el vector está encarando a DII y por lo tanto el valor del eje es de **+60°**.

Determinación del eje eléctrico

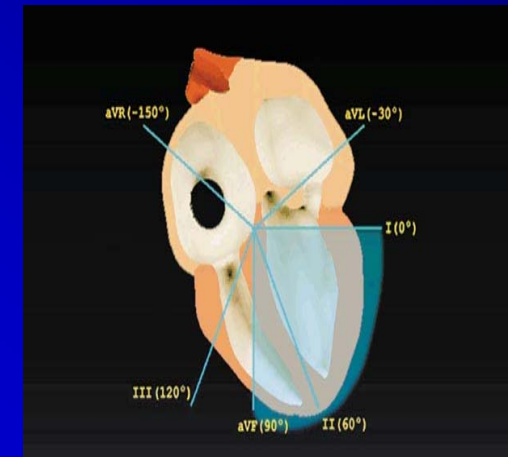
EJE ELECTRICO
SITUADO A 0°



La derivación que registra un complejo **isodifásico es aVF**
el vector que representa la dirección principal de la activación ventricular
se encuentra sobre **la perpendicular a aVF que es DI**
Existen sólo dos posibilidades **0° o $-/+180^\circ$**
DI registra una onda positiva, el vector está encarando a DI
y por lo tanto el valor del eje **es de 0°**

Manera de calcular el eje cardiaco

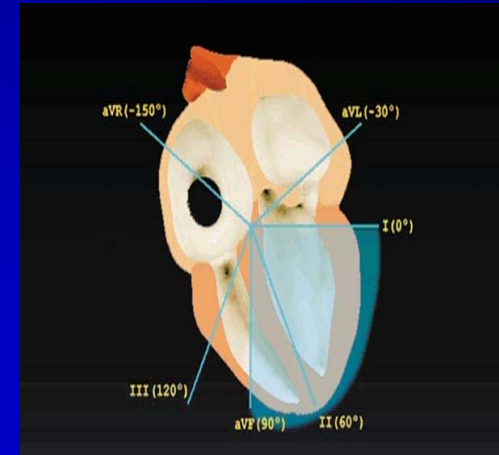
- **Si no existe complejo isodifásica** en el ECG, se puede determinar si el eje es normal, o esta desviado a la derecha o a la izquierda, pero **no podremos saber los grados**
- Para saber si un eje es normal o está desviado se observa el **QRS en DI y aVF.**



Si el QRS es positivo en DI y negativo en aVF = Eje desviado a la izquierda.
Si el QRS es positivo en DI y positivo en aVF = eje situado dentro del cuadrante normal.

Manera rápida de calcular el eje cardiaco

Complejo QRS

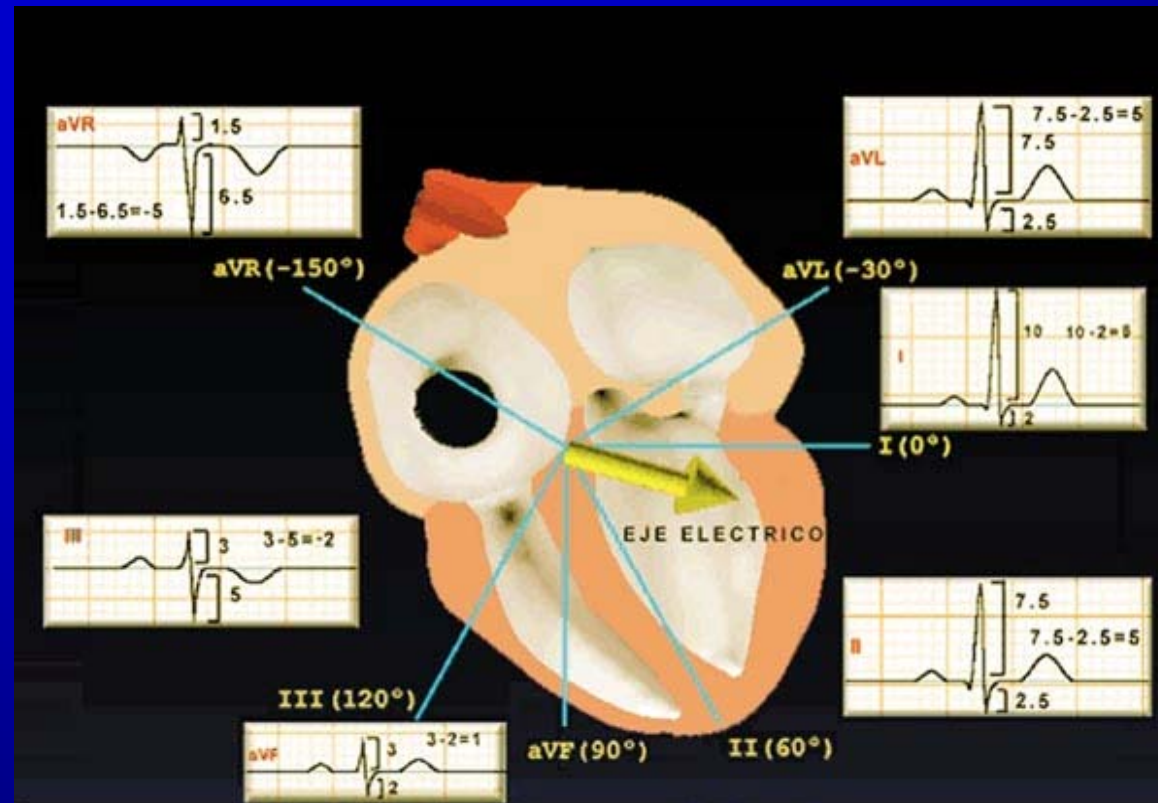


Eje normal: positivo en DI y DII

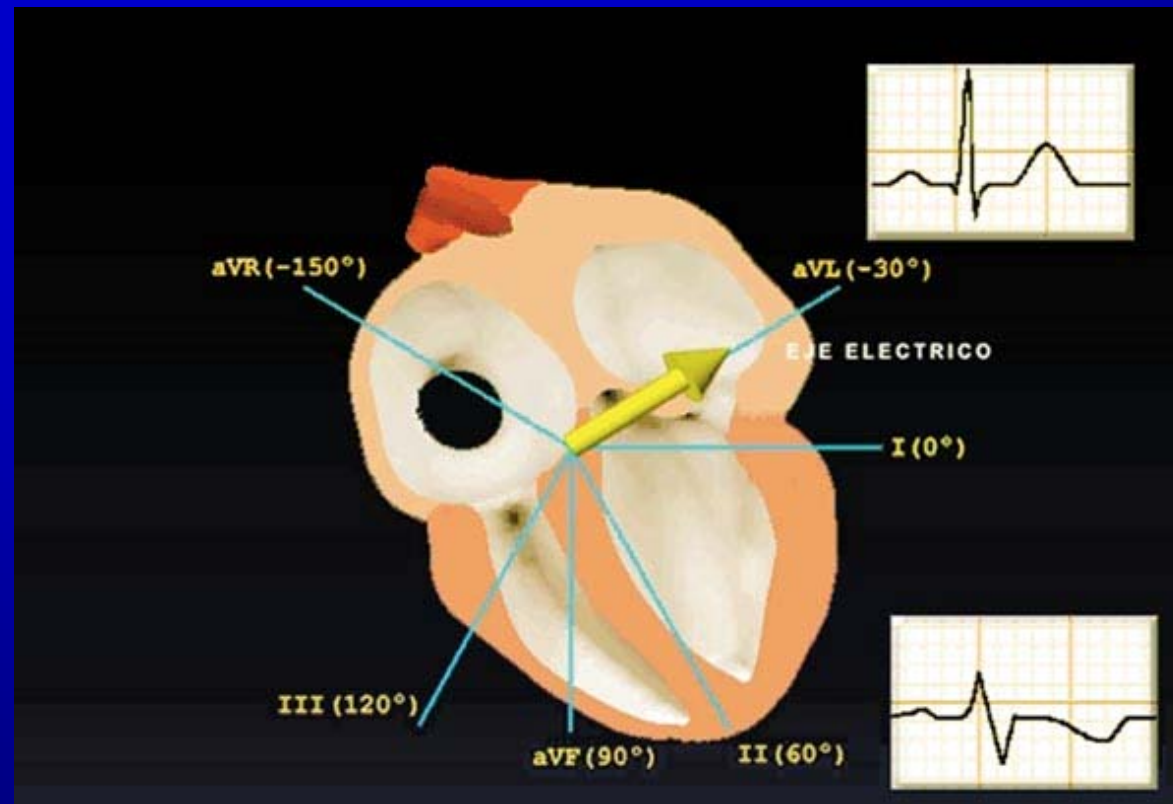
Eje desviado a la izquierda: positivo en DI y negativo en DII

Eje desviado a la derecha : negativo en DI y positivo en DII

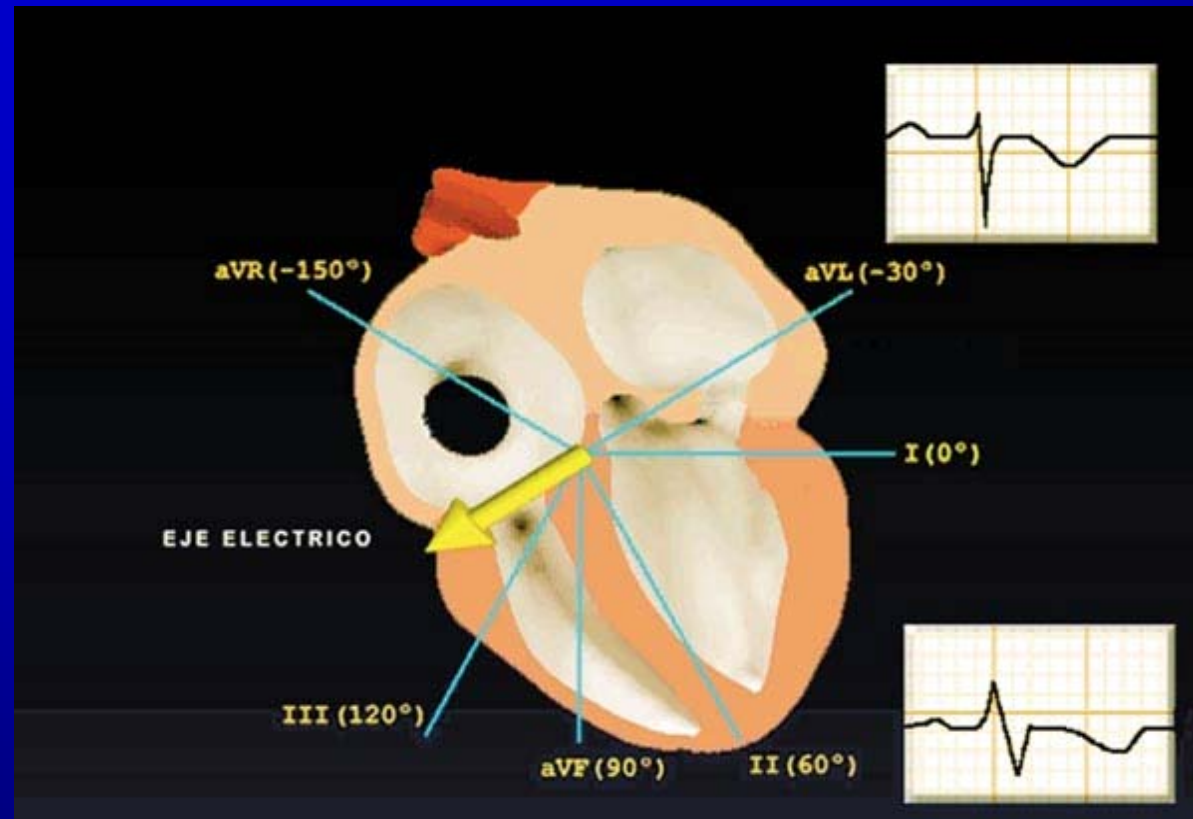
Eje cardiaco normal



Eje cardiaco desviado a la izquierda

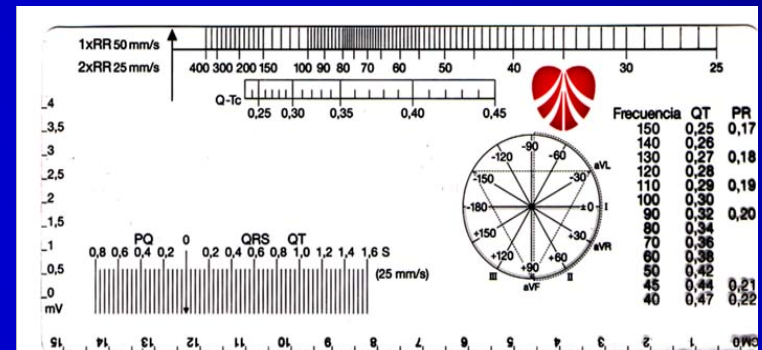


Eje cardiaco desviado a la derecha



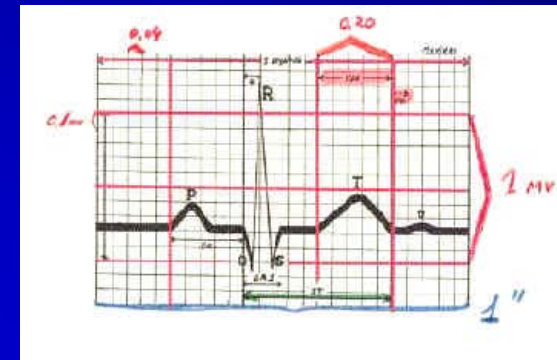
La frecuencia cardiaca ¿Cómo se determina?

- Es la frecuencia de los complejos QRS (despolarización ventricular) y corresponde a la frecuencia ventricular.
- Antes de medir la FC debe comprobarse la velocidad del papel (V. Estandar: 25 mm/seg.)
- Algunos electrocardiógrafos calculan y registran la FC del ECG
- Es posible calcular la FC usando una regla de lectura de ECG



La frecuencia cardiaca

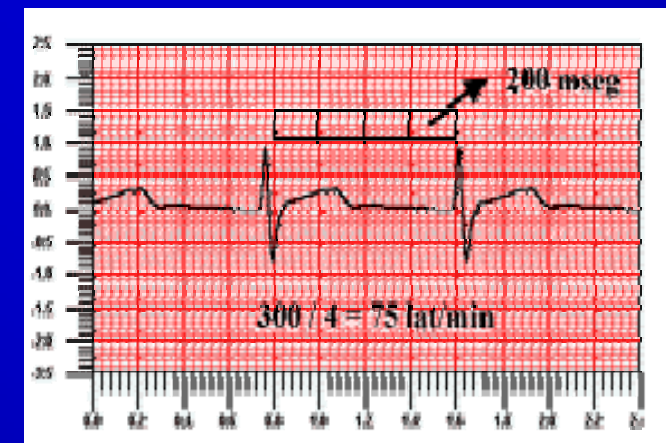
¡Recuerda!: Un trazado de ECG de 1 min. corresponde a 300 cuadros grandes (1 seg. = 5 cuadros grandes)



Ritmo regular

- N° cuadros grandes que hay entre dos complejos QRS y dividir por 300

Ejemplo: existen 4 cuadros grandes entre dos complejos QRS. La frecuencia cardiaca es de $300/4$: 75 latidos/min.



La frecuencia cardiaca

Ritmo irregular

- N° complejos QRS en 30 cuadros grandes (6 seg.) y multiplicado por 10

Ejemplo: N° complejos QRS en 30 cuadros (6 seg.) = 11 El N° complejos QRS por minuto = $11 \times 10 = 110$

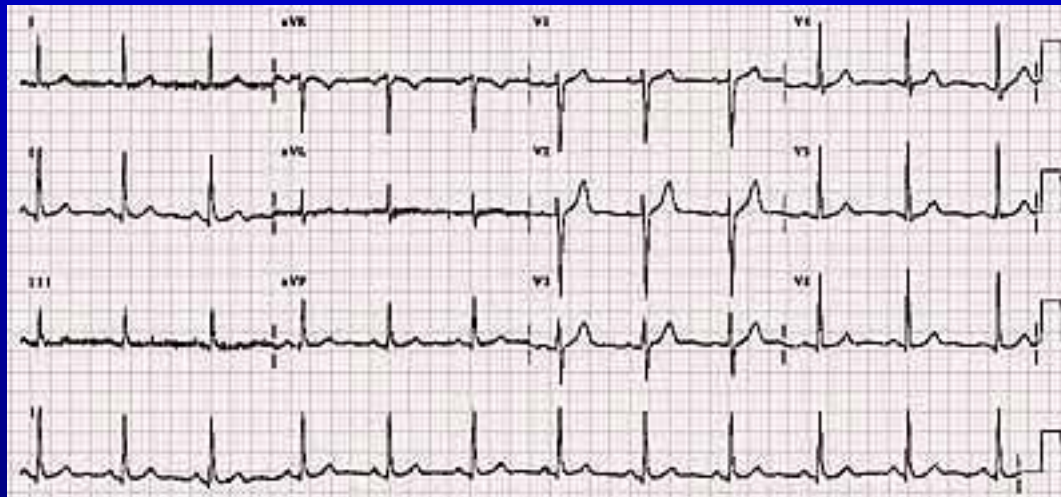


Lectura electrocardiograma

- Frecuencia cardiaca:
- Ritmo
- Intervalo P-R
- Intervalo Q-T
- Morfología onda P
- Análisis complejo QRS
- Análisis segmento ST y onda T
- Eje eléctrico

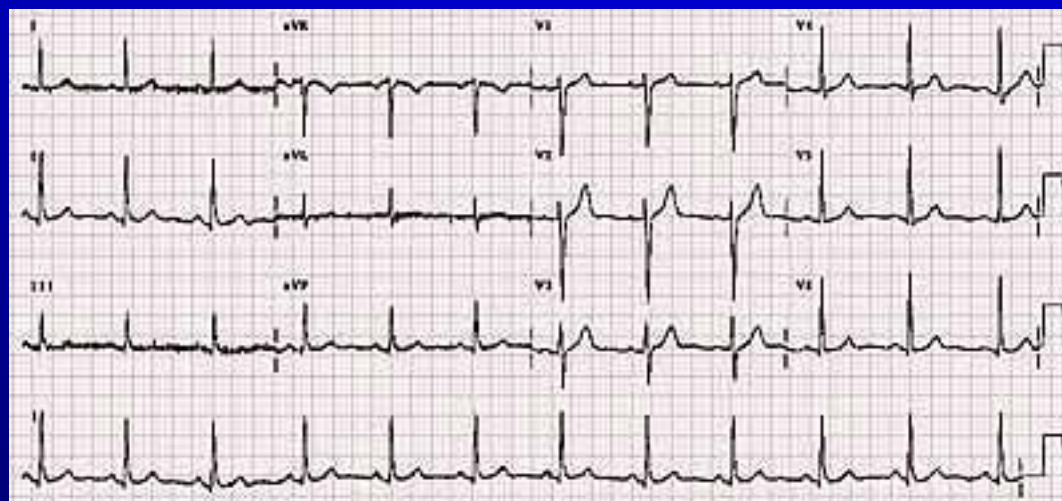
Lectura electrocardiograma

- **Frecuencia cardiaca:** nº cuadros grandes que separan dos ondas R
300/4: 75 latidos /m
- **Ritmo:** Toda onda P va seguida de QRS, el intervalo P-R es constante y la onda P es positiva en DII y aVF y negativa en aVR (**Ritmo sinusal rítmico**)
- **Intervalo P-R:** mide 4 cuadros pequeños ($4 \times 0,04 = 0,16$ seg). **Normal**



Lectura electrocardiograma

- **Intervalo Q-T.** Si nos fijamos en DII mide 10 cuadros pequeños, siendo la duración del Q-T de 0,40 seg. El QTc para dicha frecuencia cardiaca sería de 0,36 seg. (normal: 0,35-0,44 seg.)
- **Morfología onda P:** Si nos fijamos en DII, la duración es de 2,5 cuadros pequeños ($0,04 \times 2,5 = 0,10$ seg) y una altura de 2 cuadros (0,20 mV).
Morfología onda P: Normal
- **Análisis complejo QRS:** Mide 2 cuadros pequeños ($0,04 \times 2 = 0,08$ seg.) **Normal.** Hay que fijarse en la progresión de la relación R/S en precordiales



Lectura electrocardiograma

- **Análisis del segmento ST y onda T.** El punto J es isoelectrico, y el segmento ST no esta elevado ni descendido más de 1 mm. en ninguna derivación, considerándose normal. La polaridad de la onda T es similar a la del QRS
- **Eje eléctrico.** Aquí no podemos seguir el sistema del complejo isodifásico al no haber ninguno. Sabemos que esta entre 0° y 90° y como DII es la derivación con un QRS de mayor voltaje, el eje estará situado a unos 60°

CONCLUSION : ECG NORMAL

