

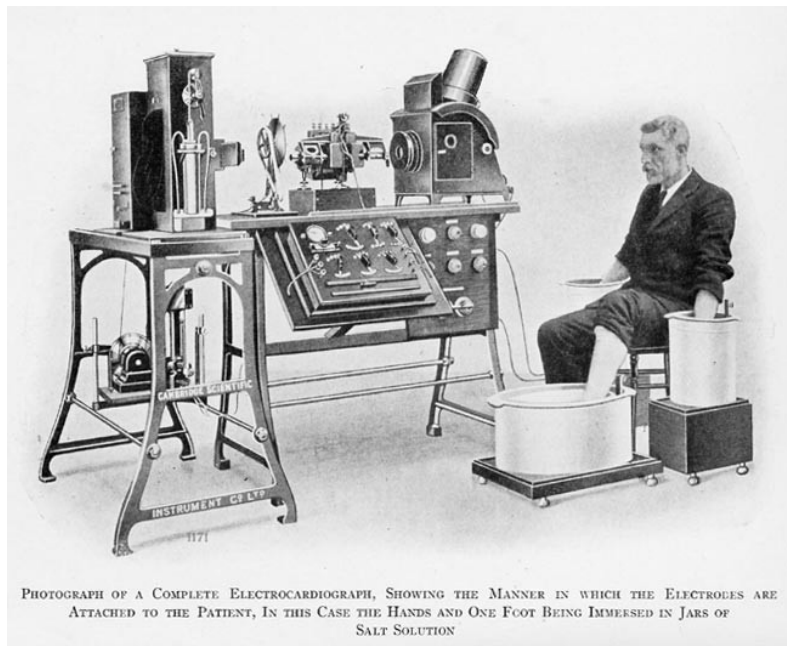
## DERIVACIONES ELECTROCARDIOGRÁFICAS

### INTRODUCCIÓN

El electrocardiograma es la representación gráfica lineal de la actividad eléctrica que precede a la contracción mecánica del corazón. Descubierta hace más de 100 años por el fisiólogo holandés Willem Einthoven, sigue plenamente vigente en la actualidad, constituyendo uno de los 5 pilares básicos de la exploración cardiológica. Es una técnica *rápida, sencilla, barata e incruenta* que facilita el diagnóstico y seguimiento de las cardiopatías más prevalentes (alteraciones en la generación y transmisión del estímulo, crecimiento de cavidades, cardiopatía isquémica, canalopatías, cardiopatías congénitas, alteraciones electrolíticas, patologías extra-cardíaca,...).

La realización de un electrocardiograma de acuerdo a los estándares establecidos (1) es de vital importancia para una adecuada interpretación del mismo. Esta prueba diagnóstica es realizada en la mayor parte de los países por enfermeras y/o técnicos y exige una adecuada preparación del paciente, una correcta colocación de los electrodos y la aplicación de los parámetros técnicos adecuados.

Nos centraremos ahora en el segundo punto expuesto en el párrafo anterior y haremos mención a una serie de peculiaridades a tener en cuenta en distintas situaciones, que nos facilitarán la sistematización y homogeneización de criterios.



PRIMER ELECTROCARDIOGRAFO DISEÑADO SEGÚN LOS PRINCIPIOS DESARROLLADOS POR EINTHOVEN

## DERIVACIONES PRECORDIALES ESTÁNDAR, UNIPOLARES O DE WILSON

Las derivaciones precordiales exploran el corazón en el **plano horizontal**, son los detectores positivos localizados en la región anterior del tórax y registran el potencial absoluto del lugar en el que están colocadas.

Son las mejores derivaciones para precisar las alteraciones del **ventrículo izquierdo**, sobre todo de sus paredes anterior y lateral.

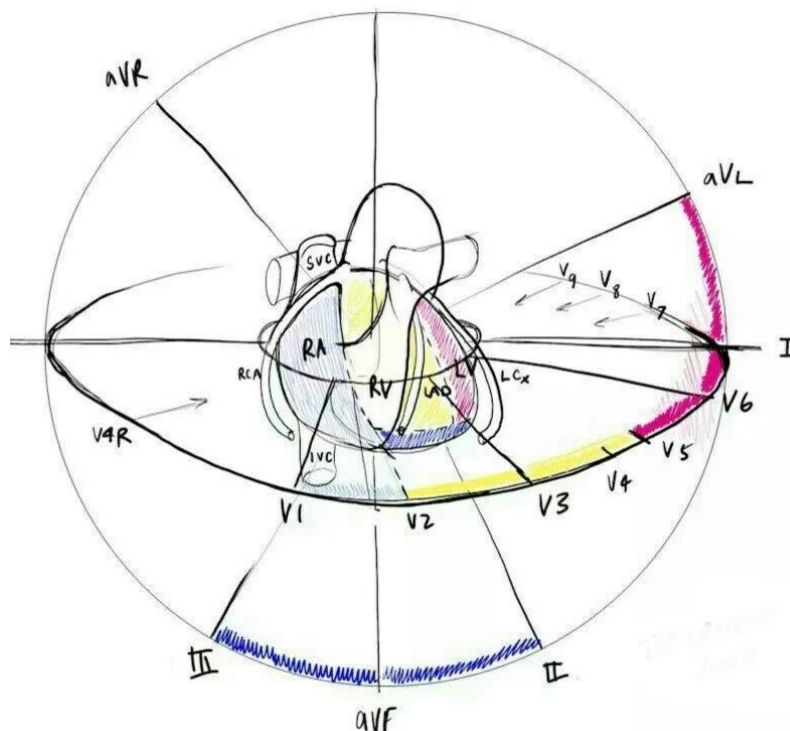
**V1**- Esta derivación registra los potenciales de las aurículas, de parte del tabique interventricular y de la pared anterior del ventrículo derecho. El complejo QRS presenta una onda R pequeña (despolarización del septo interventricular) seguida de una onda S profunda (activación ventricular izquierda)

**V2**- Se localiza encima de la pared ventricular derecha, por tanto la onda R es ligeramente mayor que en V1.

**V3**- Derivación transicional entre potenciales derechos e izquierdos, por estar el electrodo sobre el septo interventricular, la onda R y S suelen ser similares (QRS isobifásico).

**V4**- Se localiza sobre el ápex cardíaco (ventrículo izquierdo), suele presentar una onda R alta seguida de una S pequeña.

**V5 y V6**- Localizadas sobre el miocardio del ventrículo izquierdo, cuyo grosor es menor que en V4, por lo tanto la R es menor que en V4 pero sigue teniendo gran amplitud, suele estar precedida de una Q pequeña que refleja la despolarización del septo.



## ¿CÓMO LAS COLOCAMOS?

Su localización es la que sigue:

**V1- Cuarto espacio intercostal derecho, paraesternal (color rojo)**

**V2- Cuarto espacio intercostal izquierdo, paraesternal (color amarillo)**

**V3- A medio camino entre V2 y V4 (color verde)**

**V4- Quinto espacio intercostal izquierdo, línea medioclavicular (marrón)**

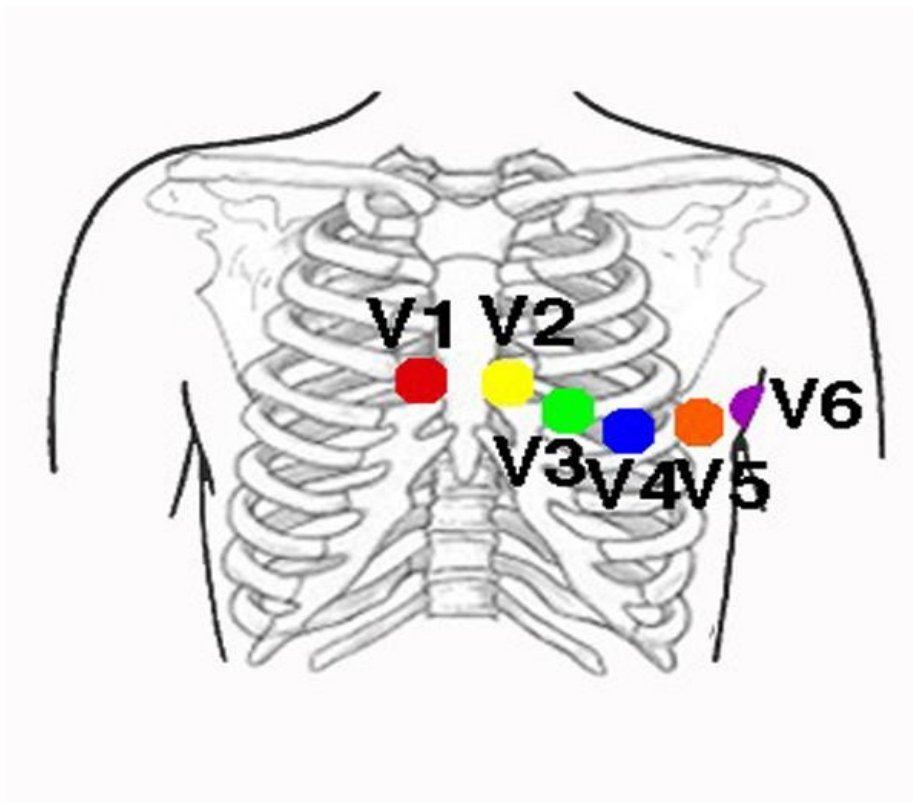
**V5- Quinto espacio intercostal izquierdo, línea axilar anterior (negro)**

**V6- Quinto espacio intercostal izquierdo, línea axilar media (violeta)**

La pregunta más frecuente: **¿cómo localizo el cuarto espacio intercostal?**

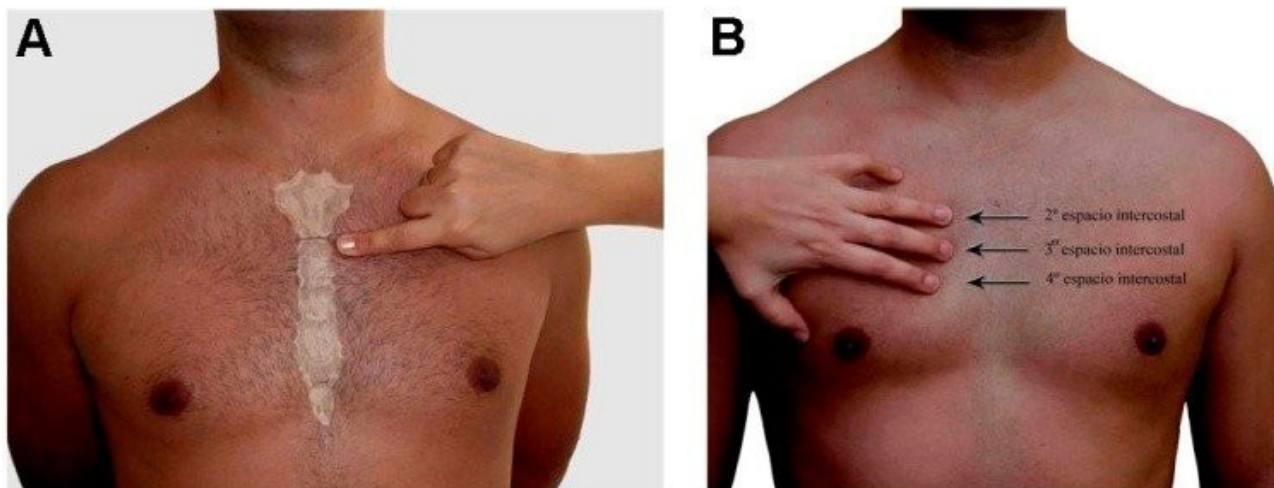
### Opción 1:

- Ir contando por el borde del esternón los espacios intercostales hasta llegar al cuarto (teclas de un piano)
- Colocar V1 y V2 en los bordes derecho e izquierdo del esternón en el cuarto espacio intercostal.
- **Coloca V4 antes que V3.**
- ¿Dónde?, en un espacio intercostal más abajo que V2, en la línea imaginaria que baja desde el centro de la clavícula. Ahora coloca V3 justo en el medio de V2 y V4.
- Para terminar, **V5 y V6 van en línea con V4** en la línea axilar anterior y medioaxilar respectivamente.



Opción 2:

- Localización del **Ángulo de Louis** (unión entre el manubrio y cuerpo esternal, a menudo visible y palpable, que localiza el segundo espacio intercostal).
- Contar los espacios intercostales hasta llegar al cuarto.
- Proceder como en opción 1.

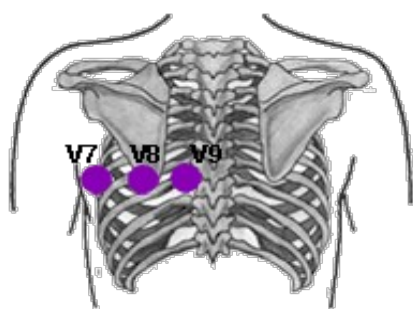
**PRECORDIALES DERECHAS Y POSTERIORES**

Resulta útil el uso de estas derivaciones adicionales, fundamentalmente en *el contexto de un síndrome coronario de localización posterior e inferior* (con implicación del ventrículo derecho).

**Posteriores:**

Se realizan colocando los electrodos V4, V5 y V6 en el mismo espacio intercostal que los electrodos precordiales habituales, pero continuando hacia la espalda del paciente.

- **V7:** en el quinto espacio intercostal y la línea axilar posterior.
- **V8:** en el quinto espacio intercostal y la línea medioescapular, a la altura del ángulo inferior de la escápula.
- **V9:** en el quinto espacio intercostal y la línea paravertebral izquierda.

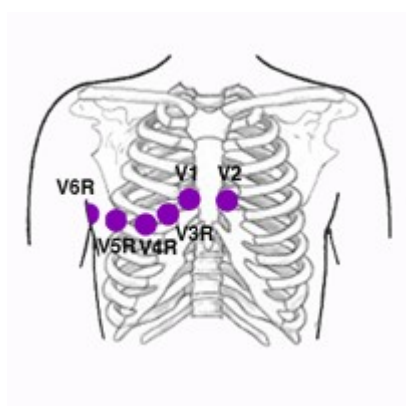


Se debe de escribir la palabra **Posteriores** en grande, en la cabecera del electrocardiograma, y sobrescribir V7, V8 y V9 sobre las derivaciones que han sido sustituidas por las derivaciones posteriores.

***Derechas:***

Los electrodos para realizar las derivaciones derechas se colocan de forma similar que al realizar un EKG estándar colocando los electrodos de V3 a V6 en región precordial derecha.

- **V1:** igual que en ubicación normal.
- **V2:** igual que en ubicación normal.
- **V3R:** a la mitad de distancia entre V1 y V4R.
- **V4R:** en el quinto espacio intercostal **derecho** y la línea medio-clavicular.
- **V5R:** en el quinto espacio intercostal **derecho** y la línea axilar anterior.
- **V6R:** en el quinto espacio intercostal **derecho** y la línea medioaxilar.



Al igual que al realizar las derivaciones posteriores, cuando se realice un electrocardiograma con derivaciones derechas, para evitar confusiones cuando se vaya a interpretar el ECG se debe colocar la palabra **Derechas** en grande en la parte superior del electrocardiograma y colocar la letra **R** detrás del nombre de las derivaciones V3-V6 para aclarar que se trata de un electrocardiograma de derivaciones derechas.

***DERIVACIONES DE LAS EXTREMIDADES*****Derivaciones bipolares o de Einthoven**

- I** El electrodo positivo se coloca en el brazo izquierdo y el negativo en el derecho.
- II** El electrodo positivo se coloca en la pierna izquierda y el negativo en el brazo derecho.
- III** El electrodo positivo se coloca en la pierna izquierda y el negativo en el brazo izquierdo.

**Derivaciones monopolares o de Goldberger**

- aVR** (amplified voltage right arm) electrodo positivo en el brazo derecho.
- aVL** (amplified voltage left arm) electrodo positivo en el brazo izquierdo.
- aVF** (amplified voltage left foot) electrodo positivo en la pierna izquierda

Para cada derivación, las otras dos se conectan a un terminal (Central terminal de Golberger, Ctg) y forman un polo común (-) (aunque realmente no es negativo sino neutro y se le llama electrodo indiferente).

**aVR, aVL y aVF** son los electrodos exploradores y funcionan como una derivación monopolar. La unión de las dos derivaciones para formar el electrodo indiferente aumenta la resistencia y disminuye la amplitud de la señal, por lo que requieren ser amplificadas (a) para verlas, por eso son **aVR, aVL y aVF**.

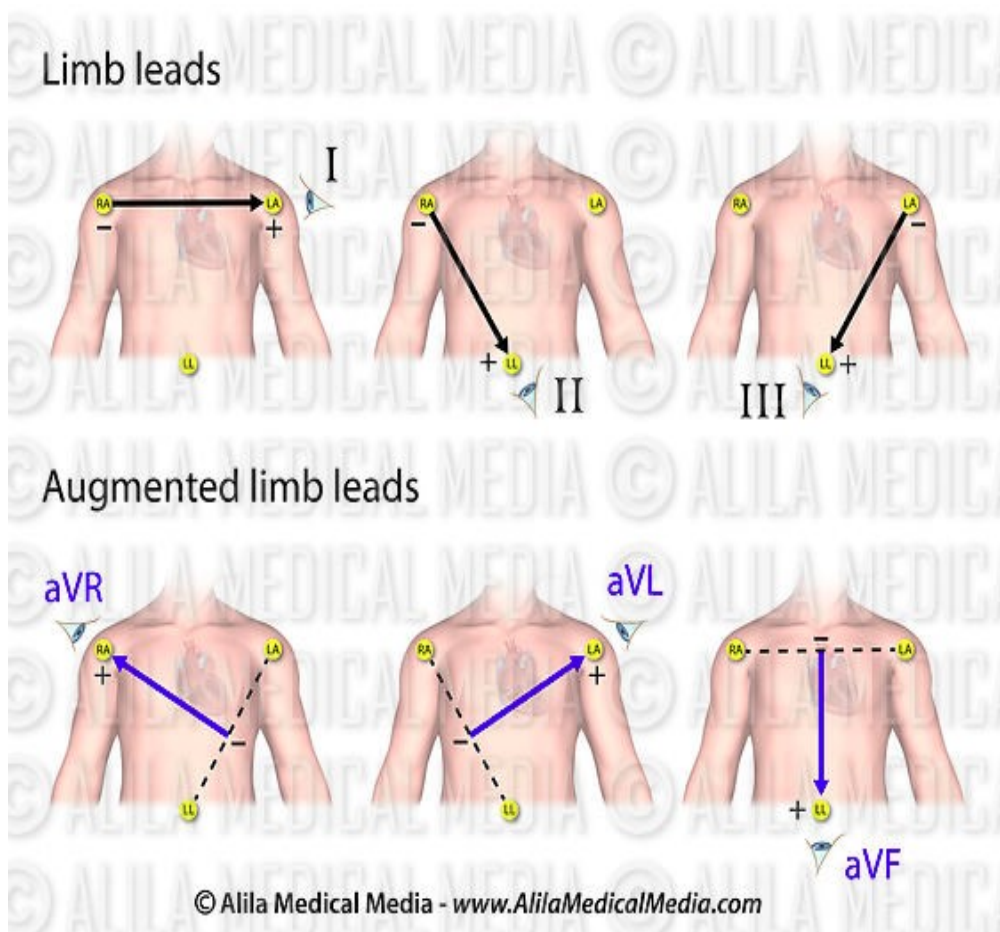
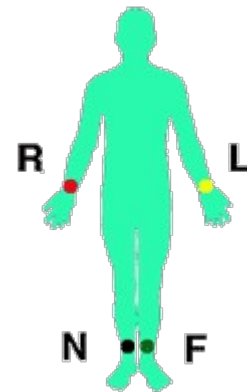
**¿COMO LAS COLOCAMOS?**

**R: brazo derecho (Right)**

**L: brazo izquierdo (Left).**

**F: pierna izquierda (Foot).**

**N: pierna derecha, es el neutro (N).**



## ¿QUÉ HACER SI....

- **El paciente tiene mucho vello en el torso?**

*Procederemos al rasurado del mismo.*

- **La paciente tiene mucho tejido mamario?**

Son escasos los estudios que abordan la colocación de los electrodos precordiales en la mujer. Se ha postulado que el voltaje de V3 se ve significativamente reducido al ubicarlo sobre el pecho, pero no el de V4; en cambio el voltaje en V5 y V6 es mayor sobre la mama que bajo la misma. Por el contrario, otros autores señalan que el efecto sobre la amplitud de las ondas del ECG que se produce al colocar los electrodos sobre la mama es insignificante, e indican por tanto que los electrodos precordiales han de colocarse sobre el pecho para la ubicación adecuada de estos. Las recomendaciones aconsejaban situar los electrodos bajo el pecho en el espacio intercostal correspondiente hasta disponer de nueva evidencia.

Recientemente el estudio (2) (*A la hora de realizar un electrocardiograma, el tamaño no importa* .Javier Higuera, Luis Nieto-Roca, Carmen Olmos, Pilar Yagüe-Riaño, Mercedes Longo, Juan Carlos Gómez-Polo, Ramón Bover y Alberto Esteban-Fernández del Instituto Cardiología, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, y Centro de Especialidades Avenida de Portugal, Madrid ) *infiere que se debe aconsejar la colocación de las derivaciones encima de la mama en su localización teórica normal por facilidad, comodidad y por no existir diferencias significativas en el voltaje de las ondas R y S en ambas localizaciones, aunque el número de ondas S disminuye en la posición inframamaria.*

- **Falta una extremidad?**

Colocación de la derivación en el muñón.

- **El paciente tiene temblor esencial/Parkinson o para realizar una prueba de esfuerzo?**

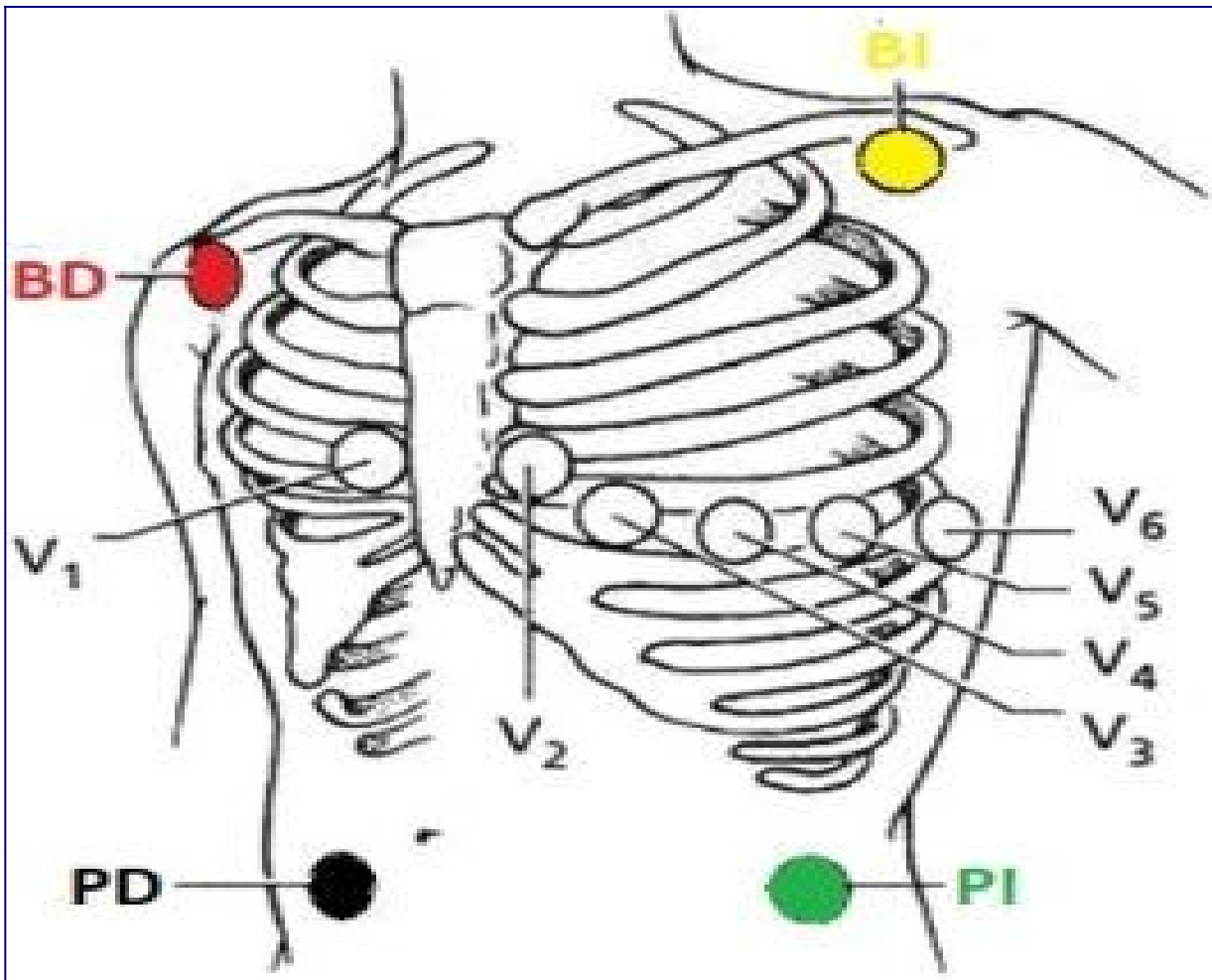
Utilizar las derivaciones de MASON-LIKAR

## DERIVACIONES DE MASON-LIKAR

Descritas por Mason y Likar en 1966. Sirven para reducir los artefactos durante, por ejemplo, pruebas de esfuerzo, temblores, etc... Las derivaciones precordiales no se mueven y los cuatro electrodos de las derivaciones de los miembros se pasan al torso de la siguiente manera:

- Rojo y amarillo: electrodo dos centímetros por debajo de las clavículas, en la fosa infraclavicular.
- Verde: línea anterior axilar, entre la última costilla y la cresta ilíaca.

- Negro: encima de la cresta ilíaca.

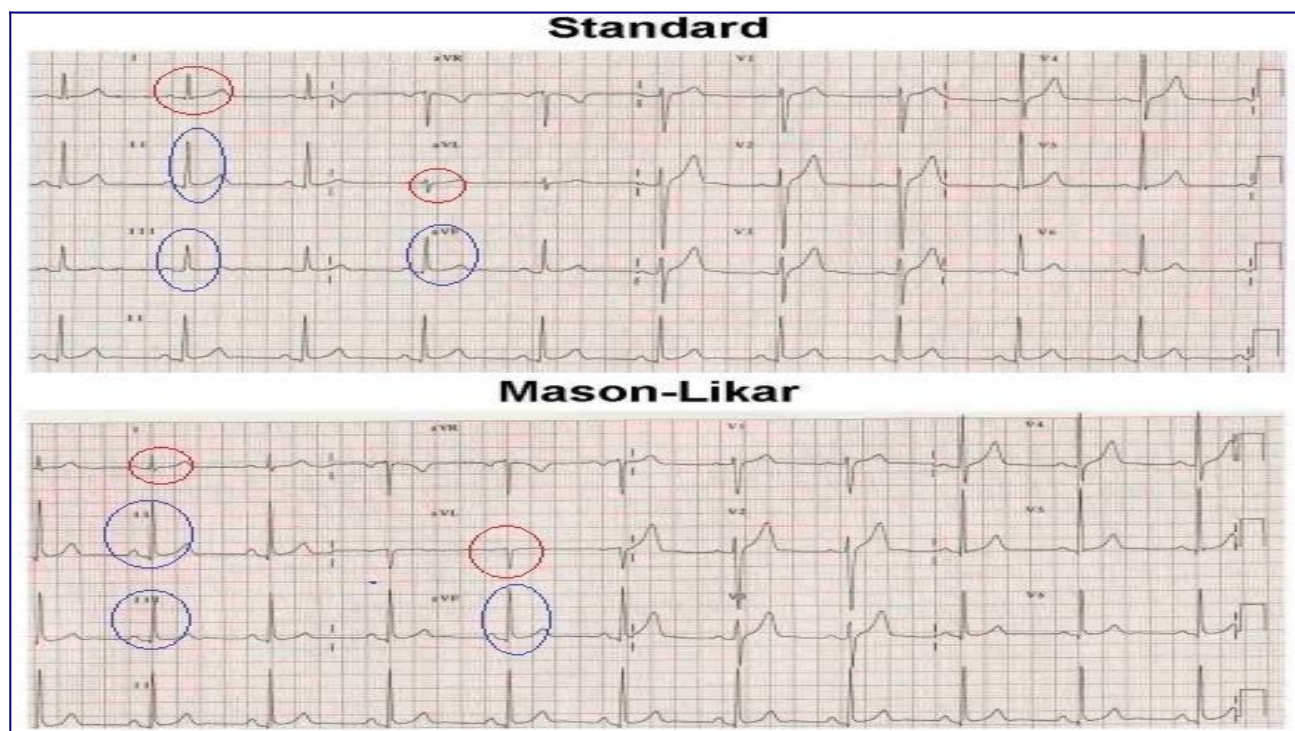


Esta manera de colocar los electrodos es muy frecuente, a pesar de que la teórica ubicación correcta es en muñecas y tobillos. Pero la American Heart Association (AHA), determinó en 1975 que los electrodos rojo, amarillo, negro y verde pueden ubicarse en cualquier parte distal a los hombros y caderas, creando cierta confusión al no determinar que fuera necesariamente sobre las muñecas y tobillos.

Y es por ello, por nuestra comodidad a la hora de monitorizar, por no desnudar al paciente o por evitar temblores, lo que nos lleva a poner las derivaciones como en la imagen superior. **Esta colocación modifica el electro.** Aunque los cambios son muy pequeños, podemos encontrar lo siguiente:

- **Desviación del eje a la derecha.**
- **Disminución del voltaje de la onda R mayor a 3 mm en I y aVL, incluso puede aparecer una morfología QS simulando un infarto lateral falso.**
- **Aumento del voltaje de la onda R mayor a 3 mm en derivaciones inferiores: II, III y aVF.**





Es por ello que es preciso especificar en el ECG que se han colocado los electrodos en esta posición para no crear confusión.

### ***DERIVACIONES EN LA DEXTROCARDIA***

La dextrocardia es una entidad muy infrecuente, con una prevalencia del 0,01%. Se trata de una alteración congénita, aunque el diagnóstico generalmente se alcanza de forma incidental en la edad adulta, al solicitar una radiografía de tórax o un ECG por cualquier motivo. El corazón se sitúa en el hemitórax derecho, *con el eje base-ápex dirigido hacia abajo a la derecha*. Puede encontrarse de manera aislada (**situs solitus**) o asociada a **situs inversus**. Si esto ocurriera, el resto de órganos toraco-abdominales se situarían en el lado opuesto al habitual. En caso de no asociarse con anomalías estructurales del corazón, la supervivencia y la calidad de vida de estos pacientes es similar a la población general.

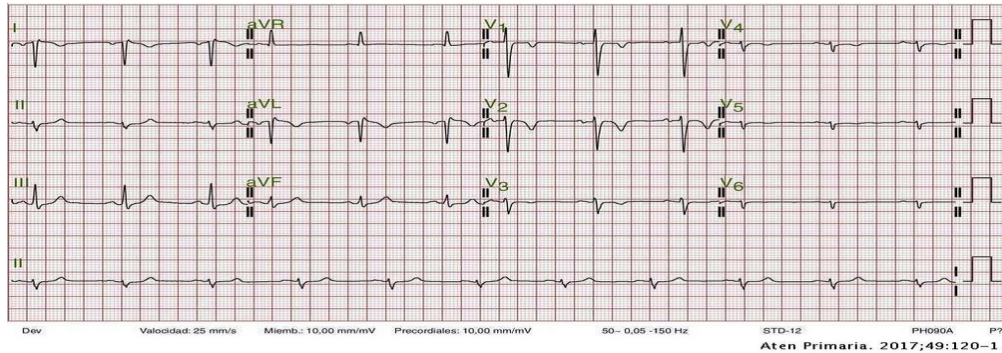
Algunos aspectos característicos del trazado electrocardiográfico nos hacen sospechar que nos encontramos ante una **dextrocardia**, los más significativos son:

**- P, QRS y T negativas en derivación I.**

**- Eje rotado a la derecha.**

**- No progresión de R en precordiales, con mayor voltaje de la precordiales derechas.**

## ECG DEXTROCARDIA



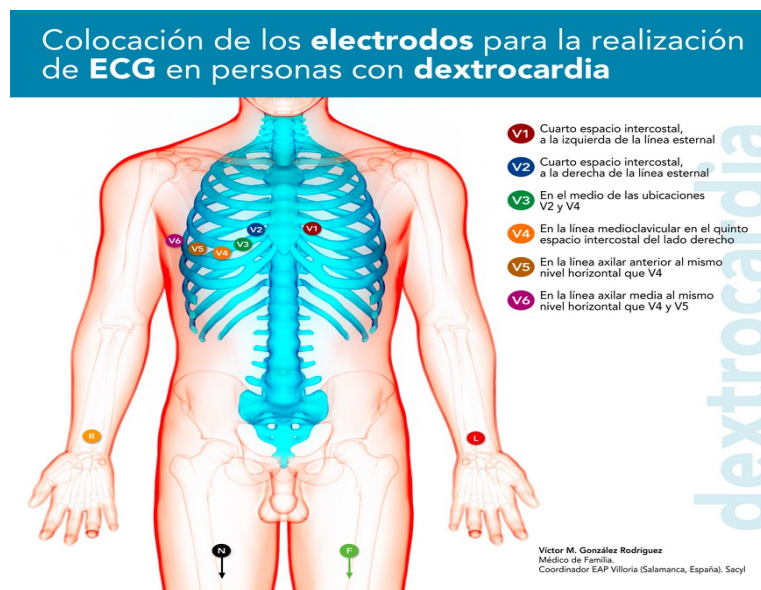
La colocación correcta de las derivaciones en esta situación sería la que sigue:

En las derivaciones de los miembros, los electrodos se deben de colocar:

- **RA o rojo:** en cara interna de antebrazo izquierdo.
- **LA o amarillo:** en cara interna del antebrazo derecho.
- **LL o verde:** en tobillo izquierdo.
- **RL o negro:** en tobillo derecho.

Para las derivaciones precordiales, los electrodos se colocarán y se nombrarán como se indica a continuación.

- **V<sub>1R</sub>:** 4º espacio intercostal línea paraesternal izquierda.
- **V<sub>2R</sub>:** 4º espacio intercostal línea paraesternal derecha.
- **V<sub>3R</sub>:** punto medio entre V<sub>2</sub>-V<sub>4</sub>.
- **V<sub>4R</sub>:** 5º espacio intercostal línea media clavicular.
- **V<sub>5R</sub>:** 5º espacio intercostal línea axilar anterior.
- **V<sub>6R</sub>:** 5º espacio intercostal línea media axilar.



## DERIVACIONES EN SÍNDROME DE BRUGADA.

El síndrome de Brugada es una entidad clínica relativamente reciente, descrita por vez primera por los hermanos Pedro y Josep Brugada en el año 1992.

Se trata de una enfermedad genética, autosómica dominante, que afecta al funcionamiento de los canales del sodio cardíacos y por ende a la repolarización ventricular, predisponiendo a la aparición de arritmias ventriculares y muerte súbita.

El síndrome de Brugada tiene una incidencia de 5 por cada 10.000 habitantes y se le atribuyen, al menos, un 20% de las muertes súbitas en corazones estructuralmente normales.

Las arritmias desencadenadas por este síndrome se suelen asociar a situaciones de predominio vagal, en procesos febriles, toma concomitante de determinados fármacos (<http://www.brugadadrugs.org>) e ingesta excesiva de alcohol y comidas copiosas.

Se identifica por una elevación persistente del ST en precordiales derechas, existiendo tres patrones electrocardiográficos sugestivos .

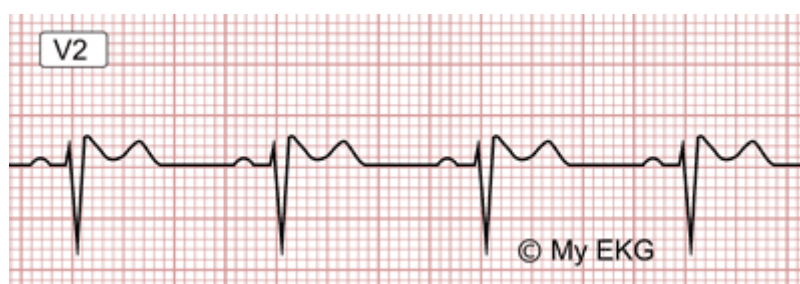
### ECG del síndrome de Brugada tipo 1 (Diagnóstico)

Elevación cóncava prominente del segmento ST o del punto J mayor o igual a 2 mm (0,2 mV) seguida de una onda T negativa, en una o más precordiales derechas (V1 o V2)



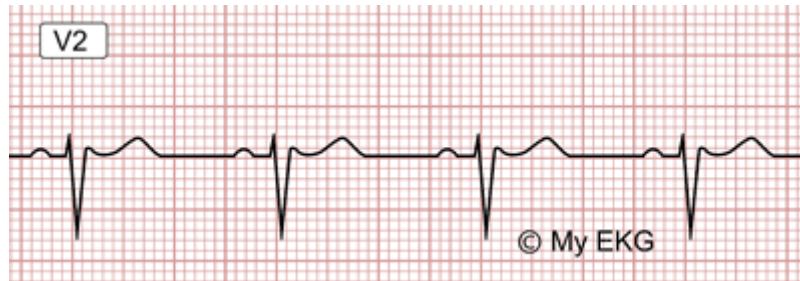
### ECG del síndrome de Brugada tipo 2

Elevación del ST o punto J mayor o igual a 2mm con descenso posterior, pero manteniéndose por encima de 1 mm y T positiva, patrón “en silla de montar”



### ECG del síndrome de Brugada tipo 3

Similar al anterior pero en este caso la elevación del ST/punto J es inferior a 1 mm.



En el síndrome de Brugada los patrones del EKG son variables. En un mismo paciente se pueden observar los tres patrones e incluso electrocardiogramas normales.

### **CRITERIOS DIAGNÓSTICOS DEL SÍNDROME DE BRUGADA**

Para incrementar la sensibilidad diagnóstica, en 2013 el Consenso de Expertos de la HRS/EHRA/APHRS omitió los criterios clínicos y solo se requieren cambios en el EKG en una derivación precordial .

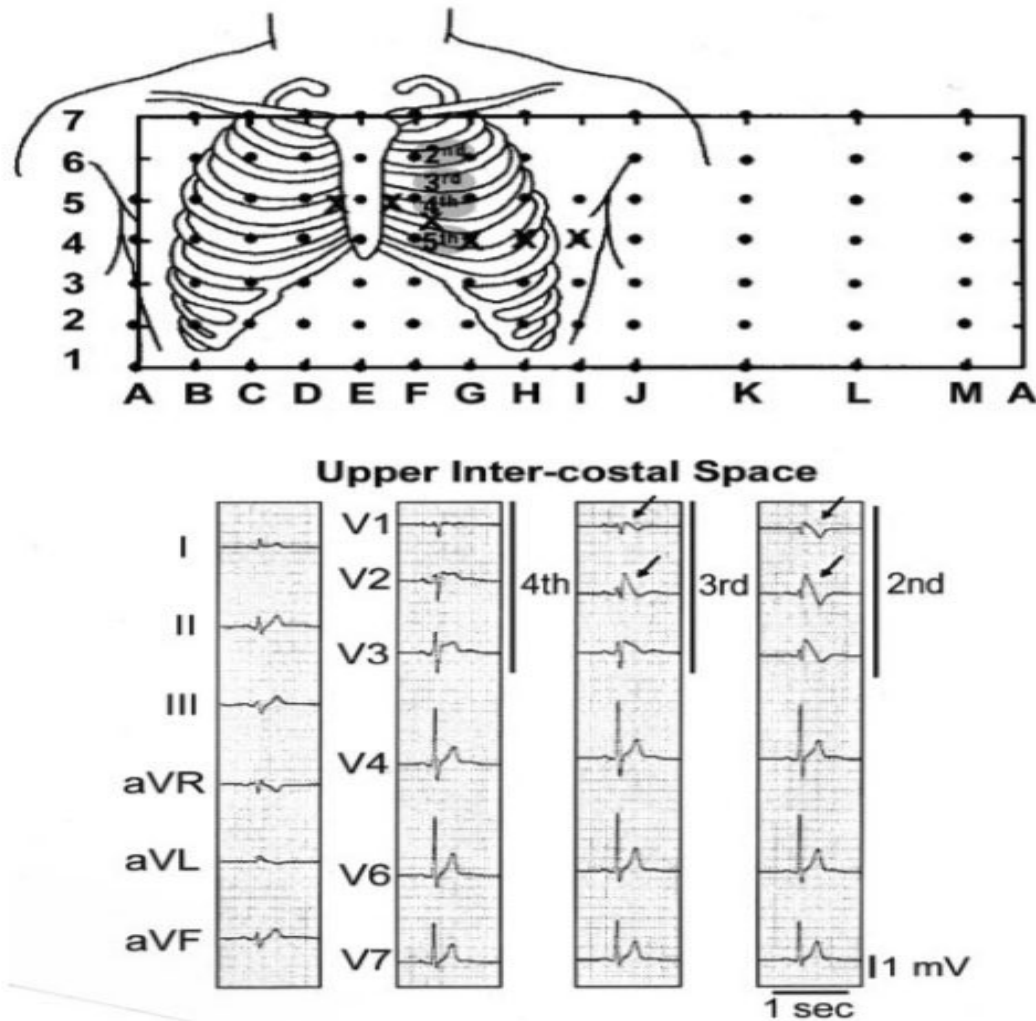
(Tomado de: HRS/EHRA/APHRS Expert Consensus Statement on the Diagnosis and Management of Patients with Inherited Primary Arrhythmia Syndromes )

- 1. Se diagnostica síndrome de Brugada en pacientes con elevación del segmento ST con morfología tipo 1  $\geq 2$  mm en 1 o más derivaciones precordiales derechas, **posicionadas en el 2do, 3er o 4to espacio intercostal, ya sea de manera espontánea o después de un test de drogas con la administración de antiarrítmicos clase I .**
- 2. Se diagnostica síndrome de Brugada en pacientes con elevación del ST tipo 2 o tipo 3 en al menos una derivación precordial derecha (V1, V2) posicionadas en el 2do, 3er o 4to espacio intercostal cuando un test de drogas con administración de antiarrítmicos clase I induce el EKG con morfología tipo I .

Antes realizar el diagnóstico de síndrome de Brugada es necesario descartar otras enfermedades que pueden tener electrocardiogramas similares, como bloqueos de rama, hipertrofia ventricular

izquierda, infarto agudo, miocarditis aguda, tromboembolismo pulmonar, hiperpotasemia, hipercalcemia, hipotermia, entre otros,...

Es por ello que ante la sospecha de síndrome de Brugada es preciso realizar el electrocardiograma con precordiales derechas en 2º y 4º espacio intercostal, para aumentar su sensibilidad. Se rotulara cada electro con V1 y V2 en 2ª espacio intercostal y 4ª espacio intercostal.



**Figure 2.** Shift of right precordial leads to 2nd and 3rd intercostal spaces unmasks a type 1 Brugada ECG. Top, Plot of 87 unipolar electrode sites (●) and of 6 precordial ECGs (✕). Eighty-seven lead points are arranged in a lattice-like pattern (13×7 matrix), except for 4 lead points on both midaxillary lines, and covered the entire thoracic surface. V<sub>1</sub> and V<sub>2</sub> leads of the ECG are located between D<sub>5</sub> and E<sub>5</sub> and between E<sub>5</sub> and F<sub>5</sub>, respectively, whereas V<sub>4</sub>, V<sub>5</sub>, and V<sub>6</sub> are coincident with G<sub>4</sub>, H<sub>4</sub>, and I<sub>4</sub>, respectively. Bottom, Twelve-lead ECGs in a patient with Brugada syndrome. Type 2 saddleback-type ST-segment elevation was observed in V<sub>1</sub> and V<sub>2</sub> of the standard 12-lead ECG (4th intercostal space), whereas typical type 1 coved-type ST-segment elevation was apparent in V<sub>1</sub> and V<sub>2</sub> recorded from the 2nd and 3rd intercostal spaces (←).

## BIBLIOGRAFIA.

1. Kligfield P, Gettes LS, et al. Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram. Part I: The Electrocardiogram and Its Technology: A Scientific Statement From the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society Endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology. *Circulation*. 2007; 115: 1306–1324. doi: [10.1161/CIRCULATIONAHA.106.180200](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.180200).
2. Javier Higuera, Luis Nieto-Roca, Carmen Olmos, Pilar Yagüe-Riaño, Mercedes Longo, Juan Carlos Gómez-Polo, Ramón Bover y Alberto Esteban-Fernández. *A la hora de realizar un electrocardiograma, el tamaño no importa*. Instituto Cardiología, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, y Centro de Especialidades Avenida de Portugal, Madrid. *Revista Española de Cardiología*. 2017;70 Supl 1):1210.
3. García-Niebla J. Actualización Online en Electrocardiografía: Capítulo 10. Errores y Artefactos comunes en ECG [monografía en Internet]. Ciudad de México, D.F.: Sociedad Interamericana de Cardiología (SIAC); 2015 Junio [acceso 1 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.siacardio.com/wp-content/uploads/2015/01/ECG-Capitulo-10-Errores-y-artefactos-comunes-en-ECG.pdf>
4. Teresa Ausejo Ramos, Jose Luis Ramón Trapero, David Cuerda Santaren. Recognition electrocardiographic a dextrocardia. *Atención Primaria*. Vol. 49. Núm. 2. Páginas 120-121 (Febrero 2017).
5. [www.my-ekg.com](http://www.my-ekg.com)