
El tratamiento de la obesidad a través de la actividad física: pruebas y acciones

Pruebas de exploración externa, la espirometría y el electrocardiograma.

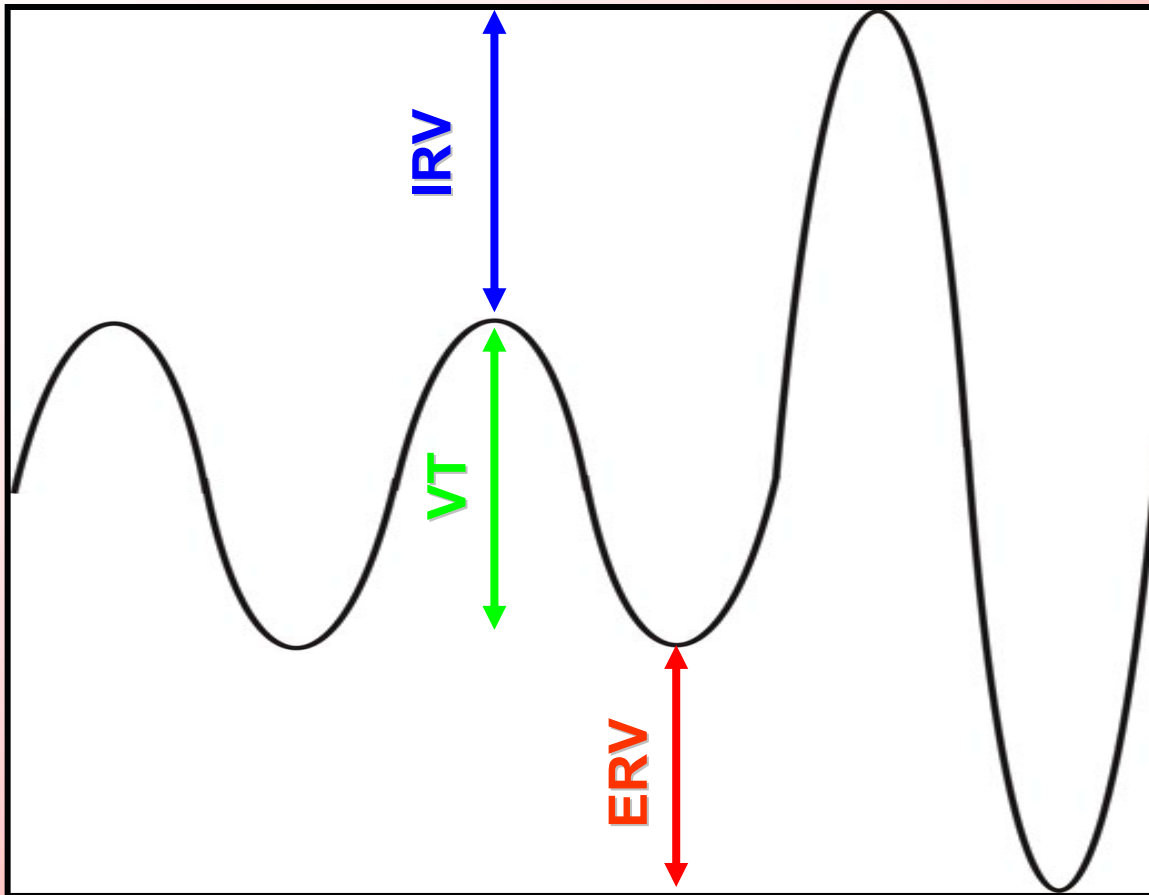
Víctor Díaz Molina

ÍNDICE

- **ESPIROMETRÍA.**
 - Volúmenes y capacidades pulmonares.
 - Resultados e interpretación.
 - Realización.
 - Obesidad y sistema respiratorio.
 - **ELECTROCARDIOGRAMA.**
 - Fundamentos y registro.
 - Protocolo de interpretación.
 - **PRÁCTICA.**
- Frecuencia
Ritmo
Eje
Hipertrofia
Infarto

ESPIROMETRIA

VOLÚMENES Y CAPACIDADES PULMONARES



TLC = Total lung capacity (IRV + VT + ERV + RV).

VC = Vital capacity (IRV + VT + ERV).

FRC = Functional residual capacity (ERV + RV).

REALIZACIÓN

La espirometría es una prueba básica para el estudio de la función pulmonar.

- **Las normas de realización están dictadas por la European Respiratory Society (ERS) y la American Thoracic Society (ATS) (Quanjer, P. H. et al 1993; Miller, M. R. et al 2003).**
- **En España la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) también dicta recomendaciones e instrucciones de realización (Casan, P. et al 2002).**

REALIZACIÓN

- La sala de realización debe de estar ventilada.
- Debe contener además del espirómetro, un tallímetro y una báscula.
- Se debe de realizar sentado.
- El sujeto debe de vestir ropa ligera que no le presione.
- No se debe fumar y ni tomar broncodilatadores en las 24 horas previas a la prueba.
- El sujeto debe de recibir instrucciones claras.
- Antes de la prueba el sujeto debe de estar 5-10 min sentado esperando para la realización.
- El espirómetro debe de estar calibrado y además cumplir las especificaciones técnicas dictadas por la ATS y la ERS.

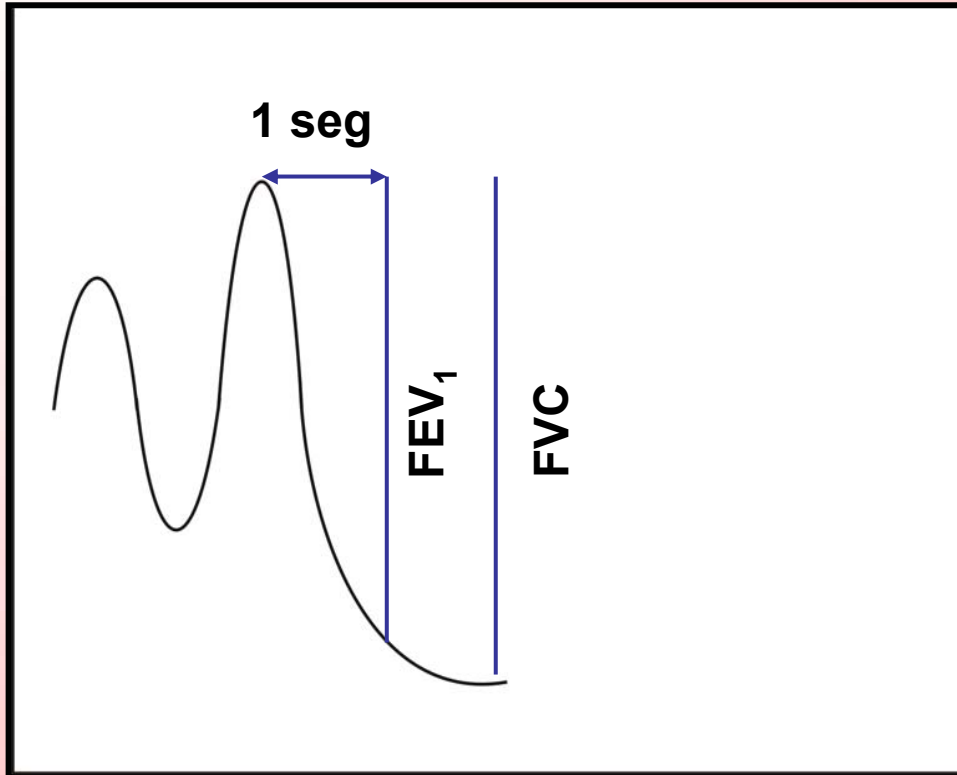
REALIZACIÓN

- Los sujetos deben realizar varias maniobras de capacidad vital forzada, es decir, deberán de llenar los pulmones al máximo y vaciarlos al máximo.
- Al menos dos intentos deben de ser reproducibles (diferencia menor del 5% entre ellos).
- Los resultados se expresan en % respecto al valor teórico. Éstos se calculan utilizando el peso, la edad y la talla del sujeto.

Los valores espirométricos de obesos no suelen verse afectados, al menos en posición de sentado (Parameswaran, K. et al 2006).

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

Curva Volumen - Tiempo



Permite identificar problemas de origen restrictivo u obstructivo.

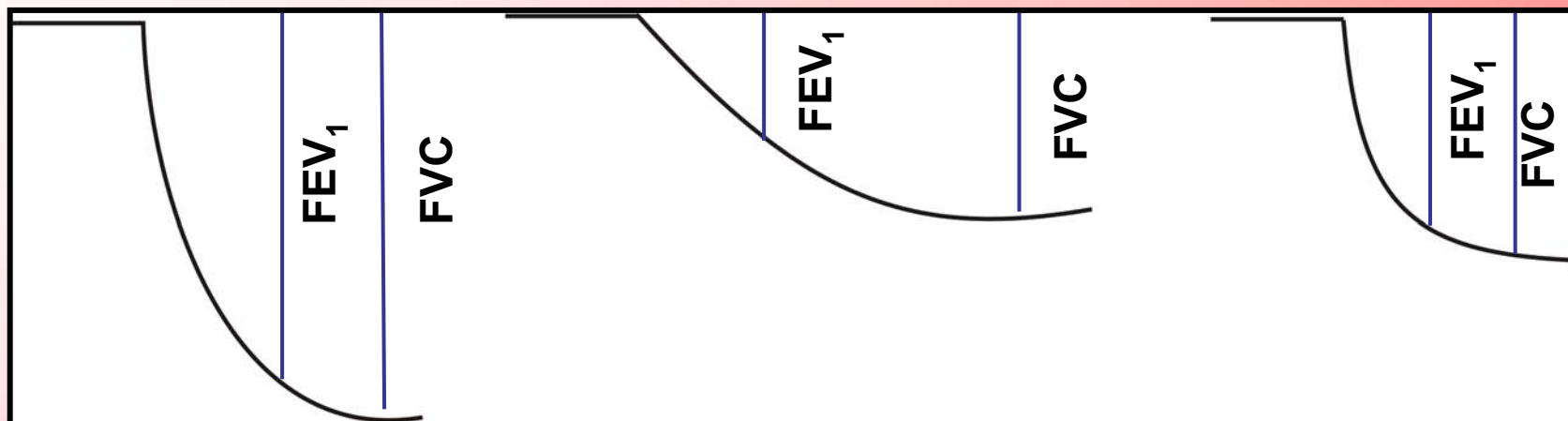
Hay que fijarse en la forma de la curva y en los valores que nos muestra el espirómetro.

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

Normal

Obstructivo

Restrictivo



$FEV_1 = 4$ litros

$FVC = 5$ litros

$FEV_1/FVC = 80\%$

$FEV_1 = 1,3$ litros

$FVC = 3,1$ litros

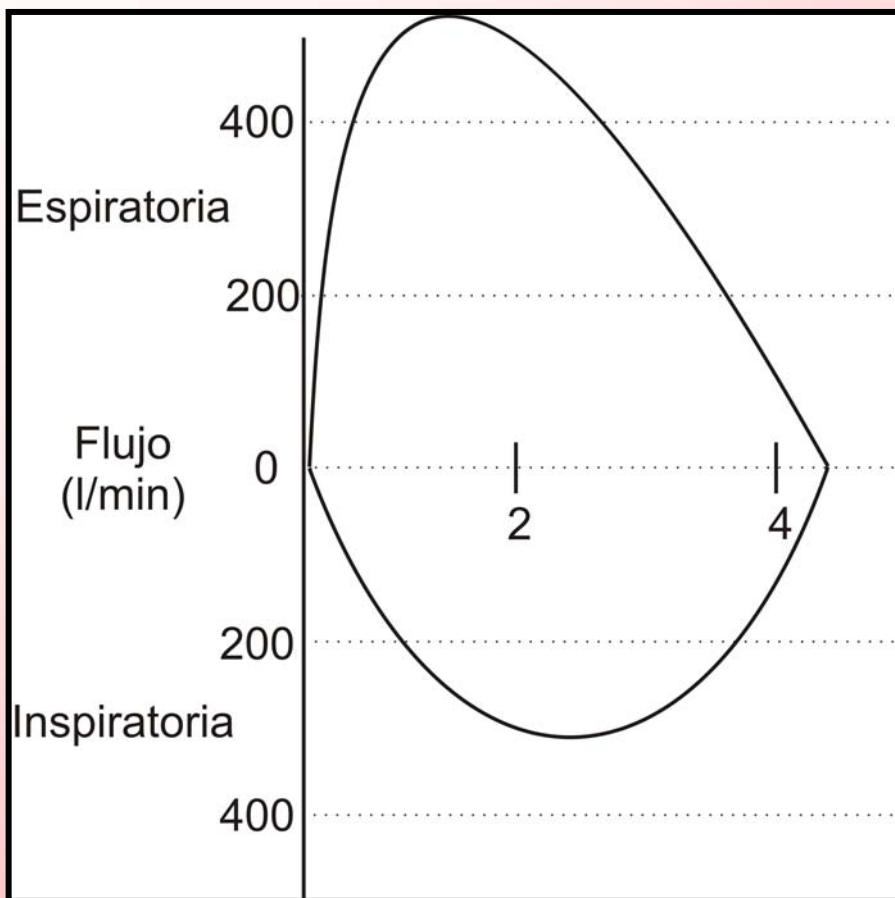
$FEV_1/FVC = 42\%$

$FEV_1 = 2,8$ litros

$FVC = 3,1$ litros

$FEV_1/FVC = 90\%$

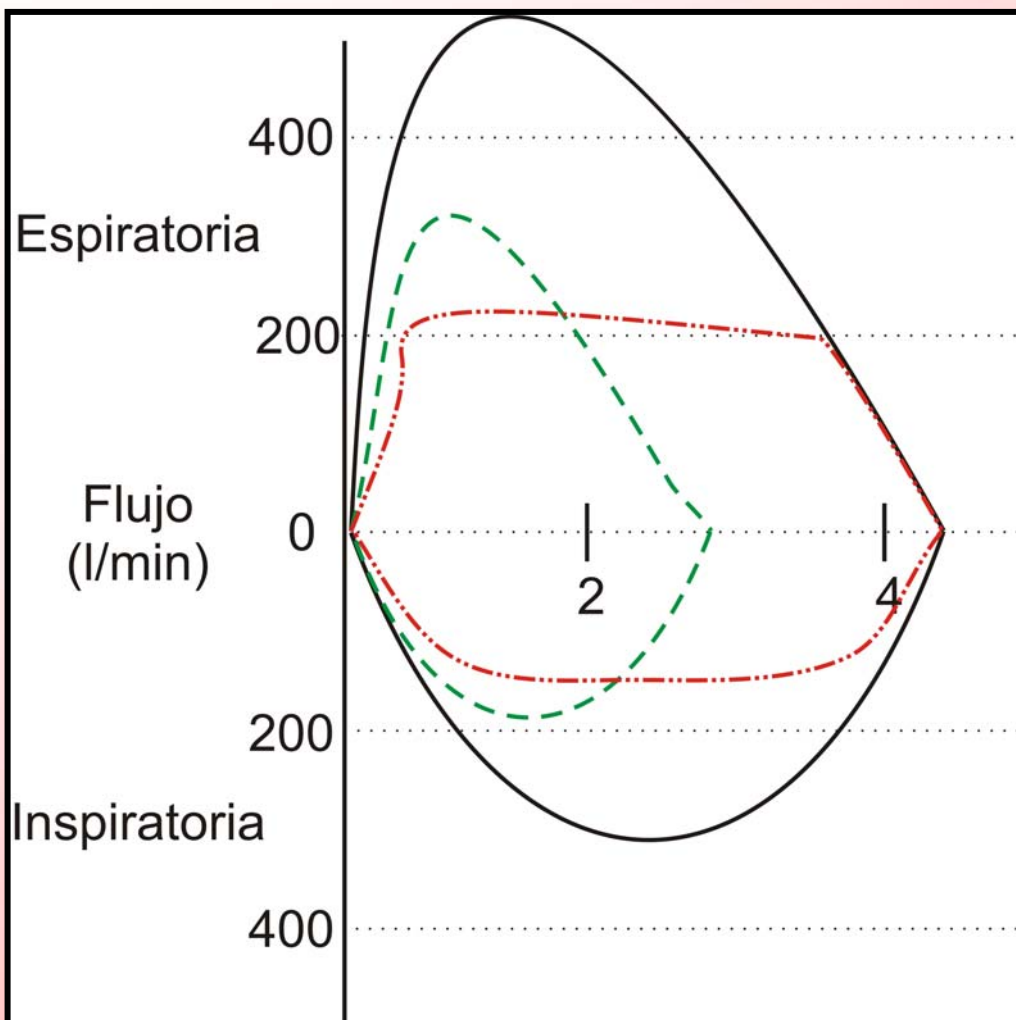
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN



Curva Flujo - Volumen

Al igual que la curva volumen – tiempo, permite observar problemas de carácter obstructivo y COPD.

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN



Normal

COPD

Obstrucción de las
vías aéreas
superiores

OBESIDAD Y SISTEMA RESPIRATORIO

- Las afecciones respiratorias más comunes en obesidad son:
 - Apnea del sueño (Koenig, S. M. 2001; Parawemaran, K. et al 2006).
 - Síndrome de hipoventilación crónica (Olson, A. L. & Zwillich, C. 2005; Jubber, A. S. 2004).
 - Obstrucción crónica pulmonar (COPD) (Poulain, M. et al 2006).
 - Asma (Jubber, A. S. 2004).

Desde el punto de vista de los volúmenes y capacidades pulmonares, en obesidad suele descender la capacidad residual funcional y el volumen espiratorio de reserva.

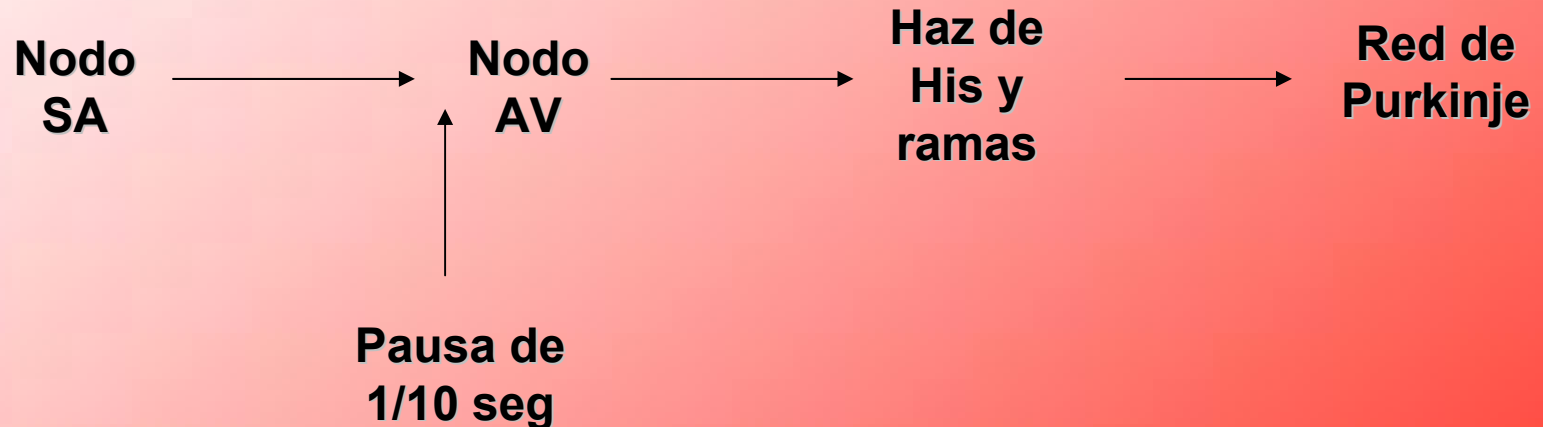
ELECTROCARDIOGRAMA (ECG)

FUNDAMENTOS Y REGISTRO

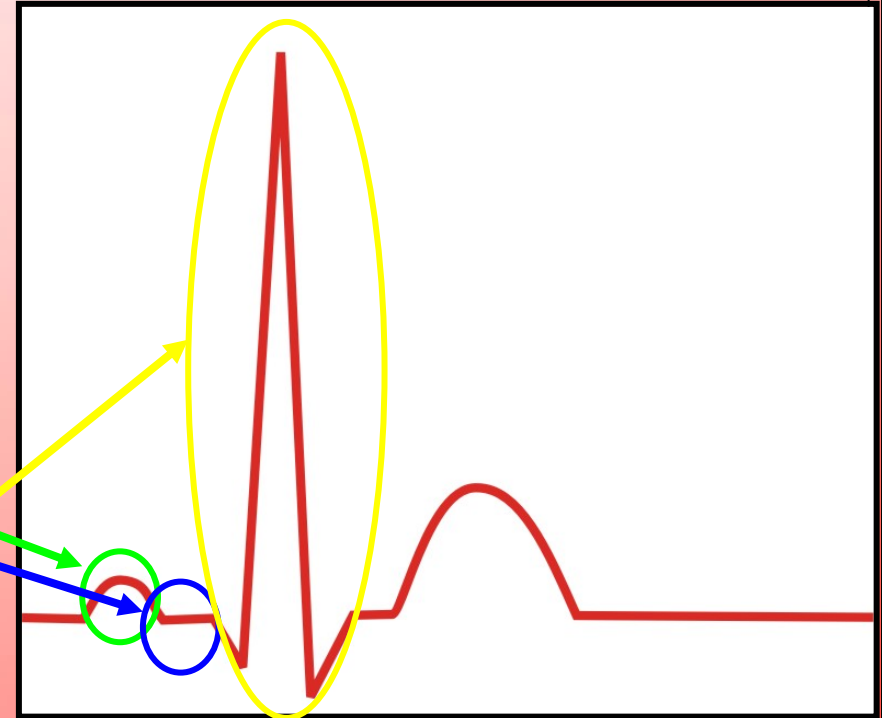
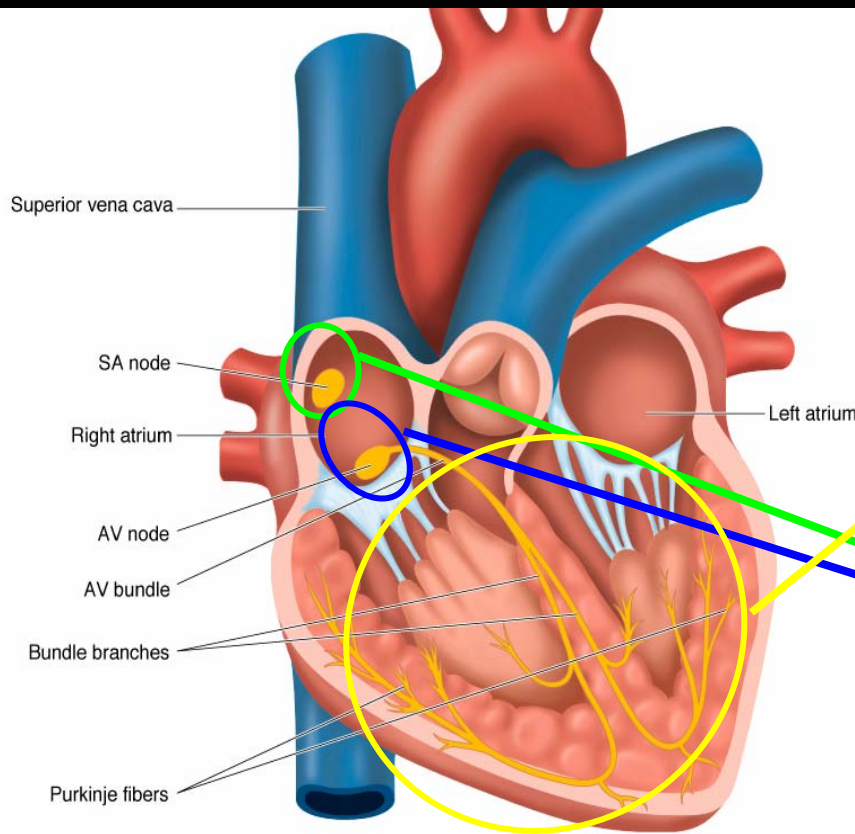
- El ECG o EKG es el registro de la actividad eléctrica del corazón.
- Las células cardiacas se despolarizan y se contraen, luego el ECG presenta varias etapas de la **estimulación/contracción** del corazón.
- PARA COMPRENDER EL ECG ES NECESARIO CONOCER:
 - Sistema de conducción.
 - Derivaciones.
 - Representación en el papel.

Sistema de conducción

- Se puede decir que el corazón es recorrido por una onda de despolarización positiva.
- Cuando llega a un electrodo positivo, esta onda provoca una deflexión positiva (hacia arriba) en el ECG.



Sistema de conducción



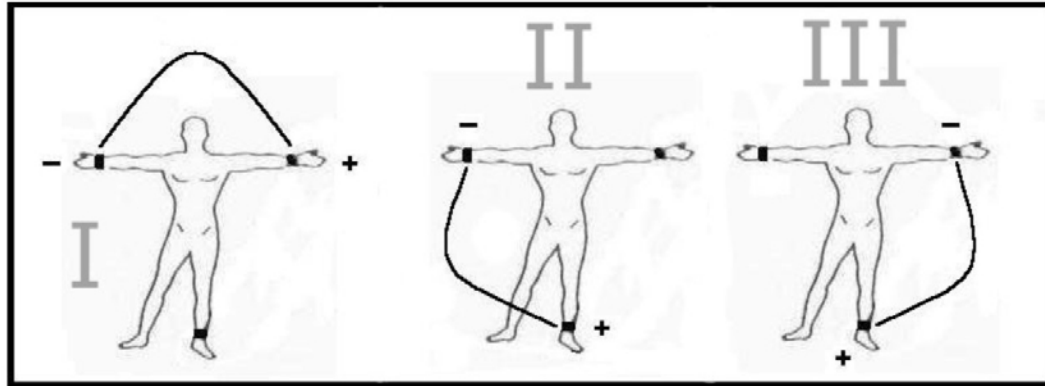
Sistema de conducción

- **ONDA P:** Indica la despolarización/contracción de las aurículas.
- **COMPLEJO QRS:** Indica la despolarización/contracción ventricular.
 - **Onda Q:** Siempre hacia abajo y seguida de R.
 - **Onda S:** Siempre hacia abajo y precedida de R.
- **ONDA T:** Indica la repolarización ventricular.
- La repolarización auricular queda enmascarada por QRS.

Derivaciones

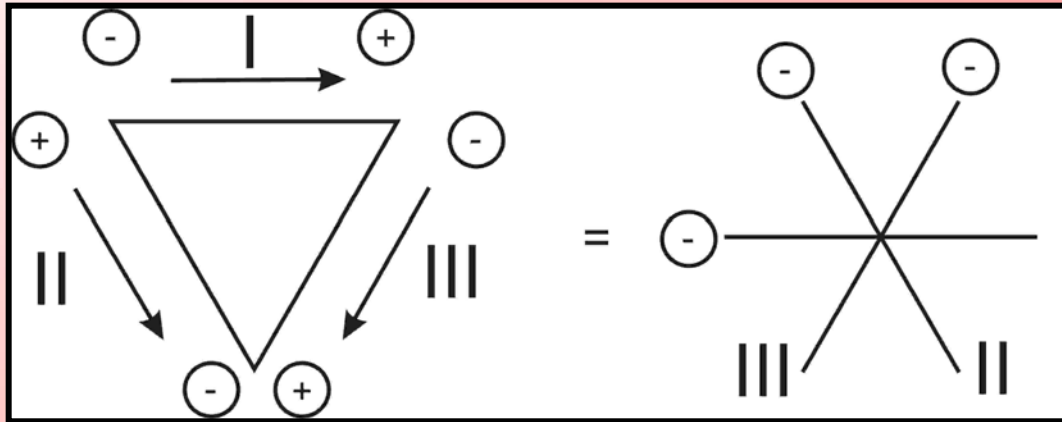
- El ECG ordinario consta de 12 derivaciones:
 - 6 derivaciones de los miembros.
 - 3 bipolares (I, II, III).
 - 3 monopolares (aVR, aVL, aVF).
 - 6 derivaciones precordiales ($V_1 - V_6$).

Derivaciones de los miembros



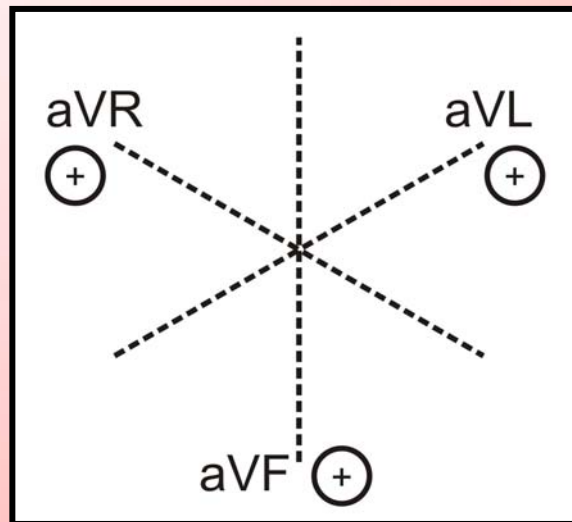
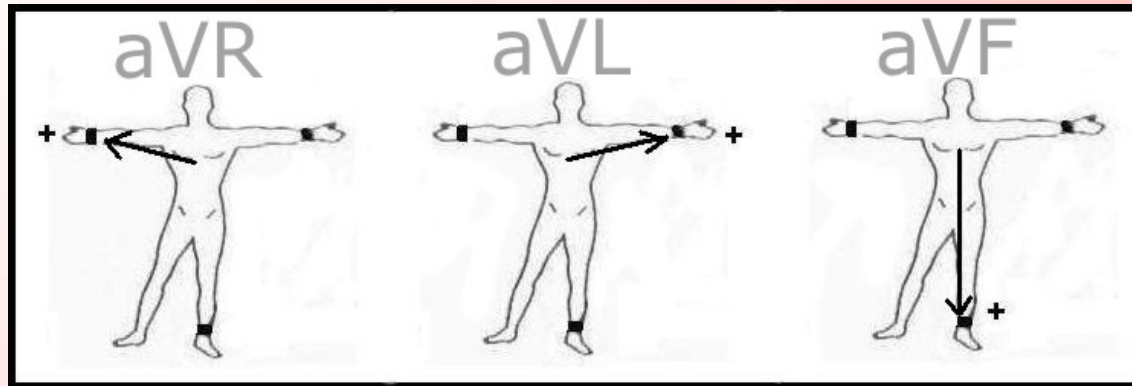
Se colocan electrodos en los miembros (Brd, Bri y Pni)

Se registra un potencial eléctrico por la comparación de dos electrodos.



Con estas derivaciones se forma el triángulo de Eithdoven, cuyo centro sería el corazón.

Derivaciones de los miembros



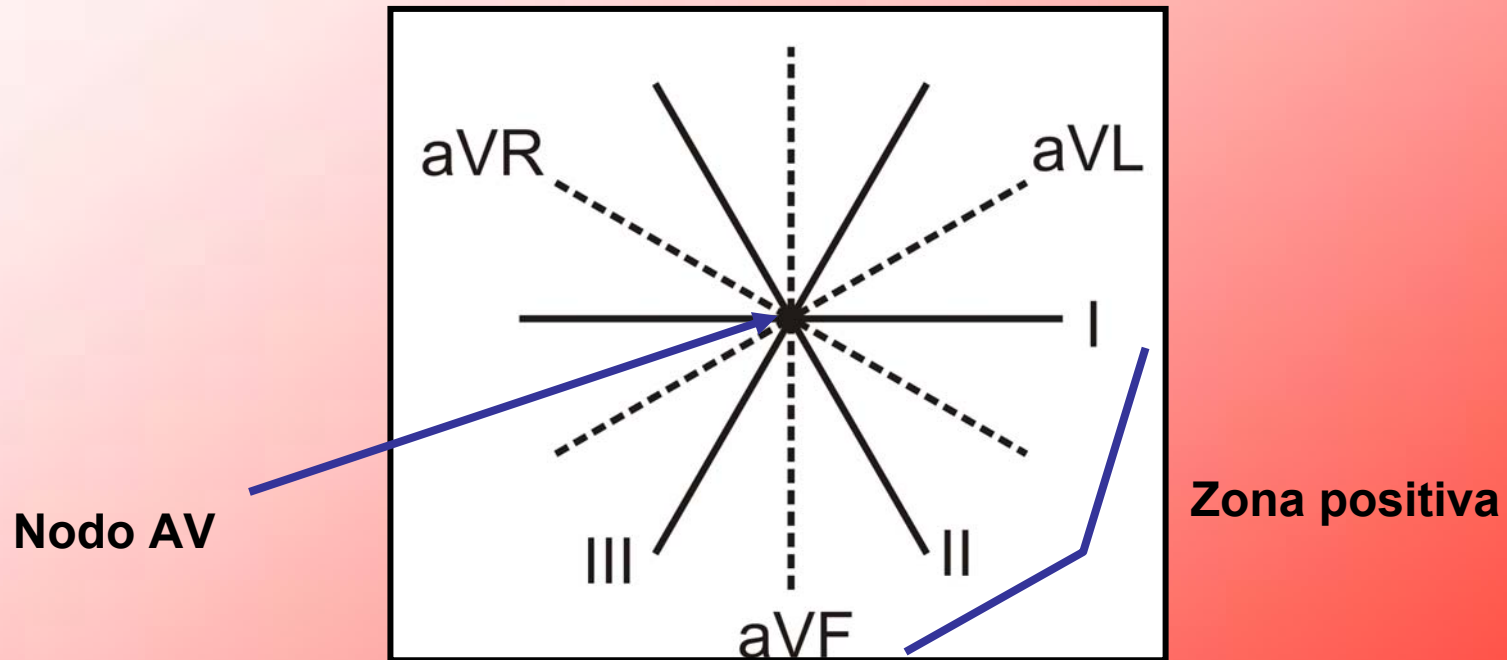
Se colocan electrodos en los miembros (Brd, Bri y Pni)

Se registra un potencial eléctrico aumentado de un solo electrodo.

Se forma un conjunto de tres ejes.

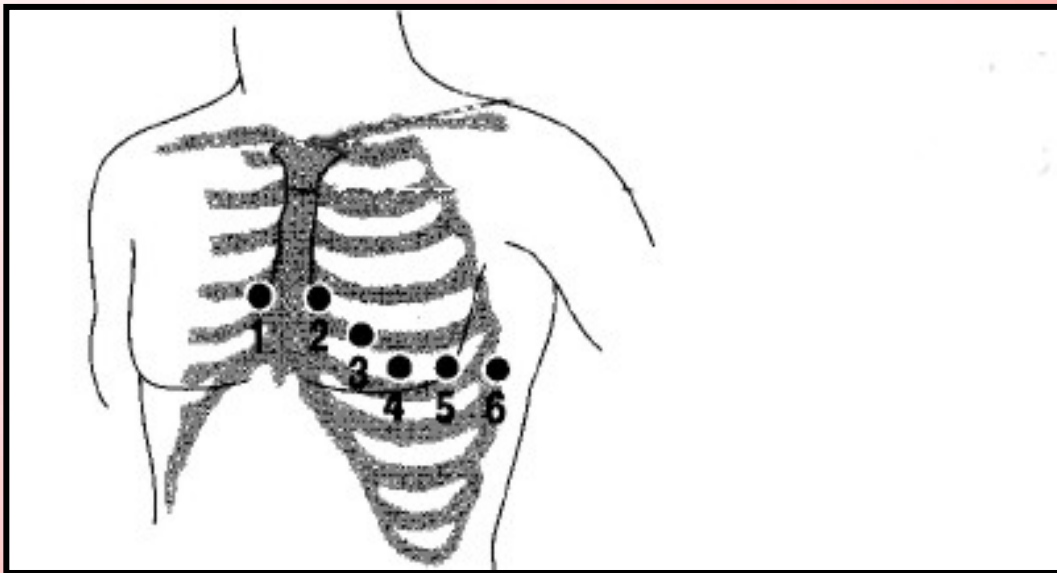
Derivaciones de los miembros

- Uniendo todas las derivaciones de los miembros obtenemos un sistema hexaaxial en el plano frontal que define varias zonas.



Derivaciones precordiales

- Se registran con 6 electrodos positivos.
- Forman una imagen de derecha a izquierda del corazón.
- Delimitan el plano horizontal del corazón, de forma que la espalda se considera negativa.



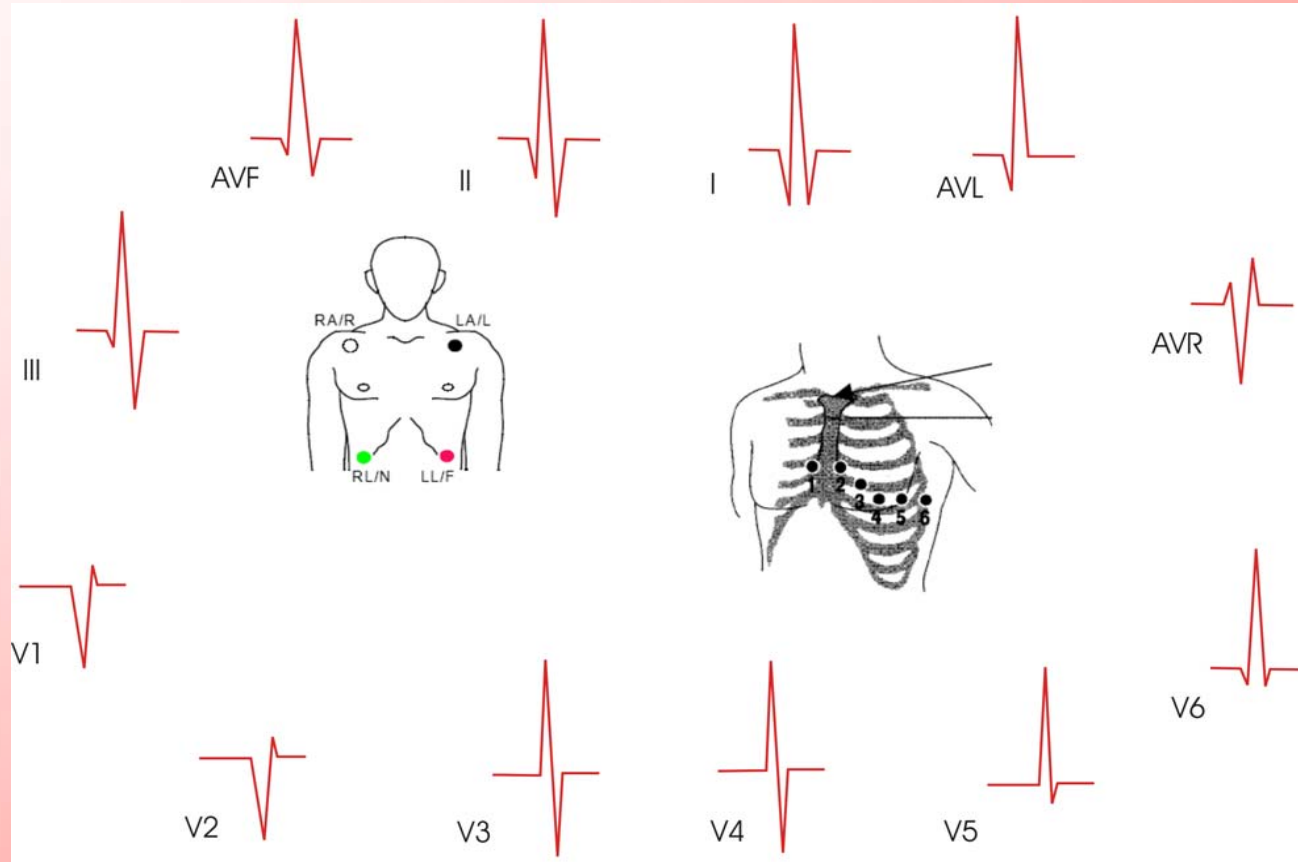
$V_1 - V_2$: Lado derecho del corazón.

$V_3 - V_4$: Tabique intraventricular.

$V_5 - V_6$: Lado izquierdo del corazón.

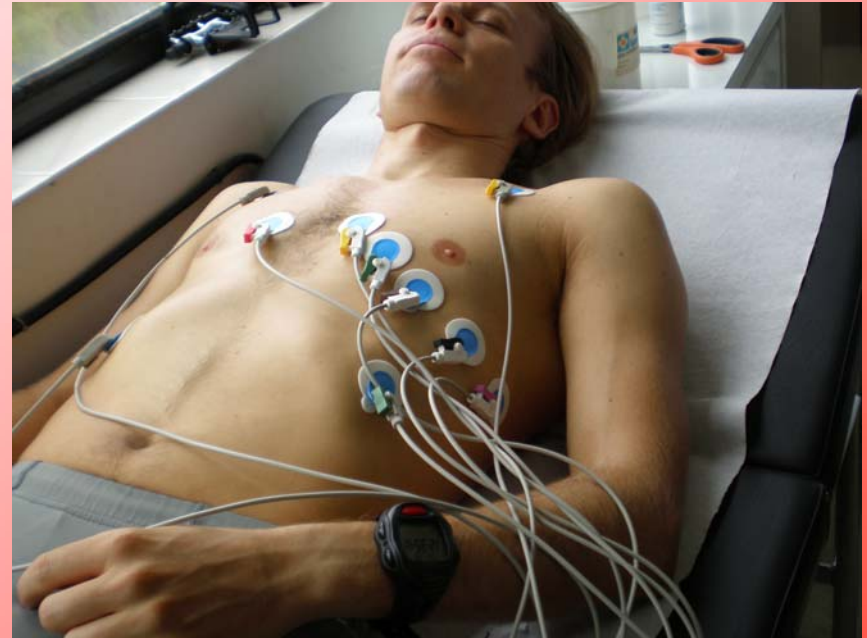
Derivaciones (resumen)

- Con 10 electrodos conseguimos una imagen completa del corazón en 12 derivaciones.



Representación en papel

- Se realiza con un papel milimetrado.
- Deflexiones hacia arriba se consideran positivas.
- Altura de las ondas se mide en milímetros y representa voltaje.
- Podemos conocer la duración de cada evento porque:
 - Conocemos la velocidad a la que sale el papel.
 - Conocemos la distancia entre las líneas del papel.
 - 1mm entre cada línea (0,04 seg).
 - 5mm entre cada dos líneas gruesas (0,2 seg).



PROTOCOLO DE INTEPRETACIÓN

Por orden, hay que mirar...

FRECUENCIA

RITMO

EJE

HIPERTROFIA

INFARTO

Protocolo de interpretación (Frecuencia)

- Depende fundamentalmente del nodo SA.
- En caso de fallo del nodo SA se activan otros **focos ectópicos**:
 - Foco ectópico auricular: 75 lat/min.
 - Nodo AV: 60 lat/min (idionodal).
 - Foco ectópico ventricular: 30 – 40 lat/min.

Se considera normal entre los 60 y los 100 latidos.

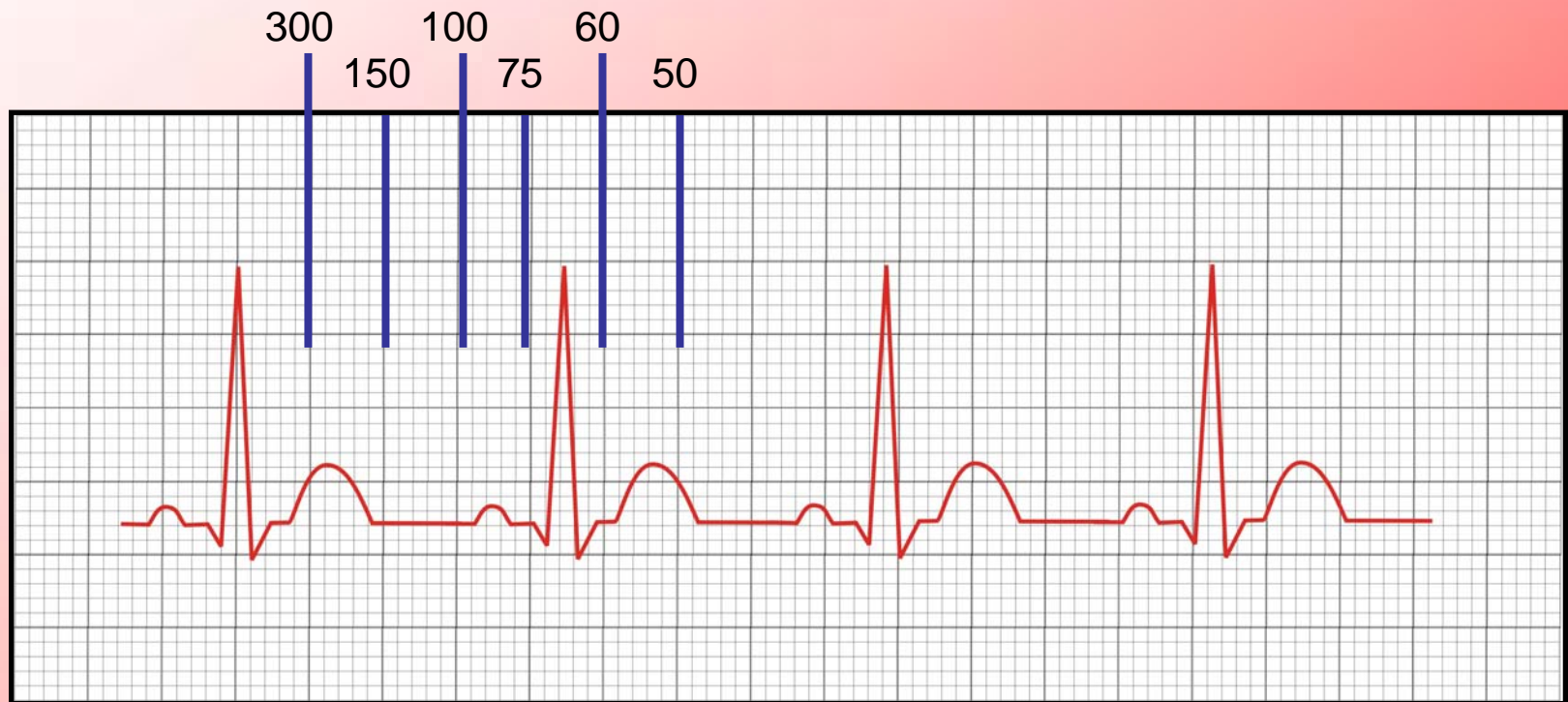
- Por debajo de 60: Bradicardia sinusal.
- Por encima de 100: Taquicardia sinusal.

Protocolo de interpretación (Frecuencia)

- Se puede calcular, si el papel sale a 25mm/seg, con la sencilla fórmula:

$$FC = 60 / 0,04 \times \text{dist. entre dos ondas R}$$

- También podemos utilizar el método rápido de Dubin.



Protocolo de interpretación (Ritmo)

- El ECG es la mejor manera de detectar arritmias.
- Para conocer los tipos de arritmias es necesario recordar el sistema de conducción y la presencia de focos ectópicos en ausencia del marcapasos del nodo SA.
- Es necesario buscar varios tipos de arritmias:
 - Ritmos variables.
 - Extrasístoles y fallas.
 - Ritmos rápidos.
 - Bloqueos.

Protocolo de interpretación (Ritmo)

Ritmos variables

- **Arritmia sinusal:** Las ondas P – QRS – T son normales, pero los intervalos entre ellas son irregulares. **Indica lesión de las arterias coronarias**, común en obesidad.
- **Marcapaso migratorio:** La actividad automática cambia de lugar, luego hay un ritmo muy variable con ondas P de diferentes maneras.
- **Fibrilación auricular:** Varios focos ectópicos disparan a la vez y solo algunos estímulos llegan al nodo AV. No se puede observar ninguna onda P verdadera (línea basal en sierra).

Protocolo de interpretación (Ritmo)

Extrasístoles y fallas

- **ES auricular:** Un foco ectópico auricular produce una onda P prematura.
- **ES nodal:** Un foco ectópico en nodo AV produce un QRS sin que aparezca onda P.
- **ES ventricular:** Complejo QRS prematuro y ancho seguido de una pausa de recuperación.
 - Una taquicardia ventricular indica varias ESV consecutivas y es muy grave.
 - El disparo de varios focos asincrónicamente es muy grave.
 - Si ESV coincide con onda T es muy peligroso.
 - 6 ES por minutos se consideran patológico.

Protocolo de interpretación (Ritmo)

Extrasístoles y fallas

- Otros aspectos que hay que tener en cuenta son los escapes:
 - **Auriculares:** Tras una pausa del nodo SA, un foco ectópico dispara provocando un QRS precedido de una P distinta de las anteriores.
 - **Nodales:** Tras una pausa del nodo SA, un foco ectópico del nodo AV dispara provocando un QRS sin aparición de P.
- También podemos encontrar un paro sinusal o un bloqueo sinusal de salida.

Protocolo de interpretación (Ritmo)

Ritmos rápidos

- **Taquicardia paroxística:** Aparición brusca de un ritmo rápido procedente de un foco ectópico. **NO CONFUNDIR CON TAQUICARDIA SINUSAL.**
 - T. P. Auricular: Distintas ondas P.
 - T. P. Nodal: Ondas P invertidas.
 - T. P. Ventricular: No se observan ondas P. Sucesión de ESV.

La TPV es una crisis peligrosa que indica patología de las arterias coronarias, únicas que riegan el corazón.

Protocolo de interpretación (Ritmo)

Ritmos rápidos

- **Aleteo auricular:** Un foco ectópico auricular dispara a gran frecuencia y solo llegan al nodo AV algunos estímulos. **Se observa QRS entre varias ondas P.**
- **Aleteo ventricular:** Un foco ectópico ventricular dispara a gran frecuencia. **Aspecto sinusoide del trazo.**
- **Fibrilación auricular:** Comportamiento caótico de varios focos ectópicos. **Pulso irregular.**

Un aleteo ventricular suele desembocar en fibrilación ventricular y será necesaria la RCP.

El pulso irregular de la fibrilación auricular se puede detectar con los dedos.

Protocolo de interpretación (Ritmo)

Bloqueos

- Un bloqueo cardiaco imposibilita el paso del estímulo eléctrico. Se pueden presentar en el nodo SA, nodo AV o ramas del haz de His.
- Para comprobar la existencia de bloqueos se mide la duración del intervalo P-R y el complejo QRS.

Criterio de normalidad

Intervalo P-R $\leq 0,2$ seg (distancia entre dos líneas gruesas)

Complejo QRS $\leq 0,12$ seg (tres cuadrados)

Protocolo de interpretación (Ritmo)

Bloqueos

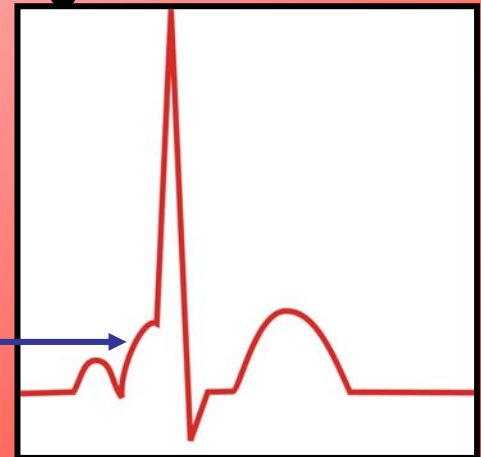
- **Bloqueo SA:** El ritmo se detiene durante un ciclo al menos y vuelve a la normalidad.
- **Bloqueo AV:** El impulso para en el nodo AV (P-R largo).
 - **De 1^{er} grado:** $P-R > 0,2$ seg.
 - **De 2^o grado:** Son necesarias varias P para estimular nodo AV.
 - Mobitz I: Intervalo P-R se alarga progresivamente hasta que una P no se sigue de QRS (fenómeno Wenckebach).
 - Mobitz II: Intervalos regulares de P-R. En algún momento falta QRS (graves problemas del nodo AV).
 - **De 3^{er} grado:** Ningún estímulo llega al nodo AV. Hay un ritmo disociado entre aurículas y ventrículos.

Protocolo de interpretación (Ritmo)

Bloqueos

- **Bloqueo de rama:** Los ventrículos no se pueden despolarizar a la vez. Se observa un QRS ensanchado y dos ondas R (R-R').
 - B. R. derecha: R-R' en V1-V2.
 - B. R. izquierda: R-R' en V5-V6.
 - B. R. incompleto: R-R' en un QRS $<0,12$ seg.
- **Síndrome W-P-W:** El estímulo viaja de SA a AV por el haz de Kent. Se observa la onda delta.

ONDA DELTA



Protocolo de interpretación (Eje)

- Se entiende por eje la dirección de la despolarización que recorre el corazón y estimula las fibras.
- Se representa con el vector medio QRS, que es la media de los vectores de despolarización parciales.
- Su origen es siempre el nodo AV.
- Se mide en grados en el plano frontal (sistema hexaaxial determinado por las derivaciones de los miembros).

En obesos, el diafragma sube y empuja al corazón, de modo que el vector se horizontaliza y puede apuntar directamente a la izquierda del sujeto.

Protocolo de interpretación (Eje)

Cálculo del eje

Derivación I

Si QRS es positivo —————> eje a la izquierda.

Si QRS es negativo —————> eje a la derecha.

Derivación aVF

Si QRS es positivo —————> eje hacia abajo.

Si QRS es negativo —————> eje hacia arriba.

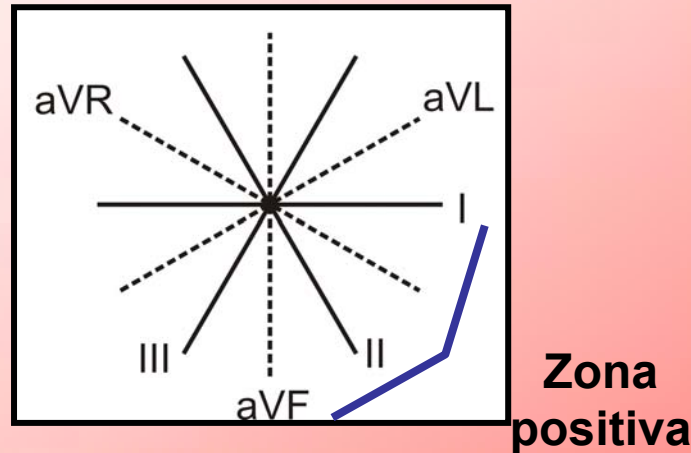
Derivación V₂

Si QRS es positivo —————> eje hacia delante.

Si QRS es negativo —————> eje hacia atrás.

Protocolo de interpretación (Eje)

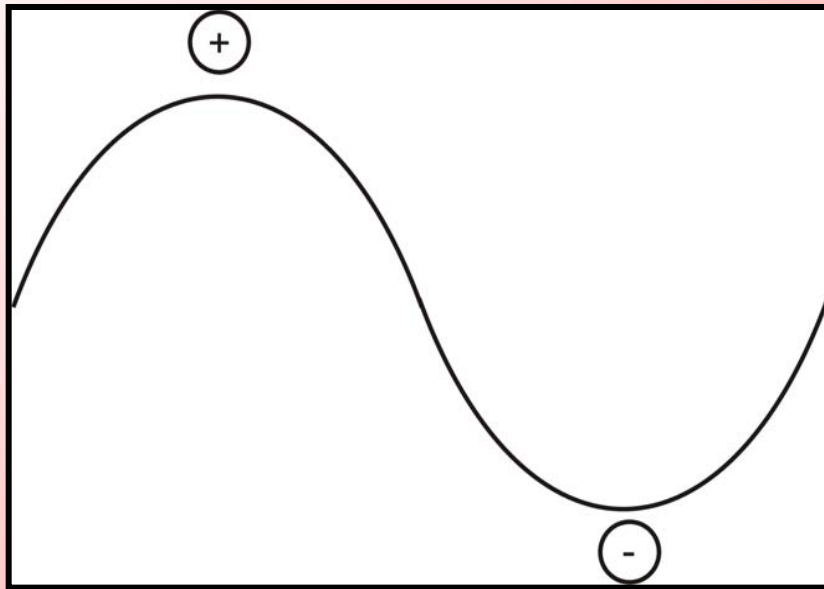
- **Un eje es normal si se dirige hacia la izquierda, abajo y atrás.**



En obesos encontraremos una derivación aVF sin QRS, lo que indica horizontalización del corazón.

Protocolo de interpretación (Hipertrofia)

- Implica un aumento del espesor de las paredes de una cierta cavidad, sin embargo, no implica reducción del volumen de sangre de una cavidad.
- **Hipertrofia auricular:** Se observa una onda P difásica en V_1 .

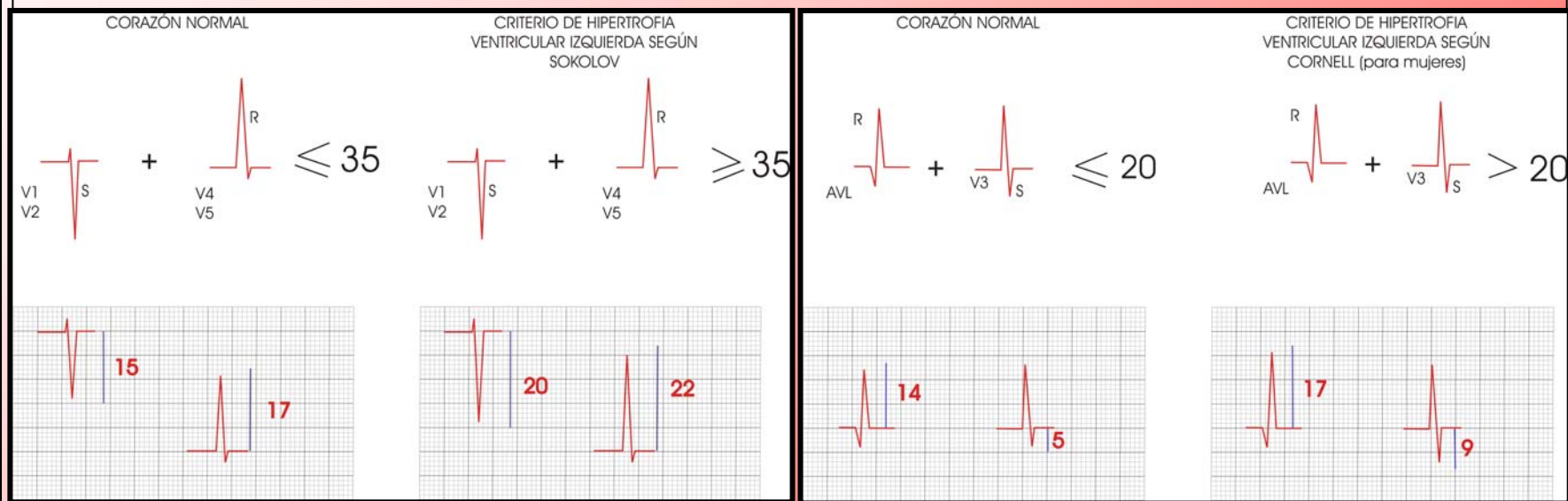


Si parte positiva mayor que negativa → H. A. derecha.

Si parte negativa mayor que positiva → H. A. izquierda.

Protocolo de interpretación (Hipertrofia)

- **Hipertrofia ventricular derecha:** Se observa una onda R muy grande en V_1 con desplazamiento del eje a la derecha.
- **Hipertrofia ventricular izquierda:** Se utilizan los criterios de Sokolov y Cornell para hombres y mujeres respectivamente.



Protocolo de interpretación (Infarto)

- El infarto se produce por una oclusión de las coronarias, que genera un grupo de células muertas, lo que se observa como un silencio eléctrico en el ECG.

PODEMOS DIFERENCIAR ENTRE

ISQUEMIA

LESIÓN

INFARTO

Protocolo de interpretación (Infarto)

Isquemia

- Se observa una onda T invertida entre $V_1 - V_6$.

Lesión

- Se observa un segmento ST elevado (lesión aguda o reciente).
- Si el segmento ST durante el ejercicio se deprime, se confirma el diagnóstico.

Infarto

- Aparición de ondas Q no diagnósticas. Q es diagnóstica si es 1/3 de QRS o tiene un cuadrado de anchura.
- En $V_1 - V_4$ implica infarto anterior.
- En I y aVL implica infarto lateral izquierdo.
- En II, III y aVF implica infarto inferior.

**DESPUES DE TODO ESTA
INFORMACIÓN...PASEMOS
A LA PRÁCTICA.**

**NO OLVIDES REVISAR LA BIBLIOGRAFÍA SI
QUIERES PROFUNDIZAR EN ALGÚN TEMA.**

BIBLIOGRAFÍA ELECTROCARDIOGRAMA

DUBIN, D. (1976) *Electrocardiografía práctica.* , México D. F., McGraw-Hill Interamericana.

BIBLIOGRAFÍA ESPIROMETRÍA

CASAN, P., BURGOS, F., BARBERÁ, J. A., GINER, J. (2002)
Espirometría. En Manual SEPAR de procedimientos 3. Madrid.
Luzán.

JUBBER, A. S. (2004) Respiratory complications of obesity. *Int J Clin Pract*, 58, 573-80.

KOENIG, S. M. (2001) Pulmonary complications of obesity. *Am J Med Sci*, 321, 249-79.

LOTTI, P., GIGLIOTTI, F., TESI, F., STENDARDI, L., GRAZZINI, M., DURANTI, R. & SCANO, G. (2005) Respiratory muscles and dyspnea in obese nonsmoking subjects. *Lung*, 183, 311-23.

MILLER, M. R., HANKINSON, J., BRUSASCO, V. ET AL. (2005)
Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*, 26, 319-38.

BIBLIOGRAFÍA

ESPIROMETRÍA

MUZUMDAR, H. & RAO, M. (2006) Pulmonary dysfunction and sleep apnea in morbid obesity. *Pediatr Endocrinol Rev*, 3 Suppl 4, 579-83.

OLSON, A. L. & ZWILLICH, C. (2005) The obesity hypoventilation syndrome. *Am J Med*, 118, 948-56.

PARAMESWARAN, K., TODD, D. C. & SOTH, M. (2006) Altered respiratory physiology in obesity. *Can Respir J*, 13, 203-10.

POULAIN, M., DOUCET, M., MAJOR, G. C., DRAPEAU, V., SERIES, F., BOULET, L. P., TREMBLAY, A. & MALTAIS, F. (2006) The effect of obesity on chronic respiratory diseases: pathophysiology and therapeutic strategies. *Cmaj*, 174, 1293-9.

BIBLIOGRAFÍA ESPIROMETRÍA

QUANJER, P. H., TAMMELING, G. J., COTES, J. E. ET AL., (1993a)
Symbols, abbreviations and units. Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. *Eur Respir J Suppl*, 16, 85-100.

QUANJER, P. H., TAMMELING, G. J., COTES, J. E., PEDERSEN, O. F., PESLIN, R. & YERNAULT, J. C. (1993b) Lung volumes and forced ventilatory flows. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J Suppl*, 16, 5-40.

GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN

Víctor Díaz Molina

Laboratorio de Fisiología del Esfuerzo

Facultad de CC. de la Act. Física y del Deporte
(INEF)

victodiazmolina@gmail.com