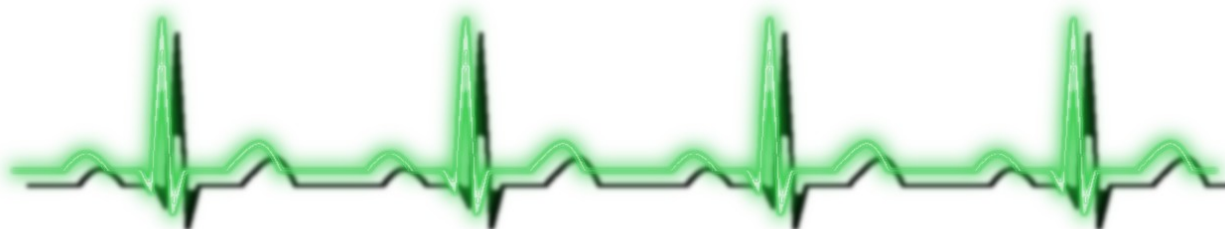


# “Entiendo Electrocardiograma”

(es lo que me voy a decir cuando termine de leer éste apunte)



Éste documento está dirigido para los alumnos de 2º año de medicina y también como una introducción para aquellos que están cursando Semiología. Dicho archivo, consta de diversos temas relacionados con Electrocardiograma (ECG). Algunos son mas importantes para 2º año de medicina y otros para más tarde.

Cada tema, comenzará con unas estrellas de color amarillas que determinarán un papel para Fisiología, siendo:

★★★★ Muy importante. Es probable que sea tomado en el parcial o final.

★★★ No es importante, pero sirve para comprender más los temas. Poco probable que sea tomado.

★ Poco importante para los alumnos de 2º año de medicina. No va a ser tomado en el parcial o final.



# Índice

## Capítulo I: Lo normal dentro de un ECG

- Ondas y medidas en un ECG normal ..... 4
- Ritmo Sinusal ..... 5
- ECG normal ..... 5
- ¡A recordar! ..... 7

## Capítulo II: Vectores ¿la oveja negra incomprendida del ECG?

- Vectores ..... 8
- Electrodo que ven ondas puramente positivas o negativas ..... 8
- Electrodo que ven ondas isodifásicas ..... 11
- La repolarización ¿un déjà vu de la despolarización? ..... 12
- Aplicaciones prácticas de los vectores ..... 15
- ¡A recordar! ..... 16

## Capítulo III: Derivaciones y hemicampos (el Santo Grial del ECG)

- Derivaciones ..... 17
  - Derivaciones de los miembros ..... 17
  - Derivaciones precordiales ..... 24
- Derivaciones y su relación con las caras del corazón ..... 25
- ¡A recordar! ..... 27

## Capítulo IV: Eje Eléctrico ¿los Bee Gees al rescate?

- Vector auricular ..... 28

- Vector ventricular ..... [29](#)
- Como obtener el Eje Eléctrico ..... [33](#)
  - Uso de los cuadrantes ..... [34](#)
  - Uso de la derivación isodifásica ..... [35](#)
  - Matemáticamente ..... [37](#)
- Posición vertical y horizontal del corazón ..... [37](#)
- Mirando un ECG normal en la vida real ..... [38](#)
- El “Paso a Paso” para observar un ECG de manera ordenada y sin olvidarnos nada ... [40](#)
- ¡A recordar! ..... [42](#)

## Capítulo V: Obtención de la frecuencia cardíaca

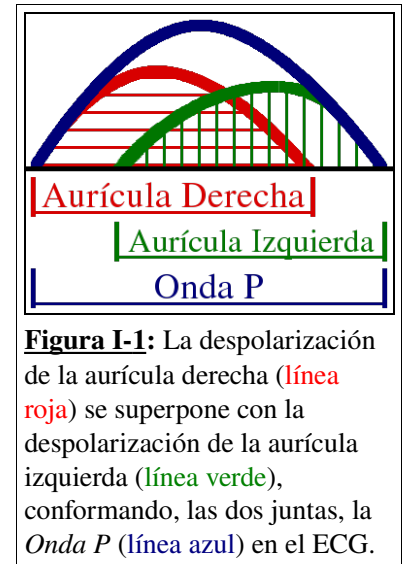
- Sacar la frecuencia Cardíaca ..... [43](#)
  - a) dividir el número “1.500” por número de cuadraditos (los chiquitos) que hay entre un latido y el siguiente ..... [43](#)
  - b) dividir el número “300” por número de cuadrados (los grandes) que hay entre un latido y el siguiente ..... [43](#)
  - c) regla “300-150-100” ..... [43](#)
  - d) técnica de los “6 segundos” para frecuencias bajas y ritmos irregulares ..... [44](#)
- ¡A recordar! ..... [46](#)

## Nota del Autor

- Bibliografía ..... [47](#)
- Agradecimientos ..... [47](#)
- Licencia del archivo ..... [48](#)
- Programas utilizados ..... [48](#)

# Capítulo I: Lo normal dentro de un ECG

## ☆☆☆ Ondas y medidas en un ECG normal



**Figura I-1:** La despolarización de la aurícula derecha (línea roja) se superpone con la despolarización de la aurícula izquierda (línea verde), conformando, las dos juntas, la Onda P (línea azul) en el ECG.

**Onda P:** se debe tanto a la despolarización de la *Aurícula Derecha* como de la *Aurícula Izquierda* (ver Figura I-1).

- Normalmente mide **menos de 2,5mm de altitud** (2 cuadraditos y medio de alto).<sup>1</sup> Si mide más, se trata de un agrandamiento o hipertrofia auricular derecha, reproduciendo una *Onda P* picuda en el ECG.<sup>2</sup>
- Su duración normal es **hasta 0,11seg inclusive** (menos de 3 cuadraditos de largo). Si la duración es mayor, se trata de un agrandamiento o hipertrofia auricular izquierda, reproduciendo una *Onda P* mellada (con 2 picos) en el ECG.<sup>3</sup>

**Segmento PR:** corresponde a la línea basal o isoelectrica entre la *Onda P* y el comienzo del *Complejo QRS*. Es producida exclusivamente por el pasaje del estímulo por el *Nodo AV*, donde es conducido más lentamente produciendo un retraso fisiológico de la conducción del impulso. Ésto se debe tanto a la arquitectura (forma de tejido de cesta de mimbre), como a la pendiente de la fase 0 del potencial de acción de la fibra lenta del *Nodo AV*.

- En condiciones normales, su duración es **de 0,10seg** (2 cuadraditos y medio).
- Tiene que ser isoelectrica (sin supradesnivel ni infradesnivel).

**Intervalo PR:** comprende tanto a la *Onda P* como al *Segmento PR*.<sup>4</sup>

- En condiciones normales, su duración es **de 0,12seg a 0,20seg** (3 a 5 cuadraditos de largo).

**Complejo QRS:** corresponde a la despolarización de *ambos ventrículos*. Se denomina “Q” a la primera deflexión negativa, “R” a la deflexión positiva y “S” a la deflexión negativa que le sigue a la *Onda R*. Las ondas se las puede escribir en mayúscula (si posee una altura mayor a 5mm) o minúscula (si la onda es menor a 5mm).

- En condiciones normales, su duración es **de 0,07seg a 0,10seg** (entre 2 a 2 cuadraditos y medio).

**Segmento ST:** corresponde a la línea basal o isoelectrica que se ubica entre el final del *Complejo QRS* y el comienzo de la *Onda T*, producida por la fase 2 del potencial de acción de las fibras rápidas (meseta a 0mV). Si se

- 1 Al referirme a los cuadraditos de una tira de electrocardiograma, me refiero a los cuadraditos más chicos del papel, y que poseen 1mm de cada lado (1mm en vertical equivale a 0,1mV, y 1mm en horizontal equivale a 0,04seg -si la velocidad del papel es de 25mm por segundo-). Para más información ver la Figura I-2 en la página 7.
- 2 En un agrandamiento auricular derecho, la onda de despolarización de la aurícula derecha es mayor, creciendo tanto en altura como en su duración. La duración de la *Onda P* no se va a modificar, porque la onda de despolarización de la aurícula derecha se va a superponer aún más con la despolarización de la aurícula izquierda. El crecimiento en altura sí se nota, porque ahora, hay un mayor tiempo en que se superponen las despolarizaciones de ambas aurículas. Por eso, provoca una *Onda P* picuda y de más de 2,5mm de altura con no mas de 0,11seg de duración en el ECG.
- 3 En un agrandamiento auricular izquierdo, al igual que lo que sucede con el lado derecho, se incrementa la altura y la duración de la onda de despolarización de la aurícula izquierda. Pero a diferencia de lo observado con la aurícula derecha, la amplitud de la *Onda P* no varía (o el cambio es mínimo), ya que el aumento de la onda de la despolarización de la aurícula izquierda, no va a provocar un mayor enfrentamiento con la aurícula derecha. En cambio, sí va a producir un aumento en la duración de la *Onda P*. Por lo tanto, se manifiesta con una *Onda P* mellada (un pico por la onda de la aurícula derecha y otro por la izquierda, de amplitud normal), con una duración mayor a 0,11seg en el ECG.
- 4 Hay que aclarar que no es lo mismo un segmento que un intervalo. Un intervalo, es una distancia o espacio entre un punto y otro, el cual, entra en dicho espacio tanto ondas como segmentos. En cambio, un segmento es una línea de base que se encuentra entre dos ondas. Una línea de base o basal en el ECG, nos dice que no hay una variación de voltaje que censar por el electrocardiógrafo, por eso es basal, ya que no hay inscripción o deflexión hacia arriba o hacia abajo en la tira del ECG.

observa con respecto a la línea basal un supradesnivel del *Segmento ST* (mayor a 1mm de altura) o un infradesnivel del *Segmento ST* (cualquiera sea su variación), el ECG es patológico.

- En condiciones normales, el segmento es **isoelectrico** o está elevado 1mm con respecto a la línea basal.

**Onda T:** corresponde a la repolarización de *ambos ventrículos*. No se mide ni su altura ni su duración, sólo la morfología y la polaridad de dicha onda.

- Normalmente es **asimétrica** (parte inicial con lenta subida y parte final de rápida caída).<sup>5</sup>
- Debe tener la misma polaridad que el *Complejo QRS* en todas las derivaciones salvo en  $V_1$  y  $V_2$ .

**Intervalo QT:** comprende al *Complejo QRS*, el *Segmento ST* y la *Onda T* (midiéndose desde el comienzo del *Complejo QRS* hasta el final de la *Onda T*). Se relaciona en forma inversa con la frecuencia cardíaca (disminuye su duración al aumentar la frecuencia cardíaca y se prolonga cuando la misma es menor).

- En condiciones normales, su duración es aproximadamente de **0,38seg a 0,44seg**.
- Como éste intervalo está en directa relación con la frecuencia cardíaca, se utiliza el QTc (QT corregido), que se obtiene utilizando la siguiente fórmula, llamada Fórmula de Bazett: “ $QT / \sqrt{R-R}$ ” (es el *Intervalo QT* obtenido en el ECG, dividido por la raíz del intervalo entre dos ondas R -medido en segundos-).

**Onda U:** es la onda que se encuentra entre la *Onda T* y la *Onda P*, y comprende a la repolarización de las Fibras de Purkinje o de los músculos papilares (no se sabe muy bien). Puede no estar en el ECG normal.

- Su duración puede ser variable, y para que sea normal, no debe superar en amplitud a la *Onda T*.

### ☆☆☆ Ritmo Sinusal

Cuando vemos un ECG, es importante reconocer si el ritmo es sinusal o no. Cuando lo es, el marcapaso cardíaco (aquél foco que posee el control del ritmo de las contracciones) es el *Nodo Sinusal*.

¿Como podemos definir un *Ritmo Sinusal*? Teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- **Onda P que procede al Complejo QRS.**
- Onda P positiva en  $D_{II}$   $aVF$  <sup>6</sup> y negativa en  $aVR$ .

### ☆☆☆ ECG normal

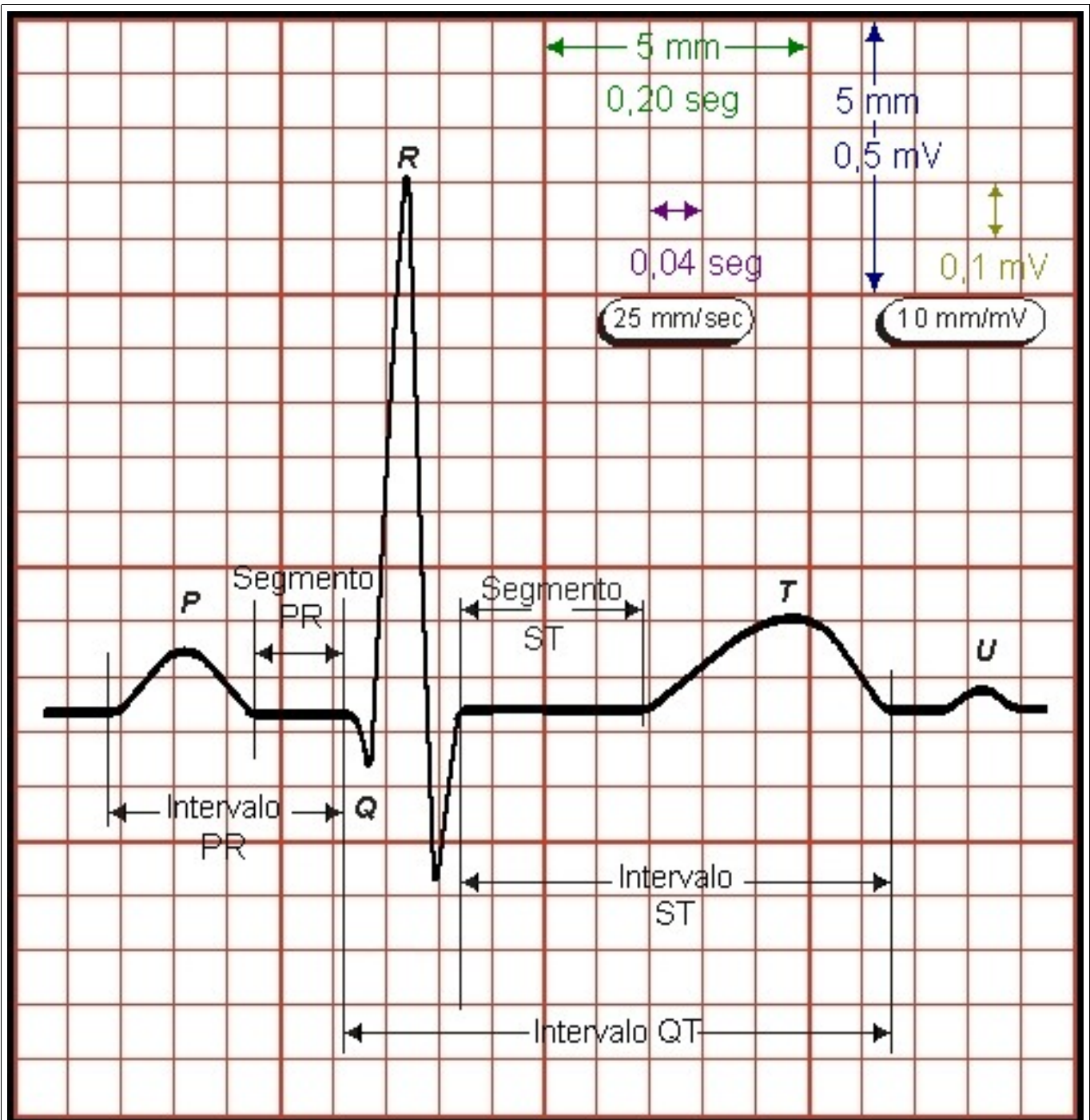
Para informar un ECG como normal, deberemos determinar ciertos parámetros en un electrocardiograma:

- **Que posea un Ritmo Sinusal.**
- **Ritmo regular** (el tiempo entre los latidos a lo largo de toda la tira de ECG debe ser constante).
- Una frecuencia cardíaca entre **60 a 100 latidos por minuto**.
- Eje eléctrico normal (entre  $0^\circ$  a  $+90^\circ$  según los libros, o entre  $-30^\circ$  a  $+110^\circ$  en la práctica).
- Ondas, Segmentos e Intervalos de duraciones y voltajes normales con polaridad acorde a su derivación.

---

5 La asimetría de la *Onda T*, se debe a una modificación fisiológica de la irrigación del miocardio, dado que los vasos son colapsados durante la contracción ventricular. Éstos vasos van del epicardio al endocardio, y además, son más numerosos y abundantes en el epicardio, por lo tanto, tiende a repolarizarse primero y más lentamente la región externa del miocardio. Luego, gracias a que se restableció la irrigación por la relajación de gran parte de los ventrículos, se repolariza el sector restante del miocardio, a una velocidad mayor siendo responsable de la rápida caída de la *Onda T*.

6 Aclaración: todos los libros están de acuerdo en que para que sea *Ritmo Sinusal*, la *Onda P* es positiva en  $D_{II}$  y  $aVR$  y negativa en  $aVR$ . Pero algunos discuten, si también debe ser positiva además o en  $D_I$  o en  $D_{III}$ . El libro que dice que es positiva la *Onda P* en  $D_I$  y no en  $D_{III}$  es el Guerrero. Pero el libro Desirée Vélez, dice que para que el ritmo sea Sinusal, la *Onda P* es positiva en  $D_{III}$  (junto con  $D_{II}$  y  $aVF$  por supuesto) y no menciona a  $D_I$ . Los demás libros que consulté, no se meten con ésto de  $D_I$  y  $D_{III}$  (es decir, ni las mencionan estas derivaciones al hablar del *Ritmo Sinusal*).



**Figura I-2:** Medidas en un papel corriendo a una velocidad de 25mm/seg y a 1 milivolt (1mV). Se observa a las ondas, segmentos e intervalos que conforman un latido “eléctrico” completo. Arriba a la derecha, están en diferentes colores lo que corresponde en largo y en altura el papel del electrocardiograma, siendo: verde: 1 cuadrado grande o 5 cuadraditos en horizontal equivale a 0,20 segundos // violeta: 1 cuadradito en horizontal equivale a 0,04 segundos // azul: 1 cuadrado grande o 5 cuadraditos en vertical equivale a 0,5mV // amarillo: 1 cuadradito en horizontal equivale a 0,1mV.

### ¡A recordar!

- ✓ La *Onda P* se debe a la despolarización de ambas aurículas que lo hacen de forma asincrónica (primero se despolariza la derecha y luego la izquierda). Muy importante, a la hora de discriminar de un agrandamiento auricular derecho de uno izquierdo, tanto para la altura como la duración de la *Onda P*.
- ✓ Tanto el *Segmento PR* como el *Segmento ST* deben de estar a la misma altura que la línea basal (que es isoeléctrica) para que sean normales (salvo el *Segmento ST* que puede estar 1mm por encima).
- ✓ En la práctica médica, no se mide el *Segmento PR* para averiguar sobre la función del *Nodo AV*, sino que se mide el *Intervalo PR* (*Onda P* + *Segmento PR*).
- ✓ Al *Complejo QRS* normalmente se lo mide a lo largo (tiempo) y no en altura (salvo en ciertas ocasiones muy especiales que no es importante para fisiología).
- ✓ La *Onda T* es la repolarización de ambos ventrículos, y debe de tener la misma polaridad que el *Complejo QRS* en prácticamente todas las derivaciones (pudiendo variar en  $V_1$  y  $V_2$ ). Ver apartado “Mirando un ECG normal en la vida real” en la página 41 para mas detalle.
- ✓ El *Intervalo QT*, se lo mide para conocer el tiempo que transcurre desde el inicio de la despolarización hasta el final de la repolarización de ambos ventrículos. Como varía con la frecuencia cardíaca, se toma en la práctica médica el *Intervalo QTc*, y no el *Intervalo QT* de forma aislada.
- ✓ Es importante saber si el ritmo es sinusal o no, ya que vamos a ver si el corazón está comenzando a despolarizarse correctamente o no. Luego de verificar ésto, vamos un paso mas allá y trataremos de definir si ése ECG es normal o no (que puede tener *Ritmo Sinusal* y aún así no ser un ECG normal).
- ✓ La velocidad del papel en que se inscriben los ECG, es de vital importancia para después deducir las duraciones de las ondas y segmentos (y por lo tanto, los intervalos). Pero automáticamente el electrocardiógrafo va a inscribir a una velocidad de 25mm por segundo.
- ✓ Si bien al principio de ver electrocardiogramas, les parece tedioso “medir” todo muy minuciosamente, con el correr del tiempo, el ojo se va acostumbrando y sólo se mide cuando algo “nos da la sensación” de que no está bien (pero es pura práctica). Lo menciono para que sepan que todos pasamos por la etapa de medir milimétricamente toda onda, segmento e intervalo que se nos presentó.



## Capítulo II: Vectores ¿la oveja negra incomprendida del ECG?

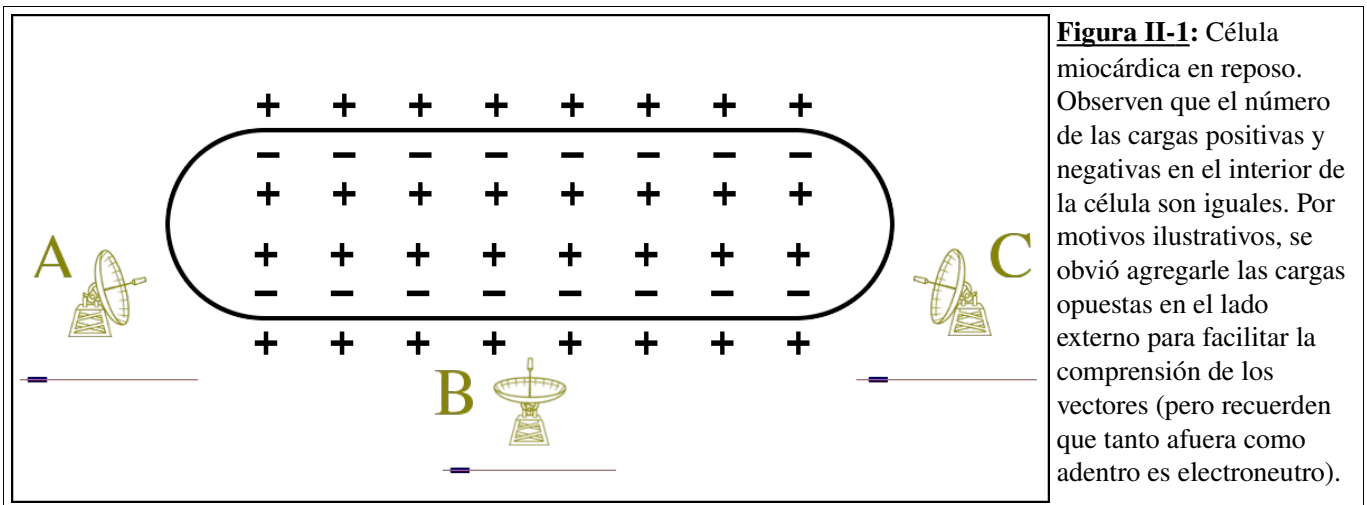
### ★★ Vectores

Vamos a ver una forma simplificada de entender los vectores.

Para repasar, las células miocárdicas en reposo, están en un potencial de membrana de  $-70\text{mV}$  (potencial de reposo). Éste potencial, nos dice que un lado de la membrana está  $70\text{mV}$  más bajo que del otro lado. No quiere decir que sea negativa, simplemente que posee menor voltaje con respecto al otro lado de la membrana plasmática.

La cantidad de cargas negativas y positivas dentro de la célula va a ser igual; lo mismo sucede en el exterior. Este potencial de reposo, está mantenido en la fase 4 del potencial de acción o por a la Bomba  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  (según el libro de Guerrero) o por el Canal de Potasio “ $\text{I}_k$ ” (según el libro de Houssay).

Una célula miocárdica en reposo, sería algo así:



Al colocar tres electrodos sobre la superficie de la célula (representados por las antenas amarillas A, B y C), y estar la membrana en potencial de reposo, no va a haber diferencia de voltaje, y los electrodos no van a percibir señal alguna, con lo que se ve en el registro una línea basal o isoelectrónica.

Ésta falta de sensado de una variación del voltaje, se debe a que no hay un vector o dipolo sobre la superficie de la célula.

Definiéndose a un dipolo o vector, como un sistema de dos cargas de signo opuesto e igual magnitud (por convención, se dice que la cabeza del vector, es donde están las cargas positivas y la cola, donde están las cargas negativas). Éstas cargas que se oponen, van a estar tanto sobre la superficie de la célula miocárdica como en su interior (pero como los electrodos censan o “ven” la superficie de la célula y no su interior, lo que nos interesa ahora son las cargas en su superficie).

*[Vuelvo a aclarar que la explicación dada es simplificada, dado que es mucho más complejo en la realidad. Aún así, es útil a la hora de entender vectores]*

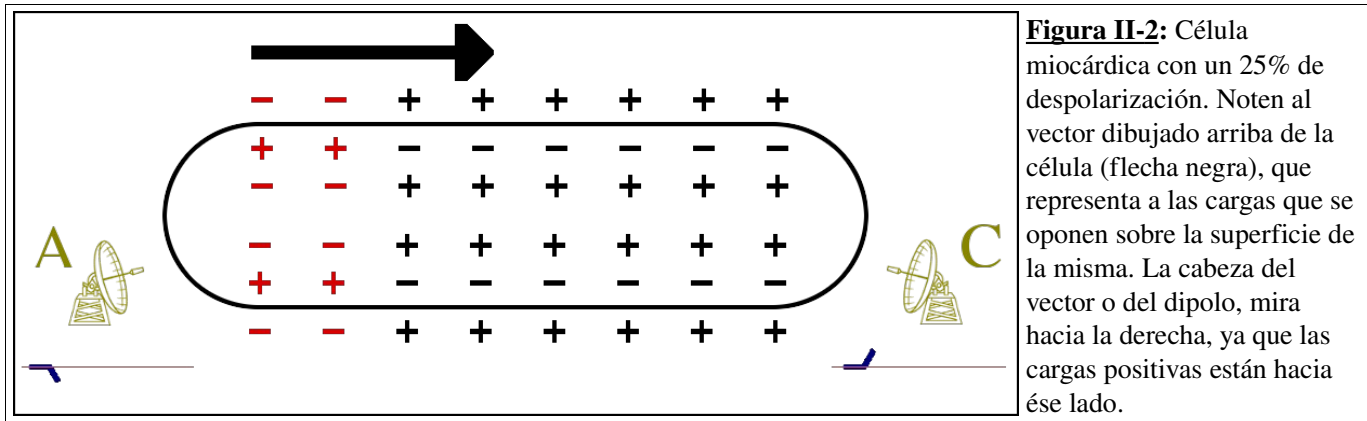
### ★★ Electrodo que ven ondas puramente positivas o negativas

Vamos a ver en ésta parte del apunte, a los electrodos que observan al vector de frente (electrodo C) o de atrás (electrodo A), ya que éstos, van a expresar dicho vector como ondas totalmente positivas y negativas respectivamente.

Ahora... ¿qué sucede si se despolariza la célula en el extremo izquierdo (donde se encuentra el electrodo A) y le sacamos una “fotografía” cuando su despolarización llega al 25%? Pues notaríamos que se cambiarían las cargas

del lado izquierdo (haciéndose más positivo el lado interno de la membrana plasmática y más negativa la parte externa de la membrana plasmática). Ésto se debe al ingreso de  $\text{Na}^+$  en la fase 0 del potencial de acción.

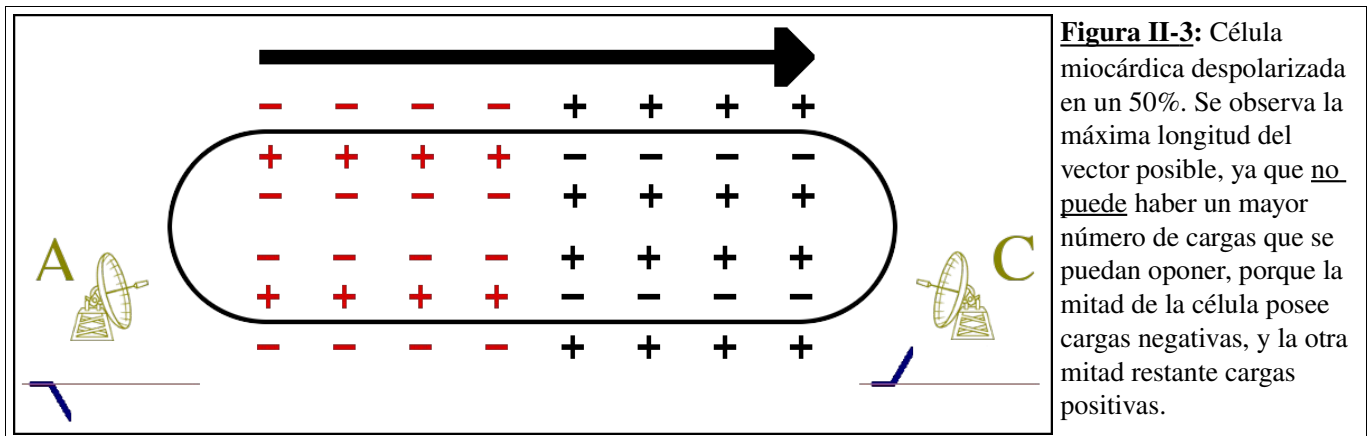
La imagen, por lo tanto, sería así:



Como se ve en la Figura II-2, el electrodo C inscribe al vector, como una onda positiva, porque la cabeza del vector está mirando hacia a ése lado.<sup>7</sup> Lo opuesto pasa en el electrodo A, que sólo ve la cola del vector, y por lo tanto, inscribe una onda negativa.<sup>8</sup>

Antes de seguir... ¿se entiende porque la longitud del vector en la Figura II-2 es de ese largo y no otro? Como un vector son un sistema de cargas opuestas de igual magnitud, si hay un excedente de un tipo de cargas, no van a formar parte del vector (que en éste ejemplo, son las cuatro cargas positivas que están mas a la derecha de la superficie de la célula miocárdica).

¿Y si se despolariza el 50% de la fibra miocárdica? Se obtendría algo así:

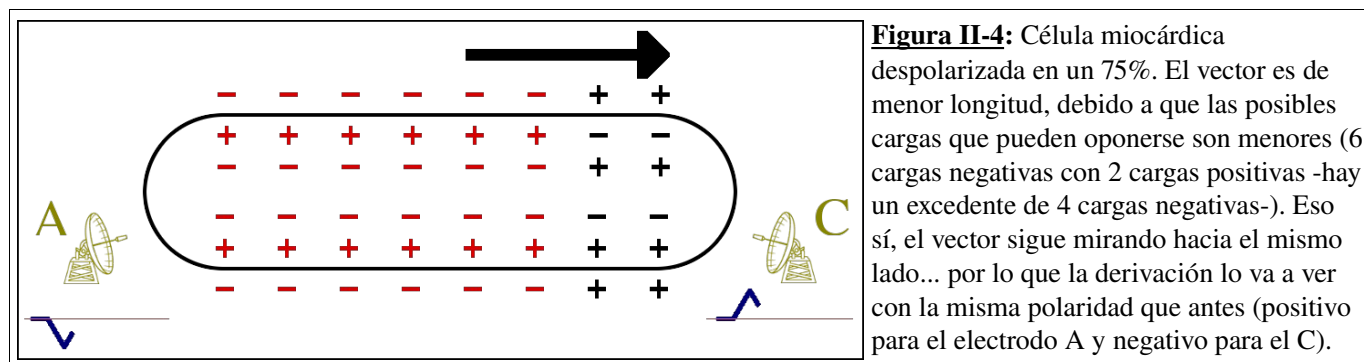


7 Aclaración: En el registro del electrodo C, no es positivo porque el vector se está “moviendo” hacia él, sino porque la cabeza del vector mira hacia él (el vector puede moverse en reversa, es decir, hacia la izquierda pero si sigue mirando hacia la derecha, el electrodo C lo seguiría viendo como positivo). Muy importante ésto para entender mas adelante de porqué la polaridad de la *Onda T* es igual que la del *Complejo QRS*.

8 Observen cómo los diferentes electrodos observan al mismo vector pero de ángulos o perspectivas diferentes. Ésto mismo pasa en el cuerpo humano al realizar un ECG a un paciente. En ése momento, tenemos doce derivaciones, es decir, doce formas de ver a la misma despolarización del corazón desde diferentes lugares del cuerpo. Es como si miráramos un partido de fútbol, y estemos sentados en diferentes parte de la tribuna al mismo tiempo cuando se hace un gol. Son tan importantes las diferentes derivaciones, que normalmente se usan como mínimo doce, pero en algunos casos, se pueden usar otras. Como por ejemplo  $V_7$   $V_8$  y  $V_9$  para ver con mejor claridad la cara posterior del corazón,  $V_3R$  y  $V_4R$  para ver mejor el ventrículo derecho, etc (éste tema se tratará con mas detalles en la página 27). [Éstas últimas derivaciones, no son importantes a ésta altura de la carrera. Sólo las menciono, para que sepan la importancia de tener a mano más ángulos de observación en determinadas situaciones]

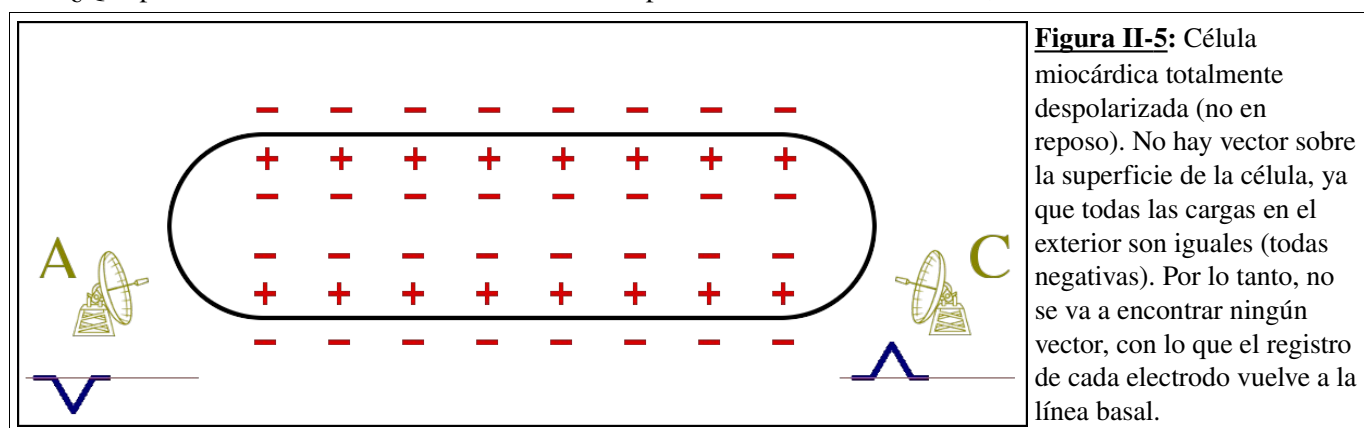
Cuando se despolariza en un 50% de total, **el vector está en su mayor magnitud**. Cuando se está a la mitad de la despolarización, no puede haber un mayor número de cargas que se opongan entre sí. En éste gráfico, el máximo de cargas que se pueden oponer sobre la superficie son cuatro positivas con cuatro negativas.

Sigamos despolarizando a la célula y veamos qué sucede cuando se llega al 75%:



Como verán, el vector se ha reducido de magnitud, y como es de esperarse, cada electrodo lo ve con menor amplitud al vector y por eso se hace menos positivo (para el electrodo de la derecha) o menos negativo (para el electrodo de la izquierda) la deflexión en el registro. ¡Ojo, a no confundirse! Para el electrodo derecho, sigue siendo positivo el vector, pero es “menos” positivo que antes. Lo mismo sucede con el electrodo izquierdo pero con la polaridad negativa.

¿Qué pasa en una célula muscular totalmente despolarizada? Para los curiosos, acá la tienen:



Al no haber un vector sobre la superficie de la célula, no se observa una diferencia de voltaje, y por lo tanto, no hay deflexiones ni positivas ni negativas que registran los diferentes electrodos, por lo cual se inscribe en el trazado una línea isoelectrica o basal.

Por lo tanto, no importa que la célula haya cambiado totalmente las cargas sobre su superficie (ahora todas negativas a diferencia del estado de reposo que eran todas positivas). Si no hay cargas que se oponen, es decir, si no hay un vector, entonces no se va a poder registrar ninguna variación de voltaje sobre la superficie celular.<sup>9</sup>

Le hago una pregunta a mi querido lector: si usted observa una línea isoelectrica en un trazado de ECG, y sólo eso, una línea isoelectrica sin ver que ondas se encuentran o por delante o detrás de dicha línea... ¿puede decirme si el conjunto de células miocárdicas (sea ventriculares o auriculares ya que me es indiferente ahora) están o totalmente en reposo o totalmente despolarizadas? Espero que su respuesta haya sido un “no” de manera consistente. Ya que una línea isoelectrica, lo único que me dice es que no hay un vector sobre su superficie, y no en que fase del potencial de acción se encuentra.

<sup>9</sup> Acuérdense que los electrodos sólo pueden ver una *diferencia de potenciales*, y no el voltaje absoluto. Se va a tratar éste tema mas adelante en el apartado “Derivaciones” en la página 19.

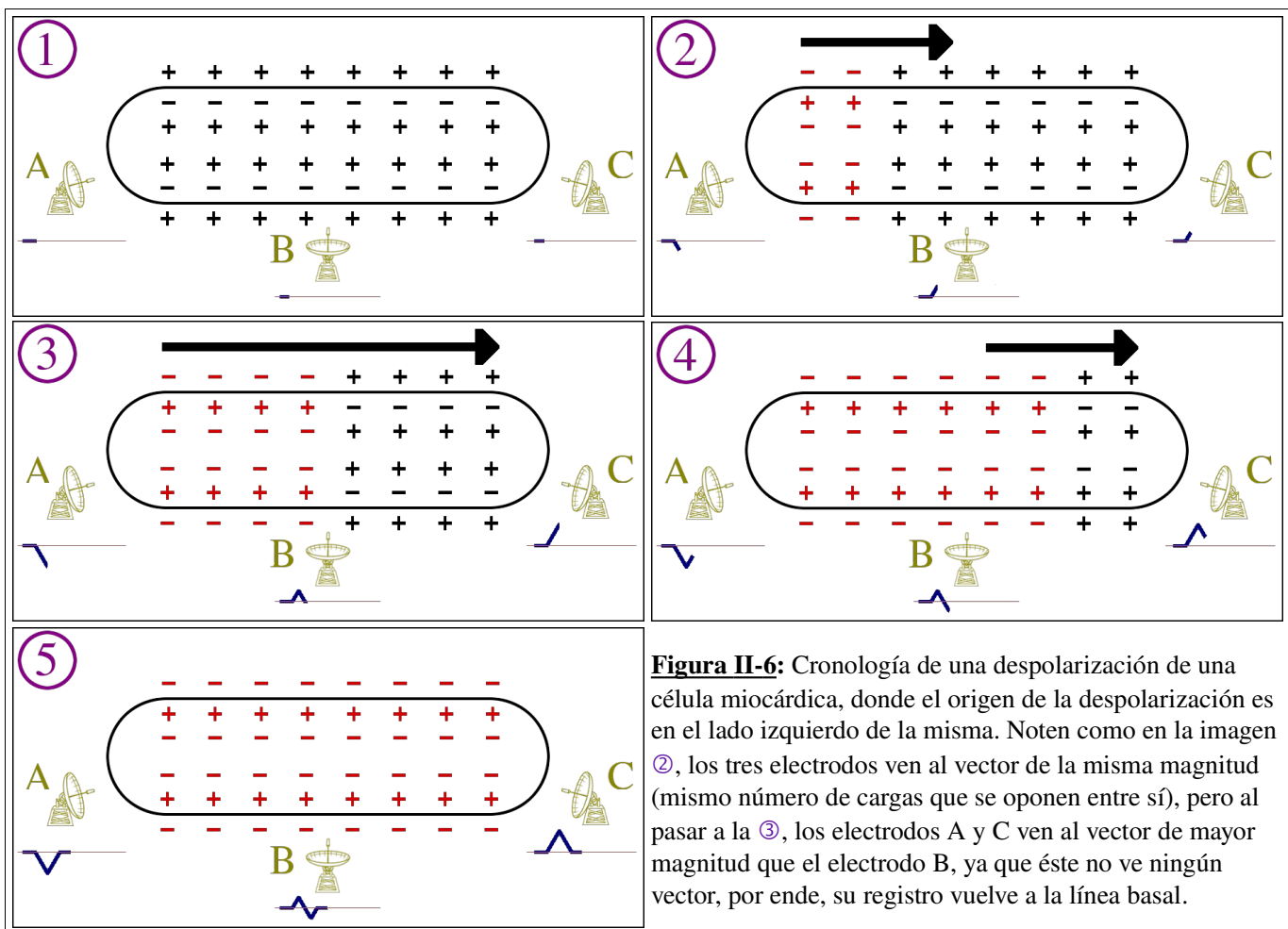
¿Se entendió algo hasta acá? Espero que si, sino a ~~Horario a la iglesia~~ vuelvan a leerlo más lentamente y pensándolo junto con los gráficos. ¡Les prometo que no es en vano el tema de los vectores!

## ☆☆ Electrodo que ven ondas isodifásicas

Por ahora vimos tan sólo como se ve la despolarización de la célula si estamos posicionados de tal manera que al vector, lo observáramos de frente o de atrás (electrodo C y A respectivamente). Pero... ¿qué pasaría si no estamos posicionados de dicha manera? ¿Qué sucedería si estamos justo en el medio de la despolarización? (dicha posición va a estar representado por el electrodo B).

Como el electrodo o receptor B está posicionado en otro lugar, es obvio que va a observar al mismo proceso de manera distinta. Ésto se debe a como “él” observe a las diferentes cargas que se oponen entre sí.

Parece difícil entenderlo, pero les muestro las siguientes imágenes (del ① al ⑤) de la Figura II-6 para expresar lo que estoy diciendo de una manera mas sencilla:



Observen que en reposo (imagen ①), todos los electrodos ven lo mismo, porque no importa en donde esté cada uno situado con respecto a la célula, ya que si no hay vector, ninguno de ellos va a dibujar algo en el registro.

Conforme va produciéndose la despolarización (imagen ②), el vector va creciendo de manera proporcional, y por lo tanto, los tres electrodos van registrando dicho cambio. Pero como justo el electrodo B se encuentra parado en la mitad de la célula, conforme vaya despolarizándose del 25% al 50% (imagen ③), al vector lo va viendo cada vez con menor magnitud, por lo tanto, inscribiendo un registro cada vez “menos positivo”, volviéndose a la línea basal cuando el vector esté en su máxima longitud (la célula despolarizada en un 50%).

¿Porqué sucedió esto? Porque si el electrodo justo está en el medio del trayecto por donde pasa el vector, va a ocurrir en algún momento de la despolarización (en realidad cuando la célula esté un 50% despolarizado) en que de un lado de la célula sólo vea un tipo de cargas (séase o todo positivo o todo negativo), y del otro lado el otro tipo de cargas (séase o todo negativo o todo positivo respectivamente).

Tengamos la siguiente charla para reforzar lo que anteriormente se dijo. Si digo que a la izquierda del electrodo B sólo hay cargas negativas ¿ve algún vector? Su respuesta es no, ya que me va a decir que no hay ninguna carga positiva que se oponga a cargas negativas y así formar un posible vector. Siguiendo con la charla, le digo que a la derecha del electrodo B sólo ve únicamente cargas positivas y sólo eso ¿ve un vector por ése lado? Obviamente me estará diciendo que no, por lo mismo que vimos antes.

Si dijimos, mi querido lector, que no ve cargas opuestas de un lado, y no ve cargas opuestas del otro lado, entonces el receptor o electrodo B no veríamos ningún vector, y lo que registraríamos es nada, es decir, una línea basal. Como a los electrodos A y C esto no les pasa (porque están en un extremo), van a registrar una deflexión (positiva para el electrodo C y negativa para el A).

¿Se entendió hasta acá porqué vuelve a la línea basal el registro del electrodo B, cuando la célula está despolarizada en un 50%? ¿Y se entiende porqué al electrodo A y C esto no les pasa cuando la célula se despolariza en un 50%?

Si seguimos viendo la Figura II-6, luego de que la despolarización sobrepase mas allá de la mitad de la célula (imagen ④), el electrodo B empezará a observar la cola del vector, por lo que comenzará a registrarlo como negativo (por debajo de la línea basal), mientras que los otros electrodos (A y C) retornan a su línea basal, ya que el vector (para ellos dos), va haciéndose cada vez de menor magnitud.

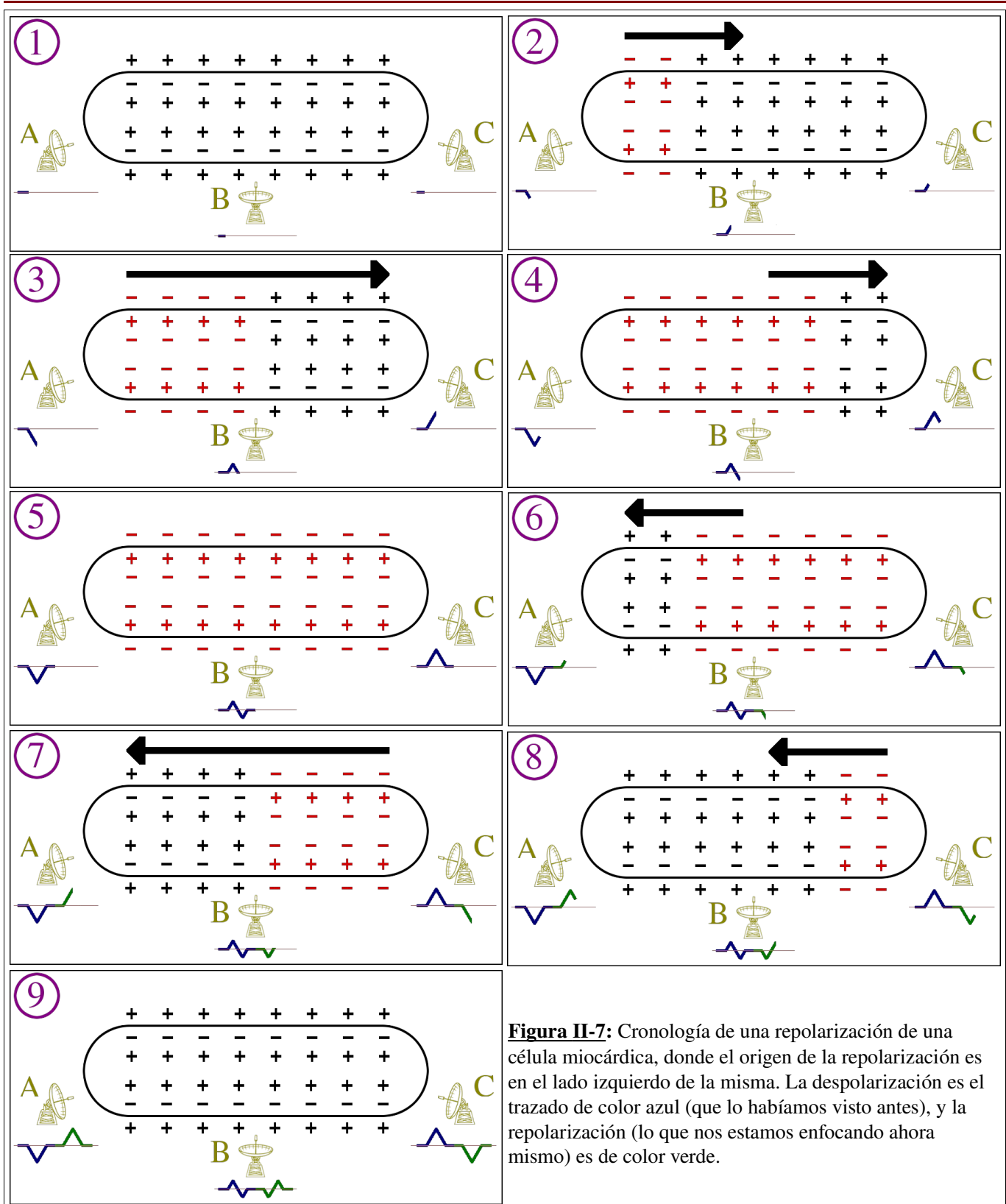
## ★★★La repolarización ¿un déjà vu de la despolarización?

Bien, hasta acá vimos como se iba produciendo la despolarización a lo largo de la célula miocárdica, y como era observada dicha manifestación eléctrica mediante electrodos situados en los extremos y en el medio de la misma.

Ahora... ¿qué pasaría si se repolarizara de izquierda a derecha?<sup>10</sup> Las cargas volverían a cambiar, y pasarían a ser positivas afuera y negativas adentro (como en el estado de reposo). La cabeza del vector estaría mirando hacia la izquierda (porque las cargas positivas, quedan afuera de la membrana plasmática en el lado izquierdo y las negativas en el lado derecho), por lo que veríamos algo parecido a esto (Figura II-7):

---

10 Les recuerdo que durante la repolarización (potencial de membrana de 0mV hasta -60mV), hay canales de potasio (que se encuentran activos en ésta fase), que lo que hacen es aumentar la permeabilidad de dicho ión. Como el potencial de equilibrio del potasio es de -94mV aproximadamente (potencial de Nerst del potasio), hay una fuerza neta a que salga el ión de la célula, con la consecuencia de ir disminuyendo las cargas positivas en el lado interno de la célula, por lo tanto, ir repolarizando la célula hasta que se llegue a un estado estacionario, el cual que va a estar representado por el potencial de reposo de -80mV aproximadamente.



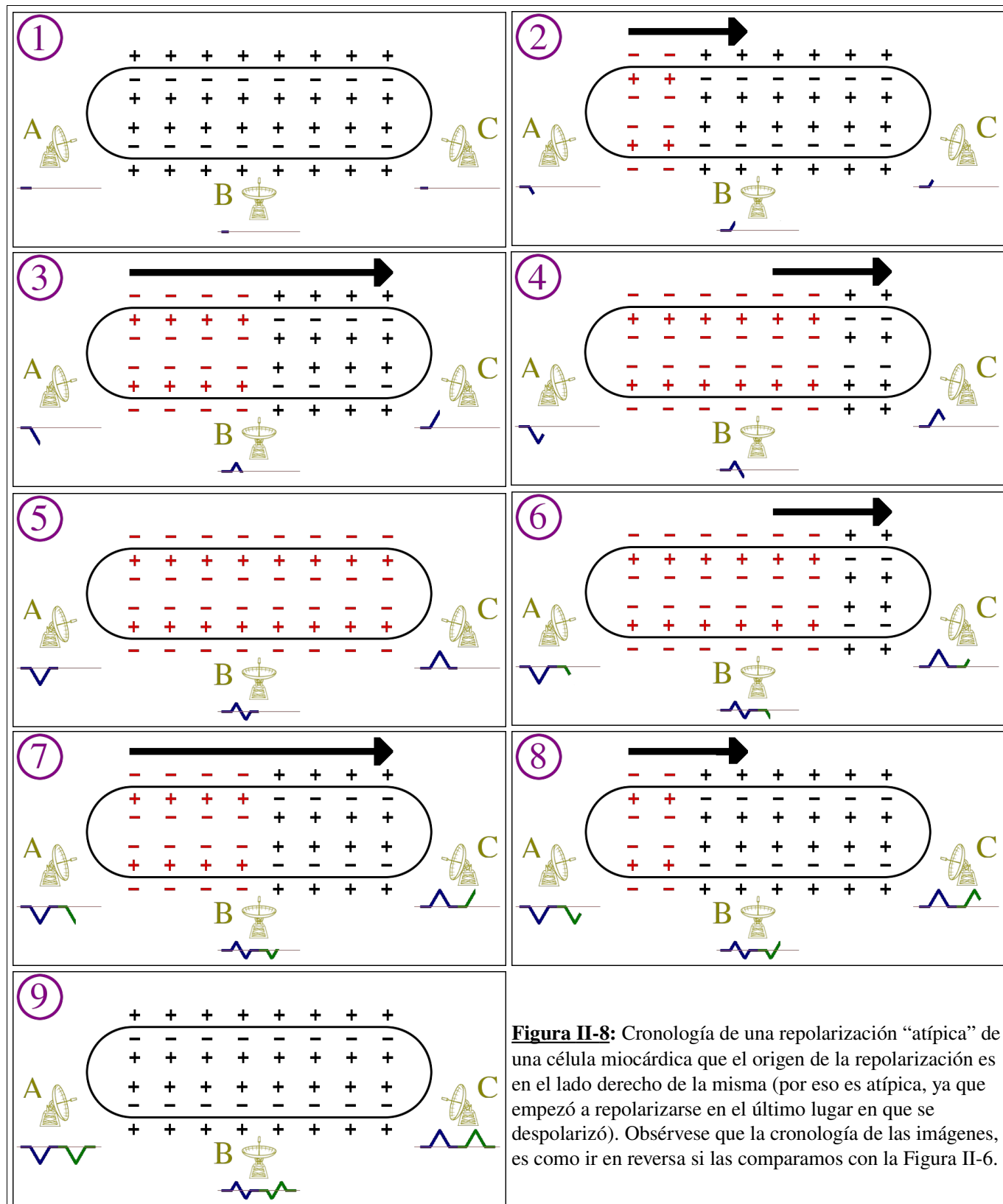
**Figura II-7:** Cronología de una repolarización de una célula miocárdica, donde el origen de la repolarización es en el lado izquierdo de la misma. La despolarización es el trazado de color azul (que lo habíamos visto antes), y la repolarización (lo que nos estamos enfocando ahora mismo) es de color verde.

Ésta repolarización de la Figura II-7 (en la que el inicio de la repolarización se origina en la primera célula en que se despolarizó), sucede en la mayoría de los casos de las fibras musculares, como en las aurículas.

Pero en el ventrículo pasa lo contrario, es decir, la última célula en despolarizarse va a ser la primera célula en repolarizarse. Ésta repolarización “atípica” (ver Figura II-8) se da en toda la masa ventricular, porque cuando se contrae el músculo ventricular (que previamente se despolarizó), hacen aplastar a los vasos que le proporcionan su irrigación. Como en toda repolarización se necesita energía, las células miocárdicas no van a repolarizarse hasta

que la irrigación vuelva a su estado normal. Los vasos son más grandes y abundantes en el epicardio que en el endocardio, por ende, va a llegar sangre primero al epicardio y después al endocardio.

¿Cómo se observa en el ECG ésta repolarización atípica? Como unas *Ondas T* de la misma polaridad que el *Complejo QRS*. Cuando el *Complejo QRS* es predominantemente positivo, las *Ondas T* lo serán. A la inversa si el *Complejo QRS* fuera predominantemente negativo (salvo cierta excepción con las derivaciones  $V_1$  y  $V_2$  que pueden presentar tanto *Ondas T* positivas o negativas y sin ser algo patológico). Ésta repolarización atípica, se vería así:



**Figura II-8:** Cronología de una repolarización “atípica” de una célula miocárdica que el origen de la repolarización es en el lado derecho de la misma (por eso es atípica, ya que empezó a repolarizarse en el último lugar en que se despolarizó). Obsérvese que la cronología de las imágenes, es como ir en reversa si las comparamos con la Figura II-6.

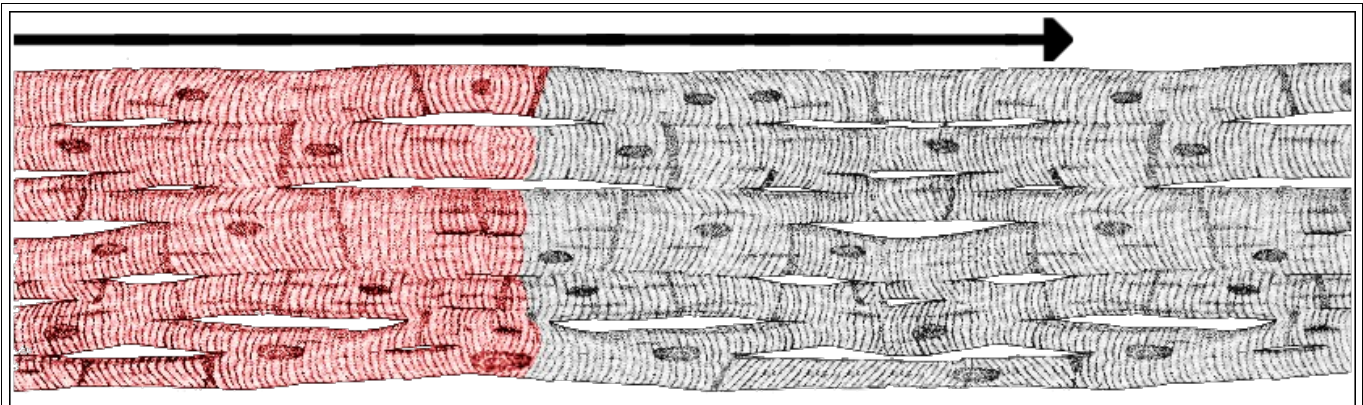


## ☆☆☆ Aplicaciones prácticas de los vectores

Bien, con todo el Capítulo II bajo el brazo, podemos concluir que cuando se ve en un ECG el punto máximo de una *Onda P*, por dar un ejemplo, voy a estar viendo justo la mitad de la despolarización de toda esa masa muscular auricular. Es decir, si estoy en el pico más alto de la *Onda P*, voy a estar viendo el momento justo en el que las aurículas están mitad despolarizadas y mitad reposo.

Es lo mismo que vimos con los electrodos A y C, pero en vez de ser una célula con ocho cargas que me componen el vector, con respecto a la *Onda P*, son cada célula auricular que están o todo en reposo o todo despolarizado las que me proporcionarán las cargas sobre su superficie.

¿Piensan que estoy loco? ~~Seguro que sí~~ Miremos mejor la siguiente figura que nos muestra un sincicio de células cardíacas en la cual se observa el frente de despolarización (onda de despolarización que sucede normalmente en cualquier sincicio muscular):



**Figura II-9:** Sincicio de células miocárdicas. Obsérvese que lo que nosotros vimos como una “célula única” y aislada, puede extrapolarse perfectamente a un conjunto de células. Las células de color rojas (a la izquierda), representan células miocárdicas que están 100% despolarizadas, es decir, con sus cargas negativas en su exterior. Las restantes células a la derecha (de color gris), representa a las que están en reposo (las cargas sobre sus superficies son positivas). Nótese el vector de color negro arriba de la figura, que representa de como “observa” un electrodo en un extremo de todo ese sincicio. Vea también como las células en el extremo derecha de la figura no contribuyen en la formación del vector, ya que en total hay un excedente de cargas positivas que negativas en la superficie de todas las células.

Con ésto, evidenciamos que cuando anteriormente vimos el fenómeno de despolarización de una célula aislada, lo podemos tranquilamente trasladar el concepto a un sincicio (que es lo que hay que hacer cuando vemos las diferentes ondas en el ECG para comprender que catzo sucede durante la despolarización del corazón).

Otra aplicación práctica de todo lo que vimos hasta ahora, es sobre si observamos una onda Isodifásica (**Iso**: igual // **Di**: dos // **Fásica**: fase), es decir, cuando vemos una onda que tenga dos fases (una positiva y otra negativa) con la misma amplitud (misma altura).

Es muy bueno saber si un vector está mirando hacia nosotros o lo hace de costado (perpendicularmente), ya que si buscamos una derivación que sea de dicha manera (en éste apunte, siempre fue el electrodo B), sabemos que el vector sí o sí mira perpendicularmente a nuestra posición del electrodo (parece muy obvio, pero es de vital importancia para entender un método para obtener el eje eléctrico que veremos mas adelante en la página 36).



### ¡A recordar!

- ✓ Un vector es un grupo de cargas opuestas (positivas y negativas) y con igual magnitud. Si por ejemplo, dentro de ese grupo hay mas cargas negativas que positivas, el vector va a tener una magnitud tal que el número de cargas positivas multiplicado por dos. Las restantes cargas negativas no influyen en la conformación del vector.
- ✓ Si la cabeza del vector (que por convención son las cargas positivas) está mirando al electrodo, éste último inscribirá en su registro como algo por encima de la línea basal (deflexión positiva). Mientras que si el electrodo ve la cola del vector, inscribirá por debajo de la línea basal (deflexión negativa).  
Si el vector se mueve hacia el electrodo o se aleja del mismo, no me dice absolutamente nada sobre la polaridad de la deflexión en el registro o trazado del ECG (ya que lo único que determina eso, es si el electrodo mira la cabeza o la cola del vector, no su movimiento).
- ✓ Cada electrodo es una manera diferente de ver al mismo proceso (despolarización y repolarización). No es lo mismo ver al vector de frente que de costado (la magnitud del primero es mucho mayor que la del segundo).
- ✓ Si justo la electrodo de observación se encuentra a la mitad del trayecto de la despolarización, la amplitud de la primera parte, va a ser igual que la amplitud de la segunda parte, ya que el electrodo observa al vector de igual forma cuando se acercó hacia él como cuando se alejó de él (con la obviedad de que una deflexión posee polaridad positiva y la otra negativa).
- ✓ La cronología de la despolarización y repolarización de las diferentes masas musculares (auriculares y ventriculares), es lo que me produce en el ECG las diferentes ondas. Y cuando no registra nada (ya que no hay un vector en la superficie de las células), es lo que me produce los diferentes segmentos.
- ✓ La repolarización puede originarse en la primera célula en donde se despolarizó (como en el músculo auricular) o en la última célula que se despolarizó (como en el músculo ventricular), provocando en ésta última la repolarización atípica.

## Capítulo III: Derivaciones y hemicampos (el Santo Grial del ECG)

### ☆☆☆ Derivaciones

Vamos a hablar un poco sobre las derivaciones, que estrictamente hablando, una derivación es la actividad eléctrica del corazón derivada a los electrodos. Se pueden obtener varias:

- **Derivaciones bipolares  $D_I$ ,  $D_{II}$  y  $D_{III}$** : ¿porqué son bipolares? Porque poseen dos electrodos que comparan los voltajes obtenidos entre sí. Ésto, nos da información sobre la variación de voltaje entre esos dos electrodos.<sup>11</sup>
- **Derivaciones unipolares de los miembros ( $aVR$ ,  $aVL$ ,  $aVF$ ) y precordiales ( $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ,  $V_4$ ,  $V_5$ ,  $V_6$ ,  $V_7$ ,  $V_8$ ,  $V_9$ ,  $V_{3R}$ ,  $V_{4R}$ ,  $V_{5R}$ ,  $V_{6R}$ )**: sólo registra lo que ve ése único electrodo, que posee polaridad positiva.<sup>12</sup> El punto cero, es el centro del corazón. Si me alejo del centro del corazón (en dirección al electrodo positivo de cada derivación unipolar), veo potenciales, ya que veo la diferencia del voltaje del electrodo en cuestión con la del voltaje basal que se encuentra en el centro del corazón.

El electrocardiógrafo es un galvanómetro, que mide corrientes eléctricas (por lo tanto, medirá también los diferentes voltajes y vectores -no de manera absoluta, sino comparándolos siempre con otro valor-), el cual consta de varios cables que salen de la máquina:

- Cable corriente: el cual es conectado a un toma corriente y le proporcionará energía a la máquina.
- Cable “a tierra”: un cable que no lleva corriente, y es utilizado para hacer masa, que a fin de cuentas, hace que el registro sea más legible y prolijo (ya que censa la energía estática del ambiente, por lo que filtra esa distorsión eléctrica al aparato). No en todos los equipos poseen éste cable.
- Cable paciente: es el cable al que conectaremos al paciente. Posee cuatro cables para las derivaciones de los miembros y seis para las derivaciones precordiales (en los aparatos mas viejos, sólo poseen tres o sólo un cable para las derivaciones precordiales).<sup>13</sup>

### Derivaciones de los miembros

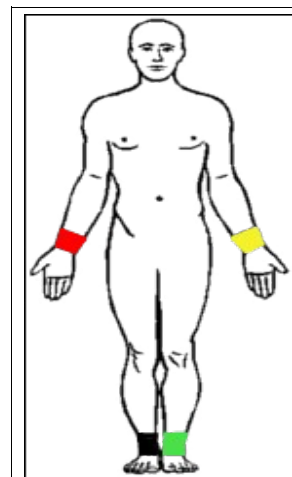
**Electrodo Rojo**: se lo coloca en la muñeca, antebrazo u hombro derecho.

**Electrodo Amarillo**: se lo coloca en la muñeca, antebrazo u hombro izquierdo.

**Electrodo Verde**: se lo coloca en el tobillo, pierna o cadera izquierda.

**Electrodo Negro**: se lo coloca en el tobillo, pierna o cadera derecha.

Se aclara que el **Electrodo Negro** no forma parte de ninguna derivación (ni bipolar ni unipolar), ya que su función es la de filtrar la energía intrínseca del cuerpo a las derivaciones y hacer mas legible el trazado electrocardiográfico -similar al cable “a tierra”, pero éste es con respecto al cuerpo y no del ambiente.



**Figura III-1:** Electrodos de los miembros.

11 Hay que aclarar que al tratarse de derivaciones bipolares, no podemos saber la magnitud exacta del voltaje, simplemente observamos la diferencia de voltaje entre esos dos electrodos, por ende, nos enteramos si el voltaje en un electrodo es mayor o menor con respecto al otro electrodo. En otras palabras, las derivaciones nos “indican” cuanto mas positivo o negativo está un electrodo con respecto al otro (entre los dos electrodos que conforman la derivación bipolar).

12 Chisme: lo de unipolar es muy relativo, porque en realidad, comparan su voltaje sentido por el electrodo positivo de su derivación unipolar con un voltaje “basal” que lo obtiene sumando la polaridad de los tres electrodos de los miembros (electrodo rojo, electrodo amarillo y electrodo verde), el que da un valor “cero” ó “basal”.

13 En los casos en que los cables para las derivaciones precordiales son inferiores a seis, los que se hace es ir cambiando de lugar los electrodos, y especificar con lapicera en el papel electrocardiográfico la derivación. Es decir, hay que especificar en la tira del ECG que derivación precordial es, de una manera manual (que los equipos mas modernos inscriben el nombre de la derivación de forma automática sin hacer nada).

De éstos cuatro electrodos se pueden ir tomando la corriente o el voltaje de a uno, es decir, se toma el voltaje de un electrodo en forma aislada, para formar derivaciones unipolares de los miembros o de Goldberger:

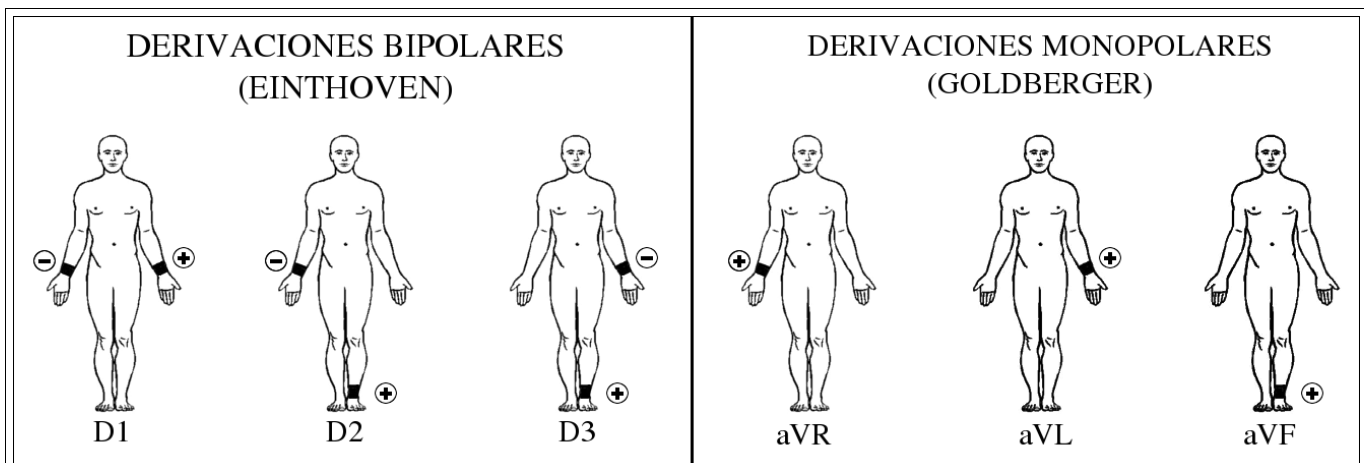
- **Electrodo Rojo** = aVR. La “R” es de Right en inglés, que significa derecha.
- **Electrodo Amarillo** = aVL. La “L” es de Left en inglés, que significa izquierda.
- **Electrodo Verde** = aVF. La “F” es de Foot en inglés, que significa pie.

Sobre las tres siglas que conforman cada derivación unipolar de los miembros, la “a” se debe a la amplitud, y la “V” a voltaje. La tercera letra depende de la posición del electrodo anteriormente vista. Cuando escriban el nombre de la derivación, la “a” va en minúscula y no mayúscula. No así con las dos últimas letras restantes que van en mayúscula y no en minúscula (nadie los va a desaprobado por poner AVF, pero sepan que se escribe aVF).

Además de tomar el voltaje de cada uno de los tres electrodos (al negro no se lo toma en cuenta), se pueden combinar entre sí para formar derivaciones bipolares de los miembros o también llamadas de Einthoven:

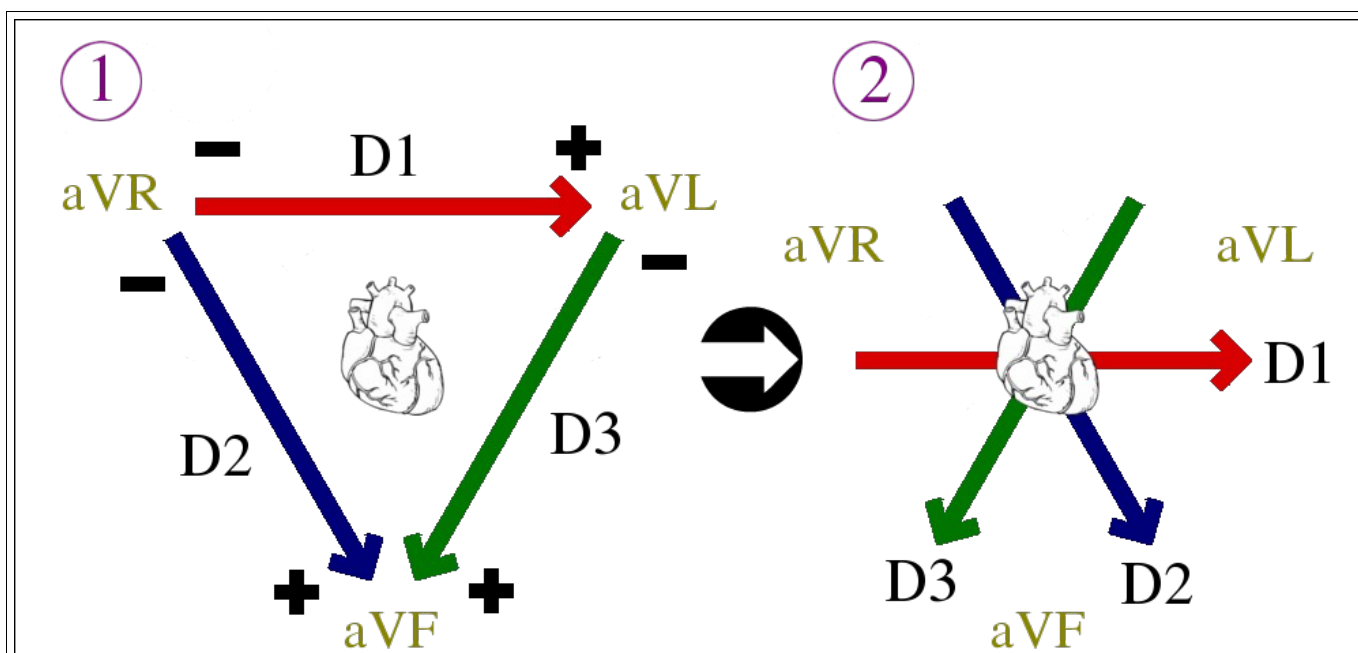
- **Electrodo Rojo + Electrodo Amarillo** = Derivación D<sub>I</sub> (por convención, para ésta derivación, el electrodo amarillo es positivo y el rojo es negativo).
- **Electrodo Rojo + Electrodo Verde** = Derivación D<sub>II</sub> (por convención, para ésta derivación, el electrodo verde es positivo y el electrodo rojo es negativo).
- **Electrodo Amarillo + Electrodo Verde** = Derivación D<sub>III</sub> (por convención, para ésta derivación, el electrodo amarillo es negativo y el electrodo verde es positivo).

Todo lo que dijimos antes, está mostrado en la imagen siguiente:



**Figura III-2:** Derivaciones bipolares y unipolares. Obsérvese como en cada derivación bipolar, se necesitan dos electrodos para formar la derivación, y como en las unipolares con sólo un electrodo basta.

Las tres derivaciones bipolares, conforman un triángulo llamado “Triangulo de Einthoven” como se ve en la Figura III-3 -①-. Éstas derivaciones, pueden converger en un punto central que hace referencia al centro del corazón (Figura III-3 -②-).



**Figura III-3:** Triángulo de Einthoven. ① Las tres derivaciones bipolares (D<sub>I</sub>, D<sub>II</sub> y D<sub>III</sub>) con respecto a su conexión. ② Orientación de las mismas con respecto al centro del corazón. Si bien se movieron de lugar las derivaciones bipolares, las unipolares (aVR, aVL y aVF) no modificaron su posición. El triángulo de Einthoven está conformado por las tres derivación bipolar (y no cuentan para dicha figura a las unipolares), yo las incluí a éstas últimas, para que vean que son los mismos electrodos.

Entre cada derivación bipolar, hay un ángulo de 60° (créame que en la Figura III-3 -②- si medimos con transportador el ángulo entre cada derivación bipolar es de unos 60°). Además, entre cada derivación bipolar, se encuentra una unipolar. Por ejemplo, entre D<sub>I</sub> y D<sub>II</sub> se encuentra aVR. Entre D<sub>II</sub> y D<sub>III</sub> se encuentra aVF, y entre D<sub>I</sub> y D<sub>III</sub> aVL. Justo la perpendicular de cada derivación bipolar, está formada por una derivación unipolar (y viceversa):

$$D_I \rightarrow aVF \quad D_{II} \rightarrow aVL \quad D_{III} \rightarrow aVR$$

[Regla mnemotécnica: “**FLoR**” → **D<sub>I</sub> = aVF; D<sub>II</sub> = aVL; D<sub>III</sub> = aVR**]

Antes de seguir, mi conciencia me dicta que tengo que preguntar algo sobre la colocación de los electrodos.

¿Es lo mismo colocar un electrodo sobre la muñeca derecha que sobre el hombro derecho? (en los dos estamos hablando del mismo electrodo, el de color rojo).

Usted me contestaría con un rotundo “sí”, ya que habíamos aclarado anteriormente que el electrodo rojo se podía colocar en dichas posiciones. Pero esa respuesta... ¡¡no me explica nada!! ☹☹

Ya sabiendo lo del triángulo de Einthoven, las flechas que salen del electrodo rojo y amarillo se encuentran por encima del centro del corazón (Figura III-3 -①-). Lo que podríamos pensar, es que dicha figura fue hecha teniendo como posición los electrodos rojo y amarillo en los hombros. Eso es verdad, pero si yo repito el procedimiento pero ahora colocando los mismos electrodos, no en los hombros, sino que en las muñecas, voy a obtener la misma figura y el mismo registro.

¿Cómo se explica esto? Es fácil, ya que como los electrodos censan actividad eléctrica, dicha actividad eléctrica es transmitida por los tejidos del cuerpo (sea piel, grasa, etc). Como esa transmisión desde el corazón hacia el electrodo se transmite de célula en célula, no importa si colo el electrodo rojo en el hombro, brazo o muñeca derecha, si o sí tuvo que haber pasado por el hombro derecho dicha actividad eléctrica para que me llegase a la muñeca o brazo derecho. Por eso me es indiferente colocarlos a los diferentes niveles recién mencionados.

Lo que si no hay que olvidarse, es que si yo coloco el electrodo rojo en el hombro derecho, tengo que sí o sí (por obligación), colocar el electrodo amarillo en el hombro izquierdo (a la misma “altura”), para tener así, el

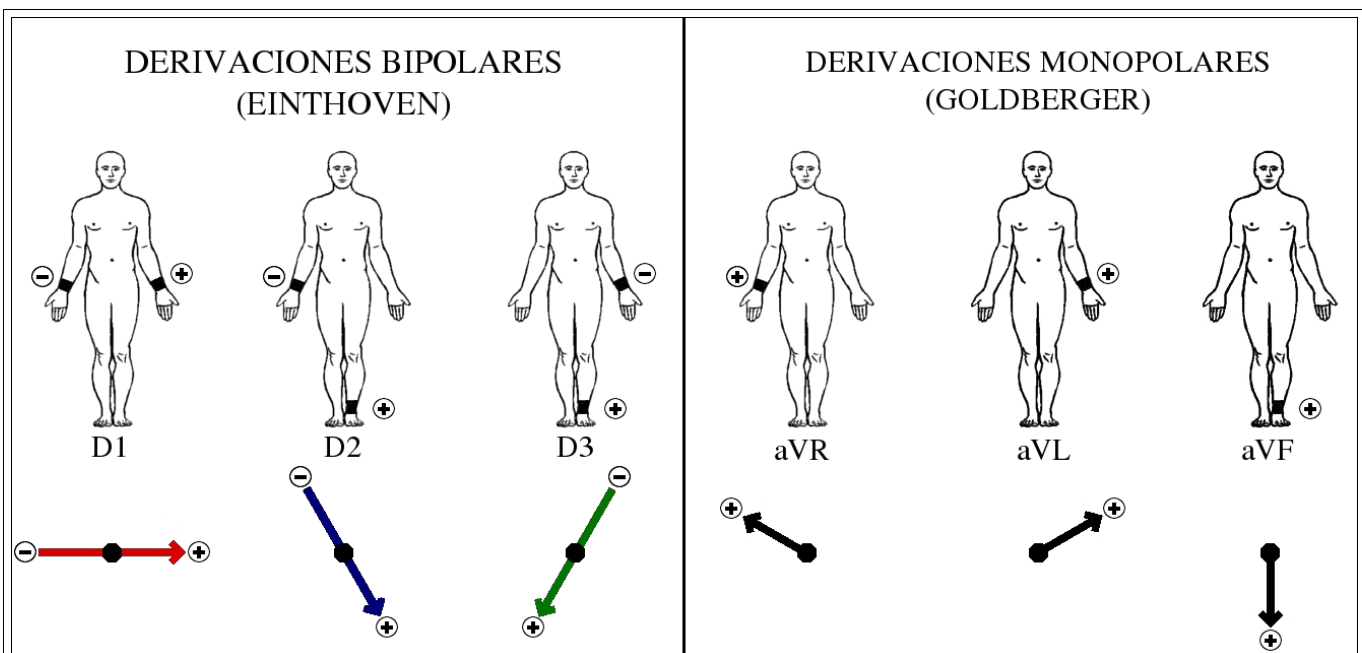
triángulo de igual disposición. Si colocamos el electrodo amarillo en la muñeca izquierda, nos fuerza a colocar el electrodo rojo en la muñeca derecha para obtener un trazado sin errores.

Mi nueva pregunta es (y espero no resultar pesado): ¿qué pasará con los electrodos negros y verdes? Realmente el electrodo negro me es indiferente, porque no interviene en ninguna derivación, ya que es el que me hace masa. Es el electrodo verde el que interviene en las derivaciones, y como está ahí abajo (sin ningún compañero como sucedía con el electrodo rojo y amarillo, en el que si uno cambiaba de lugar, el otro debía ir a la misma posición pero del otro lado), puede ser colocado mas arriba (séase en el muslo) y aún así no interferir con el triángulo de Einthoven.

Es más, hasta podríamos cambiarlo de lugar (electrodo verde en pierna derecha y electrodo negro en pierna izquierda), y el registro no variará en lo mas mínimo (y si lo hace, es de tan poca magnitud que carece de relevancia). Ésto se debe, a que haciendo el cambio anterior, el triángulo de Einthoven no varía en su forma de manera significativa (ya que el vértice, dado por el electrodo verde, se correría de lugar unos centímetros).

!!!Pero ojo de cambiar los electrodos rojos y amarillos de lugar!!! Que en ésta situación sí vamos a cometer macanas, ya que estaríamos cambiando de lugar el triángulo de Einthoven, y por lo tanto, el lugar de las derivaciones (ya que en éste último caso, la derivación D<sub>1</sub> sería positivo en el hombro derecho, y no en el hombro izquierdo en donde debería ser). Y si me cambian las derivaciones de lugar, el registro va a salir mal.<sup>14</sup>

Bien, ya aclarado el tema de la localización de los electrodos, voy a juntar a la Figura III-2 y Figura III-3 en una sola. Hago ésto, no por querer hacer mas extenso el apunte, sino para comprender mejor la conformación de las derivaciones. Vean a lo que quiero llegar:



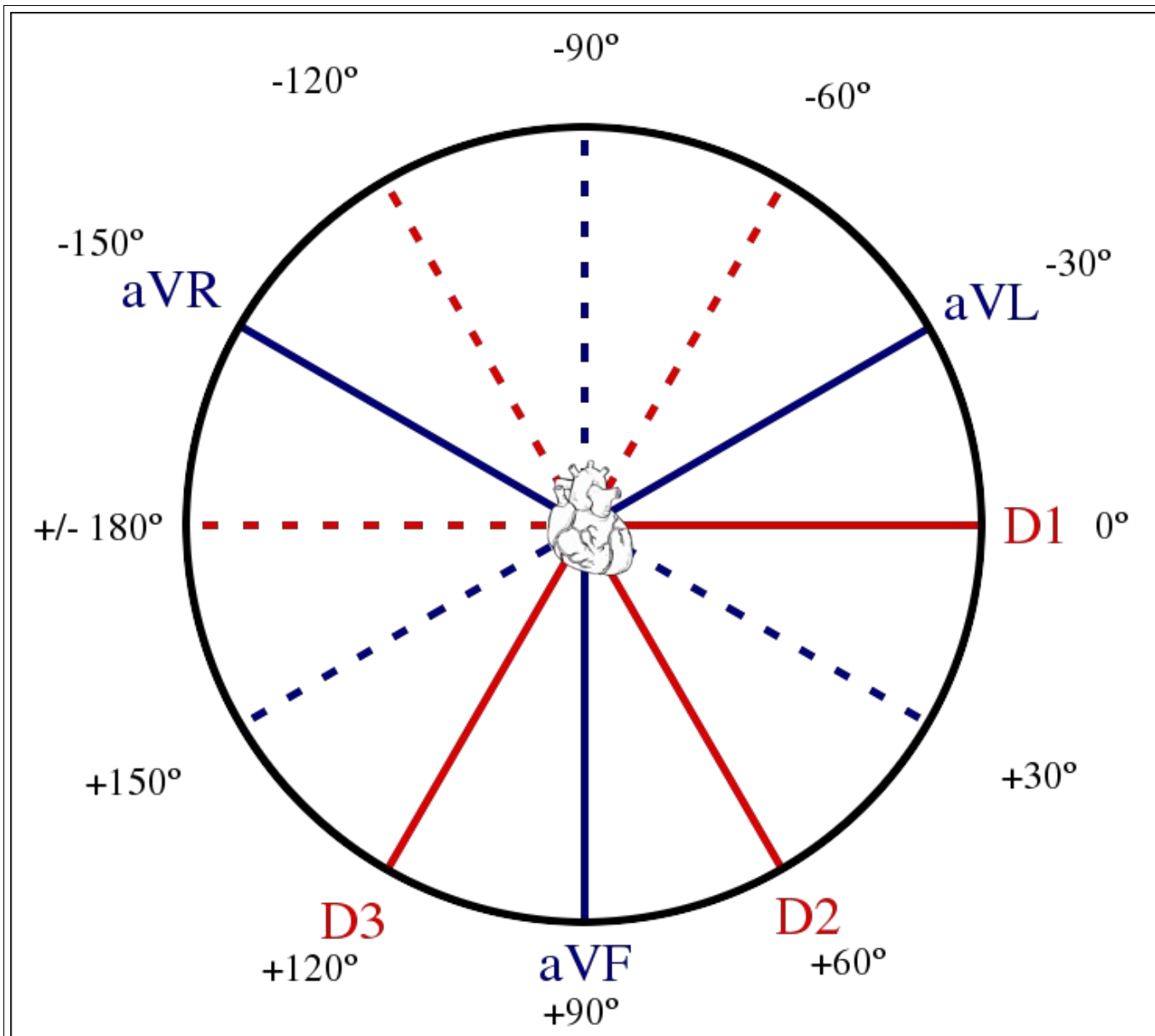
**Figura III-4:** Derivaciones bipolares y unipolares con respecto al centro del corazón (círculo de color negro en el centro de las flechas). Nótese como en las derivaciones bipolares posee un polo positivo y otro negativo, y como en las derivaciones unipolares solamente poseen un polo positivo.

Aclaro que en la parte inferior de la imagen, las flechas no son vectores, sino una forma simplificada de representar que la derivación observa al campo (al corazón), como una zona positiva, y otra zona negativa.

14 “Mal” en el sentido estricto de lo que convencionalmente está establecido. El registro va a salir bien, ya que las derivaciones van a inscribir deflexiones normales (acorde a la ubicación “anormal” de los electrodos). Lo que pasa, es que en el mundo de la medicina, y también del Electrocardiograma, está establecido (es decir, da por sentado) de que el electrodo rojo va en el hombro derecho y el electrodo amarillo en el izquierdo, por lo tanto, la morfología de todo lo que es normal y de todas las patologías, van a estar acorde a ésa conexión, y si se altera, pues se alteran inevitablemente los registros (aunque el registro acorde “a su nueva ubicación”, en sí, está bien hecho). Espero que me hayan comprendido, pero si no entendieron lo que dije, no se preocupen que lo que dije es muy fino.

En las derivaciones unipolares, también se puede evidenciar esto (una zona positiva y negativa), ya que si el vector apunta para el electrodo marcará una deflexión positiva, y si se aleja de él, una deflexión negativa (aunque no tengamos explícitamente al polo negativo) [se tocará éste tema mas adelante con los “Hemicampos”].

Podemos agrupar éstas seis derivaciones (las de los miembros) y ponerlas en un círculo que va a conformar el plano frontal. Es decir, las seis flechas en la parte inferior de la Figura III-4, podemos apilarlas una encima de la otra poniendo como referencia el centro del corazón (el círculo negro). Si hacemos eso, nos quedaría algo así:



**Figura III-5:** Plano frontal con las seis derivaciones y sus respectivos grados. Cada derivación posee un polo positivo (representada con la línea continua) y un polo negativo (representada con la línea discontinua). En las derivaciones unipolares, habíamos visto que se podría pensar como si tuvieran dos polos (aunque en la realidad no sea así). La ubicación del nombre de cada derivación en el plano frontal, está dada por el polo positivo de dicha derivación, por eso aVR está escrita arriba y a la izquierda. Ésto es muy importante para no confundirnos a la hora de sacar el eje cardíaco.

Como vemos en el gráfico, las derivaciones unipolares (de color azul) están entre las derivaciones bipolares (de color rojo), por lo que se observa que cada derivación bipolar va a estar rodeada de dos derivaciones unipolares y que cada derivación unipolar rodeada de dos derivaciones bipolares.

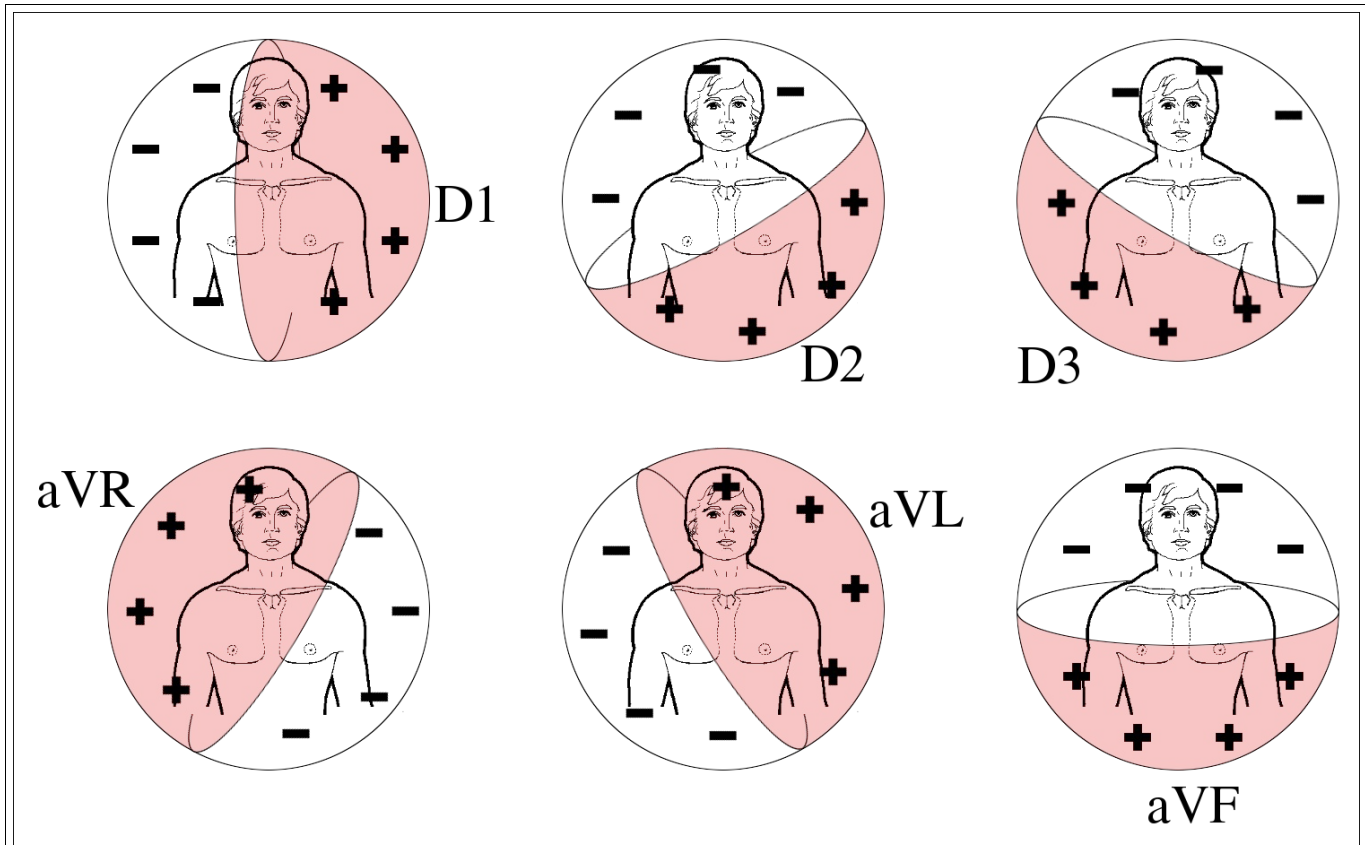
Entre cada derivación bipolar y unipolar, hay un ángulo de 30°, y entre derivaciones bipolares o entre derivaciones unipolares, el ángulo es de 60°.



Ya vimos que son seis las derivaciones que dividen al plano frontal. Con el plano frontal -presten mucha atención- vamos a observar cualquier fenómeno eléctrico que mire hacia arriba o hacia abajo, y hacia la derecha o hacia la izquierda. Es imposible saber con éste plano (el frontal), si el vector mira hacia adelante o hacia atrás (eso nos lo dirá el plano horizontal, explicado mas adelante).

Para cada derivación, se divide al plano en dos partes, es decir, del total del campo (en éste caso el frontal), cada derivación lo divide en dos hemicampos.<sup>15</sup>

Veamos la siguiente imagen que nos muestra como cada derivación de los miembros corta al plano frontal:



**Figura III-6:** Hemicampos de las seis derivaciones de los miembros. Nótese que el nombre de cada derivación, está justo en “su” polo positivo de dicha derivación. Por eso  $D_I$  está escrito a la derecha (izquierda del paciente),  $aVF$  abajo,  $D_{II}$  abajo a la izquierda del paciente, etc. El campo de color rosa, indica el campo positivo.

Mirando la figura, nos damos cuenta mas fácilmente como “observa” cada derivación de los miembros al plano frontal, ergo, como “ve” cada derivación al corazón.

Si anteriormente habíamos dicho que si un vector mira hacia el electrodo, inscribe una deflexión positiva en el registro del ECG (aclaramos en repetidas ocasiones que si el vector se acercaba o se alejaba no me decía absolutamente nada, sólo me interesaba si miraba o no, es decir, si el electrodo veía la cabeza o la cola del vector).

Ahora podemos mejorar éso, diciendo que si un vector mira hacia el campo positivo del electrodo, provocará una deflexión positiva en el registro del ECG. Fíjense como cambiamos “mira hacia el electrodo” por “mira hacia el campo positivo del electrodo”. Cabe aclarar que decir “campo positivo” es igual que decir “hemicampo positivo”.

Es interesante, cómo las perpendiculares de las diferentes derivaciones pueden dividir al plano frontal (de  $360^\circ$ ) en dos hemicampos de  $180^\circ$ . Y aquí vamos a retomar de vuelta la regla mnemotécnica de “**FLOR**” →  $D_I = aVF$ ;  $D_{II} = aVL$ ;  $D_{III} = aVR$ . Veamos los siguientes ejemplo teniendo como referencia a la Figura III-6:

15 A no confundirse. Cada derivación que se utilice (sea bipolar o unipolar, sea de los miembros o precordial o cualquier otra), va a dividir al plano (campo) en dos hemicampos (con respecto a su ubicación y/o conformación de la derivación en cuestión). Depende de “que derivación” estemos hablando para saber si cortamos al plano frontal o al plano horizontal. Además, los hemicampos de una derivación no van a tener los mismos límites que otra derivación. Por ejemplo, para la derivación  $D_I$  van a haber dos hemicampos, uno positivo y otro negativo, y éstos hemicampos (positivo y negativo) no van a coincidir con los hemicampos positivo y negativo de la derivación  $D_{II}$ .

- ◆ *Ejemplo 1:* la línea divisoria de la derivación **aVF** (línea que me divide al hemicampo superior negativo e inferior positivo), es la derivación **D<sub>I</sub>** (miren la flecha roja -que es D<sub>I-</sub> en la Figura III-3 -②-)
- ◆ *Ejemplo 2:* la línea de la derivación **D<sub>III</sub>** (que es una recta que va desde los +120° hasta -60° pasando por el centro del plano frontal), justo es la línea divisoria que separa los dos hemicampos en la derivación **aVR**
- ◆ *Ejemplo 3:* para tener diferenciados los dos hemicampos de la derivación **aVL**, la línea divisoria entre ambos hemicampos (el positivo y el negativo) es la derivación **D<sub>II</sub>**

¿Se les explotó la cabeza? ¿No se entendió nada? Si es así, vuelvan a leer éste capítulo de vuelta. Que muchas veces es complicado porque son todos conceptos nuevos. Apuesto que si lo vuelven a leer por 2° o 3° vez (si sos medio lelo... mínimo 5 veces más jajajaja ¡¡nah!! Es broma che), de seguro que por “ósmosis” les va a llegar los conceptos. Como dije antes con el tema de los vectores, les prometo que el concepto de los hemicampos va a ser de mucha utilidad a la hora de sacar el eje eléctrico.

Si lo entendiste, entonces sigamos explicando mas conceptos útiles.

¡Ojo! No hay que confundirse “los signos de los grados” con “los signos de la polaridad de las derivaciones”. El primero, nos permite ubicarnos sobre el plano frontal. Y el segundo, se refiere a la polaridad que posee cada uno de los electrodos, y eso, está dado por la conexión de los diferentes electrodos.

Por ejemplo: no tiene nada que ver los “-30° en el plano frontal” con “la polaridad del electrodo de aVL”. -30°, es para ubicarnos en el plano frontal, pero sabemos que en ése lugar del plano frontal (hombro izquierdo) esta el electrodo positivo de la derivación aVL.

¿Porqué la polaridad de los polos y los grados en el plano frontal están así y no de otra manera? No me miren a mí, que yo no lo dispuse así. Ésto viene de muchos años, y la respuesta es “por simple convención”. Es decir, se reunieron una gran cantidad de gente a unificar conceptos para que “todos” hablemos de lo mismo.

Bien alumno, si me siguió hasta acá, significa que no se suicidó en la mitad del apunte ¡¡y eso es todo un logro!! Pero me incita a preguntar ciertas cosas para saber si ha comprendido bien éste tema sobre hemicampos.

Le voy a dar tres preguntas para consolidar los conceptos:

- 1) Si tengo que en la derivación **aVR** es positivo el registro... ¿el vector mira hacia arriba y a la derecha del paciente?
- 2) Si le digo +150° y -30°... ¿usted está pensando en que derivación? ¿Y donde está el polo positivo de dicha derivación?
- 3) En +60° justo está la derivación **D<sub>II</sub>** ¿a qué grados se encuentra sus dos derivaciones unipolares vecinas a ésta? Y si me dijo los grados... ¿concuerdan la polaridad de los grados con las de sus polos?

Respuestas: ¡¡no espíe si nos las contestó, no sea tramposo!!:

1. Si nos dice que si en la derivación **aVR** el registro es positivo, yo se que el vector está mirando hacia **aVR**, y para decirlo de manera mas completa y linda, el vector esta mirando hacia el hemicampo positivo de **aVR**. Como dicho hemicampo se encuentra hacia arriba y hacia la derecha del paciente, la respuesta es verdadero.
2. Nos pregunta que derivación es la que tiene exactamente un polo en +150° y otro polo en -30°. Si vemos la Figura III-5, la respuesta es la derivación **aVL**. Y su polo positivo está en -30°, y el negativo en +150°.
3. Esta es pregunta es muy rebuscada, pero si la comprendemos, significa que entendimos todo perfectamente. Las derivaciones vecinas a **D<sub>II</sub>** son **aVF** y **aVR** (si bien ésta última no se encuentra al lado per sé, si lo tiene el polo negativo) [vuelvo a aclarar que si bien las unipolares no poseen polo negativo y sólo el polo positivo, el hemicampo el cual no esté el polo positivo, lo voy a tomar como un hemicampo negativo, como si tuviera un polo negativo en esa zona].

Los grados de esas dos derivación unipolares son en +90° y -150° (ya que el polo positivo de **aVR** está en -150° y no en +30°). Nos pregunta también si la polaridad de los grados del plano frontal son iguales a la



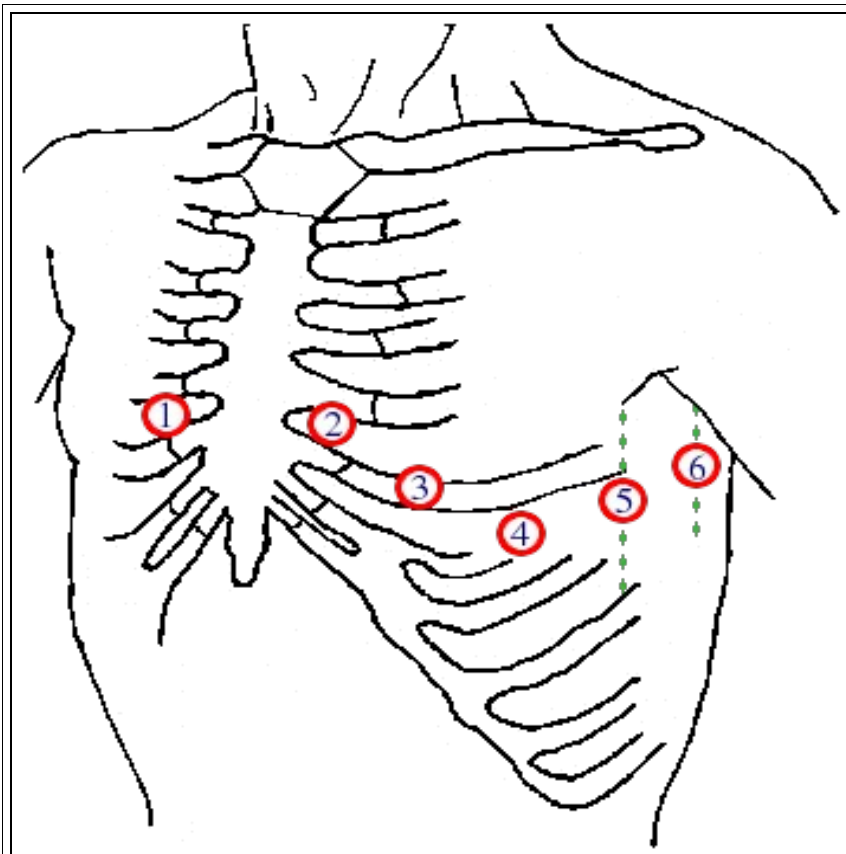
polaridad de la derivación. Para **aVF** concuerda, pero para **aVR** el polo positivo está en  $-150^\circ$  (grados negativos), por lo que no concuerda.

Espero que le haya gustado éstos mini ejercicios, si los hicieron sin problemas, pues pasemos a las derivaciones precordiales que son mucho mas fáciles y mas simples.

### Derivaciones precordiales

Realmente las derivaciones precordiales son, por lejos, mucho mas fácil de entender y recordar. Son seis electrodos (pueden ser mas) que van sobre el tórax del paciente. Normalmente los van a observar que poseen como una esfera de goma, que es la encargada de que haga succión (si lo apretamos previamente) y se queden sobre la piel del paciente. Lo que también se usa, son electrodos que se pegan sobre la piel (ya que poseen un pegamento) y sirven para visualizar la actividad eléctrica del corazón pero por tiempos mucho mas prolongados (ideal cuando los pacientes se encuentran en el hospital en internación).

La localización de cada uno de éstas seis derivaciones precordiales son:



**Figura III-7:** Derivaciones precordiales normalmente utilizadas ( $V_1$  a  $V_6$ ).

La línea punteada de color verde que cruzan por detrás a  $V_5$  y  $V_6$  son las líneas de referencias de la línea axilar anterior y media respectivamente. Note como sube de altura la posición de los electrodos desde  $V_4$  a  $V_6$ .

**$V_1$ :** 4º espacio intercostal derecho, por fuera del esternón.

**$V_2$ :** 4º espacio intercostal izquierdo, por fuera del esternón. Realmente es como un  $V_1$  pero del lado izquierdo.<sup>16</sup>

**$V_3$ :** no tiene una posición específica. Está ubicado en el medio del trayecto entre  $V_2$  y  $V_4$ . Por lo que no es mala idea ir poniendo las precordiales en éste orden:  $V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_4$  y después  $V_3$  (teniendo ya a  $V_2$  y  $V_4$  como guía).

**$V_4$ :** 5º espacio intercostal izquierdo, en la línea media clavicular. Ustedes ven la clavícula en toda su extensión, miden el punto medio de la misma, bajan hacia el quinto espacio intercostal en línea recta y ahí lo tienen.<sup>17</sup>

**$V_5$ :** 5º espacio intercostal izquierdo en la línea axilar anterior. Es fácil, miren donde empieza el pliegue axilar en la parte anterior del paciente, bajan hacia el quinto espacio intercostal y listo.

**$V_6$ :** 5º espacio intercostal izquierdo en la línea axilar media.

16 Algo que se hace y que sirve mucho para saber si hemos colocado bien  $V_1$  y  $V_2$  sobre el tórax (lo hago yo cuando realizo un ECG), es que entre ellos pueda caber nuestra palma. Es decir, yo tengo que colocar a  $V_1$  y  $V_2$  de tal manera que mi palma (puesta sobre el esternón del paciente) quede justo entre ésta dos derivaciones.

17 Cuando se coloca  $V_4$  en los hombres, justo la línea media clavicular coincide con el pezón. Y como el 5º espacio intercostal se encuentra por debajo de éste, es útil saberse ésto o para tener una referencia o para chequear si lo hemos colocamos correctamente. En las mujeres, éste truco no se puede utilizar todas las veces, porque va a depender de las mamas de la paciente (pero si no son demasiado grandes, puede utilizarse ésta técnica).

Hay que aclarar, por las dudas, que conforme nos vayamos yendo desde la línea media clavicular ( $V_4$ ) hacia la línea media axilar ( $V_6$ ), las costillas (y también los espacios intercostales) van subiendo levemente hacia la parte posterior. Por lo que es normal que  $V_6$  esté un poco mas arriba (hacia la cabeza del paciente) que  $V_5$ , y éste mas arriba que  $V_4$  (ver Figura III-7).

La diferencia de éstas seis derivaciones con las seis anteriormente vistas, es que aquí vamos a observar el plano horizontal del paciente (y no el plano frontal). El plano horizontal, nos dice si un vector mira hacia la derecha o hacia la izquierda (al igual que el plano frontal), pero también si mira hacia adelante o hacia atrás (cosa que el plano frontal no nos permitía ese dato). Lo malo, es que con éste plano sólo, no podemos determinar si el vector mira hacia arriba o hacia abajo (cosa que si lo hace el frontal). Por eso el acople de éstos dos planos son muy importantes, porque podemos determinar en las tres dimensiones del espacio (arriba y abajo; derecha e izquierda; adelante y atrás) la dirección del vector, es decir, hacia donde mira.

Les hago una pregunta: ¿qué plano es mas importante para nosotros? ¿el plano frontal u horizontal? La respuesta es ninguna de las dos, ya que los dos planos proporcionan datos que por separado nos cuentan sólo una parte de la historia (siendo el corazón el protagonista principal Jejeje). Pero que si los acoplamos, la información que ambos nos proporcionan sobre nuestra “vista” del corazón, es casi perfecta. Obviamente que para ciertas patologías cierto plano nos resultará “más” útil que el otro plano, pero como no sabemos que patología puede tener hasta que le saquemos un ECG al paciente, realizamos las doce derivaciones (seis para observar el plano frontal, y las otras seis restantes para observar el plano horizontal).

Tal vez usted ya me estará haciendo la siguiente pregunta: ¿hay más derivaciones? La respuesta es obvio que si. Pero con ésta respuesta le hago una pregunta: ¿son realmente importantes? Y eso es relativo. Realmente no son tan importantes, ya que si lo fueran, se estarían haciendo constantemente, y no sería doce derivaciones las que estudiarían, sino más (por simple lógica).

Esas derivaciones extras, no proporcionan muchos mas datos de los que se obtiene con las otras doce ya realizadas, pero en ciertos casos, nos dan una idea muy acertada en algunas patologías muy específicas. Les nombro dichas derivaciones extras, pero es información irrelevante a ésta instancia de la carrera (para 2º año de medicina):

- $V_3R$   $V_4R$   $V_5R$   $V_6R$ : es como un  $V_3$   $V_4$   $V_5$  y un  $V_6$  pero en vez del lado izquierdo del paciente, se lo colocamos del lado derecho. Aclaro que no existe un  $V_1R$  y  $V_2R$ , ya que serían exactamente un  $V_2$  (para el  $V_1R$ ) y un  $V_1$  (para el  $V_2R$ ), porque ambos están en el 4º espacio intercostal.
- $V_7$ : 5º espacio intercostal izquierdo en la línea axilar posterior.
- $V_8$ : 5º espacio intercostal izquierdo en la línea escapular posterior.
- $V_9$ : 5º espacio intercostal izquierdo en el borde interno de la columna.

Tal vez, si sintieron curiosidad en su momento, estén por preguntarme si existe otro plano además del frontal y horizontal que normalmente usamos. Y la respuesta es obviamente que si, y ese plano es el llamado Sagital (el que corta al cuerpo en una parte derecha y otra izquierda). La cuestión, es que para obtener datos de ese plano, hay que colocar mas electrodos al paciente (sobre todo por la espalda), y eso es poco práctico como para realizarlo de rutina. Si bien dan nuevos datos (siendo otra rama de la cardiología -el vectocardiograma-), es mucho mas caro, se necesita de personas mas calificadas para entender y dar el informe, es mas difícil la comprensión por otros médicos, y realmente, con el ECG es mas que suficiente para obtener una idea bastante acertada sobre la actividad eléctrica del corazón.

### ★★★ Derivaciones y su relación con las caras del corazón

Ah, que bonito y útil tema chicos. Aquí vamos a terminar de entender que es lo que “miran” los diferentes electrodos con respecto al corazón. Cuando observo lo que me inscribe la derivación **aVF**... ¿qué parte del corazón estoy viendo? ¿ $V_1$  y  $V_2$  que miran? Éstas y mas preguntas relacionadas, las despejaremos en éste apartado.

Veamos que derivaciones ven las diferentes caras del corazón:

- Anterior Extensa:  $V_1 V_2 V_3 V_4 V_5 V_6 D_I aVL$
- Derecha (aurícula y ventrículo derecho):  $V_1 V_2 V_3R V_4R V_5R V_6R$
- Lateral<sup>18</sup> (aurícula y ventrículo izquierda):  $V_5 V_6 D_I aVL$
- Lateral Alta (aurícula y ventrículo izquierda):  $D_I aVL$
- Posterior:  $V_7 V_8 V_9$
- Inferior:  $D_{II} D_{III} aVF$
- Antero Septal:  $V_1 V_2 V_3$

Con ésto, no quiere decir “estrictamente” que cada derivación sirve para ver dicha cara del corazón, eso es completamente falso. Pero lo que si hacen, es que dichas derivaciones “observan mejor” dichas caras, y se nos facilitará ver si hay algún problema por esa zona del corazón.

Ejemplo:

- Si quiero ver si el ventrículo derecho tiene una patología, las derivaciones  $V_1$  y  $V_2$  son las que mas información me van a proporcionar, ya que mejor ven la parte derecha del corazón.
- Si quiero ver la cara lateral del ventrículo izquierdo, las derivaciones  $V_5 V_6 aVL$  y  $D_I$  son las mejores para evidenciar un problema por esa zona.
- Para ver la parte inferior del corazón,  $D_{II} D_{III}$  y  $aVF$  son las que voy a ver a fin de determinar si hay patología o no en dicha cara.

---

18 Cuando se habla de “Cara Lateral”, hace mención a la cara lateral izquierda del corazón.

### ¡A recordar!

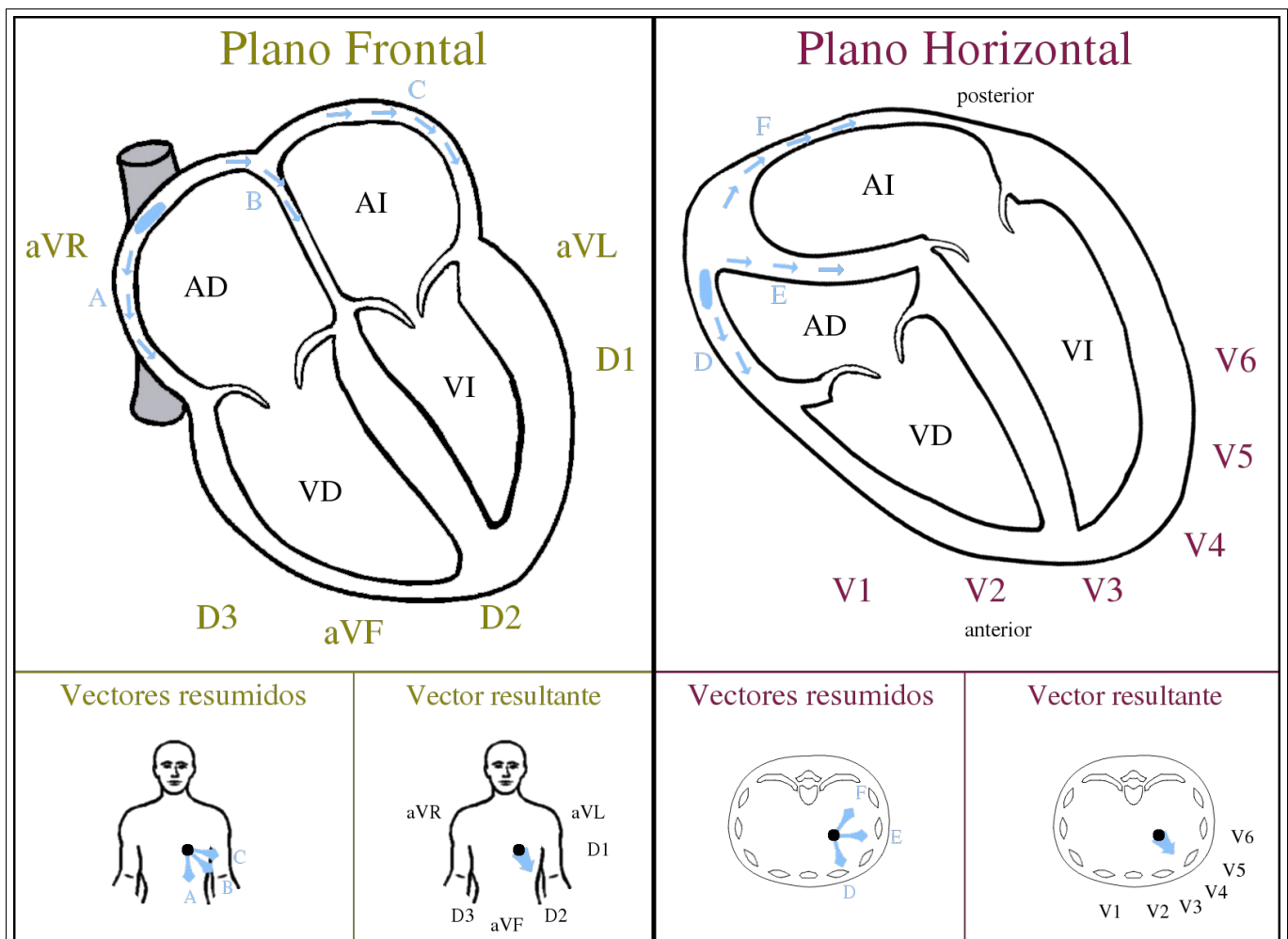
- ✓ Es importante saber como están conformadas las derivaciones bipolares, y donde está el polo positivo y negativo en cada una de ellas. Ya que con eso, nos podemos orientar en el plano frontal muy fácilmente.
- ✓ No olvidarse que son cuatro los electrodos que se colocan en los miembros. Uno no sirve para registrar (el negro), y los otros tres pueden usarse por separado (originando derivaciones unipolares de los miembros o de Goldberger) o pueden combinarse entre si (para formar derivaciones bipolares o de Einthoven).
- ✓ No hay que confundirse la polaridad de los electrodos de cada derivación (que me va a determinar los hemicampos positivos y negativos) con la polaridad de los grados en el plano frontal (que nos va a servir para orientarnos sobre el plano frontal de 360°).
- ✓ Es muy útil tenerse grabado en la retina la imagen del plano frontal y todas las derivaciones que la componen y sus ubicaciones, ya que para sacar el eje cardíaco hay que tener éste tema “de taquito”.
- ✓ Saber en donde va cada derivación precordial, es útil a la hora de imaginarnos de como el corazón se va despolarizando por el plano horizontal viéndolo desde diferentes ángulos.
- ✓ Conocer que derivaciones nos muestran el plano frontal y que otras el plano horizontal, nos ayuda a tener una idea de como se va modificando los vectores con respecto al corazón de manera tridimensional. Es mejor entenderlos que estudiarlos de memoria.
- ✓ Invertimos mucho tiempo en comprender los hemicampos de las derivaciones del plano frontal, porque son las que nos van a servir para la práctica médica. Los hemicampos de las precordiales del plano horizontal no los agregué a éste apunte, ya que su utilización en la vida cotidiana es casi nulo.
- ✓ Saber que derivaciones ven las diferentes partes o caras del corazón, es bueno para tener una idea de que estoy viendo del corazón cuando observo a una derivación en particular. Además, para el futuro, es útil a la hora de ordenarse cuando van a buscar una patología específica.

## Capítulo IV: Eje Eléctrico ¿los Bee Gees al rescate?

### ★★★ Vector auricular

Cuando se despolariza el *Nodo Sinusal* (que se ubica cerca de la desembocadura de la vena cava superior, es decir, arriba, atrás y a la derecha en la aurícula derecha), el frente de despolarización va a ir hacia abajo, izquierda y adelante. Por lo tanto, vamos a observar siempre la **Onda P positiva en D<sub>II</sub> y aVF** y **Onda P negativa en la derivación aVR** (volvemos a repetir que si es también positiva en D<sub>I</sub> o en D<sub>III</sub> varía en cada libro, eso sí, todos están de acuerdo en que es positiva en D<sub>II</sub> y aVF y negativa en aVR).

Como información extra, pero no por eso poco importante, se observa en la derivación V<sub>1</sub> una *Onda P* bifásica, y eso se debe a como se despolariza ambas aurículas en el tiempo (primero una onda positiva debido a la despolarización de la aurícula derecha -representada por el vector D en la Figura IV-1- y luego una onda negativa debido a la despolarización de la aurícula izquierda -representada por el vector F en la Figura IV-1-. Todo esto, viéndolo como perspectiva desde el plano horizontal.



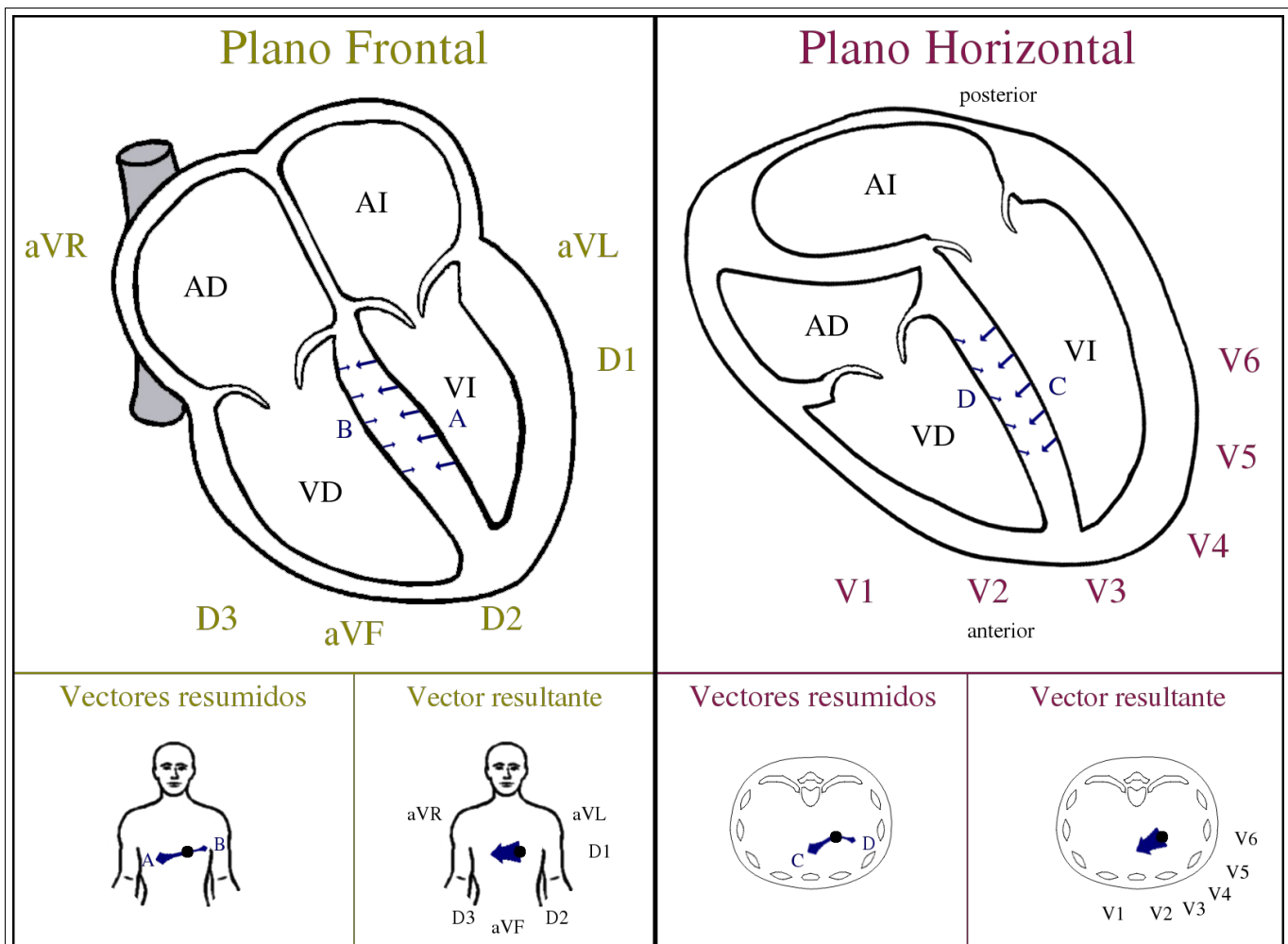
**Figura IV-1:** Vectores de ambas aurículas. Observe como el vector resultante en el plano frontal es justo en D<sub>II</sub> haciendo que el eje eléctrico normal de la *Onda P* (que lo vamos a ver mas adelante) sea de +60°. El orden de aparición de los “Vectores resumidos” son, primero A, B, D y E de forma casi simultánea, y C y F apareciendo mas tardíamente.

**Aclaración:** con respecto a las figuras, en la parte inferior se muestra a los “Vectores resumidos” (que representan el promedio de los miles de vectores pequeños de una zona o parte del corazón específica) y al “Vector resultante” (promedio de los vectores resumidos vistos anteriormente) tanto para el plano frontal como para el plano horizontal. Los vectores resumidos, se los muestro para que entiendan de donde sale el Vector resultante, los que luego van a dar origen -si los promediamos a éstos últimos- al eje eléctrico del corazón.

### ★★★★ Vector ventricular

Bueno, acá el tema del vector es más complicado ¿porqué? Porque a diferencia de las aurículas, los ventrículos se despolarizan casi al mismo tiempo por dos lugares diferentes (mediante el *Haz de His Derecho* y el *Haz de His Izquierdo*, a diferencia con lo que pasa a nivel auricular que lo hace desde un sólo punto -el *Nodo Sinusal*-), y además, la cantidad de células musculares en cada ventrículo es diferente (las paredes de ambas aurículas no difieren mucho entre sí de manera tal que pueda percatarse en un ECG), produciendo que los vectores posean magnitudes diferentes a nivel ventricular. Por eso, está bueno separar a la despolarización de los ventrículos en 3 pasos, conformando 3 vectores (lo que veremos como Vectores resultantes en las tres siguientes figuras):

**1° vector:** se despolariza el tabique interventricular de izquierda a derecha. Ésto se debe a que el tronco del *Haz de His* se divide en dos ramas, una derecha y otra izquierda. Como la rama izquierda es más corta y más gruesa que la rama derecha, ofrece menor resistencia (o lo que es lo mismo mayor capacitancia) y el estímulo llega antes desde la rama izquierda, por eso se despolariza primero la parte izquierda del tabique interventricular. Obviamente, milisegundos después se despolariza la parte derecha. Por ende, va a haber dos vectores que se oponen (uno apunta hacia el ventrículo derecho, y otro que apunta hacia el ventrículo izquierdo). Como el vector del lado izquierdo aparece antes, despolariza más masa muscular, obteniendo una magnitud mayor del vector (Figura IV-2):



**Figura IV-2:** 1° vector de despolarización ventricular. El orden de aparición de los “Vectores resumidos” son, primero A y C simultáneamente, y B y D de aparición mas tardíamente.

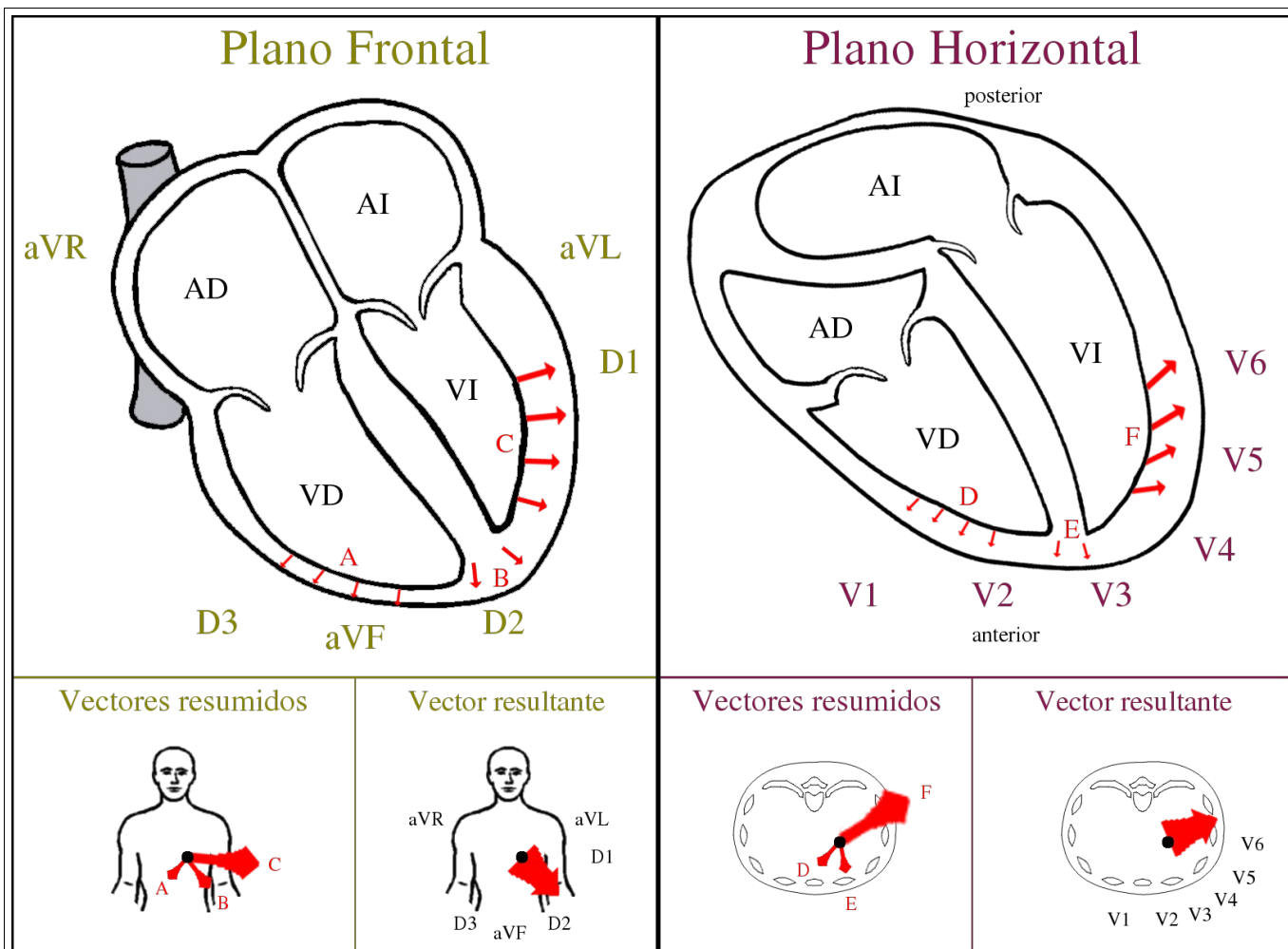
Por lo tanto, *el primer vector mira hacia la derecha y hacia adelante.*<sup>19</sup>

<sup>19</sup> El 1° vector puede mirar hacia arriba o abajo, y eso depende de la contextura del paciente. Si el paciente es alto, el corazón va a estar en una posición más vertical, dando un vector que miran hacia arriba. En cambio, si el paciente es obeso o una mujer embarazada, el corazón se mueve a una posición más horizontal, generando un vector que mira hacia abajo.



**2º vector:** forma parte de la despolarización tanto del ápice como de las paredes de ambos ventrículos. Los tres Vectores resumidos de la Figura IV-3 (el del ápice -A- y los dos de las paredes ventriculares -B y C-) miran hacia abajo, pero si el promedio de los tres lo hacen además mirando o hacia la izquierda o hacia la derecha es mas complicado.

Como el ventrículo izquierdo posee una pared más gruesa (10mm a 15mm) a diferencia de la pared del ventrículo derecho (5mm), el vector que mira hacia la izquierda (C) es de mayor magnitud que el que mira hacia la derecha (A). En el 2º vector, los vectores tiran para lados opuestos, y por ende, se oponen. Pero por la mayor masa del ventrículo izquierdo, el vector que se dirige hacia el lado derecho del paciente (A), es opacado por la gran magnitud del vector que va hacia la izquierda del paciente (C), y por ende, el vector resultante mira y se dirige hacia la izquierda, además de mirar hacia abajo.<sup>20</sup> [Vuelvo a aclarar, que porque el vector se dirija hacia la izquierda, no necesariamente se va a ver en derivaciones o electrodos izquierdos una deflexión positiva. Para que esto pase, inevitablemente el vector tiene que estar “mirando” hacia ése lado, sin importar su movimiento].

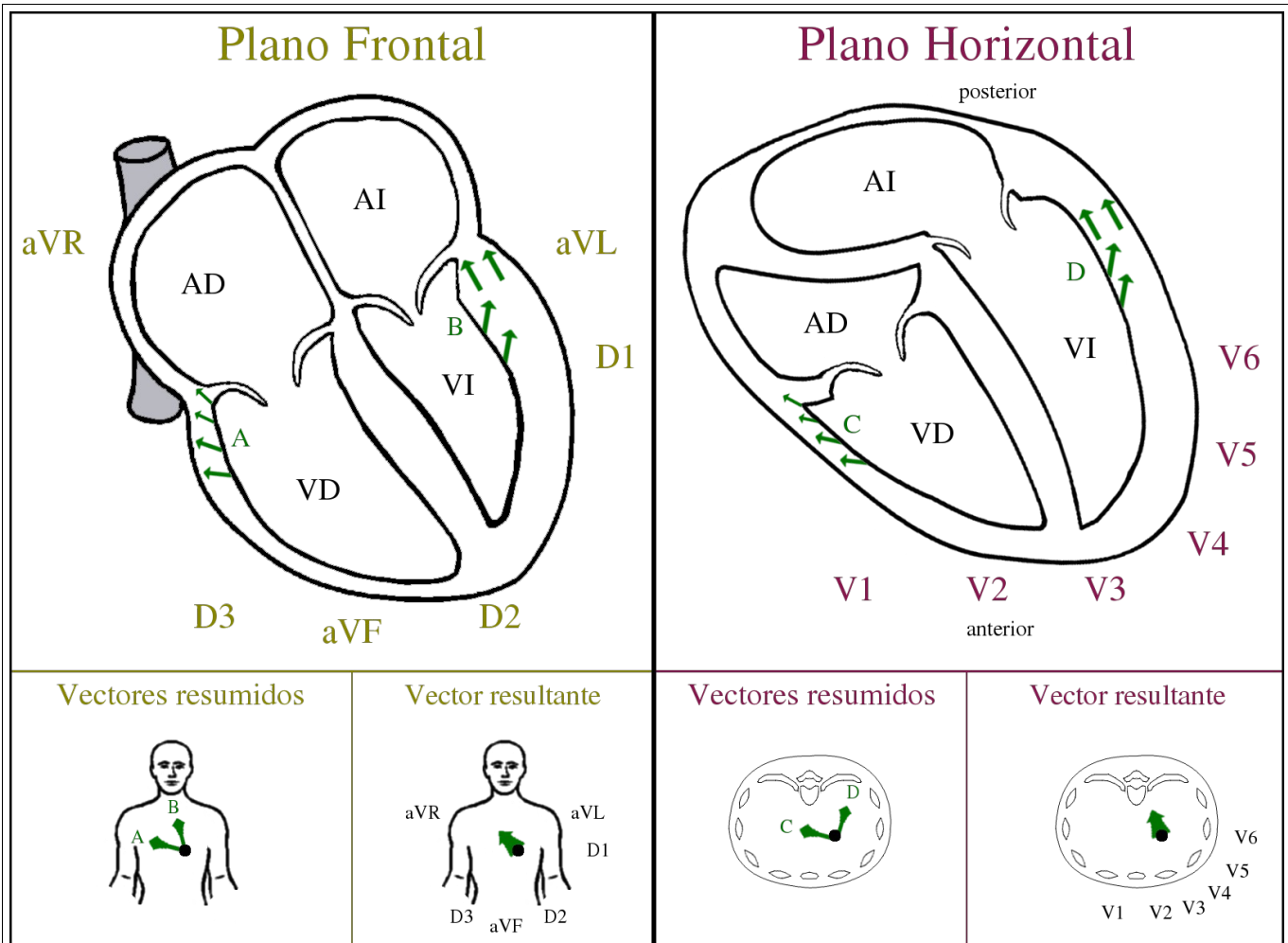


**Figura IV-3:** 2º vector de despolarización ventricular. El orden de aparición de los “Vectores resumidos” es, primero de B y E, y luego A, C, D y F de manera simultánea pero mas tardíamente que B y E.

Por lo tanto, **el segundo vector mira hacia la izquierda, hacia abajo y hacia atrás.**

<sup>20</sup> La cronología exacta es la siguiente: el frente de despolarización del tabique interventricular luego de dar el 1º vector, es hacia abajo y hacia adelante. Cuando llega a la punta de ambos ventrículos, se separa en dos, uno hacia el lado izquierdo y otro hacia el lado derecho. Éstos dos vectores, se dan la espalda entre sí (las cabezas de ambos miran hacia lados opuestos). Éstos frentes de despolarización que se van hacia la derecha y la izquierda, son los que se oponen y, como vimos antes, el que domina es el que se dirige hacia la izquierda. Pero los tres apuntan hacia abajo.

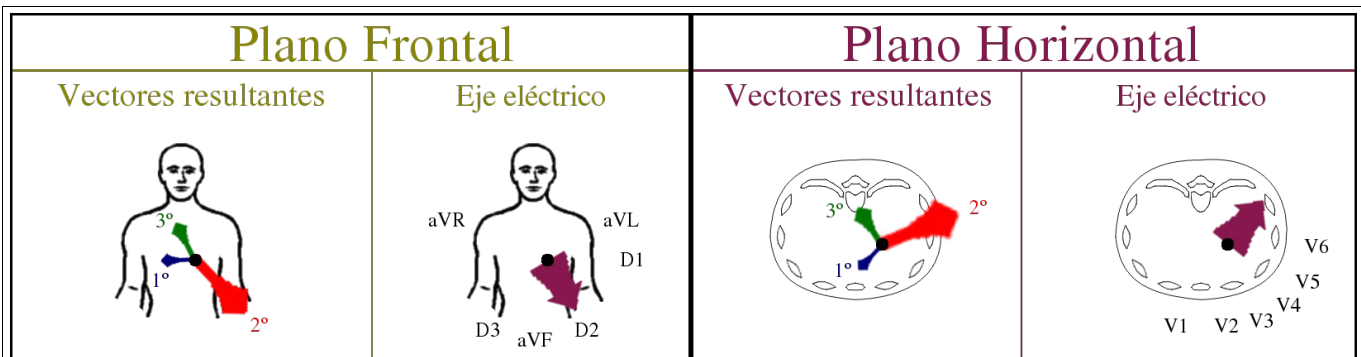
**3° vector:** aquí se despolarizan de manera conjunta las partes más basales de las paredes libres de ambos ventrículos. Ambos vectores no se oponen como sucede con el 1° vector y 2° vector, sino que miran hacia el mismo lado (Figura IV-4).



**Figura IV-4:** 3° vector de despolarización ventricular. El orden de aparición de los “Vectores resumidos” es simultáneo para los cuatro vectores resultantes (A, B, C y D).

Por lo tanto, *el tercer vector mira hacia atrás, hacia arriba y hacia la derecha.*

La siguiente imagen les muestra la orientación de los tres vectores y al famoso “eje eléctrico”:



**Figura IV-5:** Eje eléctrico promedio de los tres vectores que conforman toda la despolarización de ambos ventrículos. El eje eléctrico que realmente importa (ya que es el que lo utiliza en la práctica médica y el que mas datos aporta), es del plano frontal y no tanto el del plano horizontal (diría que el del plano horizontal no se lo utiliza para nada, pero se los muestro para que sepan que “en teoría” también existe un eje eléctrico del plano horizontal).



Pues usted, señor lector, seguramente en ésta instancia de la comprensión de este tema, ya podríamos de tener ésta interesante charla de cafetería:

**Lector:** Está bueno... pero creo que son muchas flechas vectores que tengo que recordar. Unos miran hacia la derecha, otros hacia atrás... es muy complicado recordarlos Santi.

**Santiago:** Nunca dije que iba a ser fácil, pero si tiene en la mente las imágenes de los dos corazones (del plano frontal y del plano horizontal), no le va a parecer muy difícil.

**Lector:** Si habría una forma mas fácil de recordarlos... y remarco “mas fácil” Santi T\_T

**Santiago:** Mmmm... hay una manera de recordarlos fácil y divertidamente.

**Lector:** ¿Cómo?

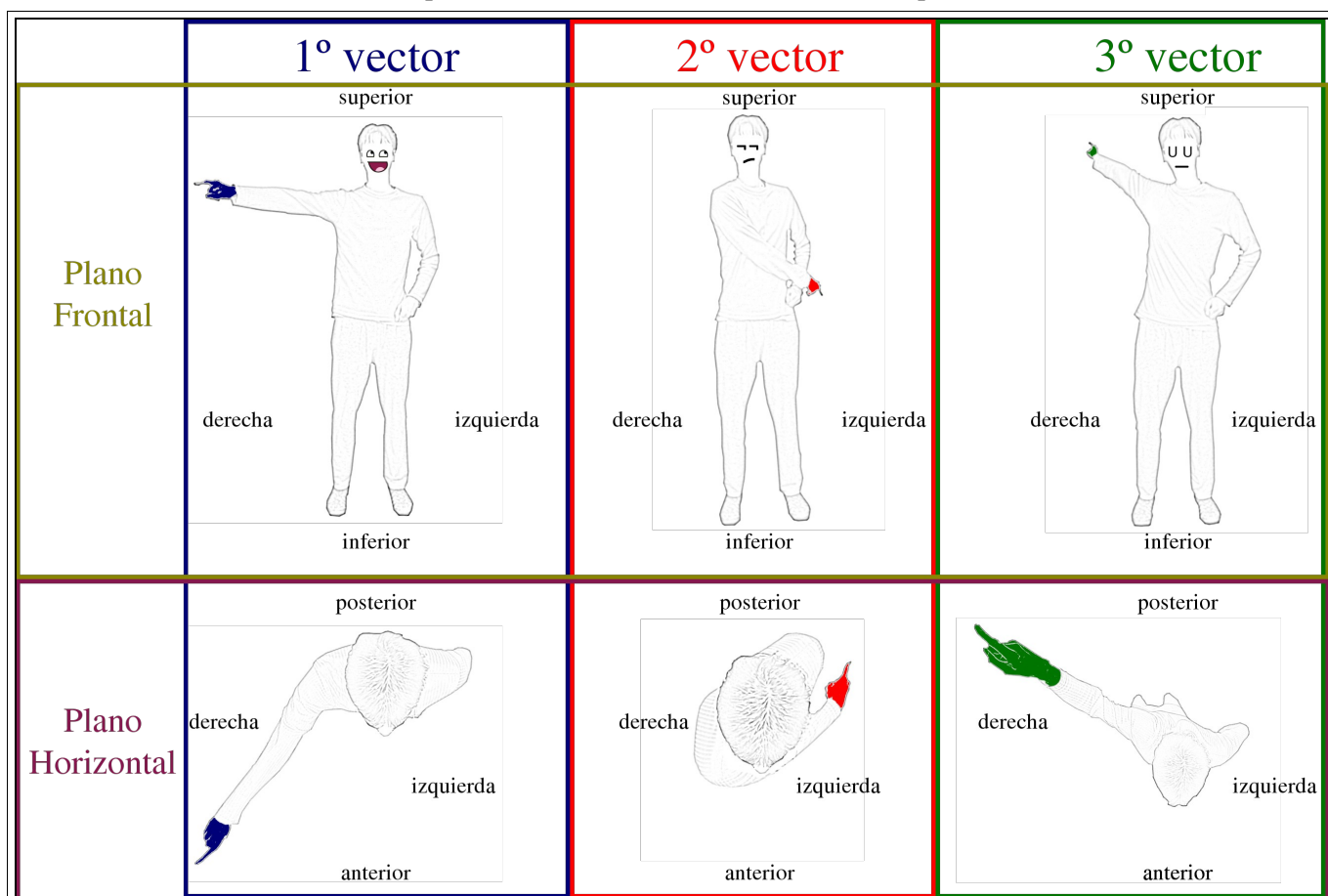
**Santiago:** ¡Bailando al estilo de los Bee Gees!

**Lector:** ¡WTF!

**Santiago:** Claro, con sus peculiares movimientos o “coreografías” con las manos, las podemos usar perfectamente como ejemplos de los vectores ventriculares y sus direcciones.

**Lector:** ¡Fua! Buenísimo Santi ¡¡Chau y gracias!!

**Santiago:** ¡Espere querido lector! No se vaya aún y mire la siguiente figura en donde se muestra a los tres vectores ventriculares resultantes, tanto en el plano frontal como en el horizontal al mas puro estilo de los Bee Gees.



**Figura IV-6:** Note como la mano derecha de nuestro personaje va produciendo los tres vectores que vimos anteriormente. Compare ésta imagen con la figura anterior (Figura IV-5) para una mejor comprensión. Como lo dijimos antes, el **1° vector** mira hacia la derecha y hacia adelante; el **2° vector** mira hacia la izquierda, atrás y abajo; el **3° vector** mira hacia la derecha, atrás y arriba. [Ésta ayuda memoria fue del porqué el título de éste capítulo ^.^ ]

**Lector:** ¡¡Groso!! Nos vemos Santi... eh... me tengo que ir rápido a estudiar ECG.

**Santiago:** Dale. -que raro que se fue así de rápido pensé-

**CAMARERO:** Son 25 pesos los dos cafés... ... ¿como piensa pagarlo? ㄟ ㄟ

**Santiago:** Uhhh... como me cagó mi tan “querido” Lector... ¡¡¡NOOOOO!!!

Para remarcar algo muy obvio, estos 3 vectores (que son el resultado de todas las despolarizaciones de las células miocárdicas ventriculares), van a dar en el ECG las típicas ondas Q, R y S (si la derivación nos lo permite). Ésto depende de donde estemos viendo al corazón, ya que en algunas derivaciones veremos sólo las ondas R y S y no la Q o combinaciones diferentes con amplitudes diferentes. Retomaremos ésto en el apartado “Mirando un ECG normal en la vida real” en la página 41.

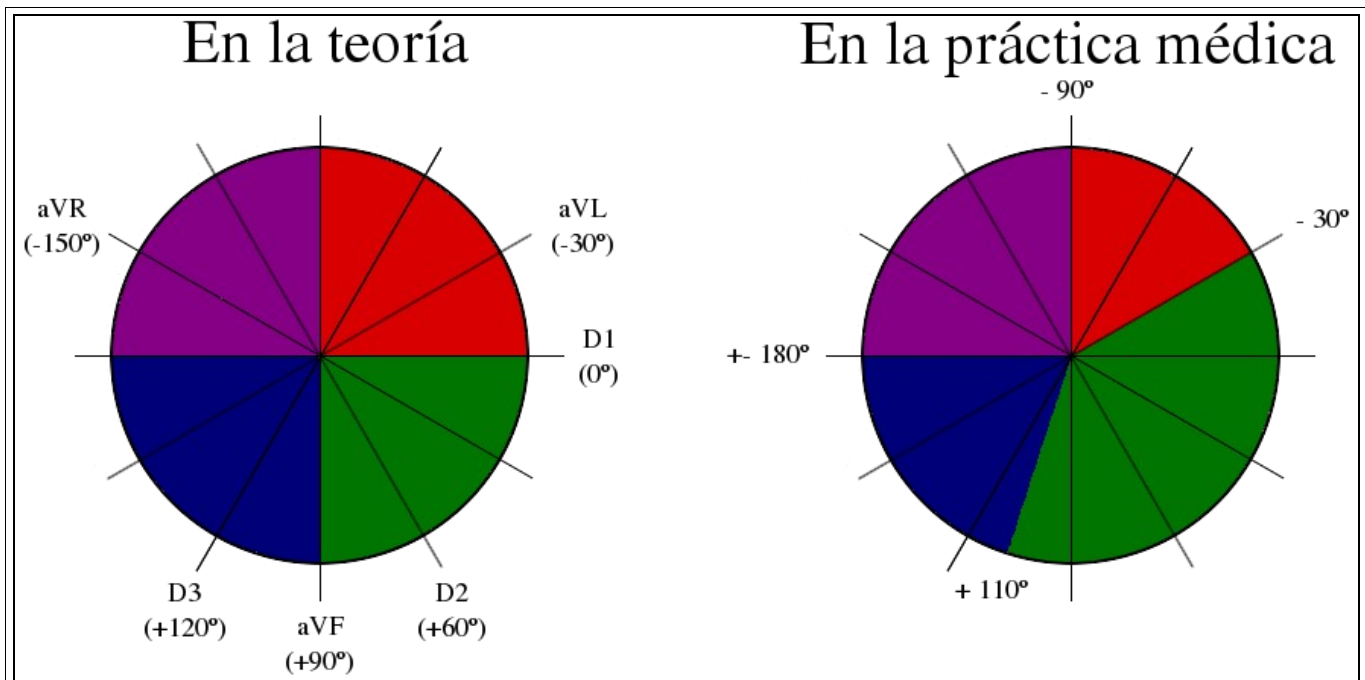
### ★★★★ Como obtener el Eje Eléctrico

El eje eléctrico es el promedio de las fuerzas eléctricas del corazón, que en éste caso, vamos a hablar del eje eléctrico de la despolarización ventricular.<sup>21</sup> O dicho de otra manera, es el resultado de las sumatorias de los múltiples vectores de despolarización de ambos ventrículos.

Para obtener el eje, aunque no les guste, tienen que tener dominada la conformación de las derivaciones. Si tienen presente como son las derivaciones y como se localizan en el cuerpo, es muy fácil saber como se despolariza el corazón. Es aquí donde van a encontrarle un sentido a todo lo ~~vivido~~ visto del “Capítulo III: Derivaciones y hemicampos (el Santo Grial del ECG)”, y por fin van a olvidar de mi querida madre por los insultos recibidos.

Cuando uno dice que el eje eléctrico es normal, está diciendo que el vector de despolarización promedio de toda la masa ventricular, debe estar mirando hacia ciertas regiones del plano frontal que se las considera como “normal”.<sup>22</sup> Se dice en los libros de fisiología, que para que el eje cardíaco sea normal, debe pasar entre los 0° hasta los +90° (color verde en la Figura IV-7). Si no pasa por esa zona (color azul, violeta o rojo), se dice que el eje cardíaco es patológico.

Miremos la siguiente figura:



**Figura IV-7:** Ejes normales (de color verde), tanto en la teoría como en la práctica (de rangos mas amplios en éste último). Referencias: **verde:** Eje Normal / **azul:** Eje Desviado a la Derecha / **rojo:** Eje Desviado a la Izquierda / **violeta:** Eje con Desviación Extrema u Opuesta

21 El eje eléctrico puede obtenerse tanto para la despolarización como para la repolarización, y tanto para la masa auricular como la ventricular. En la práctica, lo que se utiliza cotidianamente es el eje eléctrico de despolarización ventricular y también (aunque en menor medida) el auricular. ¿Existe el eje eléctrico de la *Onda T*? Pues si, pero es muy poco importante para nosotros.

22 Cuando les pidan “sacame el eje eléctrico en éste ECG” sin especificar nada mas, se refieren al eje eléctrico de ambos ventrículos (en despolarización) y con respecto al plano frontal.

Lo que vemos normalmente en la práctica, es que el rango normal del eje eléctrico es entre  $-30^\circ$  hasta  $+110^\circ$  aproximadamente (que además puede variar un poco en los diferentes libros de cardiología). Por eso yo les pongo lo que en “teoría” está bien (lo que dice los libros de fisiología) y lo que en el hospital se utiliza como “normal”.

Ésta diferencia de unos grados entre lo teórico y lo práctico, se debe a la variación normal que posee el corazón dentro del cuerpo humano. En personas delgadas u obesas, el corazón va a estar en posiciones diferentes, y no por eso, la alteración del eje eléctrico va a ser patológico. Tomen como correcto lo que les diga “su libro” de fisiología, ya que en un examen, su libro dice el 100% de la verdad, sea verdadero o no. Volveremos a tomar éste aspecto en el apartado “Posición vertical y horizontal del corazón” en la página 40, pero que no es de vital importancia para ésta altura de la carrera, se los explicaré, como para que entiendan aún mas las variaciones fisiológicas entre las personas.

Y para no divagar más, hablemos de cómo sacar el eje eléctrico. Realmente hay varias formas de obtenerlo, pero sólo veremos las más sencillas, fáciles o mas entendibles. Ustedes usen la que más le convenga y les resulte más cómoda, ya que el eje eléctrico es uno sólo, pero varias las maneras de llegar al mismo resultado.

### Uso de los cuadrantes

Éste método es muy útil y fácilmente deductivo sabiendo la polaridad de los hemicampos de las distintas derivaciones. Todo el plano frontal, que posee  $360^\circ$ , se puede dividir en cuatro cuadrantes mediante la derivación  $D_I$  (que separa el hemicampo derecho del izquierdo, todo lo positivo es hacia la izquierda y todo lo negativo es hacia la derecha) y la derivación  $aVF$  (que separa dos hemicampos, uno superior y otro inferior, todo lo positivo es inferior y todo lo negativo es superior). Si unimos éstas dos, el plano frontal de  $360^\circ$  va a estar dividido en 4 cuadrantes de  $90^\circ$  cada uno (igual que como está separado “en teoría” el plano frontal en la Figura IV-7).

¡Hasta acá no dijimos nada nuevo! Ahora que separamos en cuatro cuadrantes (cada uno de  $90^\circ$ ) tenemos que ver por cuál cuadrante pasa o mira el eje eléctrico.

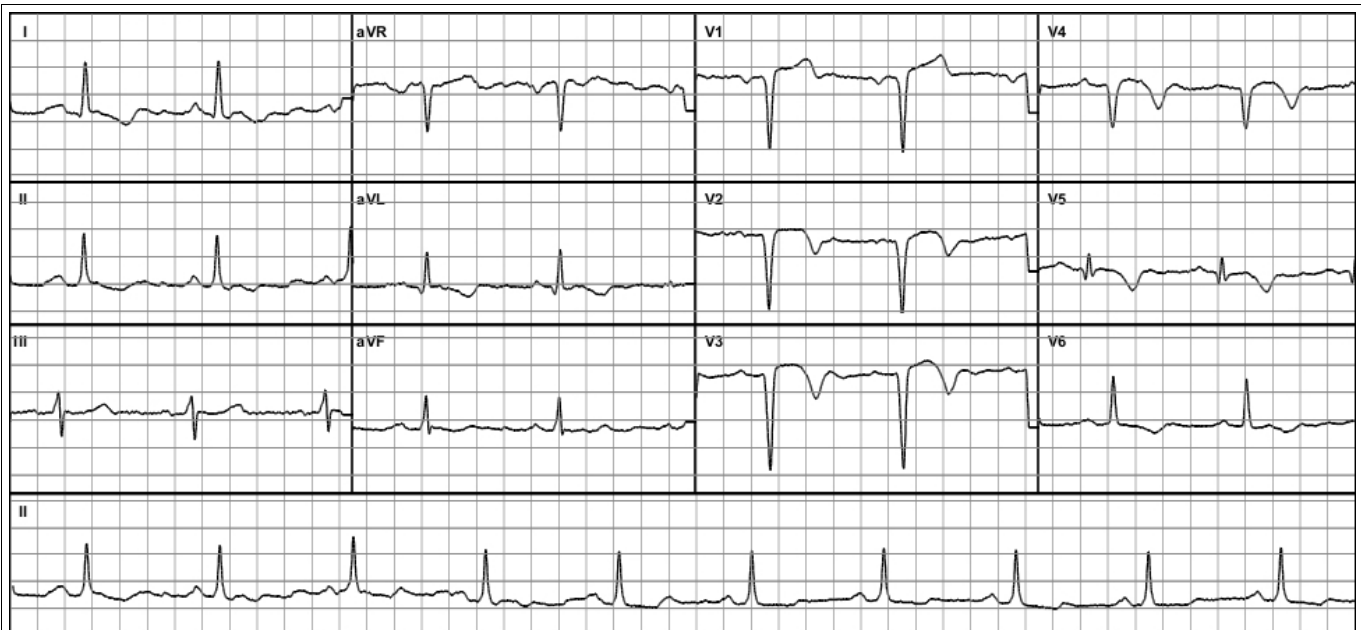
Lo que tenemos que hacer, es ver en la derivación  $D_I$  si el *Complejo QRS* es más positivo o más negativo.<sup>23</sup> Si es positivo, el eje eléctrico (es decir, el vector promedio de ambos ventrículos), va de derecha a izquierda. Si es negativo, va de izquierda a derecha.

Ahora necesito saber si ese eje va hacia arriba o hacia abajo. Entonces, hago lo mismo con  $aVF$  y cuento los cuadraditos. Si es positivo el eje va hacia abajo, y si es negativo hacia arriba. Con  $D_I$  y  $aVF$ , podemos ver en que cuadrante va el eje. Ver la Figura IV-7 para corroborar → **1)** Hacia la izquierda y hacia abajo. **2)** Hacia la derecha y hacia abajo. **3)** Hacia la izquierda y hacia arriba. **4)** Hacia la derecha y hacia arriba.

Entonces, una vez que estamos en el cuadrante adecuado (según  $D_I$  y  $aVF$ ), tenemos que ver que derivación pasan por ahí (por el cuadrante según  $D_I$  y  $aVF$ ). Por ejemplo, en el cuadrante normal, pasan las derivaciones  $aVR$  y  $D_{II}$  (sin olvidar que también pasan  $D_I$  y  $aVF$ ). Lo que se tiene que hacer ahora, es ver en esas cuatro derivaciones cuál es la que tiene mayor amplitud. ¿Porque buscamos esto? Porque si el eje mira hacia ése sector, la derivación que la vea más “de frente” al vector, va a verla con mayor magnitud (acuérdense de los electrodos A y C con respecto al electrodo B en la Figura II-6).

<sup>23</sup> Cuando digo que el *Complejo QRS* es “mas positivo o mas negativo”, me refiero a que tenemos que contar los cuadraditos que están por encima de la línea basal y restarle los cuadraditos que están por debajo de la línea basal. Si el resultado de esa resta es un número positivo, el *Complejo QRS* es mas predominantemente positivo que negativo. Es predominantemente negativo si el número obtenido es negativo. Mientras mayor sea el número (en forma absoluta), mas positivo o negativo será la derivación.

¿Qué no entendieron nada y es un quilombo lo que dije hasta ahora? ¿Qué están por largar todo ECG a la mier...?<sup>24</sup> ¿Les cuesta pensarlo? No desesperéis y saquemos el eje eléctrico con el siguiente electrocardiograma y lo voy razonando con ustedes para que entiendan a que me estoy refiriendo:



**Figura IV-8:** ECG de 12 derivaciones. Eje eléctrico en +15°. Los cuadraditos chicos por encima de la línea basal en D<sub>I</sub> es de diez, y los cuadraditos chicos por debajo de la línea basal de aVR es de nueve.

En éste ECG, veo que en D<sub>I</sub> es positivo (mayor número de cuadraditos por encima de la línea basal que los cuadrados por debajo de la misma), por lo tanto, ya se que el eje eléctrico va de derecha a izquierda. En la derivación aVF es también positivo, por lo que también sé que mira hacia abajo.

Por lo tanto, me queda que el vector está dirigiéndose hacia abajo y hacia la izquierda, es decir, entre 0° a +90°. ¿Vieron que no es tan difícil?

Hasta ahora, sé que el eje eléctrico es normal (cuadrante inferior-izquierdo). Pero para saber con más exactitud los grados en el plano frontal, tengo que observar las derivaciones que pasan entre 0° hasta +90°, los cuales son D<sub>I</sub>, aVR, D<sub>II</sub> y aVF. ¿Cuál de éstas cuatro derivaciones posee el Complejo QRS de mayor amplitud? Pues para obtener dicha respuesta, debo mirar la amplitud (la que posea la deflexión positiva o negativa mas grande) de esas cuatro derivaciones. Yo noto que D<sub>I</sub> es la que mayor amplitud (pero no por mucho a comparación de aVR) por lo que se deduce que está entre 0° y +30° (pero como es un poco mas positivo D<sub>I</sub> el eje eléctrico está entre 0° y +15°, más cerca de los +15°) (ver explicación de la Figura IV-8).

Hay que aclarar, que con ésta técnica para sacar el eje eléctrico, la de los cuadrantes, una vez que localizo el cuadrante y tengo que observar la magnitud de los Complejos QRS en las derivaciones del cuadrante (en el caso anterior, fueron D<sub>I</sub>, aVR, D<sub>II</sub> y aVF), no me importa si dichos complejos son positivos o negativos. ¿Porqué? Porque yo ya sé que el vector del eje eléctrico se dirige (en éste ejemplo) hacia abajo y hacia la izquierda. Y si encuentro al Complejo QRS de mayor magnitud, estoy viendo a la derivación que observa al vector o mas de frente (si es un Complejo QRS positivo) o mas de atrás (si es un Complejo QRS negativo).

### Uso de la derivación isodifásica

<sup>24</sup> Destinado a los valientes que llegaron a ésta instancia del texto. ¡bien por ti, sigue así! Para los que abandonaron antes, les digo: “lero lero”. ¿Piensan que fui grosero con ellos y me van a esperar a la salida de la facultad por razones violentas? No les tengo miedo ni tampoco me preocupa... ¿y saben porqué? Porque como no llegaron hasta ésta instancia del texto, ni se dieron cuenta que les dije “lero lero”. Pequeña broma para distendernos un poco. ^.^



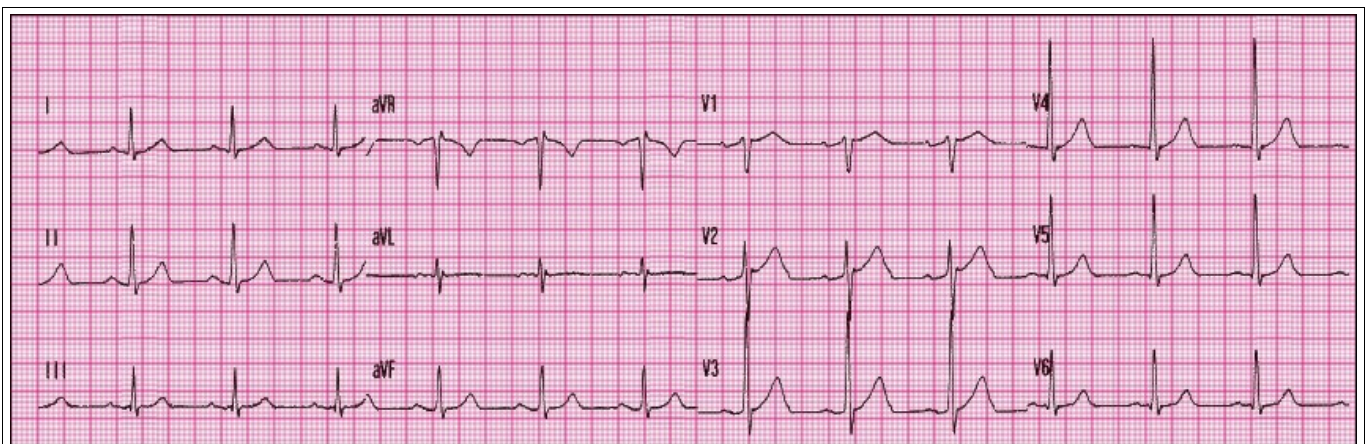
Esta técnica es mucho más práctica y rápida a la hora de sacar el eje, pero para sacarlo, tiene que haber sí o sí una derivación en donde el *Complejo QRS* sea totalmente isodifásico (que no siempre está o no siempre es tan fácil de evidenciar).

La idea con ésta técnica, es buscar la derivación (en el plano frontal) en donde el *Complejo QRS* sea isodifásico, esto significa que su componente positivo es igual a su componente negativo.

¿Se acuerdan del electrodo justo en el medio cuando se despolarizaba una célula muscular cardíaca (electrodo B de la Figura II-6 a la Figura II-8)? Bueno, si llego a encontrar esa derivación, sé que el vector promedio de ambos ventrículos va a ser perpendicular a dicha derivación. Es decir, si por ejemplo observo que en  $D_1$  el *Complejo QRS* es isodifásico, el vector está sobre dirección de la derivación aVF. Así de simple.

Pero esto no termina aquí, lo que tengo que saber ahora, es hacia donde mira ese vector (ya que la dirección del vector no indica hacia donde mira el mismo). Esto se logra mirando cualquier otra derivación y razonando su polaridad (lo ideal, ya que es más fácil, es ver la perpendicular de la derivación en la que observo al *Complejo QRS* isodifásico -recuerden nuevamente la regla mnemotécnica de FLoR-, pero cualquier otra derivación nos va a ser útil si tenemos bien claro los hemicampos de las distintas derivaciones).

Miremos este ejemplo, y pensemos juntos de vuelta:



**Figura IV-9:** ECG de 12 derivaciones. Eje eléctrico en  $+60^\circ$ .

Vemos que la derivación isodifásica es  $aVL^{25}$ , por lo tanto, yo sé que la perpendicular de  $aVL$  es  $D_{II}$ . Por lo que  $D_{II}$  o está mirando la cabeza del vector directamente o está mirando la cola del mismo (deducimos esto gracias a que  $aVL$  es isodifásico).

Ahora, me voy a buscar cualquier otra derivación, elijo al azar  $aVF$  y veo que es positiva. Por lo tanto, el vector está mirando hacia abajo (que es lo único que me dice  $aVF$ ). Como  $aVL$  me dice que es isodifásico, y  $aVF$  me dice que mira para abajo, el eje eléctrico está en  $+60^\circ$ .<sup>26</sup>

Lo que a mi me resulta (y muy bien), es hacerme en una hoja un círculo que representa el plano frontal. Si se que  $aVL$  es isodifásico, entonces dibujo una línea recta que conecta entre  $+60^\circ$  y  $-120^\circ$  pasando por el centro (pero hasta ahora, no dibujo la cabeza o la punta del vector, ya que ese dato, por ahora, no lo poseo). Luego, veo en cualquier otra derivación ( $D_{II}$  es la más fácil, pero en los parciales dudo que se las den) y viendo la polaridad de otras derivaciones, puedo ponerle la cabeza del vector (o hacia arriba que apunta hacia el  $-120^\circ$  o hacia abajo que apunta hacia el  $+60^\circ$ ). Con práctica y tiempo, no van a necesitar dibujarlo en una hoja, ya que lo van a tener en la mente. ^.^

25 Muchas veces no se encuentra una derivación isodifásica en el ECG. Cuando sucede esto, podemos usar como isodifásica a la derivación con *Complejo QRS* que más se aproxime a un complejo isodifásico. Pero podemos equivocarnos al sacar el eje si la elegimos mal, por lo que en estos casos raros, pueden optar por usar otra técnica.

26 Se tiene que mirar otras derivaciones, porque con sólo saber que  $aVL$  es isodifásica, el eje eléctrico puede estar en  $+60^\circ$  o  $-120^\circ$ , la derivación lo ve tanto venir como irse de la misma forma, y no puede diferenciar si primero vino y luego se fue o viceversa. Al ver otra derivación, se puede comprobar hacia dónde mira el vector.

### Matemáticamente

Ésta forma de sacar el eje eléctrico no es la mas práctica, ya que se necesita papel y un transportador. Pero se las digo, como para que vean que “matemáticamente” también se puede sacar el eje, sólo eso.

La idea, es contar los cuadraditos positivos y restárselos a los negativos, tanto para  $D_1$  como para  $aVF$ . Una vez que tengamos eso (en la Figura IV-10 la derivación  $D_1$  y  $aVF$  me dieron como resultado +6), dibujamos el plano frontal con los dos ejes (el de las abscisas y ordenadas, donde  $D_1$  es la primera y  $aVF$  la segunda), y anotamos los números en dicho plano.<sup>27</sup> Una vez que obtengamos los dos puntos de intersección en las abscisas y ordenadas, unimos dichos puntos, y desde ése nuevo punto de unión, trazamos una recta hasta el centro del plano (lo que representará al eje eléctrico).

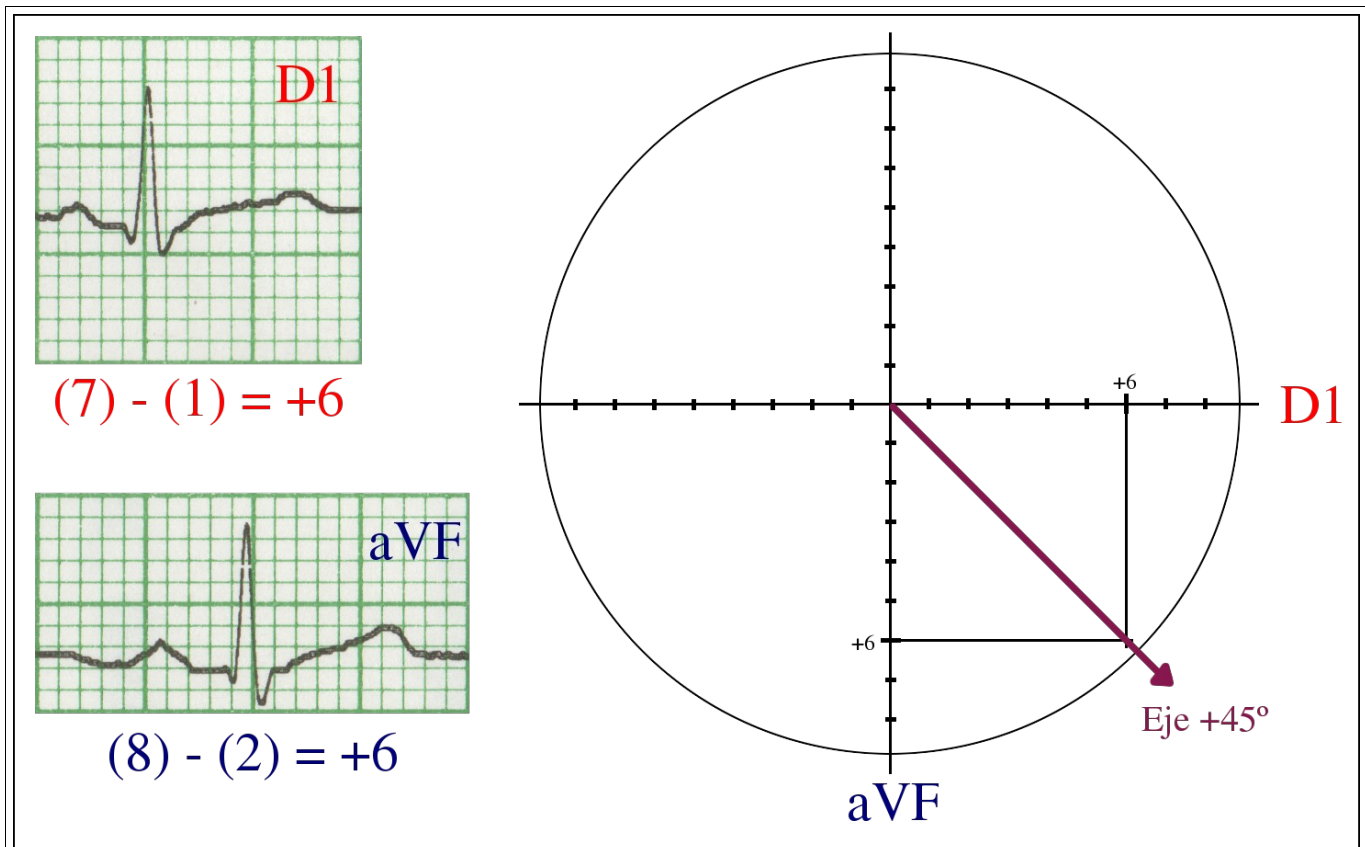


Figura IV-10: Eje eléctrico de  $+45^\circ$  (medido con un transportador).

¿Qué tal?

Les comento chicos, que en ciertas patologías, sacar el eje eléctrico es imposible (y lo digo de verdad). Ésto sucede cuando en las seis derivaciones de los miembros, todos los *Complejos QRS* son isodifásicos, por lo que no se puede obtener el eje eléctrico en éstas situaciones muy particulares y muy poco frecuentes.

¿Cómo lo informan si les ocurre ésto? Con un simple “Eje indeterminado”.

### ★ Posición vertical y horizontal del corazón

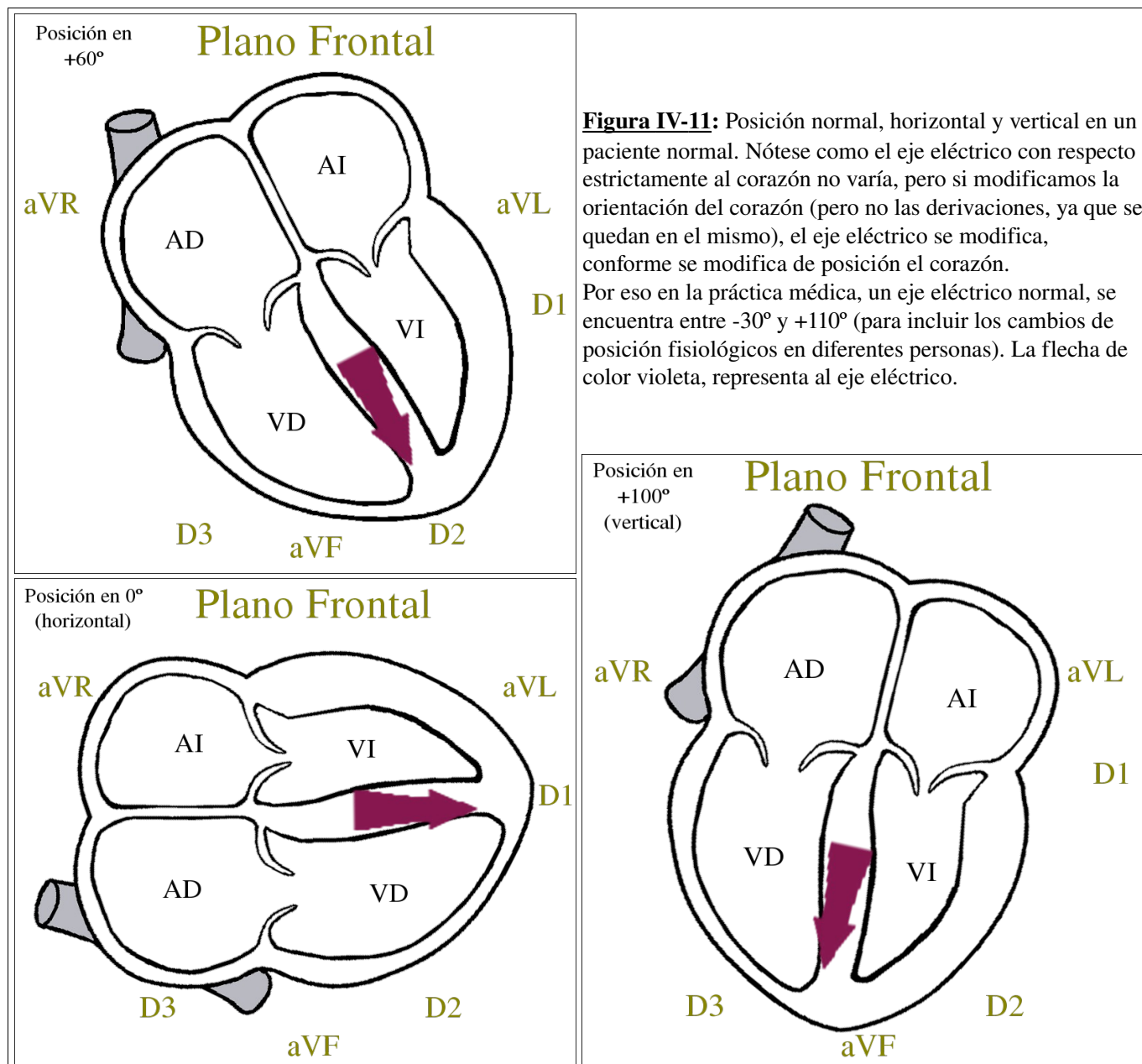
Habíamos dicho anteriormente, que según la contextura de cada persona, se producen variaciones fisiológicas en la posición del corazón. En individuos obesos o mujeres embarazadas, el diafragma empuja al corazón hacia

<sup>27</sup> Tengan en cuenta que la polaridad de los números corresponden a la polaridad del hemicampo de la derivación en cuestión. Siendo positivo a la izquierda en  $D_1$  -el círculo es el plano frontal- y negativo hacia la derecha; y positivo hacia abajo y negativo hacia arriba si estoy hablando de  $aVF$ .

arriba, y como lo horizontaliza al corazón, produce que el eje eléctrico se desvíe hacia la izquierda en el plano frontal (posición horizontal del corazón).

Por lo contrario, en personas altas, el corazón se encuentra mucho más vertical, desviándose el eje eléctrico hacia la derecha, haciendo que la posición del corazón sea mucho mas vertical.

Les muestro unos dibujos para que no se confundan ni queden dudas:



Para ir terminando y consolidar conceptos. ¿Se acuerdan cuando comentábamos que el primer vector de despolarización ventricular (Figura IV-2) miraba hacia adelante y hacia la derecha solamente (pudiendo variar si iba hacia abajo o hacia arriba)? Bueno... miren en el tabique interventricular, que fisiológicamente se despolariza de izquierda hacia la derecha. Noten como al variar la posición del corazón puede ir hacia arriba o hacia abajo, y eso va a depender del paciente y de como esté el corazón en él (mientras que los restantes vectores, si bien se alteran por la posición del corazón, lo hacen de manera no tan significativamente).

★ Mirando un ECG normal en la vida real

Aquí vamos a ver como tendríamos que ver un electrocardiograma normal como si lo tuviéramos de frente.

Vamos a aprender porque en  $D_{II}$  se tiene que ver un *Complejo QRS* de tal manera y no de otra. Porque en  $V_1$  el hay un complejo “rS” y no un “RS” (ya habíamos aclarado en la página 5 cuando se escribe una letra en minúscula o mayúscula si hablamos de un *Complejo QRS*).

- ◆ *Onda P* es siempre positiva  $D_{II}$  aVF  $V_2$   $V_3$   $V_4$   $V_5$   $V_6$  y negativa en aVR. Pudiendo ser variable, negativa o positiva en  $D_I$   $D_{III}$  aVL ya que depende de la posición del corazón con respecto al cuerpo (y no es tratado en éste apunte cómo varía en dichas derivaciones porque carece de importancia). En la derivación  $V_1$  se observa a la *Onda P* como bifásica (primer componente positivo y después negativo).

¿Porqué vemos la *Onda P* así? Como bien vimos en el apartado “Vector auricular” en la página 31, el vector auricular mira hacia abajo y hacia la izquierda. Por lo que en las derivaciones ubicadas en esas posiciones van a observar al vector auricular como positivo ( $D_{II}$  aVF  $V_3$  a  $V_6$ ). La única derivación que la ve sí o sí negativa, es aVR, ya que su localización es arriba y a la derecha (lo opuesto a la dirección del vector auricular).

Acuérdense que en  $V_1$  vemos a la *Onda P* como una onda positiva y negativa (onda bifásica), y éso, se debe a como se va despolarizando ambas aurículas cronológicamente. Primero lo hace la aurícula derecha (que su vector mira hacia adelante) y luego la aurícula izquierda (que su vector mira hacia atrás), produciendo la onda bifásica en dicha derivación.

- ◆ En la derivación  $D_{II}$  se observa que el *Complejo QRS* es el típico complejo “qRs”. Las tres ondas, son los tres vectores de despolarización ventriculares que vimos anteriormente. La pequeña “q”, es el 1° vector, y éste se dirige hacia la derecha en el plano frontal, produciendo una pequeña deflexión negativa en  $D_{II}$  (es pequeña, ya que el 1° vector es de pequeño tamaño). No sucede ésto con el 2° vector, ya que éste se dirige hacia abajo y hacia la izquierda (justo donde está ésta derivación), por lo que es lógico que éste, registre a dicho vector como una gran deflexión positiva “R”. Y el 3° vector, se dirige hacia arriba y hacia la derecha, por lo que inscribirá una deflexión negativa la derivación  $D_{II}$  y como éste vector no es de tanta magnitud como el 2° vector, pues producirá una pequeña onda “s”.
- ◆ En la derivación aVR, es la derivación “negativa”. Negativa, porque posee la *Onda P* negativa, el *Complejo QRS* negativo (que sería un “rS”)<sup>28</sup> y una *Onda T* negativa. Y eso está bien, ya que tiene que ser así. Es mas, les diría (que hasta lo hago yo siempre), que cuando vean un ECG, vean siempre aVR, y si éste no es así, es decir, todo negativo, una posibilidad es que se lo ha conectado mal (el electrodo amarillo fue puesto en el brazo derecho y el rojo en el izquierdo), y la otra es que el paciente posee una patología.
- ◆ En  $V_1$  observamos que el *Complejo QRS* es un “rS”. Y ésto es debido a que la r se debe al 1° vector (que mira hacia la derivación  $V_1$ ), y la “S” al 2° y 3° vector (ya que éstos dos miran hacia atrás, y gracias a eso, producen una deflexión negativa en dicha derivación).<sup>29</sup>
- ◆ Con respecto a la polaridad de las *Ondas T*, que habíamos visto antes que deben ser de igual polaridad que el *Complejo QRS*, en algunas derivaciones ésto no se cumple. Si hablamos de un corazón normal (con sus *Complejos QRS* normales), pues vamos a ver *Ondas T* positivas en prácticamente todas las derivaciones salvo en tres casos: en aVR se ven negativas (ésto es lógico, porque como el *Complejo QRS* es negativo) y

28 En algunos casos, existe un complejo “rSr’ ” ya que la “r’ ” (r prima) se debe al 3° vector de despolarización. La cuestión, es que explicar que también existe una r prima a ésta altura de la carrera (2° año de medicina), es complicarles la vida. Van a ver mas adelante que éstas r primas en otras derivaciones son signo de patología, pero olvidense ésto de la r prima, ya que nadie, nadie se los va a tomar. Pero sepan que en aVR puede tener una pequeña deflexión positiva (debido al 3° vector). Sólo eso.

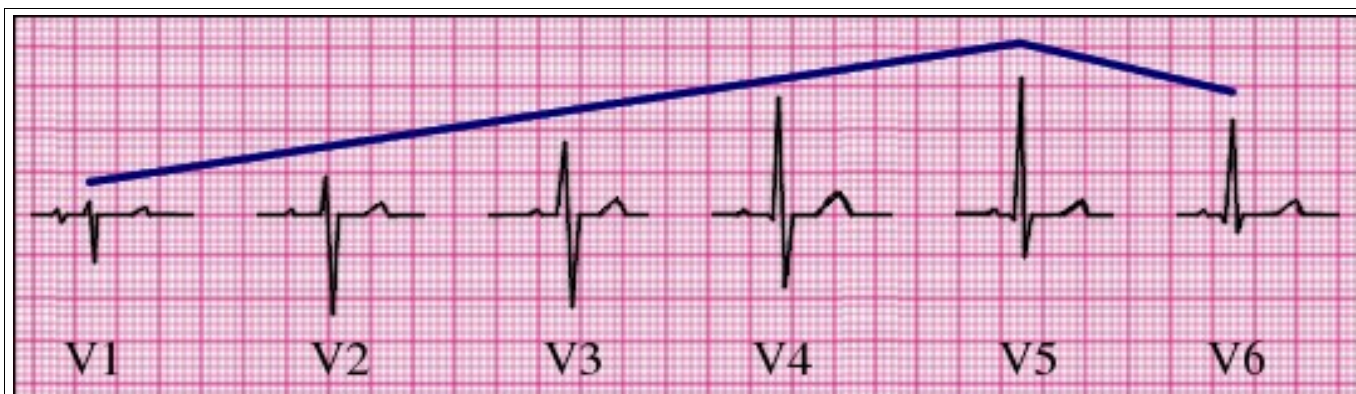
29 Lo que usted podría decirme es que el 3° vector mira hacia la derecha (y eso podría hacer que en  $V_1$  registre una deflexión positiva), pero si miramos la Figura IV-4 (sección de vectores resultantes en el plano horizontal, es decir, abajo a la derecha de la figura), y pensando sobre la derivación  $V_1$  dibujáramos el hemicampo positivo y negativo para dicha derivación, veríamos que si bien el 3° vector se dirige hacia la derecha, al irse también hacia atrás, hace que el vector resultante apunte al hemicampo negativo. ¿Se entendió de que aquí no podría existir una r prima? Pero ésto es muy fino, se va muy al caraj... de fino.



en  $V_1$  y  $V_2$  puede ser difásica con un componente negativo primero y luego positivo (ésto se da en adultos jóvenes y frecuentemente en mujeres).

Para resumir, si ven *Ondas T* negativas en cualquier derivación (salvo en aVR  $V_1$  y  $V_2$ ) eso es algo que nos va a llamar la atención, pero que no es patognomónico de alguna patología en especial.

- ◆ Progresión de las ondas R en las precordiales: ésto se refiere a que desde  $V_1$  hasta  $V_5$  se observa que las R de los *Complejos QRS*, van haciéndose cada vez mas grandes, y de  $V_5$  a  $V_6$  disminuye la magnitud de dicha onda (Figura IV-12). Ésto se debe a la localización de las diferentes derivaciones precordiales, siendo  $V_5$  la que mas directamente ve al eje eléctrico.



**Figura IV-12:** Progresión de la “onda R” en las precordiales (creciendo de  $V_1$  a  $V_5$ ). La línea azul intenta graficar el ascenso de la onda R (disminuyendo de  $V_5$  a  $V_6$ ). Observe también, como la pequeña onda q en  $V_5$  y  $V_6$  (que se debe al 1° vector de despolarización ventricular), se lo ve como onda r en  $V_1$  (siendo el mismo fenómeno). Las ondas R mas grandes desde  $V_2$  hasta  $V_6$  se deben en mayor medida al 2° vector ventricular.

### ★ El “Paso a Paso” para observar un ECG de manera ordenada y sin olvidarnos nada

Agregué éste apartado, porque me parece muy interesante ya para que tengan una idea de cómo se mira un ECG de manera ordenada y sin olvidarnos nada conforme vayamos viendo el ECG (y para que no se pierdan).

Voy a agregar ciertas patologías, que para los chicos de 2° año de medicina, es totalmente absurdo que los estudien ahora, ya que por un lado no van a ser tomados, y por el otro, todavía son necesarios otros conocimientos para entender dichas patologías.

Por lo que repito: **¡Las patologías que agrego (que no las tienen que estudiar) son para darles un sentido a porqué medimos las diferentes ondas y segmentos!!** ¬.¬ ¿Se entendió? ¬.¬

Si alguien les da un ECG y les dice: “mirá.... fijate que tiene”, no se desesperen, no se apuren, y tarden todo el tiempo que necesiten, y sigan éstos pasos, que les prometo que no se van a olvidar de nada:

- **Ritmo Sinusal:** para que sea *Ritmo Sinusal* la *Onda P* tiene que proceder al *Complejo QRS* (ya que si no lo precede, el ritmo del corazón no esta dado por el *Nodo Sinusal*) y que la *Onda P* sea positiva en  $D_{II}$  y aVF y negativa en aVR. Si lo ven así, dicen “posee ritmo sinusal...”. Si no lo posee, dicen “no tiene ritmo sinusal” entrando en un montón de diferentes patologías.
- **Ritmo Regular:** si es regular, nos quedamos tranquilos, pero si no lo es, perfectamente le decimos al médico “el ritmo es irregular” (el cual entran aquí muchas arritmias como Fibrilación Auricular, Fibrilación Ventricular, Bloqueos AV de 2° grado -BAV2º-, etc).
- **Frecuencia:** lo normal es entre 60 a 100 latidos por minuto (frecuencias mayores a 100 por minuto se llaman taquicardia y menos de 60 bradicardia.). Acuérdense que para sacar la frecuencia cuando el ritmo es regular pueden usar ciertos métodos, pero cuando es irregular otros ¡Ojo con éso!
- **Eje Eléctrico:** si alguien les pide ésto, se refiere al eje eléctrico de ambos ventrículos, en el plano frontal y del *Complejo QRS*, es decir, la despolarización. Notifican dicho eje diciendo: “eje normal”; “eje desviado hacia la derecha”; “eje desviado hacia la izquierda”; “eje con desviación extrema”; “eje indeterminado”).

Saber el eje de un ECG, permite encasillar o agrupar ciertas patologías (y también descartarlas mediante el eje eléctrico), por lo que siempre es útil saber que eje tiene el ECG que estamos mirando.

- **Onda P:** normalmente, la morfología de ésta onda se la ve en la derivación  $D_{II}$  y cuando les digan “fíjate cuanto mide la *Onda P*”, es seguro que te estará diciendo “fíjate cuanto mide la *Onda P* en la derivación  $D_{II}$ ”. Si te dice que la mires en otra derivación, te lo va a especificar. Lo normal, es que tenga una altura no mayor a 2,5mm y una duración de hasta unos 0,11seg. Si la altura es mayor a lo normal, estamos en presencia de un Agrandamiento Auricular Derecho, y si mide mas de 0,11seg de un Agrandamiento Auricular Izquierdo. Si estamos en presencia de ambas anormalidades (aumento de altura y duración), significa que tenemos un Agrandamiento Bi Auricular.  
Además, debemos de ver si la polaridad de la *Onda P* es acorde a la derivación (que lo vimos en la página 41), ésto me dice que si la polaridad no es fisiológica, significa que pueden haber otros focos fuera de lugar con respecto al marcapaso del *Nodo Sinusal* (Focos Ectópicos), con lo que podemos tener ciertas arritmias auriculares, como Marcapaso Migratorio, Ritmo Auricular bajo, Aleteo Auricular, Extra-sístoles Auriculares, etc.
- **Intervalo PR:** medimos su duración (desde el inicio de la *Onda P* hasta el inicio del *Complejo QRS*). Si da mas de 0,20seg estamos en presencia de Bloqueos del Nodo AV -Bloqueos AV-, y si mide menos de 0,12seg, tenemos ante nuestros ojos, patologías llamadas Síndromes de Pre Excitación (siendo el más conocido el Wolf-Parkinson-White ó WPW).
- **Segmento PR:** no lo medimos normalmente, salvo para la obtención de un índice específico o cuando el *Intervalo PR* da anormal. Por lo que si ustedes miden un *Intervalo PR* normal, se saltan éste paso, ya que mas datos no les va a aportar. Lo que si hacemos (independientemente de la duración del *Intervalo PR*), es saber si dicho segmento es isoeléctrico, es decir, si dicho segmento se encuentra a la misma “altura” que la línea basal. Si no lo está, podemos tener como patología a la Pericarditis o Infartos Auriculares.
- **Complejo QRS:** hay que ver su duración (que lo normal es desde 0,07seg hasta 0,10seg). Muchas patologías pueden agrandarlo, como los Bloqueos de Rama (tanto Derecha como Izquierda -BRD y BRI respectivamente-), ritmos ventriculares como Extra-sístoles Ventriculares (EV), ritmos de marcapasos que se les implantan a los pacientes, ciertos fármacos producen un aumento de la duración del *Complejo QRS*, etc. Si bien ésto es mas difícil, saber si el *Complejo QRS* posee una “onda Q” patológica, lo que me indica si tuvo un infarto (no quise explicar mucho eso de las onda q, ya que se escapa de la fisiología).  
Habíamos dicho que la amplitud del *Complejo QRS* no posee un voltaje normal o estándar como en la *Onda P*, pero en ciertas patologías pueden aumentar el voltaje o disminuirlo, como en Hipertrofias Ventriculares Derechas e Izquierdas -HVD e HVI- o Derrames Pericárdicos respectivamente.  
La progresión de las Ondas R anormal en las precordiales, nos dan una idea de la masa ventricular del septum. Y otra cosa mas que podríamos agregar para saber si un *Complejo QRS* es normal o patológico, es sobre la morfología de las ondas q, r y s del complejo en cada derivación. Por ejemplo, una onda r' (r prima) en precordiales, me habla de Bloqueos de Rama Derechas e Izquierdas.
- **Segmento ST:** si está a mas de un milímetro por encima de la línea basal o está por debajo (sea cual sea la altura) no es normal, y podamos estar en presencia de diferentes Injurias del Miocardios (lo que posteriormente originarán a los infartos). También, es útil saber si dicho *Segmento ST* es recto de forma horizontal (lo normal), o de forma ascendente (patológico). Si es curvo (de forma cóncava o convexa) también será patológico.
- **Onda T:** que sea asimétrica, siempre nos va a tranquilizar. Pero si no lo es y es perfectamente simétrica, puede estar hablando de Isquemias de Miocardio, ciertos fármacos, alteraciones electrolíticas en sangre, como la Hiperkalemia (aumento de la concentración de potasio en la sangre), etc. También, hay que evidenciar la polaridad de la *Onda T* (en todas positivas salvo en aVR que es negativa -siendo acorde al *Complejo QRS* negativo en dicha derivación- y en  $V_1$  y  $V_2$  pudiendo variar), ya que si no es acorde, puede ser que haya una sobrecarga ventricular.
- **Onda U:** puede estar como que no. Lo que me importa, es que si está, no supere en altura a la *Onda T*, como sucede en una hipokalemia -disminución de la concentración de potasio en la sangre-.
- **Intervalo Qtc:** fíjense que no dije “*Intervalo QT*”, sino el “*Intervalo QT corregido*”, ya que como varía con la frecuencia, el *Intervalo QT* de forma aislada no me sirve de mucho. Hay que utilizar la fórmula de Bazett “ $QT / \sqrt{R-R}$ ”. Lo normal es entre 0,38seg hasta 0,44seg y ciertos fármacos pueden aumentar la duración.

## ¡A recordar!

- ✓ Es importante saber como se va despolarizando los ventrículos y aurículas cronológicamente, ya que partiendo de esa base, puede obtenerse sin error alguno los vectores resultantes (con la posterior obtención del eje eléctrico).
- ✓ Si sabemos lo normal, aunque nos parezca obvio, podemos fácilmente “predecir” como van a ser los vectores en patologías específicas. O mucho mejor aún, viendo como son las diferentes ondas del *Complejo QRS* en una derivación cualquiera, puedo tener una idea bastante acertada de como se despolarizó el ventrículo, y si lo hizo fisiológicamente o patológicamente. Ésto puede utilizarse para cualquier onda en el ECG (siendo el *Complejo QRS* y la *Onda P* las mas fáciles de razonar).
- ✓ El vector auricular, mira hacia abajo y a la izquierda (y también hacia adelante y hacia atrás). Por lo que el eje eléctrico en el plano frontal de la *Onda P* es de  $+60^\circ$ , y en el plano horizontal se puede ver como una onda isodifásica (que se lo observa en la derivación  $V_1$ ).
- ✓ El **1º vector** ventricular, se dirige hacia adelante y la derecha, ya que el tabique interventricular se despolariza de izquierda a derecha, y de atrás hacia adelante dirigiéndose hacia la punta del corazón. Arriba o abajo va a depender si el corazón está vertical u horizontal respectivamente.
- ✓ El **2º vector** ventricular, se dirige hacia atrás y a la izquierda (gracias al vector de la pared del ventrículo izquierdo) y hacia abajo (gracias a los tres vectores).
- ✓ El **3º vector** ventricular, se dirige hacia atrás, arriba y hacia la derecha (ya que las bases de ambas paredes ventriculares, miran hacia esa ahí, produciendo que el vector de despolarización mire a ese lugar).
- ✓ El vector promedio de éstos tres vectores ventriculares (eje eléctrico), va a ser normal entre  $0^\circ$  y  $+90^\circ$  (en la teoría) o entre  $-30^\circ$  a  $+110^\circ$  (en la práctica y es lo que normalmente se utiliza).
- ✓ El eje eléctrico que les van a pedir que obtengan en la práctica médica es en referencia con el plano frontal, ya que el eje eléctrico con respecto al plano horizontal, no da muchos datos útiles (y ni hablar del plano sagital).
- ✓ Para obtener o sacar el eje eléctrico, se utilizan muchísimas técnicas (que cada una tiene sus pro y contras). Yo les mostré las tres, que para mí, me parecían o mas fáciles de comprender o que mas explicaba lo que estuvimos aprendiendo hasta ahora. Ustedes utilicen las que les sirva, pero nunca está mal saberse dos técnicas, ya que a la hora de no poder sacar el eje eléctrico con la que teníamos como primera opción, podemos sacarla con la otra técnica.
- ✓ No es importante saberse como se modifica el eje eléctrico si un corazón esta mas acostado o mas vertical. Pero es bueno tener una idea, para que sepamos que el corazón puede variar de posición, y no ser así patológico.
- ✓ Tener una idea de como va a ser el latido “eléctrico” en cada derivación es muy útil, ya que nos daremos cuenta rápidamente si estamos viendo algo patológico o no. Lo malo, es que hay que aprendérselas muy bien (mucha memoria se requiere) y saberse que las variaciones entre una persona a otra son muy amplias. Lo que les aconsejo, es que razonen el porqué una derivación es de tal manera en tal derivación y listo (lo malo, es que tienen que tener bien entendido los vectores y su cronología auricular y ventricular). Es lo que mas les va a servir para el exámen y para la práctica médica.
- ✓ El “Paso a Paso”, se los agregué para que sepan ver un ECG de manera ordenada y sin que les falte nada. Las patologías **NO LAS TIENEN QUE SABER NI ESTUDIAR**, se las puse para que tengan una idea del porque se les enseña medir los segmentos y ondas. Del porqué sacan el eje eléctrico o miden la frecuencias. Sólo por eso. Es más, nadie les va a dar un ECG patológico y les digas que patología es.

### ★★ Sacar la frecuencia Cardíaca

Hay varias formas de sacar la frecuencia, pero sólo veremos las más comunes. Cuando vamos a medir la frecuencia de un latido con el siguiente, lo hacemos marcando como punto inicial una referencia del latido (séase el pico de la onda R, pico de la onda S, el inicio de la *Onda T*, el final del *Complejo QRS*, etc), y cuando contemos el espacio que hay desde “ése” punto de referencia al siguiente latido próximo, debemos terminar en el mismo punto de referencia. Es decir, si tomo como punto de referencia el pico de la onda R, mido el espacio que hay entre el pico de la onda R de mi latido inicial con el pico de la onda R del latido siguiente.

#### a) dividir el número “1.500” por número de cuadraditos (los chiquitos) que hay entre un latido y el siguiente

¿Porqué 1.500? Porque 1.500 cuadraditos hay en todo un minuto de papel que se imprime a una velocidad de 25mm por segundo. Si lo dividimos por los cuadraditos que hay entre dos latidos (que es lo que hay que medir de una referencia a la siguiente), nos va a decir la frecuencia exacta que posee el paciente.

Cuando se tienen frecuencias muy altas, se utiliza ésta técnica, ya que es la mas sensible de todas. Y cuando hay frecuencias altas, hay que saber exactamente que frecuencia se posee, pero con el menor margen de error.

#### b) dividir el número “300” por número de cuadrados (los grandes) que hay entre un latido y el siguiente

La forma de obtener la frecuencia cardíaca es similar con el anterior, pero mucho menos exacto (pero más rápido y necesitamos menos ~~coeficiente intelectual~~ recursos para realizar la cuenta). La idea, es dividir el número 300 (que es el número de cuadrados grandes que hay en todo un minuto en una tira de papel que se inscribe a 25mm por segundo) por los cuadrados grandes entre dos latidos.

#### c) regla “300-150-100”

El resultado va a ser igual que con el sistema anterior (“b”), pero con la ventaja de que obtenemos dicho resultado de una manera muy rápida (perfecto en situaciones de emergencia).

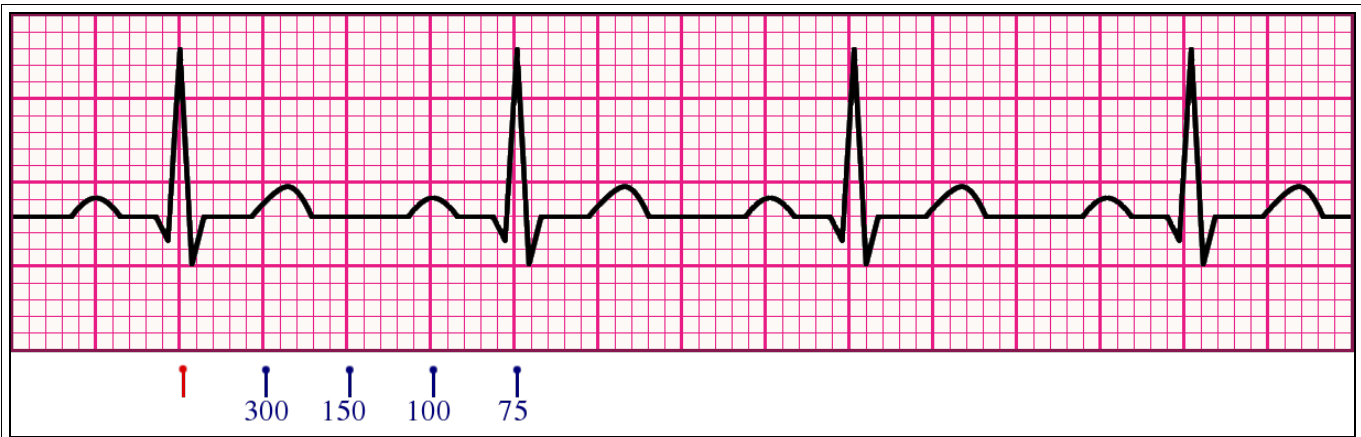
El primer problema que se nos presentaría, es que tenemos que tener memorizado éstos números en la cabeza:

**“300 – 150 – 100 – 75 – 60 – 50 – 43 – 38”**

¿Porqué tenemos que aprendernos éstos números? Porque esos número son el resultado de la división de 300 por el número de cuadrados grandes entre un latido y el siguiente. 300 dividido 3 es igual a 100 (tercer número de la lista de números). 300 dividido 5 es igual a 60 (cuarto número de la lista).

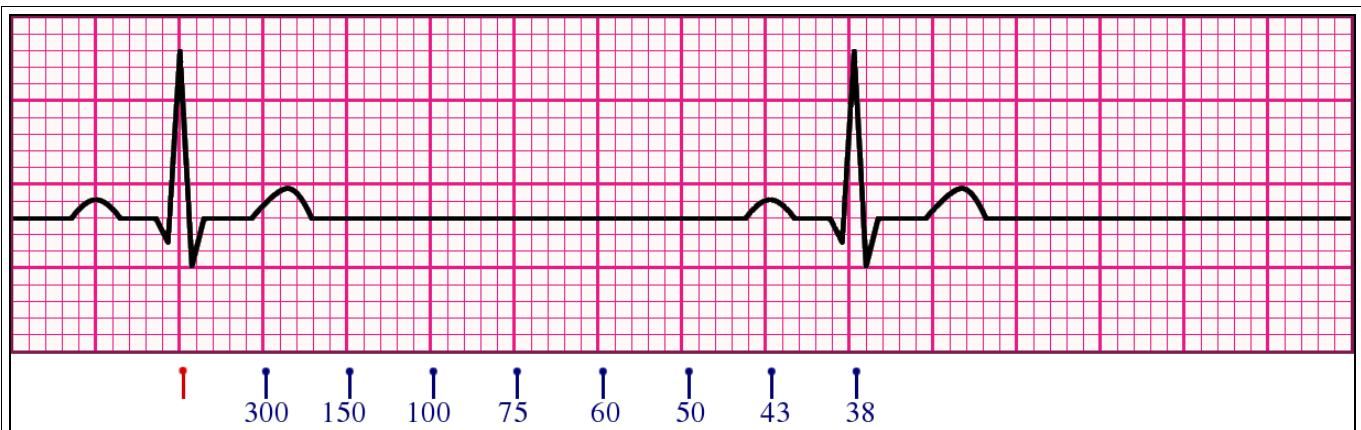
El segundo problema que se nos presenta, es que para frecuencias muy bajas es muy difícil de memorizar mas números de la lista. Yo les puse ocho números, pero con aprenderse los primeros seis basta y sobra (es decir, memoricen hasta el número 50), pero piensen que la lista continúa hasta cero.

¿No entendieron? Acá tienen una imagen que espero les aclare algo:



**Figura V-1:** Obtención de la frecuencia cardíaca mediante la regla “300-150-100”. En éste ejemplo, la frecuencia resultó ser de 75 latidos por minuto.

En el ejemplo de la Figura V-1, tomé el pico de la onda R como referencia (también podía haber tomado el pico de la *onda S*, el inicio de la *Onda T*, etc) y empiezo a contar cuadrados grandes. Por cada cuadrado grande, voy diciendo en voz alta los números: 300, 150, 100, ¡75! (grito exaltado ^^) y listo. La frecuencia es de 75 latidos por minuto. Si por ejemplo no hubiese estado el latido al cuarto cuadrado grande, seguiría contando hasta que me tope con uno, como sucede en la Figura V-2:



**Figura V-2:** Obtención de la frecuencia cardíaca mediante la regla “300-150-100”. En ésta figura, la frecuencia resultó ser de 38 latidos por minuto.

### d) técnica de los “6 segundos” para frecuencias bajas y ritmos irregulares

Vayamos primero por las frecuencias bajas. Vimos que en las primeras dos formas para obtener una frecuencia cardíaca de un trazado del electrocardiograma, necesitábamos de una calculadora o de una capacidad de cálculo en nuestra cabeza de categoría “promedio” (que no es mi caso). La tercera opción es muy útil, pero si tengo en frente un registro por debajo de los 50 se complica mucho acordarme mas números de memoria (en mi caso, me los sé hasta el 38, y nunca pude aprender un número mas allá del 38). Por lo que no tengo mas remedio de utilizar una técnica muy fácil y sensible ante frecuencias cardíacas bajas.

Como el mismo título nos dice algo, tenemos que contar los *Complejos QRS* que hay dentro de 6 segundos, y como sabemos que por cada cuadrado grande hay 0,20 segundos, podemos deducir que:

$$5 \text{ cuadrados grandes} = 1 \text{ segundo} / 30 \text{ cuadrados grandes} = 6 \text{ segundos}$$

Por lo que tendremos que medir 30 cuadrados grandes, y contar en ése largo el número de *Complejos QRS*, y por último, multiplicarlo por 10. Ya que si “X” latidos hay en 6 segundos, en 60 segundos (un minuto para los que están un poco dormidos) es “X” con un cero a la derecha.



El contar los latidos eléctricos y multiplicarlos por 10 no es tarea difícil, el problema es contar los 30 cuadrados grandes. Pero he aquí el truco, en todas las tiras de ECG que encuentren (muy difícil que no lo posea), se encuentra justo en la parte superior de la misma, unos barras verticales que sobresalen del papel milimetrado. Y son éstas barras verticales las que vamos a utilizar para medir los 30 cuadrados grandes, ya que se encuentran a una distancia (una de la otra) de 15 cuadrados grandes, o lo que es lo mismo decir, se encuentran cada 3 segundos dichas barras verticales.

Por lo que con una mano sostenemos al papel del ECG en una de esas barras, y con la otra mano la sostenemos dos barras verticales después (entre mano y mano tiene que haber 30 cuadrados de distancia).

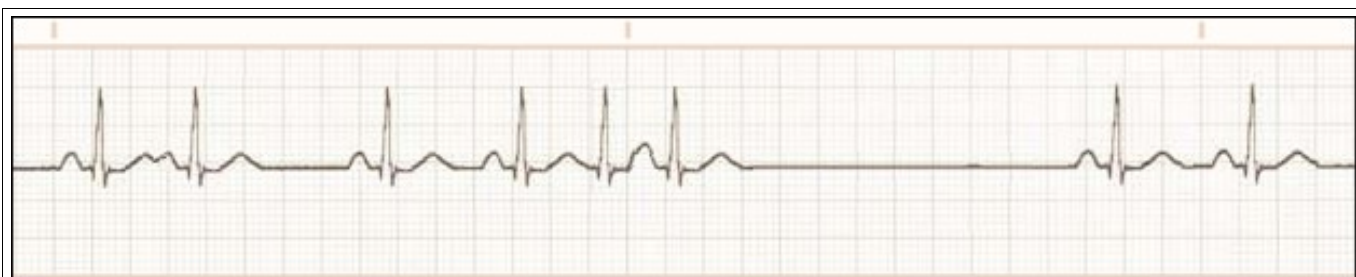
¿No me entendieron? Miremos la siguiente figura y después me cuentan:



**Figura V-3:** Tira de ECG en la derivación D<sub>II</sub> (lo que comúnmente se lo llama “D<sub>II</sub> largo”). Observen las barras verticales por encima de la tira que se encuentran por todo el papel cada 3 segundos, es decir, cada 15 cuadrados grandes. La frecuencia en ésta figura es de 40 latidos por minuto.

¿Cómo puedo sacar la frecuencia cuando el ritmo no es regular? Las primeras tres técnicas son totalmente inservibles en éstos casos, ya que íbamos de un latido al siguiente (*Complejos QRS* vecinos). Por lo que ésta técnica de los 6 segundos, a parte de sernos útiles para frecuencias bajas, también nos lo será para ritmos irregulares, ya que la información para obtener una frecuencia cardíaca aproximada va a provenir de una amplia región continua de la tira del electro en el que abarcará a varios *Complejos QRS*. Lo ideal, es que tengamos un trazado de corrido de 60 segundos de duración y contar uno por uno los latidos... pero... yo no tengo mucho tiempo en la guardia como para hacer eso. Además, si hago eso ¡¡el jefe me mata por gastar tanto papel!!

Y aquí haremos lo mismo que antes. Buscamos el espacio que se encuentra entre dos marcas (barras verticales), contamos los latidos que se observan entre dichas marcas y lo multiplicamos por 10 y listo. Miremos la siguiente figura que se nos va a facilitar las cosas:



**Figura V-4:** Ritmo irregular en una tira de ECG patológica. La frecuencia aproximada es de 70 latidos por minuto. Obsérvese que con las primeras técnicas, vamos a obtener diferentes frecuencias, dependiendo de donde nos situemos. Por ejemplo, entre el 1° y 2° *Complejo QRS* hay una frecuencia de 100 latidos por minuto, y entre el 6° y 7° latido teóricamente tendríamos una frecuencia de 25 latidos por minuto. Pero sabemos que éstas dos últimas frecuencias anteriormente mencionadas no son correctas, y la frecuencia correcta es la de 70 latidos por minuto (de manera aproximada claro está).

Aclaro que todo lo que hemos usado hasta aquí, cuenta si el registro fue hecho con una velocidad de 25mm por segundo (25mm/seg). Ya que si la velocidad con que corre el papel es otra, para usar dichas técnicas, hay que hacer las equivalencias con ésta nueva velocidad. Pero a no preocuparse chicos, ya que en el 99,99% de las veces que van a ver un ECG, va a ser a la velocidad normal, es decir, a 25mm/seg (el otro 0,01% que no va a 25mm/seg, es porque el que sacó el ECG se equivocó o de seguro toco botones en el electrocardiógrafo que no debería).



### ¡A recordar!

- ✓ Traten de entender y saber como se puede obtener una frecuencia cardíaca teniendo a mano un ECG. Siempre cuando vean un ECG, van a sacar la frecuencia cardíaca de manera inevitable.
- ✓ Cada método tiene sus pro y contras. Por lo que hay que saberlos utilizar en el momento adecuado. Cuando utilizar uno y cuando utilizar otro, es de vital importancia para que no caigamos en un error garrafal.
- ✓ La técnica de dividir los cuadraditos chiquitos entre referencias por 1.500 es una de los métodos mas exactos, pero de difícil aplicación, porque hay que tener o una calculadora física o una calculadora mental. Pero para frecuencias muy elevadas es muy útil, y casi la única que se utiliza.
- ✓ La de dividir 300 por los cuadrados grandes entre dos referencias, es mas fácil de aplicar, pero menos exactas. Igual, no van a estar muy lejos de la frecuencia verdadera, como mucho se equivocarán por unos 10 latidos como máximo (como el peor de los casos). Pero es buena ésta técnica.
- ✓ La de la regla mnemotécnica de “**300 – 150 – 100 – 75 – 60 – 50 – 43 – 38**” es igual a la anterior (mismas chances de pifiar), pero mucho mas rápida para obtener el resultado. Ideal para cuando estamos en determinadas emergencias, en donde el tiempo es muy valioso.
- ✓ Si utilizamos las barras verticales que se encuentra en la parte superior de una tira de ECG, es porque tenemos frecuencias o muy bajas o porque tenemos ritmos irregulares (único método que les mostré que puede utilizarse para ritmos irregulares). Tal vez me pregunten si puede utilizarse para ritmos regulares pero a frecuencias mas rápidas. La respuesta es que obviamente si, pero para eso, otros métodos son mas sensibles y mas fáciles.

## Nota del Autor

Me agradó mucho realizar éste apunte para que ustedes comprendieran el Electrocardiograma de la misma manera que yo (espero que sea la correcta). Me divertí y aprendí mucho (tanto en el tema del ECG como para editar imágenes y textos).

Como a mi me gusta mucho éste tema (si no lo notó significa que no prestó atención ^.^) y no me es complicado entenderlo (algo que años anteriores me era imposible comprenderlos a ustedes, ya que “era fácil” el tema). Esa falta de comprensión hacia ustedes, fue lo que me motivó, en un primer lugar, a realizar éste documento **(que por ningún motivo sustituye a libros indicados por la cátedra)**.

Simplemente, expuse lo que yo sé, pero de una manera tal que para una persona que no sepa nada de ECG pueda comprender, y hasta gustarle el tema (que es a lo que mas apunté después).

Así que... **Muchas Gracias y les deseo lo mejor. ¡¡Saludos para todos!!**

## Bibliografía

- “*El electrocardiograma en la práctica Médica*”. Cesar M. J. Serra. 2º Edición.
- “*Manual de Fisiología Cardiovascular*”. Dra. María Teresa Márquez. 3º Edición.
- “*Tratado de Fisiología Médica*”. Guyton & Hall. 9º Edición.
- “*Fisiología Humana de Houssay*”. Cingolani, Houssay & Ateneo. 11º Edición.
- “*Pautas de Electrocardiografía*”. Desirée Vélez. Editorial Marbán 2006.
- “*Introducción a la Electrocardiografía*”. Dale B. Dubin. 6º Edición.

## Agradecimientos

- A la comunidad **GNU/Linux** que me motivó, desde el inicio, al hacer éste artículo bajo la licencia CC.
- A la Doctora Cardióloga y Electrofisióloga **Luciana Schocron** por aclararme todas mis dudas.

## Licencia del archivo

Éste archivo está bajo la **Licencia Creative Commons (CC)** [versión by-nc-sa].

Por lo que usted es libre de:

- ◆ **Copiar, distribuir, exhibir y ejecutar** la obra.
- ◆ Hacer obras derivadas.

Bajo las siguientes condiciones:



- ◆ **BY:** Usted debe atribuir la obra en la forma especificada por el autor o el licenciente.
- ◆ **NC:** Usted no puede usar ésta obra con fines comerciales. (ésta es buenísima... ¿o no?)
- ◆ **SA:** Si usted altera, transforma, o crea sobre esta obra, sólo podrá distribuir la obra derivada resultante bajo una licencia idéntica a ésta.

## Programas utilizados

- Las imágenes fueron creadas/modificadas mediante el programa **GIMP** (Programa Manipulador de Imágenes de GNU). Similar y muy superior al programa Photoshop® de la compañía Adobe®, pero con la ventaja de que es gratis y libre y multiplataforma.
- Éste documento fue realizado con el programa **OpenOffice**, un paquete ofimático similar, de fácil uso, y muy superior al programa Office® de la compañía Microsoft®, pero con la ventaja de que es gratis y libre y multiplataforma.



Puede ser descargado gratuitamente en la página: <http://www.gimp.org.es/>

Versión del Documento: **3.0**

Mi mail es [yoprideon@gmail.com](mailto:yoprideon@gmail.com) . A quién lo solicite, le puedo enviar el trabajo.  
Se aceptan sugerencias, comentarios y correcciones.