

Nuevas derivaciones electrocardiográficas y vectorcardiogramas regionales

New Electrocardiographic Leads and Regional Vectorcardiograms

MARIO J. MC LOUGHLIN¹, JOSÉ M. DI DIEGO^{2,3}

RESUMEN

Las derivaciones bipolares precordiales (PBL, Precordial Bipolar Leads, por su denominación en inglés) proporcionan nueva información a partir del ECG estándar de 12 derivaciones. Estas derivaciones son un complemento ideal de las derivaciones unipolares clásicas (V1 a V6) del ECG porque son prácticamente perpendiculares a estas últimas y permiten evaluar los ejes precordiales derecha-izquierda y anteroposterior, así como crear vectorcardiogramas regionales (VCGR). Los VCGR posibilitan la selección de la región miocárdica específica que se desea estudiar sin interferencias de otras partes del corazón.

Una ventaja importante es que, usando el *software* adecuado, es posible generar simultáneamente tanto el ECG y el VCG estándar como las nuevas derivaciones y VCGR. Toda esta información puede derivarse de los datos almacenados en la base de datos de un hospital, siempre y cuando hayan sido registrados digitalmente por un ECG de 12 canales simultáneos. Esto significa que no se requieren electrodos o cables adicionales, ni trabajo técnico extra.

Con el uso de los datos del ECG clásico, se pueden crear diversas derivaciones bipolares, unipolares ponderadas, vectorcardiogramas regionales y gráficos circulares del ECG. Estas nuevas presentaciones han permitido identificar patrones electrofisiológicos anormales que antes no habían sido identificados.

Palabras clave: Electrocardiografía - Isquemia miocárdica - Arritmias - Infarto de miocardio

ABSTRACT

Precordial bipolar leads (PBL) provide new information from the standard 12-lead ECG. These leads are an ideal complement to the traditional unipolar leads (V1 to V6) of the ECG because they are practically perpendicular to the latter and allow evaluation of the right-to-left and anteroposterior precordial axes, as well as the construction of regional vectorcardiograms (RVCG) that enable the selection of the specific myocardial region to be studied without interference from other parts of the heart.

An important advantage is that, using the appropriate software, it is possible to simultaneously generate the standard ECG and VCG as well as the new leads and RVCG. All this information can be derived from data stored in a hospital database, provided they have been digitally recorded by a simultaneous 12-channel ECG. This means that no additional electrodes or cables and no extra technical work are required.

Using typical ECG data, various bipolar leads, weighted unipolar leads, RVCG and ECG circular charts can be created. These new displays have made it possible to identify previously undetected abnormal electrophysiological patterns.

Key words: Electrocardiography - Myocardial ischemia - Arrhythmia - Myocardial infarction

INTRODUCCIÓN

Las derivaciones bipolares precordiales (PBL por su sigla en inglés) han sido descritas hace más de un siglo. Además de las derivaciones de Lewis, Nehb, Cossio y Fontaine, (1-4) las PBL se usan comúnmente en los monitoreos de quirófano y cuidados intensivos y también en el estudio Holter. No obstante, su uso es

empírico, no sistematizado y sus electrodos no son los mismos que los del ECG estándar. Contrariamente, en esta revisión se analiza un nuevo método electrocardiográfico sistematizado que no requiere cables adicionales ni trabajo técnico extra, ya que se basa en el procesamiento de los datos obtenidos en un electrocardiograma digital de 12 canales simultáneos, ya sea de un paciente o almacenado en una base de datos. (5,6)

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:367-375. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20824>

Ver artículo relacionado: Rev Argent Cardiol 2024;92:330-331. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.v92.i5.20826>

Recibido: 18/07/2024 - Aceptado: 18/09/2024

Dirección para correspondencia: Mario Jorge Mc Loughlin. mario.mcloughlin@gmail.com



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

¹ Investigaciones Médicas Florida, Buenos Aires, Argentina.

² Research Professor (retirado)

³ Lankenau Institute for Medical Research, Wynnewood, Pennsylvania, USA

La recombinación de registros permite crear diversas derivaciones bipolares, unipolares ponderadas y vectorcardiogramas regionales, así como gráficos circulares del ECG. (7) Estas nuevas presentaciones no solo facilitan la detección de patología electrocardiográfica, sino que también, como ocurre con las derivaciones bipolares precordiales, muestran fenómenos eléctricos en los ejes derecha-izquierda y anteroposterior que no son visibles en los 12 trazados del ECG estándar.

BASE RACIONAL DE LAS DERIVACIONES BIPOLARES PRECORDIALES (PBL)

Una derivación bipolar precordial (PBL) mide la diferencia de potencial entre dos electrodos precordiales clásicos, designado uno como positivo y el otro como negativo. Es importante recordar que las derivaciones precordiales del ECG estándar son derivaciones unipolares (PUL, por su sigla en inglés), utilizando la central terminal de Wilson como neutro y un electrodo aplicado en la piel como positivo. Mediante distintas combinaciones de las PUL V1 a V6, se pueden generar hasta 15 PBL, casi perpendiculares a la línea media que une las PUL que las originan, y estudiar el sector cardíaco comprendido entre los dos electrodos PUL. (8) Por ejemplo, la derivación II de Fontaine es similar a las PBL V4-V1 o V5-V2. (4)

Por lo tanto, las PBL creadas a partir de V1 a V4 exploran el eje derecha-izquierda, mientras que V6-V3 lo hace en un plano oblicuo y V6-V4 examina el eje anteroposterior. (Figura 1)

DESCRIPCIÓN DE LA NUEVA METODOLOGÍA

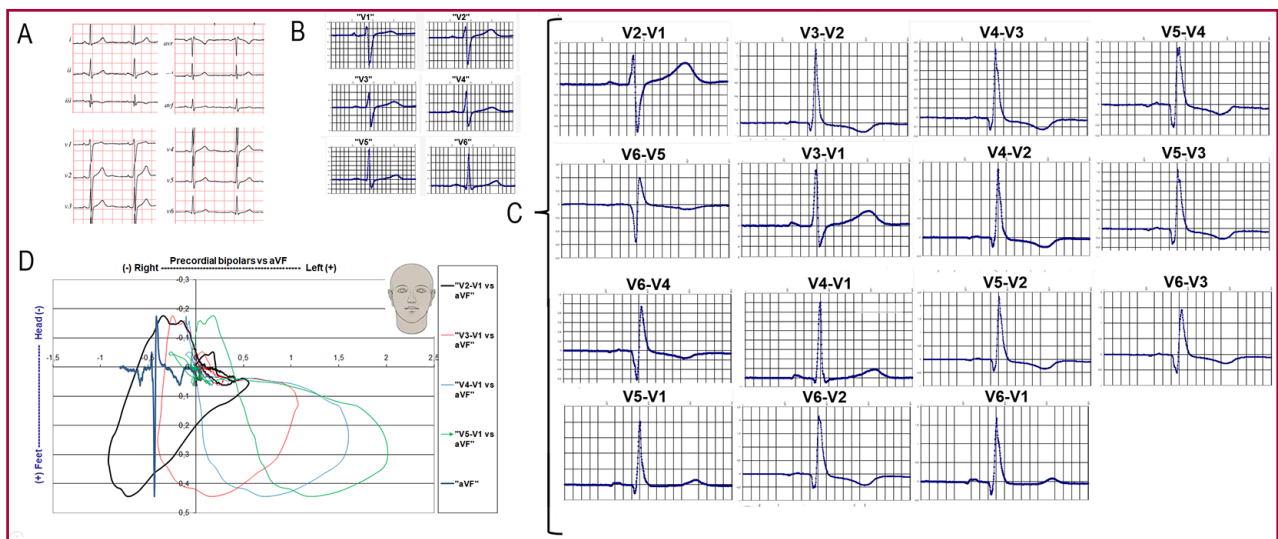
Esta nueva tecnología implica la generación de PBL, derivaciones unipolares precordiales ponderadas (WPUL, por su sigla en inglés) y la construcción de vectorcardiogramas regionales (VCGR), graficando una PBL frente a una PUL o una WPUL. Además, al ser datos digitales, se pueden realizar mediciones confiables del tiempo y amplitud de los fenómenos eléctricos, lo que es crucial para detectar alteraciones en tiempo y amplitud secundarias a una isquemia miocárdica.

Los estándar ECG digitales estudiados para aplicar nuestra nueva metodología provienen de las bases de datos STAFF III y PhysioBank ATM: PTB DIAGNOSTIC ECG, los cuales están disponibles públicamente. (9-11)

Derivaciones bipolares precordiales (PBL)

Es importante recordar que las derivaciones I, II y III del ECG clásico son bipolares. Por lo tanto, las PBL simplemente consisten en seleccionar uno de los electrodos precordiales como el brazo derecho (negativo) y otro como la pierna o brazo izquierdo (positivo). Como regla de trabajo, hemos establecido que el electrodo situado más a la izquierda sea considerado positivo (por ejemplo: V2 (+) V1 (-), V6 (+) V1 (-), V6 (+) V4 (-), etc.)

Entonces, al comparar V2 con V1, obtenemos la PBL V2-V1, y al hacerlo entre V6 y V4, obtenemos la PBL V6-V4. La PBL V2-V1 es especialmente importante, ya que explora el área retroesternal y es altamente sensible a los trastornos del septum y del ventrículo derecho (VD).



PBL: derivación bipolar precordial; PUL: derivación unipolar precordial

Fig. 1. Paciente control. A. ECG standard de 12 canales simultáneos. B. Trazados digitales de las PUL de "A", que difieren en que están graficadas para mostrar más detalles, sacrificando la comparación de la amplitud relativa. C. Las 15 PBL que pueden crearse con las PUL del ECG estándar, utilizando el electrodo más a la izquierda como positivo y el de la derecha como negativo. Obsérvese que las PBL laterales (V6-V4 y V6-V5) tienen su electrodo positivo hacia atrás, por lo que comienzan con una importante onda Q, indicativa de que el vector inicial tiene dirección posteroanterior. D. Gráfico comparativo que muestra el bucle de las PBL en el plano frontal, construido por el uso de aVF como referencia cefalocaudal.

Derivaciones unipolares precordiales ponderadas (WPUL)

Las WPUL son derivaciones que se crean usando proporciones complementarias de dos PUL. La proporción más común es el promedio de ambas (50 % de cada una). Por lo tanto, la WPUL V2+V4 es igual al promedio de ambas y debería ser equivalente a la PUL V3 (o PUL V5 en el caso de WPUL V4+V6). De manera similar, la WPUL V1+V2 equivaldría a tener un electrodo en el medio del esternón. Este método ha sido validado en otras publicaciones (5-7) y es utilizado rutinariamente en muchos equipos de electrocardiografía para calcular algunas de las derivaciones estándar. (12-13)

Bucles regionales de la actividad eléctrica (vectorcardiogramas regionales: VCGR)

Estos bucles se crean combinando derivaciones precordiales unipolares clásicas (PUL) o ponderadas (WPUL) con derivaciones bipolares (PBL), las cuales son perpendiculares a las primeras. Los vectorcardiogramas regionales permiten el estudio del tabique y de la pared anterior, (14) así como del ápex cardíaco. (15) Además, magnifican los fenómenos eléctricos locales en comparación con otras regiones. Para facilitar la interpretación, especialmente para usuarios no familiarizados con la vectocardiografía, es posible añadir a estos bucles los trazados que los originan. Utilizando los ejes de coordenadas para indicar el tiempo y el voltaje, se pueden comparar ambas mediciones. Por ejemplo, el eje "X" representa el voltaje de la derivación "derecha a izquierda", pero también constituye la base de tiempo para la derivación anteroposterior (Figura 2). Por otro lado, en el eje "Y" ocurre lo contrario. Esto no solo permite observar las distorsiones del bucle del VCGR, sino que también facilita la estimación del tiempo y la amplitud eléctrica de cada fenómeno.

Control del progreso de la activación cardíaca (ECG circular)

A diferencia de la tira del ECG, el ECG circular presenta todas las derivaciones de un plano superpuestas en un círculo, donde el radio representa la amplitud y el perímetro el tiempo. Esta representación facilita la apreciación de las diferencias temporales en la actividad eléctrica, lo que lo hace especialmente útil para observar síndromes de preexcitación. (Figura 3). (7)

REPRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD ELÉCTRICA REGIONAL

Dado que cada PBL explora una región particular del miocardio, no es posible analizar todas en una revisión. Por lo tanto, en esta nos enfocamos únicamente en lo relacionado con las derivaciones del área retroesternal.

Derivación unipolar ponderada V1+V2 (WPUL V1+V2)

Como se mencionó anteriormente, esta derivación representa el promedio de las clásicas V1 y V2. Por lo

tanto, se posiciona en el centro del esternón, perpendicular a la PBL V2-V1. Esta disposición espacial permite construir un VCGR que explora el área retroesternal en el plano transversal. Además, utilizando la derivación cefalocaudal aVF asociada a la PBL V2-V1, se puede generar un VCGR del plano frontal retroesternal. En este último caso, aunque las amplitudes son ligeramente disímiles la disposición espacial se mantiene.

Derivación bipolar precordial V2-V1 (PBL V2-V1)

Esta derivación es similar a colocar el electrodo del brazo derecho en V1 y el del izquierdo en V2. Es una de las más útiles ya que examina el eje derecha-izquierda del espacio retroesternal, que no es explorado en el ECG standard. El centro de esta derivación se halla en el medio del esternón y define con claridad la derecha e izquierda eléctrica del paciente. Esta distinción es importante para contrastar las diferencias entre estas nuevas derivaciones y las del ECG estándar: mientras que en este último se acepta que el primer vector se dirige hacia la derecha, hemos observado en 43 de 52 (83 %) controles que en la PBL V2-V1, el primer vector se dirige hacia la izquierda (datos aún no publicados). Esta discrepancia puede atribuirse al hecho de que la PBL V2-V1 sólo abarca el sector retroesternal, mientras que el ECG tradicional considera todo el corazón, lo que resulta en vectores iniciales diferentes.

Vectorcardiograma regional retroesternal (WPUL V1+V2 vs. PBL V2-V1 y aVF vs. PBL V2-V1)

Como mencionamos anteriormente, la creación de estos dos VCGR permite tener una apreciación tridimensional de la actividad eléctrica retroesternal (Figura 2).

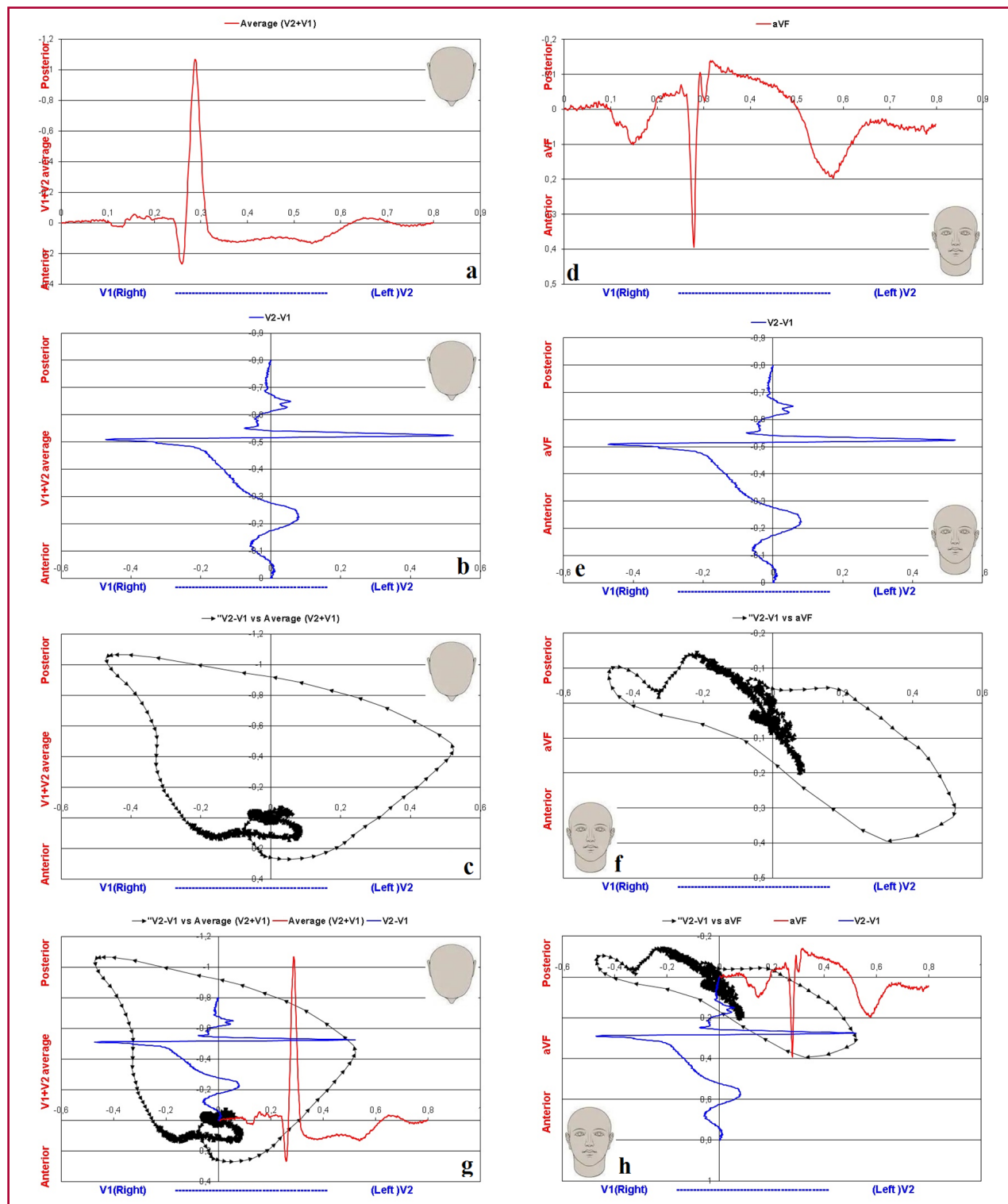
En el plano transversal, la rama eferente del bucle QRS del VCGR retroesternal apunta hacia la izquierda y adelante mientras que la rama aferente termina en el cuadrante derecho y posterior, dibujando un óvalo. En el caso de un infarto de pared anterior, se pierden las fuerzas eléctricas del tabique y desaparece la desviación hacia la izquierda de la PBL V2-V1 (Figura 4, panel derecho). (12) En los bloqueos completos de ramas del haz de His, el bucle formado por la PBL V2-V1 vs. WPUL V1-V2 apunta hacia atrás. (7) La PBL V2-V1 es especialmente útil en la oclusión de la arteria coronaria derecha (CD) porque muestra un desplazamiento del segmento ST hacia la derecha, lo que sugiere isquemia del ventrículo derecho. (16)

LOS NUEVOS MÉTODOS Y LA PATOLOGÍA CARDÍACA

Infarto agudo de miocardio

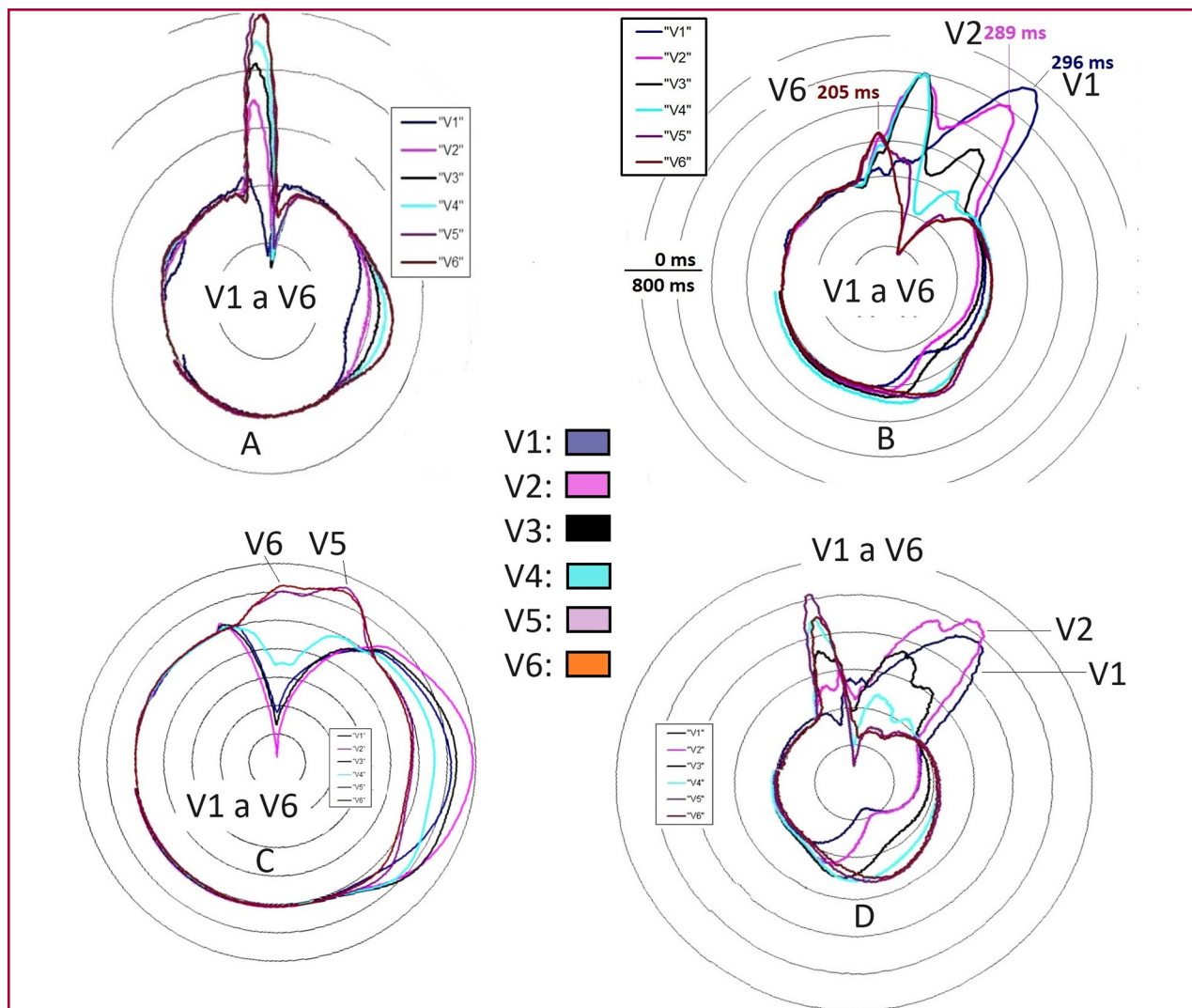
Dado que la PBL V2-V1 se enfoca en la región retroesternal y excluye gran parte del ventrículo izquierdo, el vector inicial del QRS normal, a diferencia del ECG estándar, tiende a apuntar hacia la izquierda. Este bucle del VCGR retroesternal transversal es ovalado, con sentido antihorario y pasa por los cuatro cuadrantes.

En pacientes con infarto de miocardio de cara anterior, la necrosis anula las fuerzas eléctricas del tabi-



CD: arteria coronaria derecha; PBL: derivación bipolar precordial; VCGR: vectorcardiograma regional; WPUL: derivación unipolar precordial ponderada

Fig. 2. Paciente con oclusión de tercio medio de la CD. Paneles a, b, c y g: Plano transverso retroesternal. Paneles d, e, f y h: Plano frontal retroesternal. En los paneles a y d se muestra solo la derivación unipolar y su influencia en el bucle (a: WPUL V1+V2 y d: aVF). En los paneles b y e se muestra la PBL V2-V1 y su influencia en el bucle. Los paneles c y f muestran la suma de las dos derivaciones y el bucle que generan. Los paneles g y h integran los trazados y el bucle del VCGR. Es importante destacar que en el plano transverso se aprecia continuidad en el bucle del complejo QRS y el de la onda T, lo que genera el signo "omega" de isquemia. En todos los paneles, el eje "X", el eje "Y" y el eje "Z" representan el tiempo (milisegundos) para un trazado y la amplitud (mV) para el otro. En aVF, el vector positivo se dirige hacia los pies del paciente. Por lo tanto, en estos gráficos, el trazado de aVF se invierte en comparación con el ECG estándar.



BCRD: bloqueo completo de rama derecha; BCRI: bloqueo completo de rama izquierda; WPW: Wolf Parkinson White.

Fig. 3. A. ECG circular normal del plano transversal (V1 a V6). B. ECG circular en un paciente con WPW. Se observa que la despolarización comienza por V6 (205 ms) mientras que V2 y V1 muestran un retraso (289 y 296 ms respectivamente). V1 alcanza su pico 91 ms después de V6. La disociación entre las precordiales izquierdas y derechas sugiere dos vías diferentes de despolarización. C. ECG circular en un BCRI. Se observa la típica "meseta" de V5 y V6, así como la depresión negativa en V1 a V4. D. ECG circular en un BCRD. Se observa un retraso en la porción final de V1 y V2. Normalmente, el retraso en V1 es mayor que en V2.

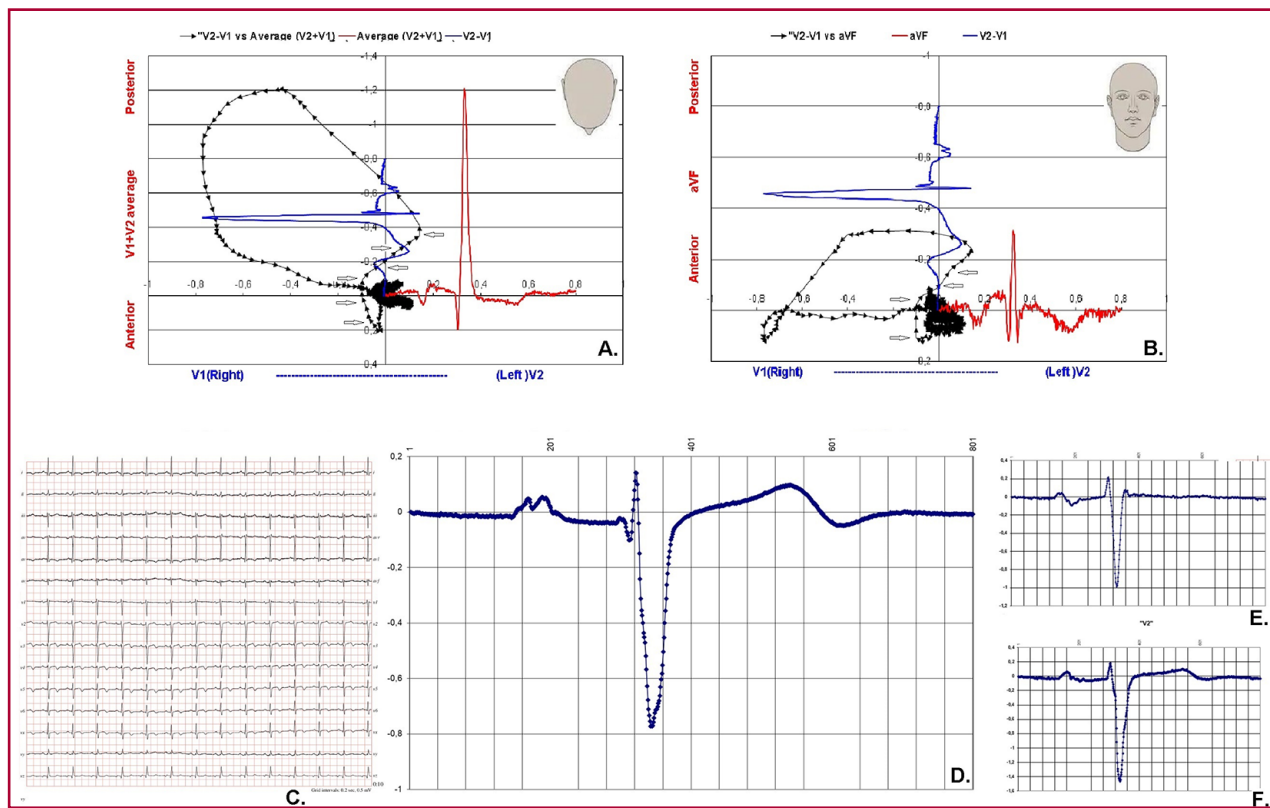
que interventricular. (7) Como resultado, las fuerzas eléctricas procedentes del ventrículo derecho toman mayor representación y desvían los vectores hacia la derecha. En esta patología, la PBL V2-V1 puede presentar 3 patrones diferentes: a. QS (indicando ausencia de fuerzas hacia la izquierda en la PBL V2-V1), b. Q inicial (es decir, el vector inicial va hacia la derecha) y c. Muesca negativa después del inicio de la onda QRS, que da un patrón de "manzana mordida" en el VCGR de la zona (Figura 4).

Isquemia hiperaguda

Las PBL han demostrado ser particularmente útiles en la evaluación de la elevación del segmento ST en

la isquemia hiperaguda. En un estudio con dieciséis pacientes que presentaban oclusión aguda de la arteria descendente anterior (DA) proximal, el bucle transversal retroesternal mostró dos patrones típicos: 1. Plegamiento del QRS o 2. Transporte del QRS. (17)

A su vez, en un grupo de 45 pacientes con oclusión de la DA en 16 de ellos, la CD en 17 pacientes y la arteria circunfleja (Cx) en 12, el 100 % mostró corriente de lesión en la PBL V2-V1. (16-18) La dirección de la corriente de lesión varió en estos pacientes: en 16 de los 45 (15 con oclusión de DA y 1 con oclusión de la CD), la corriente de lesión fue hacia la izquierda, mientras que en los restantes 29 (1 con oclusión de la DA, 16 con oclusión de la CD y 12 con oclusión de la Cx), la



PBL: derivación bipolar precordial; VCGR: vectorcardiograma regional

Fig. 4. Paciente varón, de 75 años, con infarto de 2 días de evolución en cara anterior. Se observan los trazados y los VCGR retroesternal en plano transverso y frontal (A y B), el ECG standard (C), la PBL V2-V1 (D), la PUL V1 y V2 standard (E y F). En ambos VCGR se observa el signo de la manzana mordida (*bitten apple sign*) (flechas) debido a un retorno a derecha de la porción inicial del QRS, lo que indica predominio momentáneo de las fuerzas eléctricas de la derecha. Nótese que la substracción del registro de V1 (E) respecto a V2 (F) hace que la porción negativa de la P de V1 se transforme en positiva, formando una P bimodal en la PBL (D). El trazado de la PLB V2-V1 muestra una onda negativa luego del inicio del QRS que es el que se traduce en el signo “de la manzana mordida” en los VCGR.

corriente de lesión fue hacia la derecha. Es importante destacar que estas corrientes de lesión, que están siempre presentes en el bucle retroesternal, pueden coexistir (especialmente en casos de oclusión de la Cx) con corrientes de lesión de dirección contraria en las PUL estándar V5 y V6. Esto puede generar cancelación eléctrica en el ECG de 12 canales (Figura 5). (16-18)

También la presentación de los bucles en dos ejes o en tres dimensiones permite identificar con claridad el punto J, el desnivel ST y el signo omega aun cuando no se observe desplazamiento de este en el ECG standard. (Figura 5) (19)

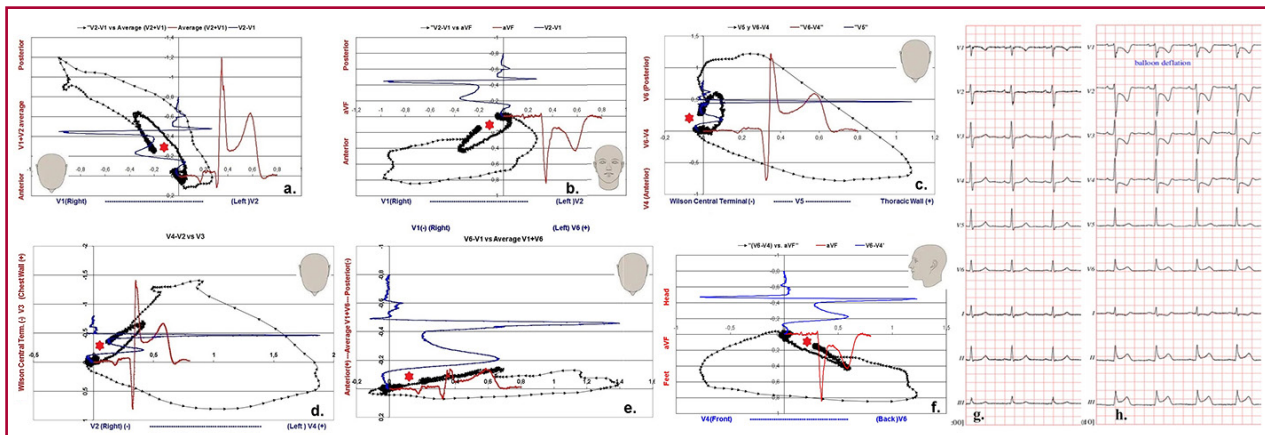
Bloqueo completo de rama izquierda (BCRI)

Como se mencionó anteriormente, la PUL V5 constituye el punto medio entre las PUL V6 y PUL V4. Cuando los trastornos de la conducción suprimen los vectores que apuntan hacia adelante, el trazado de la PBL V6-V4 muestra sólo una onda R, sin la Q inicial observada en pacientes sanos. En los casos de BCRI, donde la despolarización inicial del tabique es anormal, todo el

bucle QRS observado desde PBL V6-V4 es posterior al eje de la PUL V5. Además, debido a que en el BCRI, las PUL V1 y V2 tienen la misma amplitud negativa y son casi simultáneas (ambos electrodos se estimulan casi al mismo tiempo), la PBL V2-V1 será de muy poca amplitud y sólo mostrará las mínimas diferencias entre ambas en el tiempo. (5-7) El ECG circular mostrará muy claramente el retraso de la activación con una típica figura de “pac-man” de boca ancha en las precordiales derechas y de “meseta” en las derivaciones izquierdas (Figura 3, panel C)

Bloqueo completo de rama derecha (BCRD)

En pacientes con BCRD, las fuerzas finales del QRS en la PUL V1 muestran un importante retraso, con un aumento de voltaje, por lo que siempre se presenta en forma posterior al pico de la onda R de la PUL V2. Además, se reduce la diferencia de tiempo normal entre la deflexión intrínseca de PUL V6 y PUL V1. (5-8) En el ECG circular, se observa con claridad el retraso del pico de la onda R de la PUL V1 (Figura 3, panel D).



PBL: derivación bipolar precordial; WPUL: derivación unipolar precordial ponderada

Fig. 5. Planos transverso (a, c, d y e), frontal (b) y sagital (f). ECG basal (panel g) e isquémico (panel h). Los ejes de coordenadas representan milivoltio y milisegundos. Panel a: PBL V2-V1 vs. WPUL AVG V1+V2. Panel b: PBL V2-V1 vs. aVF. Panel c: PBL V6-V4 vs. V5. Panel d: PBL V4-V2 vs. V3. Panel e: PBL V6-V1 vs. WPUL promedio V1+V6. Panel f: PBL V6-V4 vs. aVF. Todos los bucles obtenidos durante isquemia máxima. En el panel a y b se ve una corriente de lesión dirigida hacia la derecha mientras que en el panel c la misma se dirige hacia atrás. En los paneles d y e la corriente de lesión se dirige hacia la izquierda mientras que en los paneles b y f el punto J y el segmento ST se desvían hacia abajo. Signo omega positivo en todos los bucles (asterisco).

Arritmias

Dado que estos nuevos métodos analizan solo un latido por vez, el valor de investigación o diagnóstico de esta metodología es limitado. La Figura 6 muestra el comienzo de una arritmia después del inflado del balón en la DA proximal. Sólo se muestra un intervalo de aproximadamente cincuenta milisegundos desde el inicio de la arritmia, que fue examinado mediante diferentes VCGR. (19)

En el caso de los síndromes de preexcitación, el ECG circular muestra con mucha certeza la secuencia de activación de las diversas derivaciones del ECG, y permite identificar con claridad la zona que primero se despolariza (Figura 3, panel B).

CONCLUSIÓN

Aunque la electrocardiografía tiene casi 150 años, esta nueva información respalda la implementación de los nuevos métodos de diagnóstico electrocardiográfico, lo que resulta en una valiosa adición a las prácticas clínicas actuales. Las WPUL que coinciden con las PUL V3 y V5 permiten verificar que el posicionamiento de los electrodos haya sido el correcto. Además, las PBL, debido a su proximidad con el miocardio, proporcionan señales de mayor amplitud y calidad, con una mejor relación de señal/ruido (la PBL V6-V1 es similar a la derivación DI del ECG standard, pero con mucha más amplitud y relación señal/ruido). Dado que la PBL V2-V1 posee una alta sensibilidad para detectar cambios isquémicos en el segmento ST, sería sumamente conveniente utilizarla en pacientes con sospecha de infarto agudo de miocardio. Esto implicaría repetir el

electrocardiograma, pero colocando el electrodo del brazo derecho en V1 y el del brazo izquierdo en V2.

Si bien los cardiólogos experimentados pueden hacer diagnósticos precisos con el ECG tradicional, es importante considerar que, a menudo, los electrocardiogramas son interpretados por médicos menos experimentados, para quienes cualquier ayuda sería beneficiosa. Por lo tanto, sería conveniente incorporar un algoritmo a los equipos de electrocardiografía para mostrar la información diagnóstica adicional que proporciona esta nueva metodología.

Además, es importante tener en cuenta que muchos hospitales almacenan sus electrocardiogramas en bases de datos. La capacidad de acceder a estos registros y volver a procesar los datos de estudios anteriores podría revelar nuevos signos de patologías no documentadas previamente. (20)

Consideraciones éticas:

Los autores indican que no aplica la aprobación del comité de ética correspondiente. No aplica el pedido de consentimiento informado. No se usó inteligencia artificial en este artículo. No hubo sesgo de sexo o género en el presente trabajo.

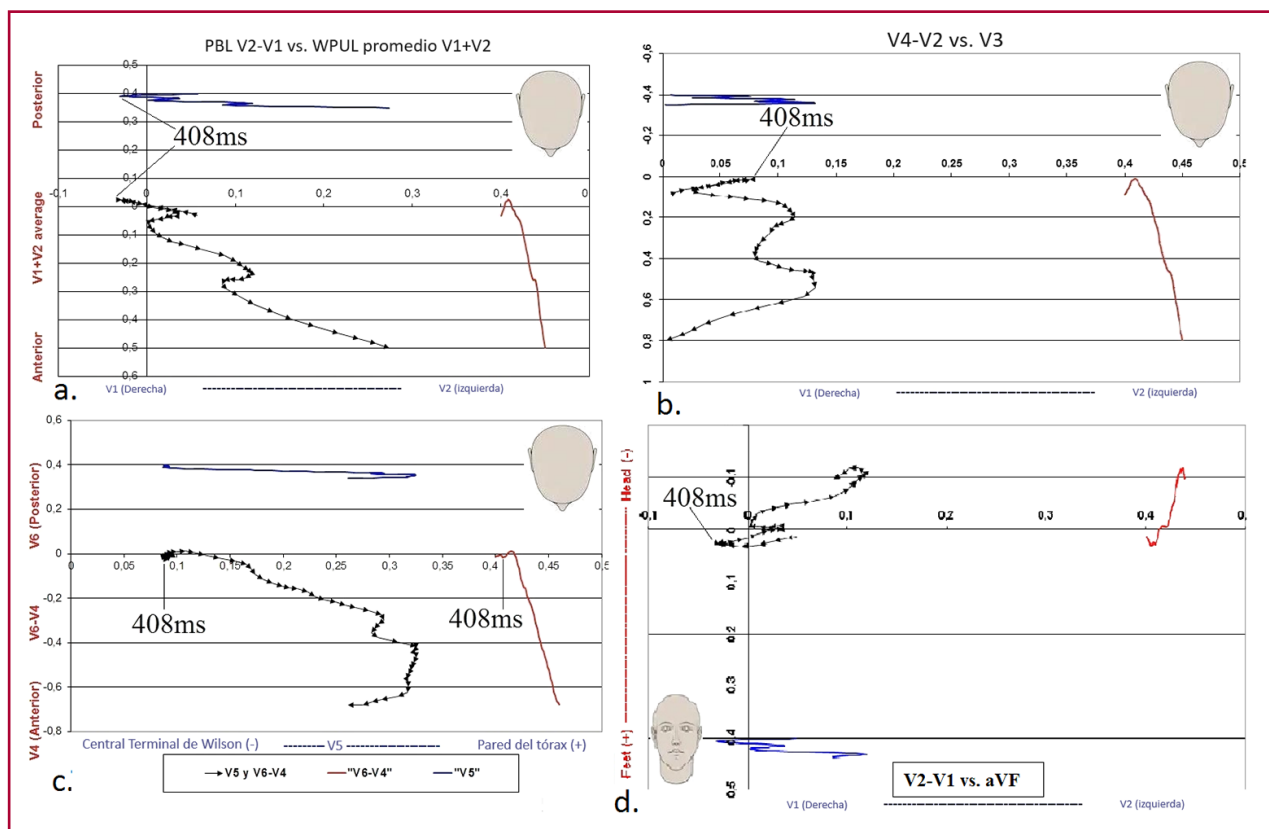
Financiamiento

Los autores no recibieron subsidios o fondos de agencias gubernamentales, instituciones privadas o entidades sin fines de lucro.

Declaración de conflictos de interés

El autor de correspondencia tiene varias patentes en el campo de la investigación electrocardiográfica.

(Véanse formularios de conflicto de intereses de los autores en la Web).



PBL: derivación bipolar precordial; PUL: derivación unipolar precordial; VCGR: vectorcardiograma regional; WPUL: derivación unipolar precordial ponderada

Fig. 6. Inicio de una arritmia vista desde diferentes VCGR. Se han eliminado los primeros 393 ms y los últimos 350 ms de los bucles del QRS para mostrar el inicio de la arritmia. Panel (a): PBL V2-V1 vs. WPUL V1+V2. Panel (b): PBL V4-V2 vs. PUL V3. Panel (c): PBL V6-V4 vs. PUL V5. Panel (d): PBL V2-V1 vs. aVF. El trazado inicial muestra los últimos 15 milisegundos del latido normal antes de la arritmia, que comienza a los 408 ms. En los 3 paneles del plano transversal, los vectores al final del latido normal y al inicio del latido ectópico son casi idénticos, pero de dirección opuesta, mientras que en el plano frontal (d), hay un giro en U con la parte normal ligeramente más caudal que la anormal. Cabe señalar que cuando el punto de observación varía de (a) a (b), se produce una inversión especular del trazado. En (c), se observa el fenómeno desde la cara lateral (PBL V6-V4 vs. PUL V5) y se reduce el trazado del inicio de la arritmia a un punto.

BIBLIOGRAFÍA

- Lewis T. Auricular fibrillation. In: Clinical electrocardiography. fifth ed. London, UK: Shaw and Sons; 1931.
- Nehb W. Zur Standardisierung der Brustwandableitungen des Elektrokardiogramms. Mit Bemerkungen zum Friihbild des Hinterwandinfarkts und des Infarkt-nachschubs in der Vorderwand. Klin. Wochenschr 1938;17:1807-11. <https://doi.org/10.1007/BF01766532>
- Cossio P, Bibiloni A. Horizontal Bipolar Leads. Am Heart J 1956;51:366-77. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(56\)90062-X](https://doi.org/10.1016/0002-8703(56)90062-X)
- Fontaine G, Fontaliran F, Hébert JL, Chemla D, Zenati O, Lecarpentier Y, et al. Arrhythmogenic right ventricular dysplasia. Annu Rev Med. 1999;50:17-35. <https://doi.org/10.1146/annurev.med.50.1.17>
- Mc Loughlin MJ, Lew S, Tello de Meneses G. Nuevos Métodos Electrocardiográficos: Un Estudio Basado en Electrodo-s Bipolares Precordiales. Amazon, 2019.
- Mc Loughlin MJ, Lew S, Tello de Meneses G. New ECG Methods: A Study Based On Precordial Bipolar Leads (English Edition) Amazon, 2019.
- Mc Loughlin MJ. Electrocardiograma de coordenadas polares: una representación gráfica diferente para estudiar los vectores e interpretación de ECG. Pren Med Arg 2020;106:592-601. https://prensamedica.com.ar/LPMA_V106_N10_P592_es.pdf
- Mc Loughlin MJ, Di Diego JM: Pathophysiology of myocardial currents of injury revisited. J. Electrocardiol 2022;74:54-58. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2022.08.001>
- Bousseljot R, Kreiseler D, Schnabel A. Nutzung der EKG-Signal-datenbank CARDIODAT der PTB über das Internet. Biomed Tech (Berl). 1998;43 Suppl 3:73-6. Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), del Instituto Nacional de Metrología de Alemania. <https://archive.physionet.org/cgi-bin/atm/ATM> [PTB Diagnostic ECG Database (pbtddb)].
- Goldberger AL, Amaral LA, Glass L, Hausdorff JM, Ivanov PC, Mark RG, et al. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: components of a new research resource for complex physiologic signals. Circulation. 2000;101:E215-20. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.101.23.e215>
- Martínez JP, Pahlm O, Ringborn M, Warren S, Laguna P, Sörnmo L. The STAFF III Database: ECGs Recorded During Acutely Induced Myocardial Ischemia. Comput Cardiol. 2017;44. <https://doi.org/10.22489/CinC.2017.266-133>
- Dower G. Method and apparatus for sensing and analyzing electrical activity of the human heart. US Patent 4,850,370, 1989
- Macfarlane PW, van Oosterom A, Pahlm O, et al.: Comprehensive Electrocardiology. Second Edition, Volume 1, Ch 11, pp: 381
- Mc Loughlin MJ. Precordial bipolar leads: A new method to study

anterior acute myocardial infarction. *J Electrocardiol* 2020;59:45-64. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2019.12.017>

15. Mc Loughlin MJ, Konoptka IV. Right to left T wave discordance in Acute Myocardial Infarct: a new electrocardiographic sign. *J Electrocardiol* 2020;63:134-8. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2020.11.002>

16. Mc Loughlin MJ, Di Diego JM. Right ventricle injury in RCA occlusion: Exploration using precordial bipolar leads and surrogate vectorcardiograms. *J Electrocardiol* 2023;73:89-96. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2023.03.01

17. Mc Loughlin MJ, Mc Loughlin DE. Abnormal myocardial activation as a cause of ST elevation: A study using Precordial Bipolar Leads

(PBL). *Curr Probl Cardiol* 2022. In press. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2022.101163>

18. Mc Loughlin MJ, Di Diego JM. Ventricular injury in acute left circumflex occlusion: Exploration using precordial bipolar leads and regional vectorcardiograms. *J Electrocardiol* 2024;8:81-7. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2024.03.012>

19. Mc Loughlin MJ, Di Diego JM. Review on new ECG-derived leads and regional vectorcardiograms. *J Electrocardiol*. 2023;81:13-9. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2023.07.004>

20. Mc Loughlin MJ, Brugada P. Access to ECG raw data can help researchers, physicians and patients. *Curr Probl Cardiol* 2021;46:100659. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2020.100659>