



# Electrocardiograma

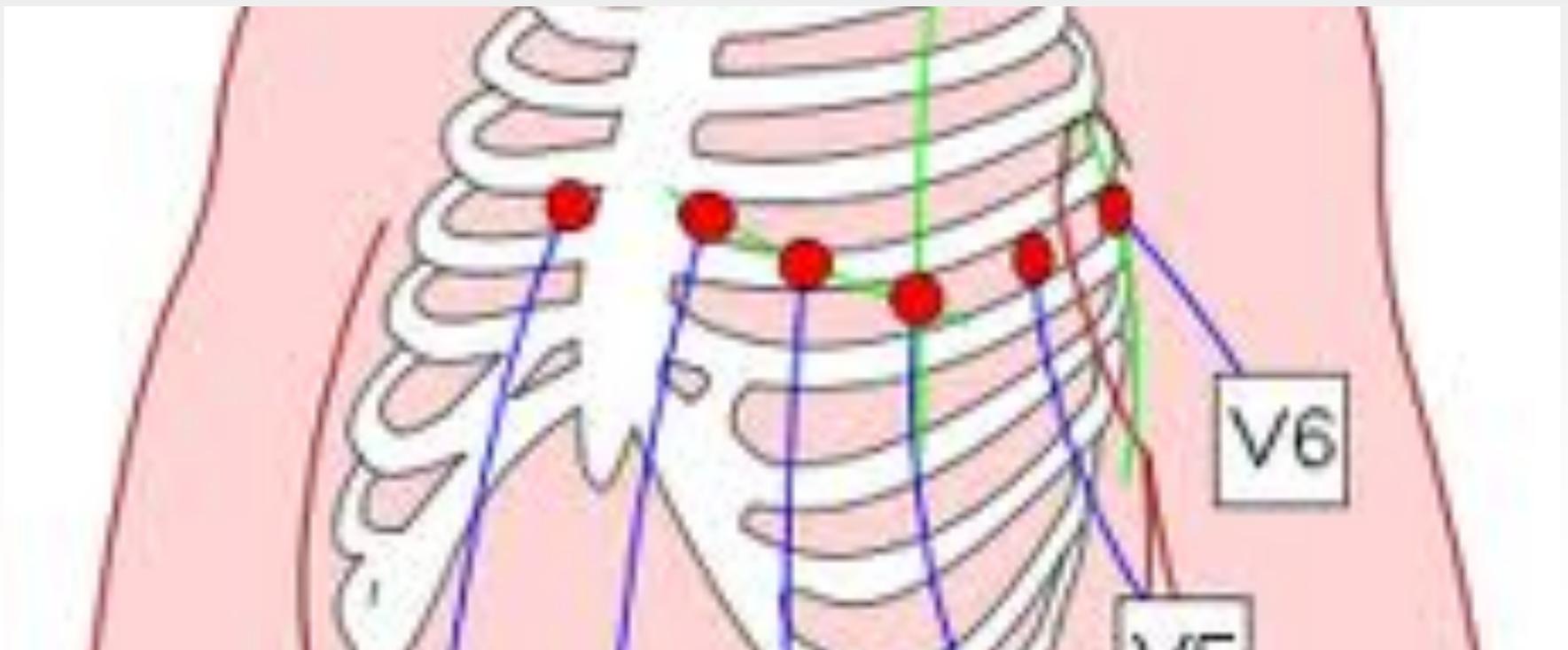
Dr. Enrique Manjarrez Gonzalez  
RESIDENTE DE CARDIOLOGIA CLINICA



- ECG: registro grafico de la actividad eléctrica del corazón
  1. Agua
  2. Electrolitos
  3. Potencial
- La magnitud y dirección de la actividad eléctrica registrada es el promedio de las despolarizaciones y repolarizaciones acumuladas de las células cardiacas en un momento dado.



# COLOCACION DE ELECTRODOS





# DERIVACIONES DEL PLANO FRONTAL

1. 3 BIPOLARES ( EINTHOVEN 1901) (DIFERENCIA DE POTENCIAL +/-)
  2. 3 UNIPOLARES
- SE HAN DE COLOCAR LOS ELECTRODOS POR ENCIMA DE LAS MUÑECAS O TOBILLOS, EN SU DEFECTO POR ENCIMA DEL MUÑON DE AMPUTACION. (IMAGEN)
  - PASTA, GEL, ALCOHOL.



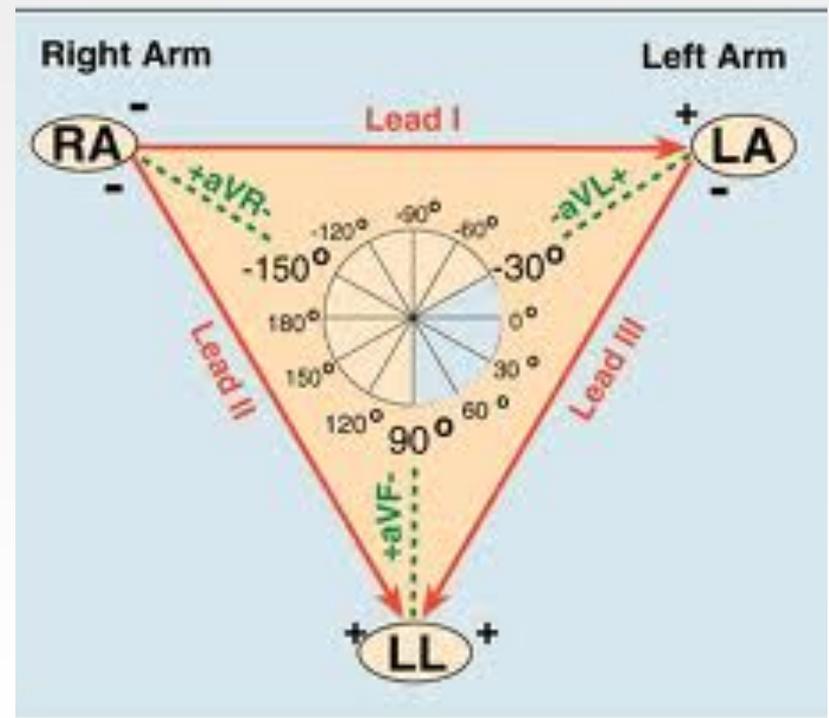
# LOCALIZACION





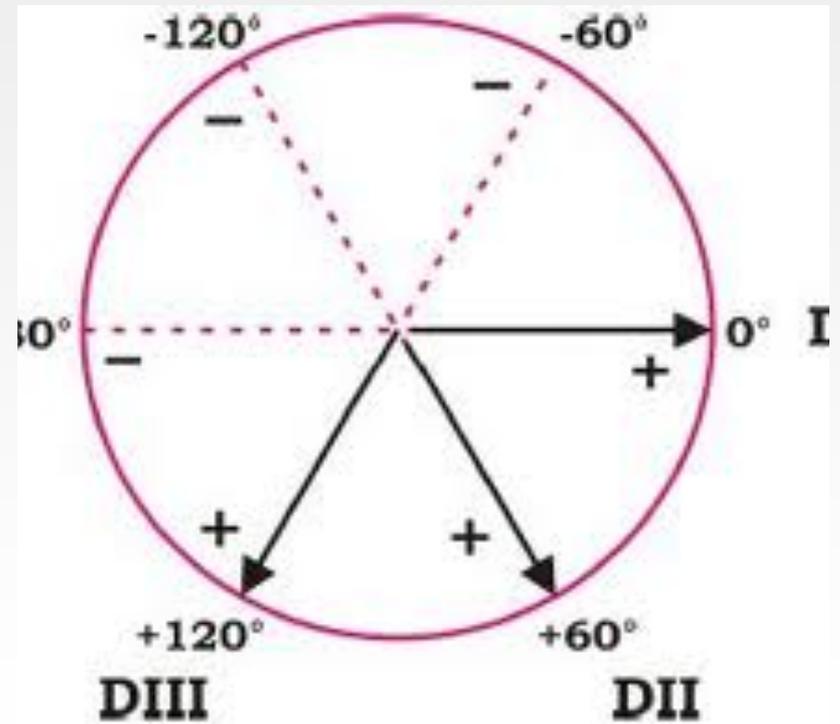


- TRIANGULO EQUILATERO, CORAZON CENTRAL, ERRONEO.
- CARACTERISTICAS:
  1. EQUILATERO, SUS 3 LADOS EQUIDISTAN DEL CORAZON, 3 VERTICES CORRESPONDEN A LAS RAICES DE LOS MIEMBROS, TODOS LOS VECTORES SE SITUAN EN EL CENTRO ELECTRICO DEL TRIANGULO.





- SISTEMA TRIAXIAL.







- BUERGUER: TRIANGULO ESCALENO, CORAZON NO OCUPA EL CENTRO.
- DERIVACIONES BIPOLARES SOLO REGISTRAN DIFERENCIAS DE POTENCIAL ELECTRICO PERO NO EL POTENCIAL REAL.

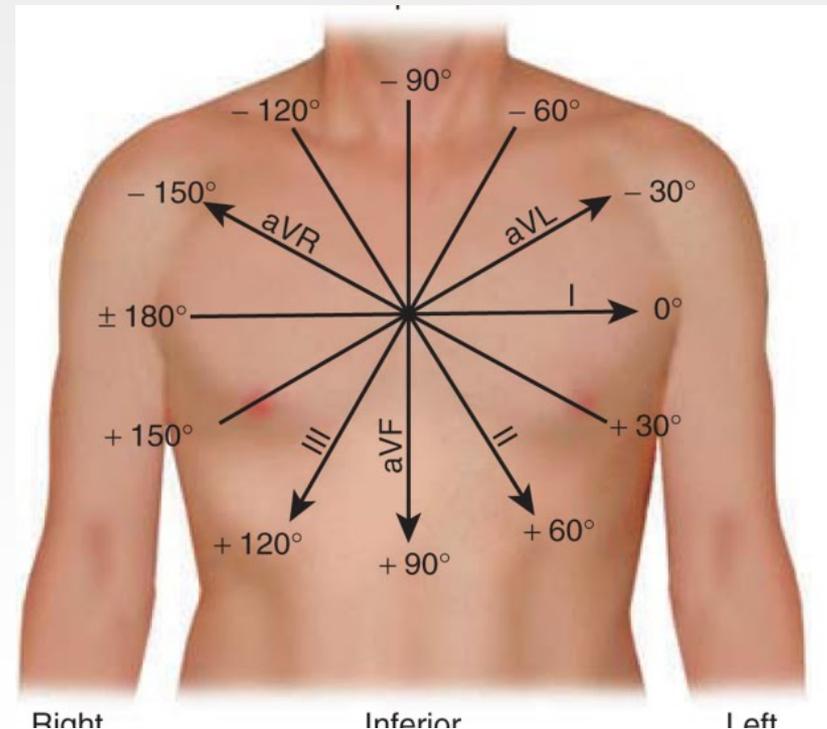




- WILSON: DERIVACIONES MONOPOLARES CAPACES DE REGISTRAR EL POTENCIAL ABSOLUTO, REQUERIA EL CENTRAL TERMINAL LOGRADO UNIENDO LOS 3 ELECTRODOS SITUADOS EN LAS EXTREMIDADES (LA-RA-LL)
- GOLBERGER INCORPORO UNA TECNICA PARA AUMENTAR LA AMPLITUD 50%



- AÑADIENDO EL SISTEMA TRIAXIAL, LOS EJES DE DERIVACIONES MONOPOLARES SE REALIZA EN SISTEMA HEXAXIAL DE BAILEY.
- COLOCACION ERRONEA DE ELECTRODOS: LEY DE EINTHOVEN LA DERIVACION  $II = I + III$ .





- EXPLICADO POR LA LEY DE KIRCHOFF: LA SUMA TOTAL DE LAS FUERZAS TENSIONALES ENTRE DISTINTOS PUNTOS DE UN CIRCUITO CERRADO ES IGUAL A CERO.
- $(LL-RA) = (LA-RA) + (LL - LA) = II = I + III$



## SIGNIFICADO

- SI LA DERIVACION I Y III SON POSITIVAS FORZOSAMENTE DEBE SERLO II, CON VOLTAE SIMILAR A LA SUMA DE AMBAS.
- SI LAS DOS SON NEGATIVAS, TAMBIEN DEBE SERLO II, CON VOLTAJE SIMILAR A LA SUMA DE AMBAS.



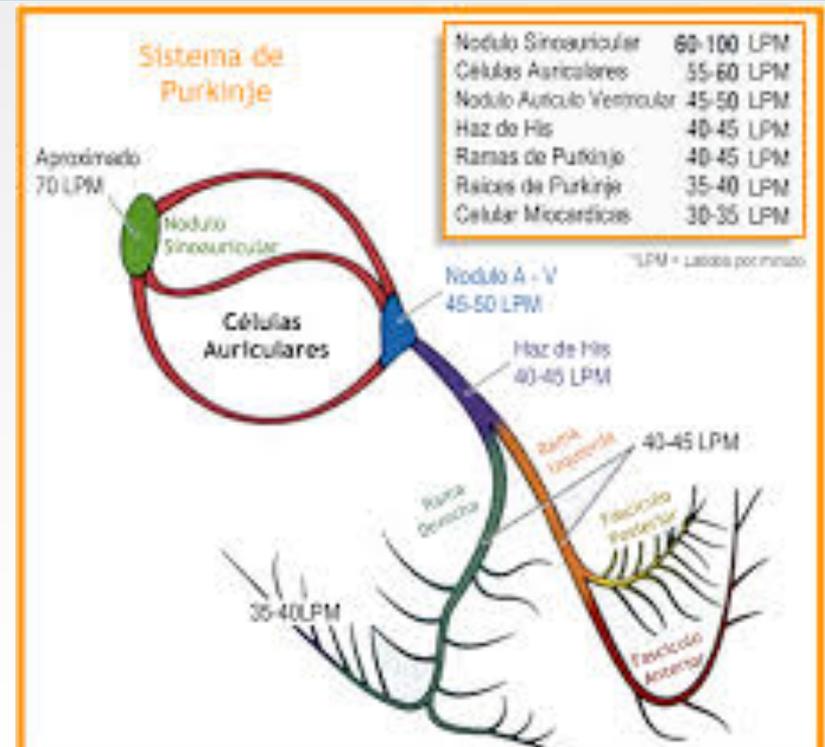
# DERIVACIONES DE VIGILANCIA

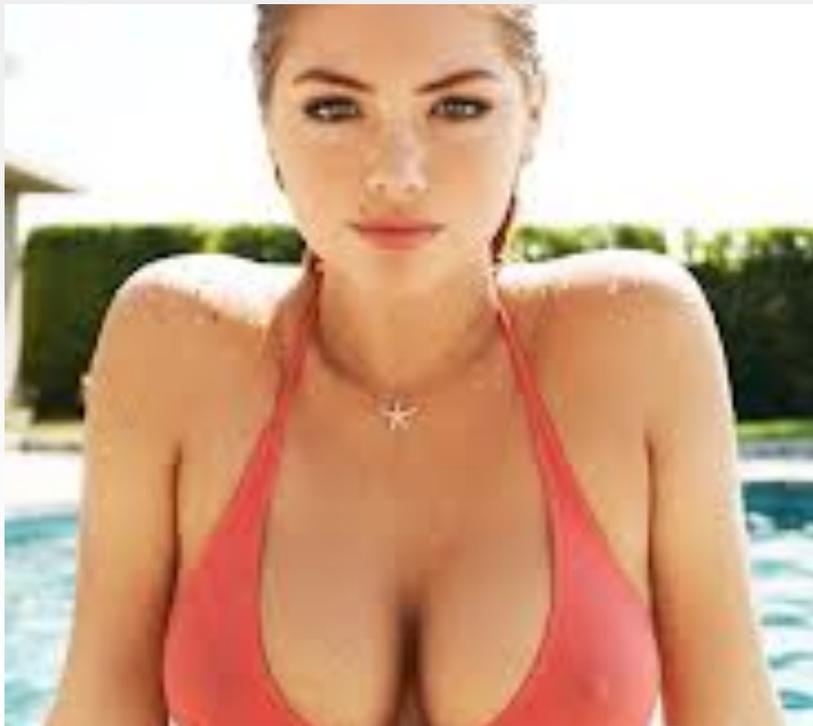
- DERIVACION TORAXICA BIPOLAR MODIFICADA: ELECTRODO POSITIVO EN V1, ELECTRODO NEGATIVO CERCA DE HOMBRO IZQUIERDO, TERCER ELECTRODO EN HOMBRO DERECHO COMO TIERRA.
- VALORA ARRITMIAS....
- NO VALORA ISQUEMIA, SOLO SI SE MODIFICA EL V, EN V4 O V5.
- MEDRANO; MASON-LIKAR



# SISTEMA DE CONDUCCION CARDIACO

- MEDIDAS DE NODO SINUSAL, AV
- CARACTERISTICAS ELECTROFISIOLOGICAS DE CELULA CARDIACA

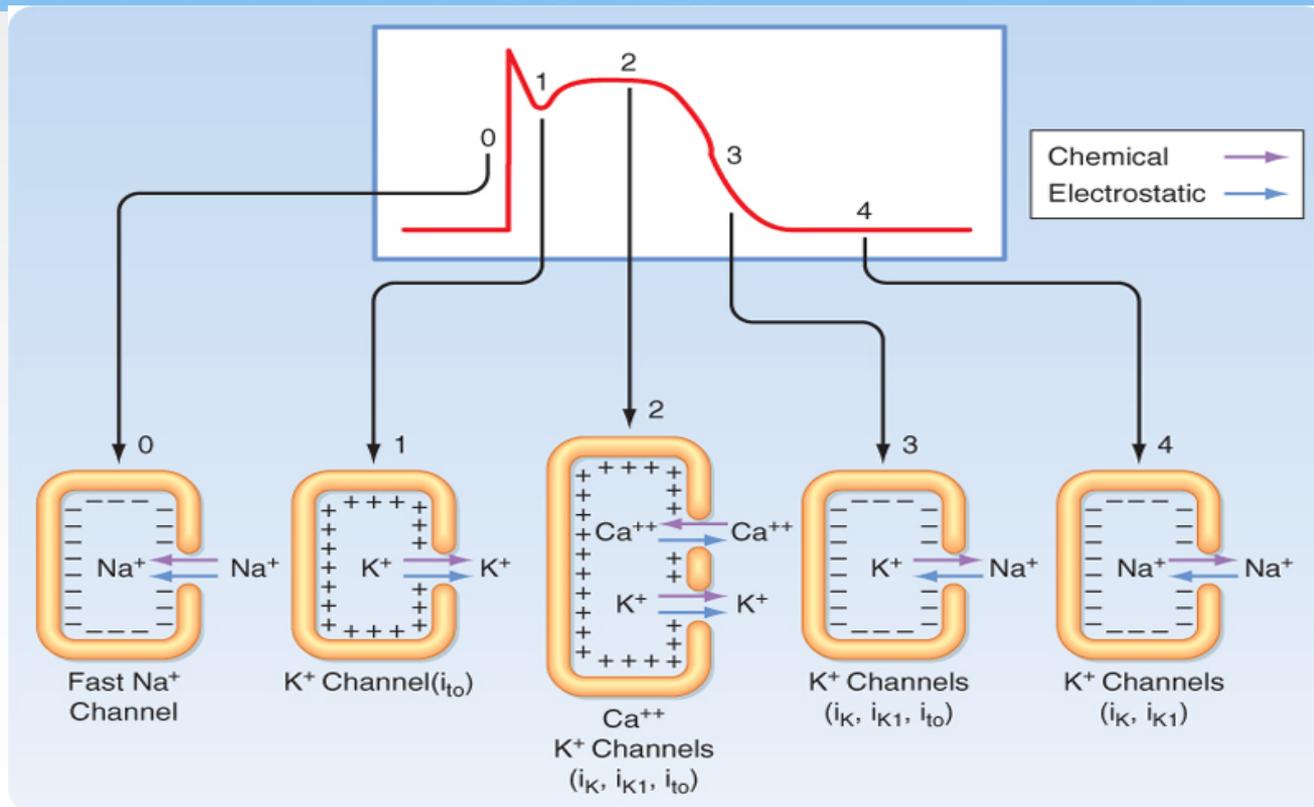






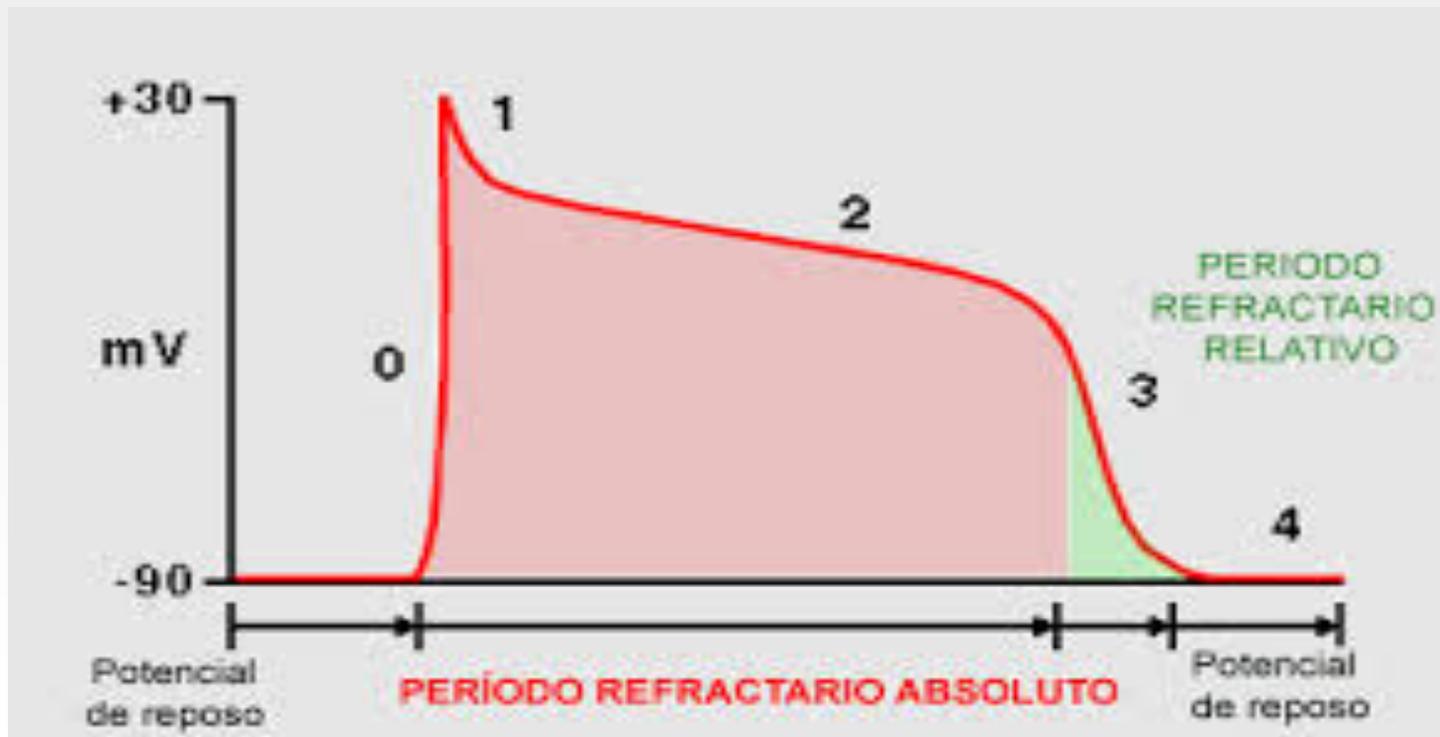


# POTENCIAL DE ACCION CARDIACO





# PERIODO REFRACTARIO

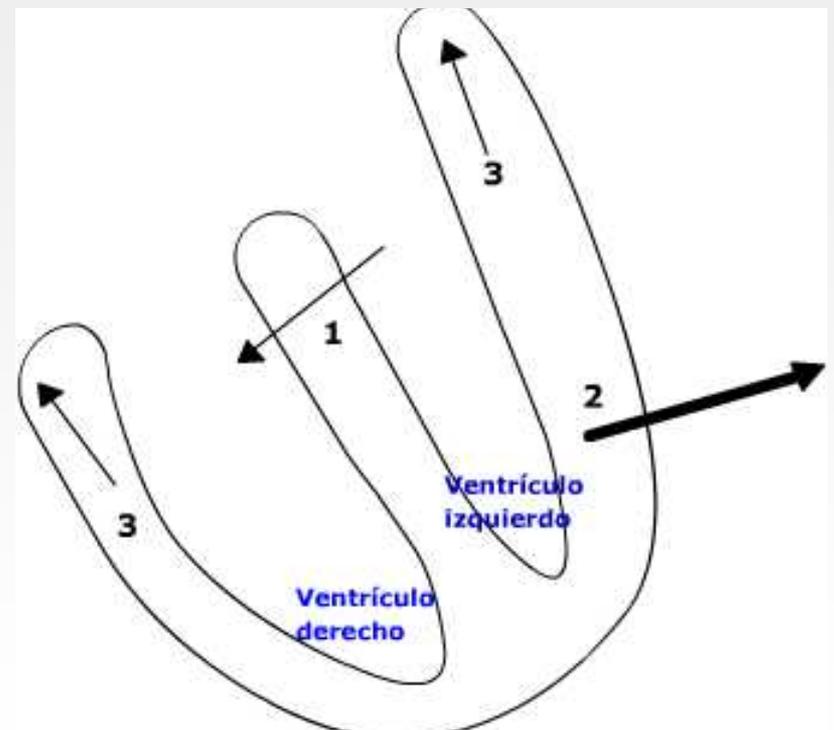
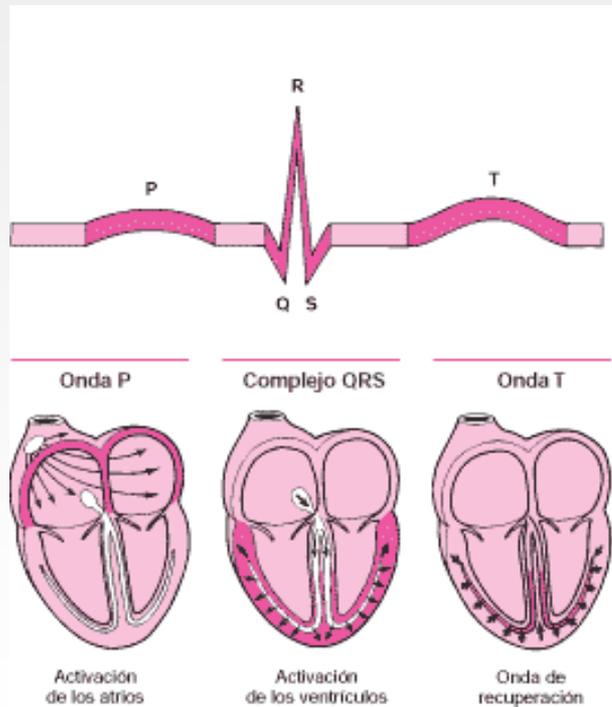




- **PERIODO REFRACTARIO:** Tiempo en que la miofibrilla es incapaz de responder a un estímulo.
  - **Absoluto:** no conduce ningún estímulo.
  - **Relativo:** estímulo es suficiente, produce una respuesta o un nuevo potencial de acción. Inicia cuando se alcanza  $-60$  mV y se propaga hasta antes de la fase 3.
- **CONTRACTILIDAD:** Propiedad mecánica que tienen las miofibrillas para contraerse.

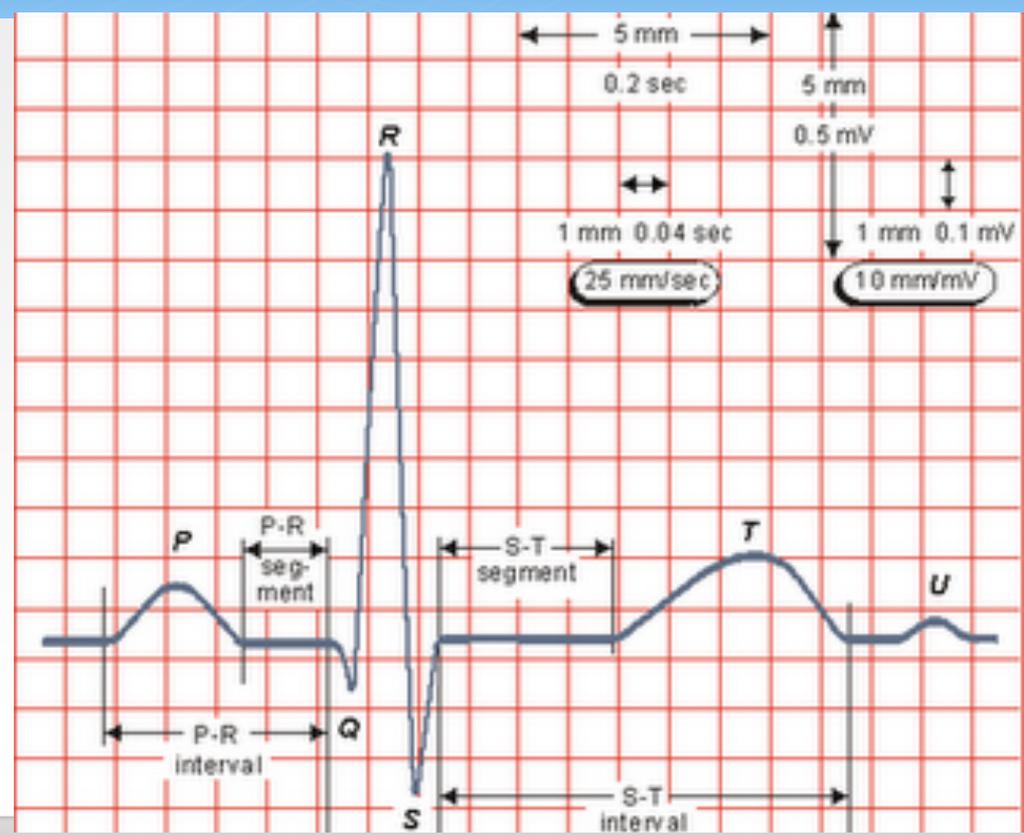


# VECTORES DE DESPOLARIZACION.





# ELECTROCARDIOGRAMA NORMAL





# INTERPRETACION





# CONDICIONES

1. DEBE ESTAR RECOSTADO EN DECUBITO SUPINO CON TORAX DESNUDO.
2. DEBE EXISTIR UN BUEN CONTACTO ENTRE ELECTRODOS Y PIEL.
3. DEBE ESTAR ESTANDARIZADO EL ELECTROCARDIOGRAFO  $1\text{MV}=10\text{MM}$
4. 4.- EL ELECTROCARDIOGRAFO Y EL PACIENTE DEBEN ESTAR EN CONTACTO CON TIERRA PARA EVITAR INTERFERENCIAS.
5. CUALQUIER EQUIPO ELECTRONICO PUEDE INTERFERIR EN EL ECG.



# ONDAS, INTERVALOS, SEGMENTOS

- P: DESPOLARIZACION AURICULAR
- Ta: REPOLARIZACION AURICULAR, USUALMENTE INCLUIDO EN INTERVALO PR (II, III, AVF)
- QRS: ACTIVACION VENTRICULAR, 0.06-0.10 SEGUNDOS
- J: LISEA BASE, PARA LESIONES.
- T: REPOLARIZACION VENTRICULAR
- U: MENOS DE 1MM, REPOLARIZACION DE FIBRAS, CONTRACCION MUSCULOS PAPILARES.
- ADECUADA PROGRESION DEL PRIMER VECTOR: 3MM, MINUSCULA Y MAYUSCULAR EN VECTORES.

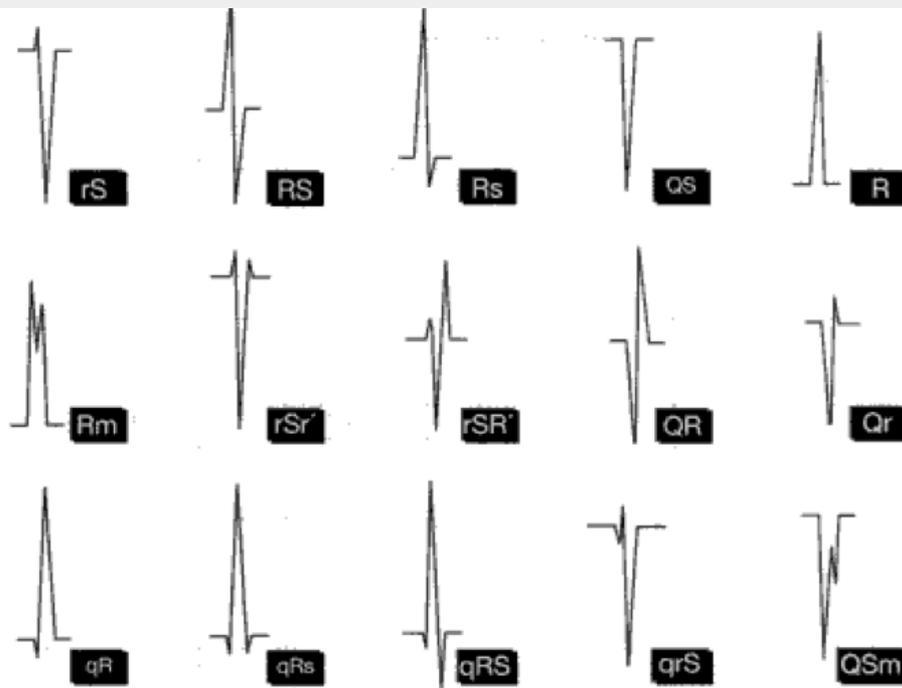


Figura 2.11. Morfologías más frecuentes del complejo QRS. m: onda mellada.



# RUTINA DE INTERPRETACION ECG

- CADA QUIEN TIENE SU PROPIA RUTINA, LA MAS FACTIBLE O LA MAS ACEPTABLE.
  
- LECTURA: SUPERFICIE, DERIVACIONES, EJES AP / LONGITUDINAL, PROGRESION DEL VECTOR, EJE DE TRANSICION, RITMO, FC, MEDICIONES DE ONDAS, MEDICIONES DE SEGMENTOS, INTERVALO R-R, INTERVALO P-P, INTERVALO QT (CORREGIDOS) EJES DE ONDAS, CRECIMIENTOS AURICULARES, CRECIMIENTOS VENTRICULARES, LECTURA DE ANOMALIAS, CONCLUSION.



P  
Onda

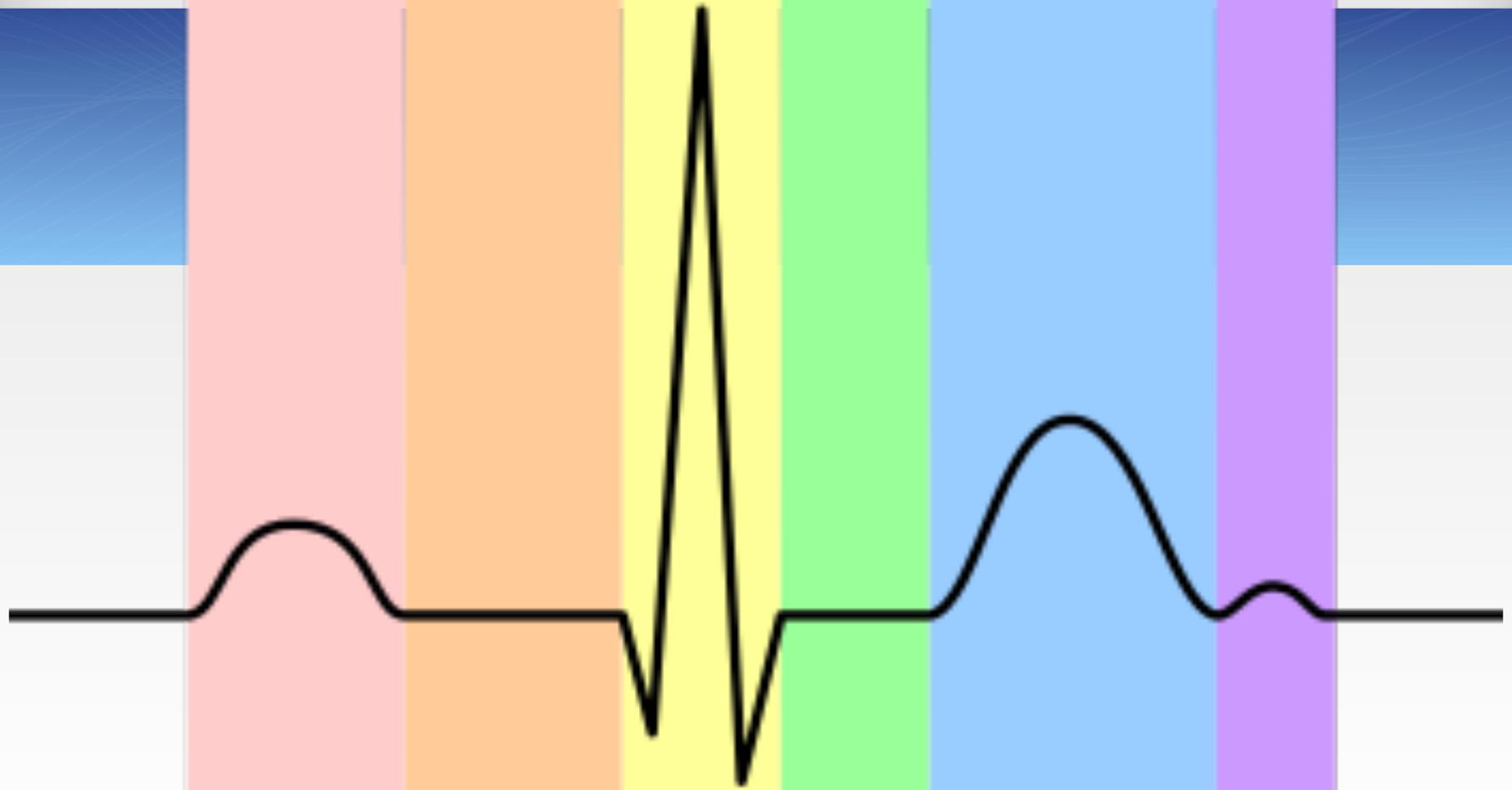
PR  
Segmento

QRS  
Complejo

ST  
Segmento

T  
Onda

U  
Onda

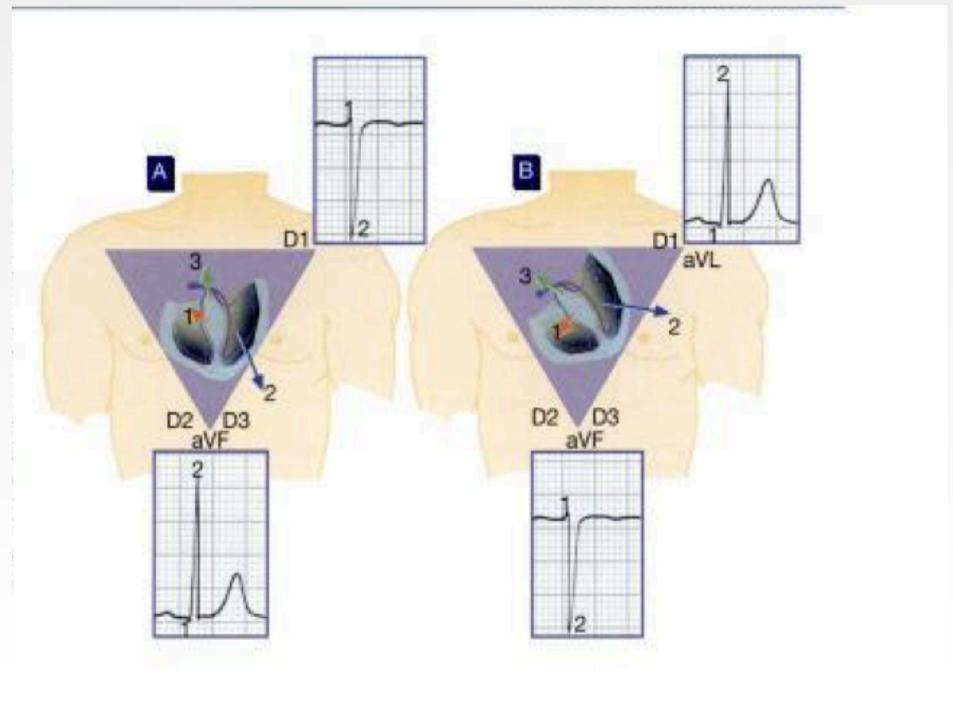
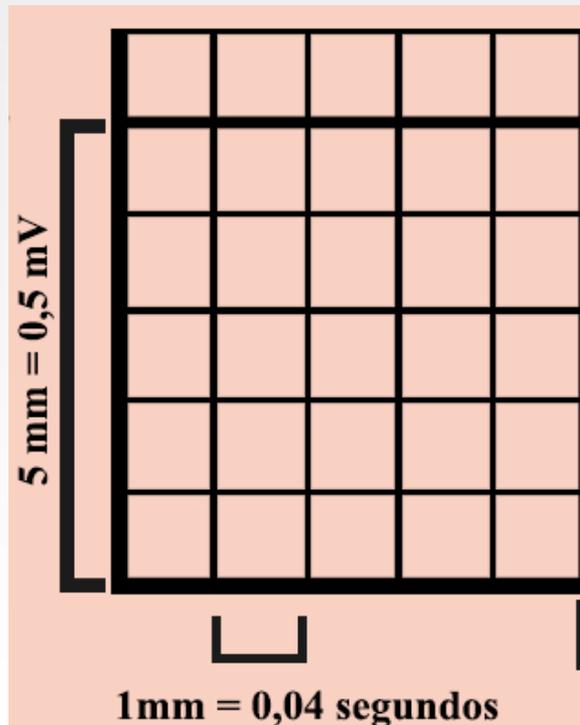


PR  
Intervalo

QT  
Intervalo

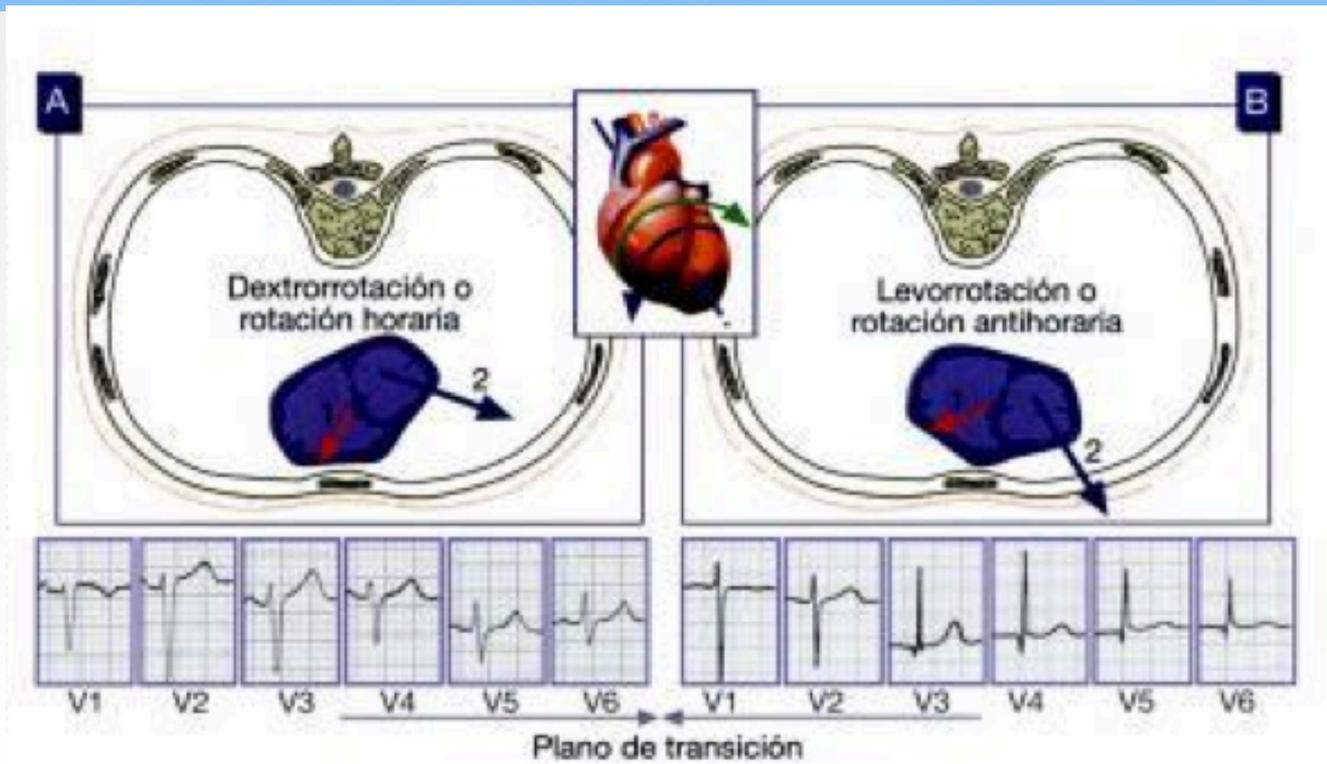


# SUPERFICIE / ANTEROPOSTERIOR





# LONGITUDINAL





# RITMO REGULAR

- FRECUENCIA VENTRICULAR REGULAR: DIVIDIENDO 60 SEG, DE UN MINUTO ENTRE LA DISTANCIA DE INTERVALO R-R MULTIPLICADO POR 0.04.
- DIVIENDO 300 POR EL INTERVALO R-R EXPRESADO COMO EL NUMERO DE CUADROS GRANDES DEL PAPEL REGISTRO QUE SEPARAN DOS QRS SUCESIVOS.
- ONDA R DEL PRIMER QRS SOBRE LINEA GRUESA, Y SEPARACION ENTRE DOS R-R SUCEDIVAS: 300-150-100-75-60-50-43



# RITMO IRREGULAR

- CALCULAR LA FRECUENCIA CARDIACA PROMEDIO CONTANDO EL NUMERO DE COMPLEJOS QRS QUE EXISTEN EN UN PERIODO DETERMINADO GENERALMENTE EN 6 SEGUNDOS, (30 CUADROS GRANDES) MULTIPLICADO POR 10.



# RITMO SINUSAL

- CRITERIOS:

1. EXISTENCIA DE ONDA P DE MORFOLOGIA NORMAL POSITIVA EN II,III,AVF Y NEGATIVA EN AVR
2. FRECUENCIA ENTRE 60-100
3. TODO COMPLEJO QRS DEBE ESTAR PRECEDIDO POR ONDA P.

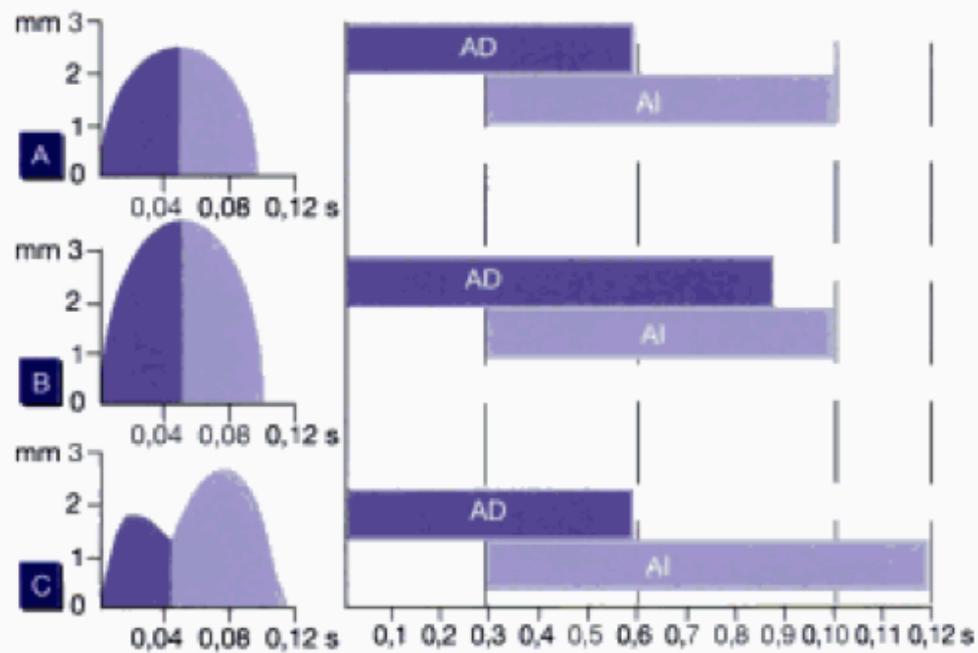


# MEDICIONES

- VALOR DE P, QRS, ST
- EJE P, QRS, T
- INTERVALO P-P
- INTERVALO R-R



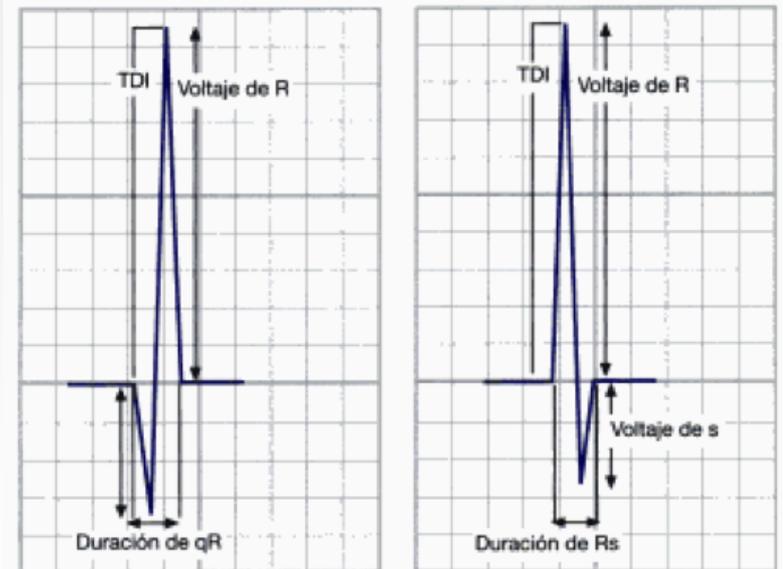
# CRECIMIENTOS AURICULARES





# CRECIMIENTOS VENTRICULARES

- IZQUIERDO: LEWIS, CORNELL, SOKOLOW, ROMHIL-ESTES
- DERECHO: CABRERA, LEWIS, R/S, FLOWERS-HORAN, INDICE DE MACRUZ
- TIEMPO DE DEFLEXION INTRINSECOIDE: V1:  $<0.03$ , V6:  $<0.05$





**Tabla 5.1. Criterios de Romhilt y Estes para el diagnóstico de hipertrofia ventricular izquierda**

**Criterios basados en los cambios del QRS**

- |  |          |
|--|----------|
| 1. Criterios de voltaje*: si existe uno o más de los siguientes: | 3 puntos |
| - Onda R o S > 20 mm en el plano frontal                         |          |
| - Onda S más profunda en V1 o V2 > 30 mm                         |          |
| - Onda R más alta en V5, V6 > 30 mm                              |          |
| 2. Deflexión intrínseca en V5, V6 > 0,05 s                       | 1 punto  |
| 3. Duración del complejo QRS > 0,09 s                            | 2 puntos |

**Criterios basados en los cambios del segmento ST**

- |   |          |
|---|----------|
| 1. Vector ST y onda T opuestos al QRS (ST descendido respecto a la línea isoeletrica y onda T negativa en precordiales izquierdas) en ausencia de digital. Se incluyen los casos de trastorno primario de la repolarización si éste no se debe a la digital | 3 puntos |
| 2. La misma imagen si el paciente toma digital  | 1 punto  |

**Criterios basados en la onda P\*\***

Presencia de onda P > 0,12 s de duración con modo negativo en V1 > 0,04 s de duración (imagen de crecimiento atrial izquierdo)	3 puntos
--	----------

\*Su valor es dudoso en individuos menores de 18 años y mayores de 60. En los menores de 18 años a menudo hay criterios de voltaje y no hay crecimiento ventricular izquierdo, y en los mayores de 60 años con frecuencia no se encuentran criterios de voltaje y debe sospecharse crecimiento ventricular izquierdo si existen alteraciones típicas de la repolarización.

\*\*La estenosis mitral pura suma 3 puntos por el crecimiento atrial izquierdo, por lo que fácilmente puede dar falsos positivos. La fibrilación y el flúter atrial pueden considerarse un equivalente de crecimiento atrial izquierdo.



Tabla 5.2. Criterios de Flowers y Horan para el diagnóstico de hipertrofia ventricular derecha

Signo	Puntos
1. Cociente R/S inverso (R/S en V5: R/S en V1 $\leq$ 0,4)	5
2. qR en V1	5
3. Cociente R/S en V1 $>$ 1	4
4. S en V1 $<$ 2 mm	4
5. R en V1 + S en V5 o V6 $>$ 10,5 mm	4
6. ÁQRS desviado a la derecha ( $>$ 110°)	4
7. S en V5 o V6 $<$ 7 mm y $\geq$ 2 mm en cada una	3
8. R/S en V5 o V6 $\leq$ 1	3
9. R en V1 $\geq$ 7 mm	3
10. S1, S2 y S3 $\geq$ 1 mm en cada una	2
11. S1 y Q3 $\geq$ 1 mm en cada una	2
12. R' en V1 antes de 0,08 s y $\geq$ 2 mm	2
13. Vértice de R en V1 o V2 entre 0,04 y 0,07 s	1
14. S en V5 o V6 $>$ 2 mm pero $<$ 7 mm	1
15. Reducción del cociente R/S entre V1 y V4	1
16. R en V5 o V6 $<$ 5 mm	1

10 puntos: crecimiento ventricular derecho  
7-9 puntos: probable crecimiento ventricular derecho o sobrecarga hemodinámica  
5-6 puntos: eventual crecimiento ventricular derecho o sobrecarga hemodinámica

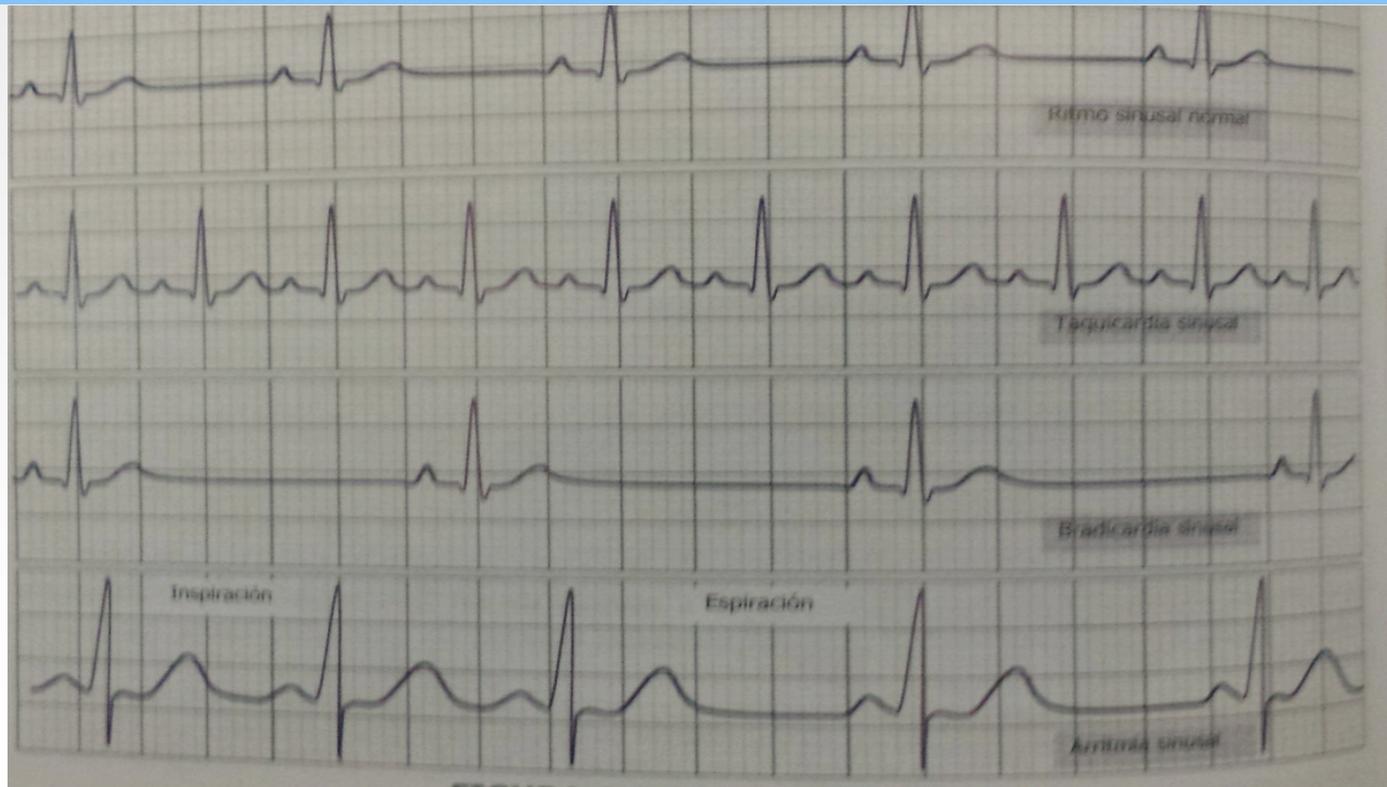


# RITMOS NORMALES

- ARRITMIA SINUSAL: VARIABILIDAD MAYOR DEL 10% DEL R-R DE UN CICLO RESPECTO A LOS SIGUIENTES.
- APARECE EN NIÑOS Y JOVENES EN LOS QUE EXISTE UN PREDOMINIO VAGAL GENERALMENTE RELACIONADO CON EL CICLO RESPIRATORIO.
- P, PR CONSTANTE, QRS NORMAL E INTERVALO R-R VARIABLE.
- ARRITMIA SINUSAL RESPIRATORIA, ARRITMIA SINUSAL NO RESPIRATORIA ( DIGITAL / MORFINA), ARRITMIA SINUSAL VENTRICULO FASICA. (SINUSAL Y BAV ALTO GRADO)



# RITMOS NORMALES





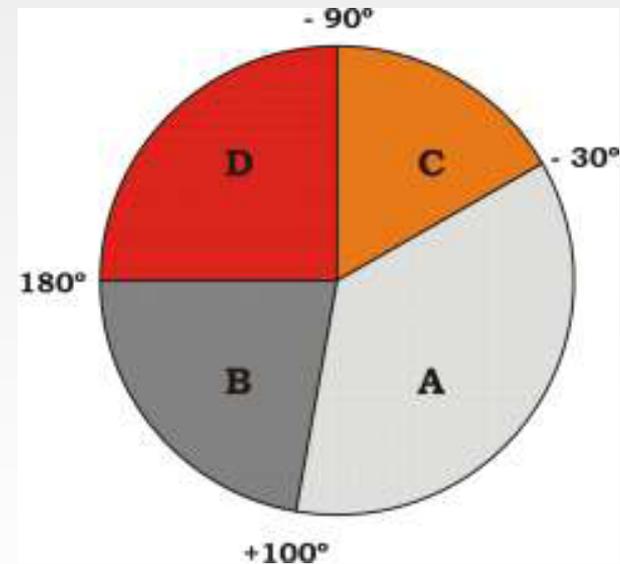
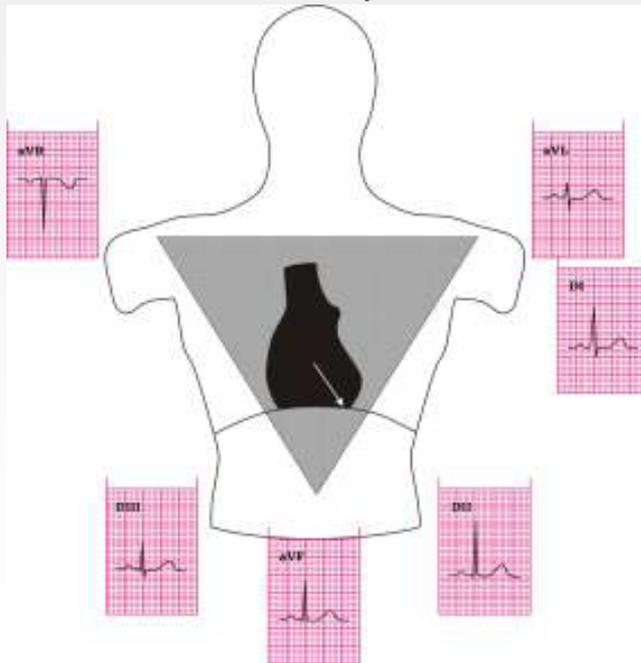
# EKG Normal



- Eje eléctrico: *ÁQRS*

- Durante todo el tiempo de la actividad cardiaca se van produciendo fuerzas eléctricas que tienen una dirección, velocidad y duración; así, en una determinada unidad pequeña de tiempo se produce un *vector instantáneo dominante*.

- Se analiza en un plan frontal.



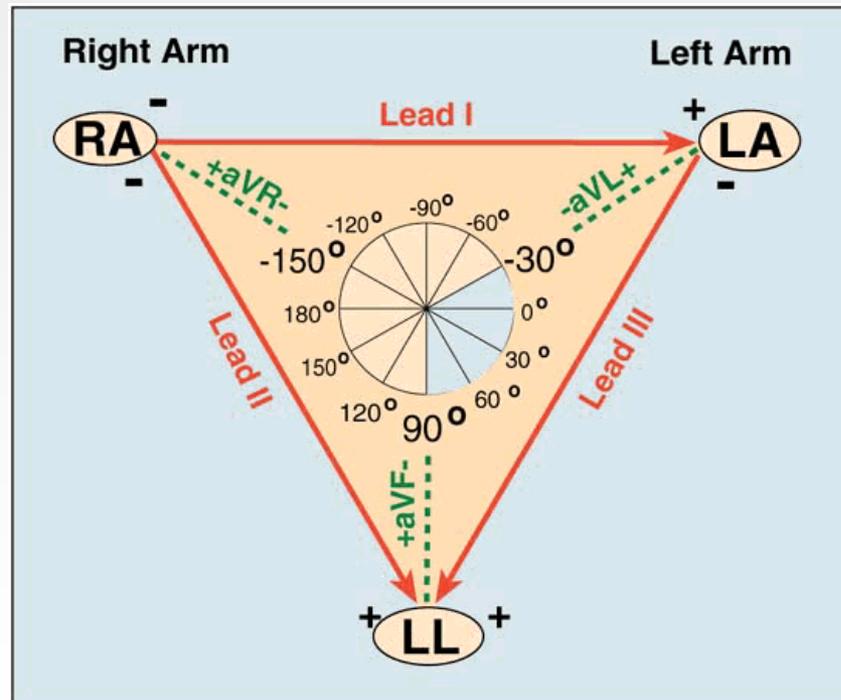
**A)** Normal, **B)** Desviado a la derecha, **C)** Desviado a la izquierda y **D)** Extrema derecha o Extrema izquierda.



# EKG Normal



- Calculo del eje eléctrico del corazón:
  1. Utilizar buscando:
    - La derivación unipolar o bipolar de Mayor positividad.
    - La derivación unipolar o bipolar mas isodifasica.

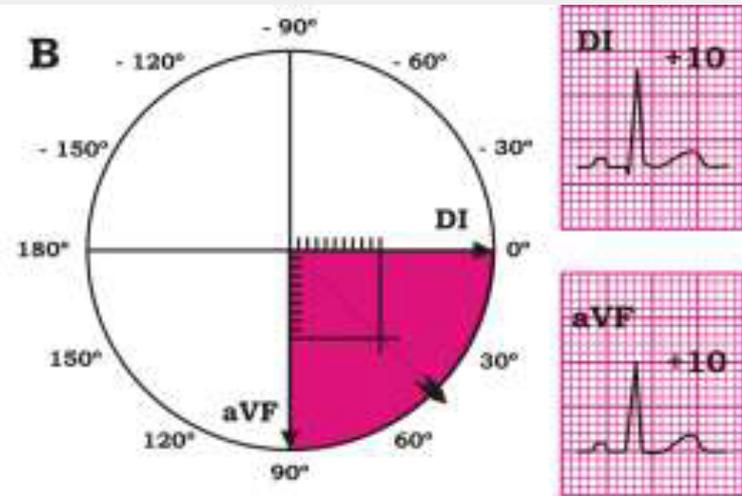
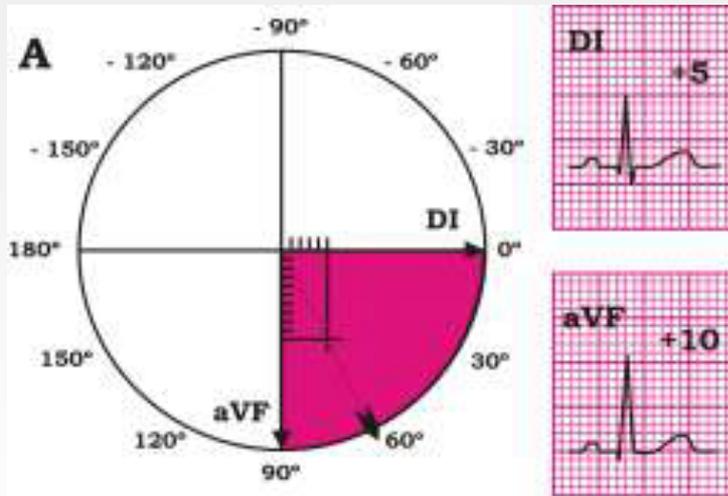




# EKG Normal



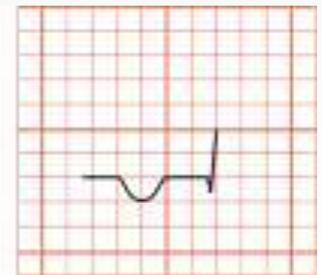
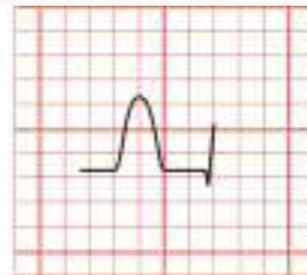
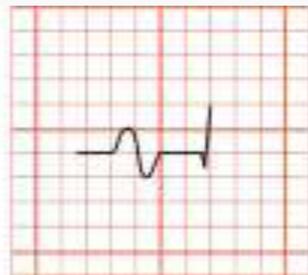
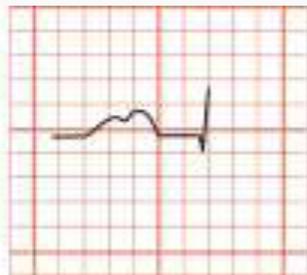
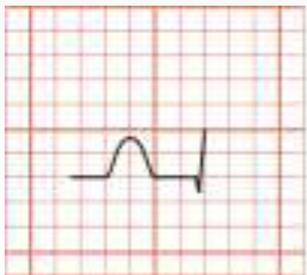
- Otra modalidad:
  - Hacer la suma algebraica de los QRS de DI y aVF.



# EKG Normal



- Onda P:
  - La primera onda del EKG.
  - Representa la activación de las aurículas.
  - Precede al complejo QRS.
  - **Positiva** en DI, DII, AVF y precordiales izquierdas.
  - **Bifásica** en V1.
  - **Negativa** en AVR.
  - Duración de 100 mseg y altura de  $<2.5$  mm.



A. Normal

B. Bimodal

C. Bifásica

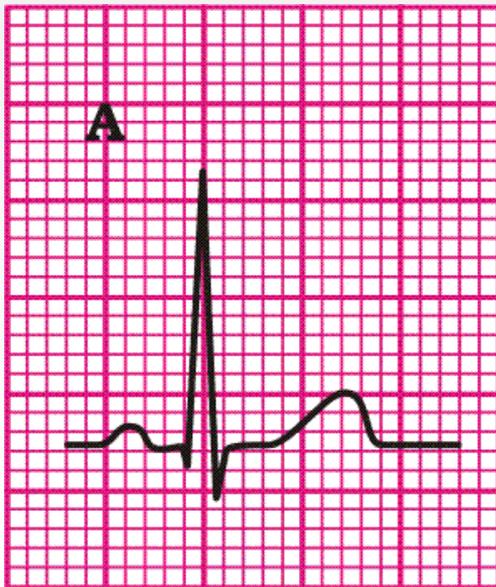
D. Acuminada

E. Negativa.

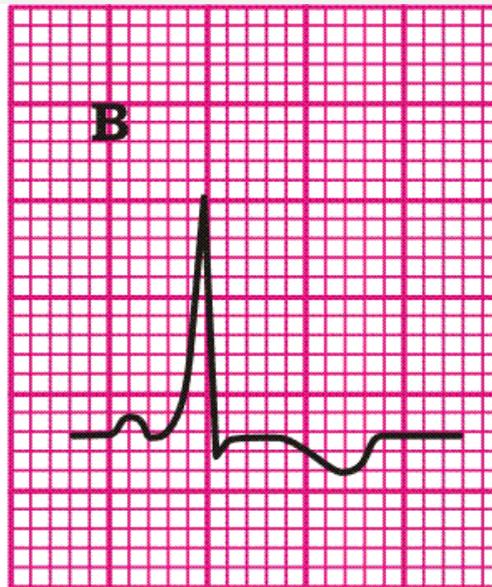
# EKG Normal

- Intervalo P-R:

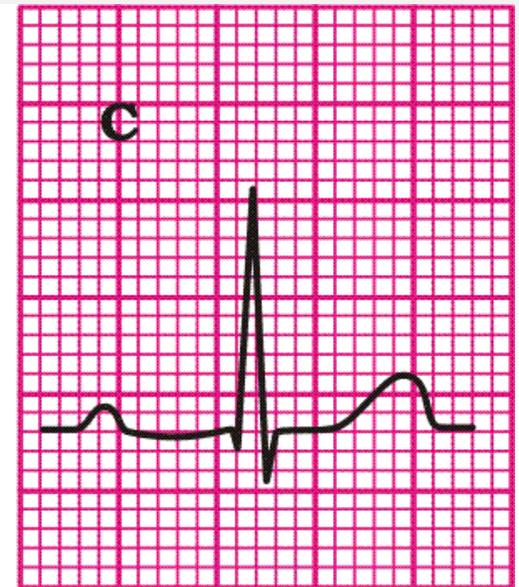
- Espacio comprendido entre el inicio de la onda P hasta el inicio del complejo QRS.
- Refleja del tiempo de conducción auricular, el retardo fisiológico en la UAV.
- Duración disminuye con el aumento de la frecuencia cardiaca.



A) Normal.



B) Corto y asociado a onda Delta y T neg.



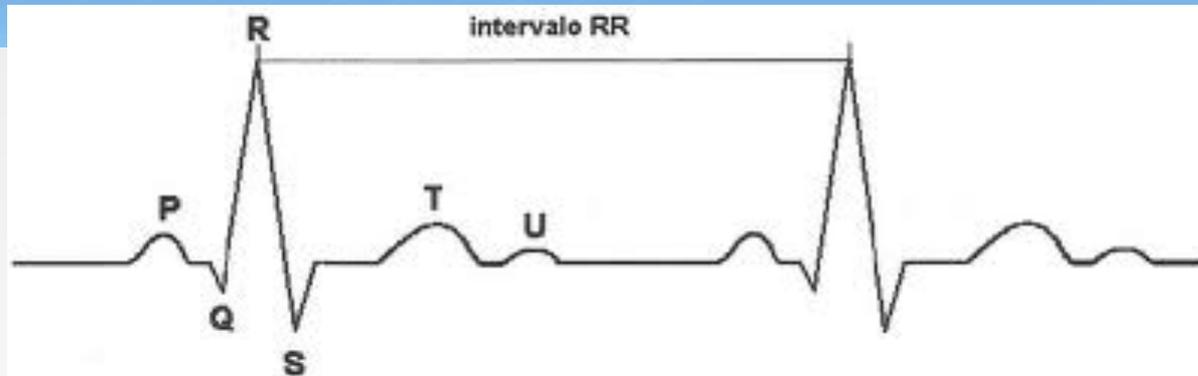
C) Largo

# EKG Normal



- Complejo QRS:

- Es la imagen eléctrica de la despolarización o activación ventricular.
- Diferente morfología dependiendo de la diferente derivación analizada.



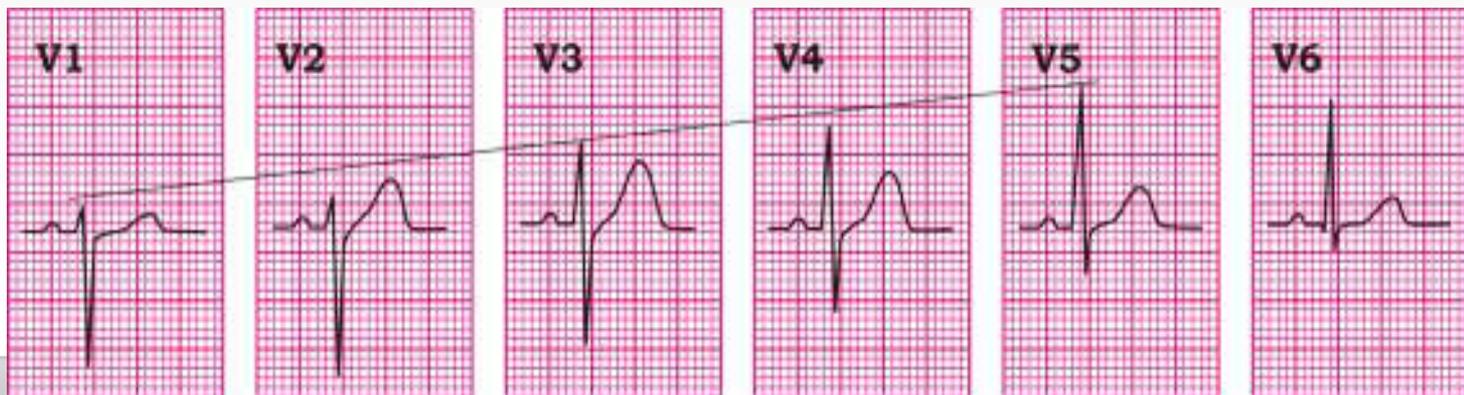
- Onda Q: q o Q: depende de la derivación explorada.
  - Visible en V1 y AVL si el  $\hat{A}QRS$  es vertical.
  - Visible en DII, DIII y aVF si el  $\hat{A}QRS$  es horizontal.
- Duración menor 40 mseg y un voltaje menor 0.3 mV.
- Disminuye su voltaje de V3 a V6.



# EKG Normal



- Onda R:
  - Cambia su voltaje de acuerdo a cada derivación.
  - Limites superiores:
    - D I :  $< 1.5$  mV.
    - AVL :  $< 1$  mV.
    - D II, D III y AVF :  $< 1.9$  mV
  - Aumenta progresivamente su voltaje en precordiales de V1 a V5, y en V6 disminuye respecto a V5.
- Onda S:
  - Cambia su voltaje de acuerdo a cada derivación.
  - Es mas prominente en AVR.
  - $< 1.6$  mV.
  - En DI, DII y AVF, no supera 0.9 mV.
  - Disminuye progresivamente su voltaje en precordiales de V1 a V6.

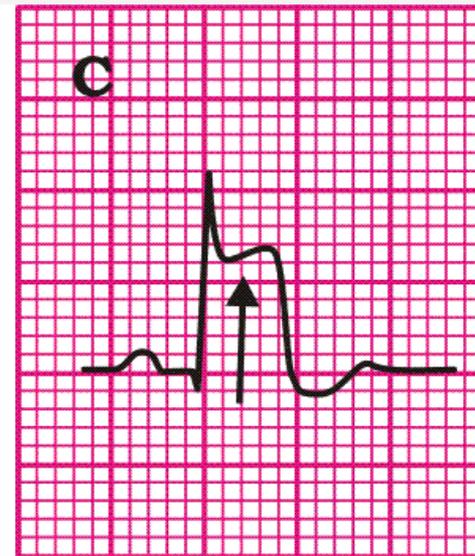
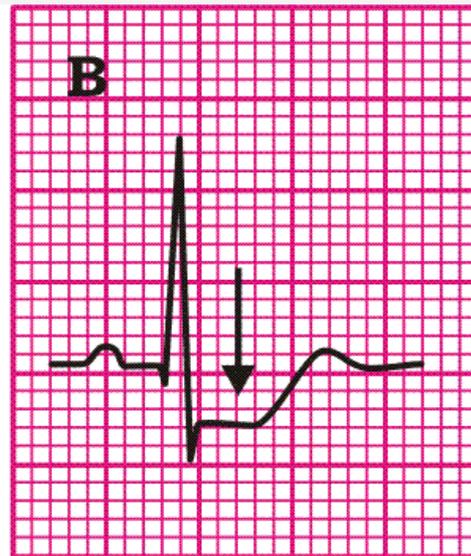
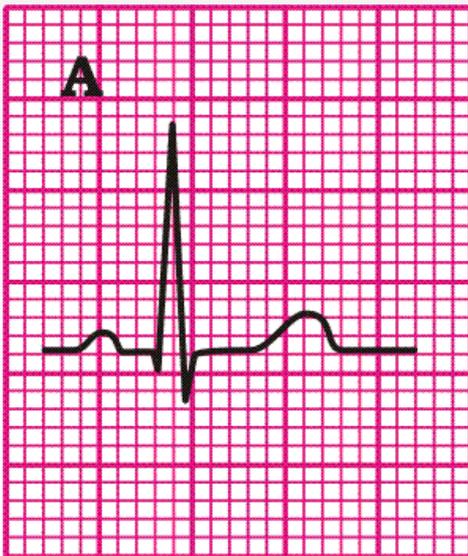




# EKG Normal



- Segmento ST:
  - Comprende del fin del QRS hasta el inicio de la onda T.
  - Patológico se encuentra infradesnivelado o supradesnivelado mas de 1 mm.
- Punto J: es la unión de la Onda S con el segmento ST.



# EKG Normal



- Onda T:
  - Es la manifestación eléctrica de la **repolarización ventricular**.
  - Tiene la misma polaridad que el complejo QRS.
  - Redonda y Asimétrica.
  - **Positiva:** en DI, DII, AVF y de V3 a V6.
  - **Negativa:** en AVR y V1.





# EKG Normal



- Intervalo QT:

- Se mide desde el inicio del QRS hasta donde termina la onda T.
- Duración 380 a 440 mseg.
- Varía con la frecuencia cardiaca.

- Formulas para QTc:

Fórmula de Bazet

$$QTc = \frac{Q-T \text{ (seg)}}{\sqrt{R - R \text{ (seg)}}}$$

Fórmula de Shipley y Hallaran

$$QTc = K (\sqrt{R - R})$$



# EKG Normal



## Onda U:

- Deflexión de baja frecuencia.
- Aparece posterior a la onda T.
- No es visible en FC mayor a 85 lpm.
- Posiblemente corresponda a repolarización ventricular tardía, repolarización de los músculos papilares o del sistema His-Purkinje.

