

Lara Cantabria García Sánchez
Quim Garcia Fontdecaba

¿Cómo influye la colocación de los electrodos
en la fiabilidad de un electrocardiograma? Una
revisión sistemática.

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Dirigido por: Dra. M. Lourdes Rubio Rico

Enfermería



UNIVERSITAT ROVIRA i VIRGILI
Facultat d'Infermeria

Sede Baix Penedès 2024

Índice

1.- Resumen	1
1.2.- Abstrac.....	2
2.- Palabras clave	2
3.- Justificación	3
4.- Pregunta de investigación.....	6
5.- Objetivo principal	6
6.- Objetivos secundarios	6
7.- Marco teórico.....	7
7.1.- Sistema de conducción del corazón	7
7.1.1.- Nodo sinoauricular	7
7.1.2.- Vía de conducción internodal.....	7
7.1.3.- Vía de conducción interauricular	8
7.1.4.- Nodo auriculoventricular	9
7.1.5.- Fascículo auriculoventricular (de His)	9
7.1.6.- Ramos subendocárdicos (de Purkinje)	9
7.2.- Historia del ECG	10
7.3.- El electrocardiograma (ECG)	12
7.4.- Ondas del Electrocardiograma	13
7.5.- Electrodo.....	14
7.5.1.- Ubicaciones de los electrodos del ECG	15
7.5.2.- Notas adicionales	16
7.6.- Derivaciones	17
7.7.- Papel de la enfermera	18
8.- Metodología.....	19
8.1.- Bases de datos	19
8.2.- Terminología	19
8.3.- Criterios de inclusión	22
8.4.- Criterios de exclusión	22
8.5.- Estrategia de selección	22
8.6.- Diagrama de flujo	23
9.- Resultados.....	23
9.1.- Cambios morfológicos en el ECG derivados de una mala colocación de los electrodos precordiales.....	24

9.2.- Cambios morfológicos en el ECG originarios de una incorrecta colocación de los electrodos periféricos	25
9.3.- Cambios morfológicos en el ECG procedentes de una colocación errónea de los cables del electrocardiógrafo.....	25
10.- Discusión	31
10.1.- Limitaciones	32
10.2.- Futuras líneas de investigación	33
10.3.- Propuestas de mejora	34
11.- Conclusiones	35
12.- Bibliografía.....	36
13.- Anexos	41
13.1.- Cronograma	41

1.- Resumen

El objetivo principal de este trabajo es revisar la bibliografía existente sobre el impacto de la colocación de electrodos en la precisión y calidad de los resultados del electrocardiograma (ECG), así como su influencia en el diagnóstico clínico de afecciones cardíacas. Los objetivos secundarios incluyen examinar la relación entre la colocación inadecuada de electrodos y la generación de artefactos en el ECG, detallando cómo estos pueden distorsionar las señales cardíacas registradas y afectar en la interpretación clínica. Además, se busca proponer recomendaciones prácticas y medidas para mejorar la precisión en la colocación de electrodos durante la realización de un ECG.

La metodología empleada se basa en una revisión sistemática, utilizando bases de datos como SCOPUS, CINAHL y PUBMED. Se aplicaron criterios de inclusión que abarcaban documentos en varios idiomas publicados en los últimos 15 años y centrados en la colocación de electrodos en el ECG. La selección se realizó entre diciembre de 2023 y marzo de 2024, revisando un total de 13 artículos.

Los resultados revelan que la colocación incorrecta de electrodos puede llevar a diagnósticos incorrectos, con cambios morfológicos significativos cuando los electrodos se desplazan más de 2 centímetros de su posición correcta. Se observaron efectos especialmente pronunciados en las derivaciones V1 y V2, con inducción de patrones similares a condiciones cardíacas graves. Se destacó que la mala colocación puede afectar los procedimientos médicos subsiguientes y generar trazados ECG que simulan condiciones cardíacas serias.

Se concluye que la colocación adecuada de electrodos es importante para obtener resultados precisos en el ECG, con implicaciones clínicas significativas. Se recomienda implementar un plan de formación para el personal encargado de realizar ECG y concienciar sobre la importancia de la correcta colocación de electrodos para mejorar la práctica clínica y garantizar la calidad de los registros en entornos de atención médica.

1.2.- Abstrac

The main objective of this assignment is to review the existing bibliography on the impact that electrode placement has on the precision and quality of an electrocardiogram (ECG) result, as well as its influence on the clinical diagnosis of cardiac conditions. The secondary objectives include analyzing the connection between inadequate electrode arrangement and the creation of artifacts on the ECG, detailing how these can distort the recorded cardiac signals and affect clinical interpretation. Additionally, it aims to propose practical recommendations and measures to improve accuracy in electrode placement during an ECG.

The methodology used is based on a systematic revision, utilizing databases such as SCOPUS, CINAHL and PUBMED. Inclusion criteria encompassed documents in various languages published in the last 15 years, focused on electrode placement in the ECG. The selection was conducted between December 2023 and March 2024, reviewing a total of 13 articles.

Results reveal that incorrect electrode placement can lead to false diagnoses, with significant morphological changes when electrodes are displaced more than 2 centimeters from their correct position. Especially pronounced effects were observed in leads V1 and V2, with induction of patterns similar to those of serious cardiac conditions. It was noted that poor placement can affect subsequent medical procedures and generate ECG tracings that simulate serious cardiac conditions.

It is concluded that proper electrode placement is important to obtain accurate ECG results with significant clinical implications. It is recommended to implement a training plan for personnel responsible for performing ECG and raise awareness about the importance of correct electrode placement to improve clinical practice and ensure the quality of records in healthcare settings.

2.- Palabras clave

Electrocardiograma, colocación, electrodo, importancia, adulto, error.

3.- Justificación

Este trabajo pretende estudiar a través de una revisión sistemática si la correcta colocación de los electrodos durante la realización de un electrocardiograma (ECG) puede tener un impacto en el diagnóstico de enfermedades cardíacas, en el tratamiento asociado o incluso en intervenciones quirúrgicas relacionadas.

En 1887, el fisiólogo inglés Augustus D. Waller publicó el primer ECG humano, pero la moderna electrocardiografía se atribuye principalmente al fisiólogo holandés Willem Einthoven (1860-1927) (1). Después de presenciar una demostración de Waller en 1889, Einthoven dedicó veinte años de su vida a perfeccionar el nuevo método electrofisiológico (1). Einthoven fue pionero al utilizar el término "elektrocardiogram" en un artículo de 1893 sobre nuevos métodos de investigación clínica (1).

El ECG es un instrumento muy valioso en la práctica diaria debido a la rapidez de su realización, los bajos costes económicos y la fiabilidad de la información que aporta (2). Registra la actividad cardíaca mediante una señal eléctrica a través de 12 electrodos colocados en puntos anatómicos establecidos, lo que permite realizar una buena interpretación de la funcionalidad del corazón (2).

El ECG se realiza para buscar posibles causas subyacentes de dolor torácico, evaluando problemas que puedan estar relacionados con el corazón, identificar anomalías cardíacas, determinar la salud general del corazón antes de realizar procedimientos quirúrgicos u observar el funcionamiento de un marcapasos (3).

A los deportistas se les hace un ECG de manera regular independientemente que sea a nivel competitivo o no (4). El ECG se realiza en reposo, con la finalidad de poder comprobar el resultado con posibles alteraciones anteriores o detectar anomalías que no estaban presentes (4). Otros artículos, hablan de que dichos exámenes se realizan previos a la participación de las competiciones deportivas de atletas jóvenes (4,5). Este abordaje proporciona una alta tasa de detección de enfermedades cardíacas (5,6).

No hay disponibilidad de datos sobre la cantidad de ECG realizados al año en España, sin embargo, en nuestra práctica clínica, realizada en diversos tipos de centros de atención sanitaria, hemos observado que el ECG es un procedimiento utilizado en numerosas situaciones. El ECG se utiliza ampliamente en la planta hospitalaria, en centros de atención primaria para seguimiento, así como en los servicios de urgencias para la evaluación inmediata. Además, se utiliza en centros de salud mental para descartar anomalías cardíacas

en pacientes con síntomas de ansiedad y dolor torácico. Incluso puede realizarse fuera del entorno hospitalario si se cuenta con el equipo adecuado y el personal facultativo con la experiencia requerida.

Además de nuestras observaciones en la práctica clínica, está descrita la utilidad del ECG en los pacientes que presentan un riesgo cardiovascular, dado que es de gran utilidad para la detección y el diagnóstico de estas enfermedades, sin dejar atrás los ECG de control en la atención primaria o como requisito antes de una intervención quirúrgica (7). Por otra parte, el ECG también permite detectar alteraciones extracardíacas como los trastornos electrolíticos (7).

La Encuesta de Morbilidad Hospitalaria del año 2021 afirma que entre las principales causas de hospitalización se encuentran las enfermedades del aparato circulatorio en ambos sexos, un 12,9% del total de casos, habiendo aumentado un 11,2% respecto al año anterior (8).

El Instituto Nacional de estadística (INE) el año 2022 publicó que “el 26,4% de las defunciones en el año 2021 se debieron a enfermedades del sistema circulatorio”, siendo esta la primera causa de muerte, con una tasa de 251,8 fallecidos por cada 100.000 habitantes (9). En el año 2022, las enfermedades del sistema circulatorio se mantienen en el primer lugar de las causas de muerte con una tasa de 253,9 por cada 100.000 habitantes (10). Durante el primer semestre de 2023, las muertes por enfermedades del sistema circulatorio continúan en primer lugar, siendo las enfermedades isquémicas del corazón las más frecuentes (10).

En nuestra práctica clínica, es sorprendente observar que el personal encargado de realizar los ECG de control, los técnicos auxiliares en cuidados de enfermería, a menudo colocan los electrodos sin seguir las recomendaciones de la American Heart Association (AHA), aunque, hay que tener en cuenta que incluso el personal entrenado comete errores frecuentes en la colocación de los mismos (11,12).

Para garantizar la fiabilidad de la información proporcionada por el ECG, es fundamental considerar diversos aspectos, como la preparación adecuada del paciente, la colocación precisa de los electrodos y la configuración apropiada de los parámetros técnicos (13). Hay muchas publicaciones sobre electrocardiografía que se enfocan en la mejora de capacidad diagnóstica del ECG, es por ello por lo que nos gustaría reunir en un solo documento, mediante una revisión sistemática, los artículos que aborden la importancia de la correcta colocación de los electrodos, conociendo así las posibles consecuencias y/o falsos diagnósticos asociados con esta práctica.

La extensión de la realización de ECG en los centros sanitarios, los diversos perfiles de pacientes que precisan de este registro, la información clínica que proporciona el ECG para la toma de decisiones como el diagnóstico o el tratamiento, unido al hecho de que parece que se han relajado las normas para la correcta colocación de los electrodos en la realización de un ECG, sugiere una pérdida de rigor en esta práctica. Todo ello nos ha motivado a realizar nuestro trabajo de fin de grado (TFG) sobre la importancia de la colocación de electrodos durante la realización de un electrocardiograma. Dicha elección se basa en la relevancia de comprender a fondo los impactos y la influencia de esta práctica en el ámbito de la sanidad y la obtención de datos clínicos precisos.

4.- Pregunta de investigación

- En pacientes que requieren un electrocardiograma, ¿Cómo afecta la correcta colocación de los electrodos en comparación con una colocación no precisa en la fiabilidad del procedimiento y en la toma de decisiones asociada?

5.- Objetivo principal

- Revisar la bibliografía existente sobre el impacto de la colocación de electrodos en la calidad y precisión de los resultados del electrocardiograma, y su influencia en el diagnóstico clínico de problemas cardíacos.

6.- Objetivos secundarios

- Analizar la relación existente entre la colocación inadecuada de electrodos y la generación de artefactos en el electrocardiograma, analizando de manera detallada cómo estos artefactos pueden distorsionar la calidad de las señales cardíacas registradas y, por ende, influir en la correcta interpretación clínica de los resultados obtenidos y en la toma de decisiones.
- Proponer recomendaciones prácticas y medidas para mejorar la consistencia y precisión en la colocación de electrodos durante la realización de un electrocardiograma.

7.- Marco teórico

7.1.- Sistema de conducción del corazón

Es una red de células musculares cardíacas especializadas que inician y transmiten los impulsos eléctricos responsables de las contracciones coordinadas de cada ciclo cardíaco, permitiendo así el buen funcionamiento del sistema cardiovascular (14). Estas células especializadas pueden generar un potencial de acción por sí mismas (autoexcitación) y transmitirlo a otras células cercanas (conducción), incluyendo a los cardiomiocitos (14).

Las partes del sistema de conducción eléctrica del corazón se pueden dividir en aquellas que generan potenciales de acción (tejido nodal) y aquellas que los conducen (fibras conductoras) (14). El nodo sinoauricular (SA) es el principal iniciador y regulador del impulso en un corazón sano, el nodo SA se convierte en el marcapasos fisiológico del corazón al mantener un ritmo normal (14). Otras partes reciben y conducen secuencialmente el impulso que se origina en este y luego lo pasan a las células miocárdicas (14). Tras la estimulación por el potencial de acción, las células miocárdicas se contraen de forma sincrónica, lo que da como resultado un latido cardíaco (14). La propagación de los impulsos eléctricos y la contracción sincrónica de los cardiomiocitos se ve facilitada por la presencia de discos intercalados y uniones comunicantes (14).

7.1.1.- Nodo sinoauricular

Es una colección plana y elíptica de tejido nodal especializado (14). El nodo está ubicado en la pared posterolateral superior de la aurícula derecha cerca de la abertura de la vena cava superior que está indicada por el surco terminal (unión del seno venoso y la aurícula derecha) (14). Centralmente, el nodo SA está formado por células de tinción pálida conocidas como células de marcapaso cardíaco (células P) (14). Están dispuestas circunferencialmente alrededor de la irrigación del nodo (la rama del nodo SA de la arteria coronaria) (14). El nodo SA recibe irrigación de la rama del nodo sinoatrial de la arteria coronaria (14).

7.1.2.- Vía de conducción internodal

Las vías de conducción internodal forman parte de la red de conducción intraauricular (14). Estas vías no solo viajan dentro de la aurícula derecha, sino que también forman puntos directos de comunicación entre los nodos sinoauriculares y auriculoventricular (14). La vía de conducción internodal se divide en una rama anterior, una media y otra posterior (14).

Vía internodal anterior, se origina en el borde anterior del nodo SA (14). Continúa discurriendo alrededor de la vena cava superior donde da lugar al haz de Bachmann (14). La banda internodal anterior continúa anteroinferiormente hacia el nodo AV, donde ingresa el nodo a través de su margen superior (14).

La vía internodal media surge del margen posterosuperior del nodo SA (14). Continúa por detrás de la vena cava superior hacia el borde del septo interauricular (SIA) (14). La vía gira caudalmente en el SIA para ingresar al nodo AV a través de su borde superior (14).

La vía internodal superior emerge del borde posterior del nodo SIA (14). Toma un curso posterior alrededor de la vena cava superior y continúa a través de la cresta terminal hacia la válvula de la vena cava inferior (válvula de Eustaquio) (14). Luego, la vía ingresa al SIA (por encima del punto del seno coronario) donde ingresa al nodo AV a través de su cara posterior (14).

Estas vías de conducción transmiten el potencial de acción un poco más rápido que los cardiomiocitos circundantes (14). Contiene células tipo Purkinje (pobres en miofibrillas), lo que se asegura que el potencial de acción llegue al nodo AV en el momento adecuado (14). La irrigación de estas vías es similar a la irrigación de la aurícula derecha, a través de la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda (14).

7.1.3.- Vía de conducción interauricular

También llamadas haz de Bachmann, se refiere a una vía de cardiomiocitos especializados que facilitan la conducción de impulsos entre aurículas (14). La vía se ramifica desde la vía internodal anterior a nivel de la vena cava superior (14). El haz de Bachmann cruza el surco interauricular y pasa sobre el limbo de la fosa oval (14).

La vía se bifurca en un ramo derecho e izquierdo que viajan hacia las aurículas derecha e izquierda (14). El ramo derecho se puede dividir en brazo superior e inferior, el brazo superior se origina en la unión externa de la vena cava superior y la aurícula (cerca de la ubicación del nodo SA) (14). El brazo inferior emerge en el vestíbulo de la aurícula derecha (14). El ramo izquierdo proporciona cierto soporte estructural a la pared auricular anterior y continúa envolviendo la aurícula izquierda (14). Proximalmente, la parte superior del ramo izquierdo pasa por delante de las aberturas de las venas pulmonares izquierdas (14). La parte inferior continúa caudalmente hasta el vestíbulo de la aurícula izquierda (14). El haz de Bachmann recibe su irrigación de la rama del nodo sinoauricular de la arteria coronaria (14).

7.1.4.- Nodo auriculoventricular

El nodo auriculoventricular (AV) también llamado el marcapasos secundario del corazón, en circunstancias normales funciona como un conducto de actividad eléctrica desde el nodo SA hasta los ventrículos del corazón (14). Es la única vía por la que el potencial de acción puede cruzar de las aurículas a los ventrículos, porque el septo interauricular está hecho de una estructura cartilaginosa que no puede conducir impulsos eléctricos (14). El nodo descansa en el triángulo del nodo auriculoventricular (triángulo de Koch) (14). Este triángulo está limitado por el seno coronario (basalmente), la valva septal de la válvula tricúspide (inferiormente) y el tendón del espacio piramidal inferior (tendón de la válvula de la vena cava inferior o tendón de Todaro) (superiormente) (14).

La base del nodo AV se extiende hacia el músculo auricular (14). El vértice del nodo se extiende anteroinferiormente, atraviesa el esqueleto cardíaco fibroso para formar la parte inicial del haz auriculoventricular (de His) (14). El nodo AV es irrigado por la rama del nodo auriculoventricular (14).

7.1.5.- Fascículo auriculoventricular (de His)

El fascículo auriculoventricular, también es conocido como haz de His, es el segmento inicial del nodo AV que penetra a través del trígono fibroso en la parte membranosa del septo interventricular (14). Una característica única e importante es que solo permite el movimiento “hacia adelante” de los potenciales de acción (14). Por lo tanto, la transmisión retrógrada de impulsos eléctricos de los ventrículos a las aurículas no está permitida en un corazón que funciona con normalidad (14). El haz de His está irrigado por las ramas interventriculares anterior e inferior de las arterias coronarias (14).

7.1.6.- Ramos subendocárdicos (de Purkinje)

Los fascículos derecho e izquierdo están formados por ramos subendocárdicos (fibras de Purkinje) (14). Se encuentran en toda la longitud de ambas haces en la capa subendocárdica (14). Se extiende hacia el vértice cardíaco, luego se curvan hacia arriba y hacia atrás a través de las paredes de los ventrículos (14).

Los pasos de la conducción cardíaca se pueden describir de la siguiente manera (14):

1. El nodo SA genera el potencial de acción.
2. El potencial de acción pasa a lo largo de las vías de conducción internodal e interatrial, provocando la sístole auricular.

3. El impulso llega al nodo AV y se frena para facilitar el llenado ventricular (diástole ventricular).
4. Luego, el impulso pasa del nodo AV al fascículo AV.

Después de estos pasos, la conducción cardíaca se dispersa rápidamente a través de los ramos del fascículo y el tejido subendocárdico causando la sístole ventricular (14).

7.2.- Historia del ECG

La historia del electrocardiograma es el resultado de una evolución constante de descubrimientos científicos, técnicos y fisiológicos. Luigi Galvani descubrió en 1780 que el músculo de las ranas se contrae si se estimula con impulsos eléctricos, esto marco el comienzo de la electrofisiología (15). Posteriormente, Matteucci en 1842, usando el modelo de Galvani, descubrió que cada latido cardíaco estaba acompañado por una corriente eléctrica (15). Lippmann en 1872 inventó el electrómetro capilar por el que le galardonaron con el Nobel de física en 1908, el electrómetro capilar consistía en un tubo que permitía captar las variaciones de electricidad y mediante un sistema fotográfico se registraban los movimientos producidos por los fenómenos bioeléctricos (15).

Augustus D. Waller en 1887 fue el primero en registrar los fenómenos electrofisiológicos del corazón humano usando el electrómetro capilar y colocando electrodos en la superficie corporal (15). Concluyó que los potenciales cardíacos del corazón podían pasar a través del tórax y llegar a diferentes electrodos conectados en el pecho y en la espalda, en manos y pies puso recipientes con agua y sal, y en la boca una cucharilla de té (15).

En su publicación original le llamó al resultado “electrograma”, cosa que lo renombró como cardiograma un año después (15). Para llegar a esta conclusión, experimentó con su familia e incluso con su perro, hecho que levantó cierta polémica en la época al ser acusado de maltrato animal (15). Waller llegó a captar dos deflexiones que correspondían a la despolarización y repolarización ventricular, y las llamó V1 y V2 (complejo QRS y onda T) (15).

En 1889, en el Primer Congreso Internacional de Fisiología en Basel (Suiza), Willem Einthoven vio como Waller registraba un ECG humano con el electrómetro capilar de Lippman y ello le motivó a comenzar sus estudios e investigaciones sobre la electrocardiografía que fueron fundamentales para el futuro desarrollo de la técnica (15).

Einthoven se dio cuenta de que el electrómetro de Lippman era lento e impreciso y desarrolló un algoritmo matemático para mejorar su distorsión consiguiendo describir las cinco

deflexiones eléctricas que hoy llamamos P, Q, R, S, T (15). El electrómetro seguía sin convencerle, por lo que se centró en estudiar el galvanómetro de Ader que estaba pensado para su uso en submarinos, que Einthoven mejoró en el 1900 (15). El descubrimiento de Einthoven pasó desapercibido hasta que, dos años más tarde, publicó un nuevo artículo en el que estandarizó la velocidad y el voltaje de la adquisición que utilizamos hoy en día: 25 mm/s y 1 cm equivale a 1 mV (milésima parte de un voltio) (15).

El galvanómetro de cuerda de Einthoven ocupaba dos habitaciones, pesaba 272 kilos y eran necesarios cinco operarios para su funcionamiento y mantenimiento, estas características impedían su colocación en un laboratorio de fisiología (15). Por eso, lo instaló en el Hospital de Leiden y realizó una conexión a su laboratorio mediante 1,5 km de cable de teléfono, a esos registros los llamó telecardiogramas, el primero de ellos fue transmitido con éxito el 22 de marzo de 1905 (15).

En 1906 gracias a los estudios de los telecardiogramas, Einthoven tuvo suficiente material para publicar un nuevo estudio llamado “Le télécardiogramme” y así captó el interés de la comunidad científica mundial, consiguió describir las primeras arritmias: bloqueos, extrasístoles, hipertrofias, flutter, fibrilación auricular... (15).

Una vez desarrollado el galvanómetro de cuerda, siguió realizando estudios sobre las aplicaciones clínicas del ECG y sobre la influencia de la posición del corazón, y dio lugar a una de las mayores aportaciones de la electrocardiografía: el eje eléctrico y su esquema del triángulo equilátero llamado Triángulo de Einthoven (15). Recibió el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1924 y actualmente se le considera el padre de la electrocardiografía (15).

Tras la Primera Guerra Mundial, la electrocardiografía se extendió a América y al mundo entero, se convirtió en una técnica accesible a muchos más médicos (15). El motivo de esta expansión fue el desarrollo de electrocardiógrafos menos incómodos que podían moverse al lado de la cama de los pacientes, pasando de los 275 kg del galvanómetro de Einthoven a 23 kg en 1927 y a 11 kg en 1935 (15).

7.3.- El electrocardiograma (ECG)

Es un procedimiento que registra la actividad eléctrica que produce cada latido cardiaco en el corazón (2). El ECG es una prueba diagnóstica sencilla, disponible, rápida, no produce ninguna molestia al paciente (es indolora) y no tiene ningún riesgo para el paciente (2). La actividad eléctrica se registra desde la superficie corporal del paciente y se dibuja en un papel mediante una representación gráfica, donde se observan diferentes ondas que representan los estímulos eléctricos de las aurículas y los ventrículos (2). El aparato con el que se obtiene el ECG se llama electrocardiógrafo (2). El ECG en España está calibrado por defecto a 25 milímetros por segundo y a 10 milímetros milivoltio, como podemos ver en la imagen 1 (16).

Imagen 1: calibración del electrocardiógrafo.

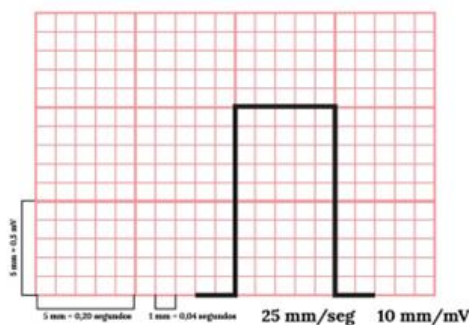


Imagen extraída de Salusplay

Para la recogida de la actividad eléctrica se necesita colocar una serie de electrodos en la piel (normalmente 10) (2), 4 electrodos periféricos colocados uno en cada extremidad y 6 electrodos precordiales en el pecho (17). Con estos 10 electrodos se consiguen obtener 12 derivaciones, es decir, se dibujan en un papel 12 trazados de los impulsos eléctricos del corazón desde diferentes puntos del cuerpo (2).

Existen tres tipos principales de ECG:

- ECG en reposo: se realiza mientras el paciente está decúbito supino (18).
- ECG de esfuerzo o ejercicio: se realiza mientras se utiliza una bicicleta estática o una banda de correr (18).
- ECG ambulatorio (también conocido como monitor de Holter): los electrodos se conectan a una pequeña máquina portátil que se lleva en la cintura, de esta forma se puede monitorizar el corazón durante uno o varios días (18).

7.4.- Ondas del Electrocardiograma

Las ondas del electrocardiograma son las distintas curvaturas que toma el trazado del ECG hacia arriba o hacia abajo (19). Estas curvaturas son el resultado de los potenciales de acción que se generan durante la estimulación cardíaca y se repiten de un latido a otro, a excepción de las alteraciones (19). Las ondas electrocardiográficas han sido denominadas P, Q, R, S, T, U en ese orden y están conectadas entre sí por una línea isoelectrica (ver imagen 2) (19).

Imagen 2: ondas del ECG.



Imagen extraída de MyEKG.

En un electrocardiograma normal se muestran las siguientes ondas (20):

- Onda P: despolarización auricular.
- Complejo QRS: despolarización ventricular.
 - Onda Q: despolarización del tabique.
 - Onda R: despolarización de las paredes libres ventriculares.
 - Onda R prima: segunda onda positiva del complejo QRS. No siempre aparece.
 - Onda S: despolarización zonas basales ventriculares.
- Onda T: repolarización ventricular.
- Onda U: repolarización de la red de Purkinje. Aparece inmediatamente después de la onda T, aunque no siempre está presente.

Los segmentos de un ECG son la línea, normalmente isoelectrica, que une una onda con otra sin incluir ninguna de ellas, se destacan dos segmentos (21):

- Segmento P - R: es la diferencia de tiempo entre la activación auricular y ventricular, abarca desde el final de la onda P hasta el inicio del complejo QRS, es isoelectrico (20).

- Segmento S - T: tiempo que los ventrículos activados tardan en repolarizarse, abarca desde el final del complejo QRS hasta el inicio de la onda T, es isoelectrico, puede estar elevado 1 mm arriba o descendido 0,5 mm abajo (20).

Los intervalos, son las porciones del ECG que incluye un segmento y una o más ondas (21):

- P - R: mide el tiempo de conducción auriculo - ventricular, abarca desde el comienzo de la onda P hasta el final del complejo QRS, aumenta con la edad y disminuye con la frecuencia cardiaca (20).
- Q - T: tiempo de despolarización y repolarización ventricular, abarca desde el comienzo del complejo QRS hasta el final de la onda T (0,40 segundos en el hombre y 0,42 segundos en la mujer), su valor depende directamente de la frecuencia cardiaca (20).
- P - P: indica la frecuencia auricular, es la medida entre dos ondas P sucesivas, tomada en el punto más elevado (20). En condiciones normales, la frecuencia será la misma que la ventricular, aunque esta debe ser comprobada, también es importante comprobar que la frecuencia se mantiene constante durante todo el registro (20).
- R - R: indica la frecuencia ventricular, es la medida entre los puntos más elevados de dos complejos QRS sucesivos (20). Debe comprobarse que coincide con la frecuencia auricular y que se mantiene constante durante todo el registro (20).

7.5.- Electrodo

Los electrodo del ECG son los dispositivos que ponen en contacto al paciente con el electrocardiógrafo (17). A través de ellos se obtiene la información eléctrica para la impresión y el análisis del ECG (17). Para la realización de un ECG estándar se colocan 10 electrodo divididos en dos grupos: 4 electrodo periféricos situados uno en cada extremidad y 6 electrodo precordiales situados en el pecho (17).

Para una buena colocación de los electrodo y la realización del ECG, debemos colocar al paciente en posición supina o de semifowler, si ambas posiciones son imposibles, se puede realizar el ECG con el paciente en una posición más elevada (22). Nos aseguramos de que no lleve dispositivos electrónicos (reloj inteligente o teléfono), deben ser retirados, pueden producir interferencias y causar artefactos en la lectura (22). Solicitar al paciente que relaje los hombros, mantenga las piernas sin cruzar y los brazos extendidos sobre los costados (22).

7.5.1.- Ubicaciones de los electrodos del ECG

Los electrodos periféricos son cuatro y van colocados en las extremidades del paciente, distales a los hombros y a las caderas (17). Se diferencian con distintos colores según la International Electrotechnical Commission (IEC) (23). En la imagen 3 se muestra las diferentes posiciones de los electrodos periféricos.

- R (Right): brazo derecho, color rojo.
- L (Left): brazo izquierdo, color amarillo.
- F (Foot): pierna izquierda, color verde.
- N (N): pierna derecha, es el neutro, color negro.

Imagen 3: colocación de electrodos periféricos.



Imagen extraída MyEKg.

En el caso de que el paciente pudiera presentar alguna extremidad apuntada, el electrodo correspondiente se colocará en el muñón de dicha extremidad, o en su defecto, en la región del torso más cercana (región abdominal inferior) (17).

Los electrodos precordiales son seis y van colocados en la región precordial (17). Según la IEC podemos clasificarlos con los siguientes colores (23) (Ver imagen 4):

- V1: en el cuarto espacio intercostal, en el borde derecho del esternón. Color rojo, con letras C1.
- V2: en el cuarto espacio intercostal, en el borde izquierdo del esternón. Color amarillo, C2.
- V3: a la mitad de la distancia entre los electrodos V2 y V4. Color verde, C3.
- V4: en el quinto espacio intercostal en la línea medio - clavicular. Color marrón, C4.
- V5: en la misma línea horizontal que el electrodo V4, pero en la línea axilar anterior. Color negro, C5.
- V6: en la misma línea horizontal que los electrodos V4 y V5, pero en la línea medio - axilar. Color violeta, C6.

Imagen 4: colocación de los electrodos precordiales.

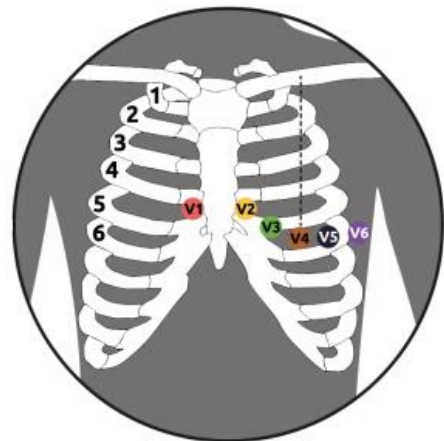


Imagen extraída de Salusplay.

7.5.2.- Notas adicionales

- Las derivaciones de las extremidades también se pueden colocar en la parte superior de los brazos y muslos, sin embargo, debe haber uniformidad en su ubicación, no se debe colocar un electrodo en la muñeca derecha y el otro en la parte superior del brazo izquierdo (22).
- En pacientes femeninas, es necesario que las derivaciones de V3 a V6 se coloquen debajo del seno izquierdo (22).
- No se debe utilizar los pezones como puntos de referencia para colocar los electrodos tanto en hombres como mujeres, ya que la ubicación de los pezones varía según la edad y no es precisa (22).
- En circunstancias especiales se pueden usar derivaciones derechas en las que V3, V4, V5 y V6 se sitúan en el mismo espacio intercostal, pero en el lado derecho del tórax (16) (Ver imagen 5). Además, pasan a llamarse V3R, V4R, V5R y V6R. Según la Sociedad Americana de Cardiología, en derivaciones derechas, V1 podría considerarse V2R y V2 podría considerarse V1R (16).
- También en otras situaciones se pueden usar derivaciones posteriores, existiendo V7 (línea posterior axilar izquierda a la altura de V6 con el cable de V4), V8 (ángulo escapular izquierdo en la misma altura que V7 con el cable de V5) y V9 (línea paravertebral a la misma altura que V8 con el cable de V6) (16) (Ver imagen 6).

Imagen 5: colocación de los electrodos precordiales derechas.

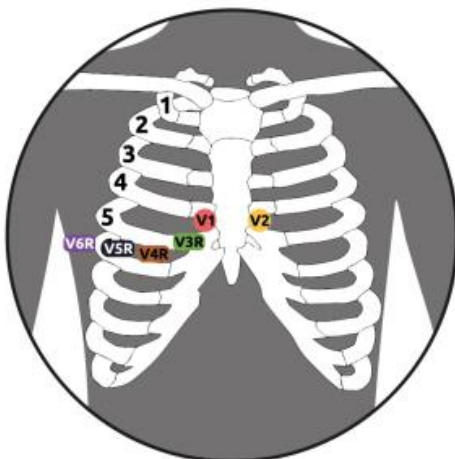


Imagen extraída de Salusplay

Imagen 6: colocación de los electrodos precordiales posteriores (V7, V8, V9).



Imagen extraída de Salusplay

7.6.- Derivaciones

Las derivaciones registran la actividad eléctrica del corazón, compuestas en total por 12 derivaciones (24). Esa electricidad, en condiciones normales, se genera en el nodo sinusal, de ahí, pasa al nodo auriculoventricular donde sufre un retardo fisiológico para pasar posteriormente al haz de His, a su rama derecha e izquierda y a las fibras de Purkinje (24). Esa electricidad se genera por los intercambios iónicos de los principales cationes (sodio, calcio y potasio) a través de la membrana de la célula, que la va cargando positivamente y la transmite de célula a célula (24).

Toda esa actividad eléctrica, que es la suma de la electricidad de todas las células, se representa con una flecha en el espacio que se llama vector de despolarización (24). Este vector se representa en un espacio tridimensional, y se dirige hacia abajo, hacia la izquierda y hacia adelante (24). Los electrodos positivos de las derivaciones son los que registran la actividad eléctrica del corazón (24). Estos electrodos dibujarán diferentes tipos de ondas dependiendo de cómo perciban esa electricidad: si la electricidad se acerca al electrodo, se registrará una onda hacia arriba, si se aleja, se registrará una onda hacia abajo y si la electricidad pasa perpendicularmente al electrodo, se observará una onda isodifásica, mitad positiva y mitad negativa (24).

El ECG de 12 derivaciones estándar, contiene 12 derivaciones de la actividad eléctrica:

- 6 de ellas recogen información de la actividad eléctrica desde el plano frontal. Son las derivaciones de los miembros y en el ECG están representadas en la izquierda (24).
- Las otras seis recogen información de la actividad eléctrica desde el plano transversal. Son las derivaciones precordiales y en el ECG están representadas a la derecha (24).

Las derivaciones de los miembros, que son I, II, III se generan al comparar un electrodo con otro (forman el triángulo de Einthoven), y aVR, aVL, aVF se generan utilizando un electrodo y el centro del corazón como referencia (24). Estas derivaciones se obtienen mediante cuatro electrodos conectados a cuatro cables en miembros superiores e inferiores (24).

- Derivación I: se forma entre el rojo y el amarillo (brazo derecho y brazo izquierdo), el positivo es el amarillo.
- Derivación II: se forma entre el electrodo rojo y el verde (entre hombro derecho y pierna izquierda), el electrodo positivo es el verde.
- Derivación III: entre los electrodos amarillos y verde (brazo y pierna izquierdos), el electrodo positivo es el verde.
- aVR: (right - derecha) electrodo positivo el rojo.

- aVL: (left - izquierda) electrodo positivo el amarillo.
- aVF: (foot - pie) electrodo positivo el verde.

Las derivaciones precordiales son 6 en total, numeradas desde V1 a V6. Estas derivaciones registran la actividad eléctrica del corazón desde el punto donde está colocado cada electrodo mirando hacia el centro del corazón (24).

En resumen, las derivaciones nos permiten visualizar el corazón en tres dimensiones según el plano en el que estén colocadas (24). Las derivaciones V1 y V2 exploran la zona septal, V3 y V4 exploran la zona anterior, V5 y V6 junto con I y aVL exploran la zona lateral, mientras que II, III, y aVF exploran la zona inferior (24).

7.7.- Papel de la enfermera

El papel de la enfermera en la realización del ECG es fundamental para evitar interpretaciones diagnósticas erróneas (25). Las enfermeras pueden utilizar los resultados del ECG para evaluar la función cardíaca de los pacientes, identificar anomalías y monitorizar las respuestas a la terapia (26).

En la práctica clínica representa una parte fundamental en la detección oportuna de enfermedades y/o complicaciones de las mismas, por lo tanto, la correcta toma del ECG es indispensable para obtener un registro de calidad que contribuya con el tratamiento del paciente y por ende con el mejoramiento de su salud (27).

8.- Metodología

El presente estudio se basa en una revisión sistemática con el objetivo de revisar la bibliografía existente sobre el impacto de la colocación de electrodos en la calidad y precisión de los resultados del electrocardiograma, y su influencia en el diagnóstico clínico de problemas cardíacos. Permitirá valorar la fiabilidad de los resultados del ECG ligada a la precisión en la colocación de los electrodos, un aspecto que puede pasar desapercibido pero que puede tener consecuencias clínicas.

8.1.- Bases de datos

Se realizó una búsqueda sistemática en las siguientes bases de datos: SCOPUS, CINAHL, PUBMED.

8.2.- Terminología

Para llevar a cabo la búsqueda se hizo uso del lenguaje libre, así como el lenguaje controlado basado en el lenguaje MeSH y DeCS utilizando palabras clave y los operadores booleanos “AND”, “OR”. El booleano “NOT” no fue utilizado, así como tampoco los operadores de proximidad. En la tabla 1 se muestra la terminología empleada en la búsqueda bibliográfica.

Tabla 1. Terminología utilizada.

Lenguaje Libre		Descriptores	
Castellano	Inglés	DeCS	MeSH
Electrocardiograma (ECG)	Electrocardiogram (EKG)	Electrocardiografía	Electrocardiography
Electrodos	Electrodes	Electrodos	Electrodes
Colocación	Placement	No figura	No figura
Importancia	Importance	No figura	No figura
Error	Error / mistake	No figura	No figura
Adulto	Adult	Adulto	Adult

En cuanto a la sintaxis de búsqueda, en la tabla 2 se muestra en detalle la sintaxis aplicada en las distintas bases de datos, así como los resultados brutos de cada una de ellas.

Tabla 2. Sintaxis de búsqueda en bases de datos y resultados brutos.

Base de datos	Sintaxis	Resultados brutos
Pubmed	(("electrocardiography"[MeSH Terms] OR "electrocardiography"[Title/Abstract] OR "ecg"[Title/Abstract]) AND (("electrode s"[Title/Abstract] OR "electroded"[Title/Abstract] OR "electrodes"[MeSH Terms] OR "electrodes"[Title/Abstract] OR "electrode"[Title/Abstract] OR "electrodic"[Title/Abstract]) AND ("placement"[Title/Abstract] OR "placements"[Title/Abstract])) AND ("adult"[MeSH Terms] OR "adult"[Title/Abstract] OR "adults"[Title/Abstract] OR "adult s"[Title/Abstract]))	79
	(("error"[Title/Abstract] OR "error s"[Title/Abstract] OR "errorful"[Title/Abstract] OR "errors"[Title/Abstract]) AND ("electrocardiography"[MeSH Terms] OR "electrocardiography"[Title/Abstract] OR "ecg"[Title/Abstract]) AND ("electrode s"[Title/Abstract] OR "electroded"[Title/Abstract] OR "electrodes"[MeSH Terms] OR "electrodes"[Title/Abstract] OR "electrode"[Title/Abstract] OR "electrodic"[Title/Abstract]))	111
	("electrocardiography"[MeSH Terms] OR "electrocardiography"[Title/Abstract] OR "ecg"[Title/Abstract]) AND (("electrode s"[Title/Abstract] OR "electroded"[Title/Abstract] OR "electrodes"[MeSH Terms] OR "electrodes"[Title/Abstract] OR "electrode"[Title/Abstract] OR "electrodic"[Title/Abstract]) AND ("placement"[Title/Abstract] OR "placements"[Title/Abstract]))	155
	(("electrocardiography"[MeSH Terms] OR "electrocardiography"[Title/Abstract] OR "ecg"[Title/Abstract]) AND ("error"[Title/Abstract] OR "error s"[Title/Abstract] OR "errorful"[Title/Abstract] OR "errors"[Title/Abstract]) AND (("electrode s"[Title/Abstract] OR "electroded"[Title/Abstract] OR "electrodes"[MeSH Terms] OR "electrodes"[Title/Abstract] OR "electrode"[Title/Abstract] OR "electrodic"[Title/Abstract]) AND ("placement"[Title/Abstract] OR "placements"[Title/Abstract]))	13
	("electrocardiography"[MeSH Terms] OR "electrocardiography"[Title/Abstract] OR "ecg"[Title/Abstract]) AND ("importance"[Title/Abstract] OR "importances"[Title/Abstract] OR "important"[Title/Abstract]) AND (("electrode s"[Title/Abstract] OR "electroded"[Title/Abstract] OR "electrodes"[MeSH Terms] OR "electrodes"[Title/Abstract] OR "electrode"[Title/Abstract] OR "electrodic"[Title/Abstract]) AND ("placement"[Title/Abstract] OR "placements"[Title/Abstract]))	24

	("electrocardiography"[MeSH Terms] OR "electrocardiography"[Title/Abstract] OR "ecg"[Title/Abstract]) AND ("error"[Title/Abstract] OR "error s"[Title/Abstract] OR "errorful"[Title/Abstract] OR "errors"[Title/Abstract]) AND ("electrode s"[Title/Abstract] OR "electroded"[Title/Abstract] OR "electrodes"[MeSH Terms] OR "electrodes"[Title/Abstract] OR "electrode"[Title/Abstract] OR "electrodic"[Title/Abstract])	93
Cinahl	AB (ecg or ekg or electrocardiogram) AND AB electrode placement.)	50
	AB (ecg or ekg or electrocardiogram) AND AB (errors or mistakes or incidents or adverse events) AND electrode placement.)	7
	AB (ecg or ekg or electrocardiogram) AND AB (importance or significance or value or effect or benefit or impact or advantage) AND AB electrode placement.)	21
	AB (ecg or ekg or electrocardiogram) AND AB (errors or mistakes or incidents or adverse events) AND AB electrode.)	48
	AB (ecg or ekg or electrocardiogram) AND AB electrode placement AND AB (adults or adult or middle aged)	4
	AB (errors or mistakes or incidents or adverse events) AND AB electrode AND AB (ecg or ekg or electrocardiogram)	32
Scopus	TITLE-ABS-KEY (ecg AND error AND (electrode AND placement))	36
	TITLE-ABS-KEY (ecg AND importance AND (electrode AND placement))	8
	TITLE-ABS-KEY (ecg AND importance AND electrode)	85
	TITLE-ABS-KEY (ecg AND (electrode AND placement) AND adult)	67
	TITLE-ABS-KEY (error AND electrode AND ecg)	140
	TITLE-ABS-KEY (ecg AND (electrode AND placement))	208

8.3.- Criterios de inclusión

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

- Documentos escritos en español, catalán, portugués e inglés (aplicado como filtro automático).
- Trabajos publicados en los últimos 15 años (aplicado como filtro automático).
- Documentos y artículos que se centren en la correcta colocación de electrodos, así como en la calidad y precisión de los resultados del electrocardiograma.
- Acceso gratuito para usuarios de la Universidad de Rovira i Virgili (URV).
- Investigaciones primarias recientes que aborden la importancia en la colocación de electrodos en ECG.

8.4.- Criterios de exclusión

Se aplicaron los siguientes criterios de exclusión:

- Artículos que hablen sobre la práctica en animales.
- Artículos que no den respuesta a la pregunta de investigación y no estén relacionados con el objetivo de la revisión.

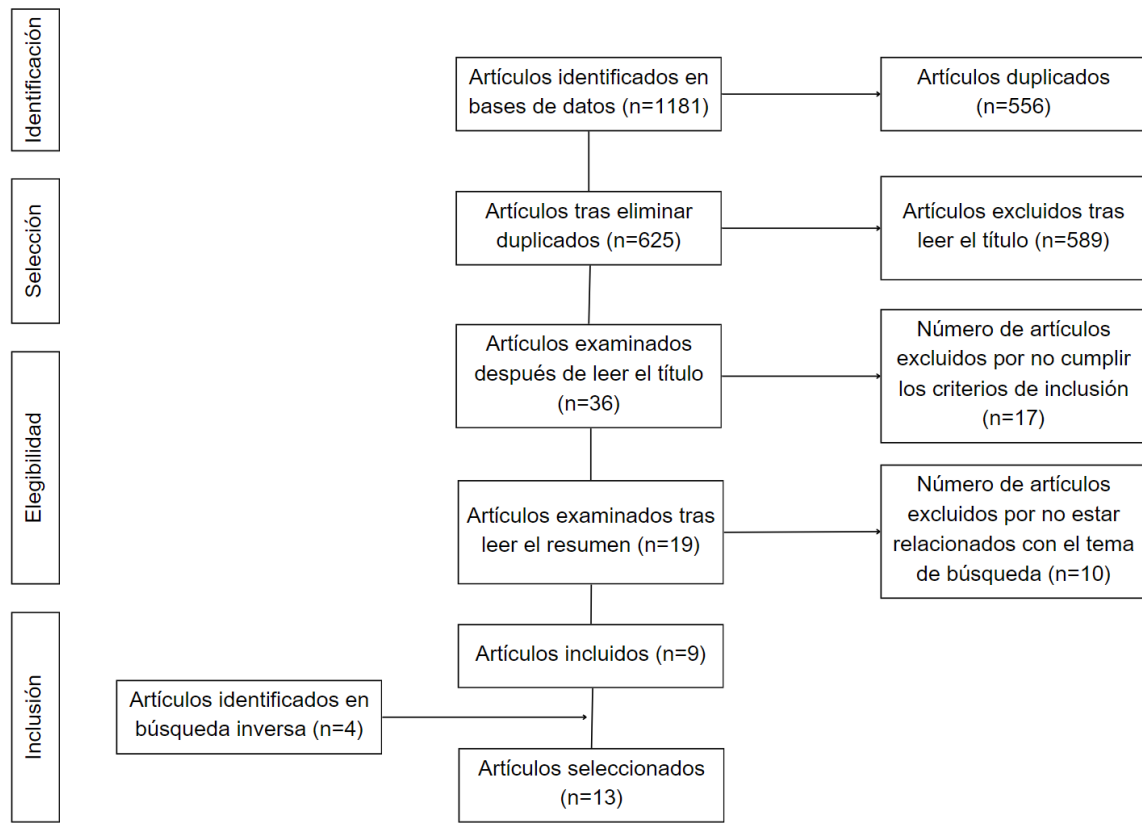
8.5.- Estrategia de selección

La estrategia de búsqueda se llevó a cabo desde el mes de diciembre de 2023 hasta el 30 de marzo de 2024. Una vez instauradas las sintaxis y los filtros automáticos se efectuó la búsqueda por separado en las diferentes bases de datos.

A partir de los resultados brutos, después de la aplicación de los filtros automáticos, se eliminaron los duplicados. Se hizo una lectura del título de las salidas brutas y se realizó una primera selección de artículos, los documentos que no cumplían los criterios de inclusión fueron eliminados. Posteriormente, procedimos a leer el resumen de esta primera selección, a partir de la lectura del resumen se eliminaron diversos artículos por no cumplir criterios de inclusión o porque no estaban relacionados con el tema de búsqueda.

Finalmente, de los 9 artículos seleccionados a partir de estos dos pasos, se hizo una búsqueda inversa que incorporó 4 artículos adicionales.

8.6.- Diagrama de flujo



9.- Resultados

El presente estudio trata de una revisión sistemática sobre cómo influye la colocación de los electrodos en la fiabilidad de un electrocardiograma. Se analizan 13 artículos, todos de tipo observacional. Del total, el 53,9% presentan casos individuales (28–34), el 15,4% reportan una serie de casos (35,36), mientras que el 30,7% restante incluye estudios transversales y retrospectivos con diferentes tamaños muestrales (37,38).

La totalidad de los artículos revisados afirma que la mala colocación de los electrodos en el momento de hacer un ECG puede ofrecer un diagnóstico erróneo. Se describen colocaciones inadecuadas principalmente en V1 y V2 que indican patrones similares a patologías que requieren una actuación inmediata (28,29,31,35,36,39) y otras colocaciones, que, por el contrario, pueden pasar por alto patologías que precisen una actuación rápida (33,40).

Existe entre un 17% y un 24% de posibilidades de que la interpretación diagnóstica sea diferente si se aplica la configuración incorrecta de los electrodos (40).

9.1.- Cambios morfológicos en el ECG derivados de una mala colocación de los electrodos precordiales

Se observan cambios morfológicos en el ECG cuando hay 2 o más centímetros de diferencia de la posición correcta (38). Seis estudios han identificado que la derivación más afectada es la V2 (29,30,32,35,38,40) y también la más sensible junto con V3 (38). En V1 el desplazamiento horizontal es “más visible” que el vertical (38). Sin embargo, en las derivaciones V5 y V6 los cambios no son tan perceptibles (38). Cuanto más se aleje de la posición correcta, más notables serán los cambios en la morfología del ECG (38).

Se ha demostrado que la colocación elevada de los electrodos V1 y V2 pueden provocar el aumento de la negatividad en la morfología de las ondas P en el ECG, cuanto más alto se coloque V1 más negativa será la onda P (29,39). Cuando V1 y/o V2 se encuentran colocados en el segundo espacio intercostal, la morfología del ECG puede ocasionar un falso diagnóstico de bloqueo de rama derecha (30,35,39), de infarto crónico de miocardio por ausencia de onda r (39), y de síndrome coronario agudo con elevación del ST (SCACEST) (35), o por el contrario, que el SCACEST pase desapercibido (40). Además, cuando se encuentran sobre el tercer espacio intercostal o más elevado generan un complejo Q-S, con ausencia de r que imita al infarto septal (29).

Parece ser que la colocación más alta de electrodos aporta más imágenes sugestivas de síndrome de Brugada que una colocación normal, aunque los autores no le dan certeza diagnóstica, por lo que todo podría acabar en un sobrediagnóstico de Síndrome de Brugada (35,37), con el riesgo de restricciones y pruebas innecesarias (37).

La mala colocación de los electrodos para mapear ubicaciones precisas en los procedimientos de ablación puede inducir errores de diagnóstico y aumentar la duración del procedimiento (32). Como es el caso de un paciente en el que la elevación de la ubicación de los electrodos mostraba el origen de las extrasístoles en el tracto de salida del ventrículo derecho que reubicando los electrodos a su posición correcta indicaba una posible ubicación en el tracto de salida izquierdo (32).

Colocar los electrodos más abajo de la posición correcta también causa falsos negativos, dado que pueden inducir variaciones en la onda T. Esto ocurre al colocar el electrodo debajo del seno de una mujer y no sobre este (33).

9.2.- Cambios morfológicos en el ECG originarios de una incorrecta colocación de los electrodos periféricos

La correcta colocación de los electrodos periféricos también hay que tenerla en cuenta puesto que un electrodo periférico colocado sobre el pulso radial derecho puede generar una morfología en el ECG que sea característica de cardiopatía isquémica, hemorragia intracraneal o síndrome QT largo (28), debido a que el pulso se superpone al ritmo sinusal e imita una onda T amplia y elevación del ST (28).

9.3.- Cambios morfológicos en el ECG procedentes de una colocación errónea de los cables del electrocardiógrafo

No solo la correcta colocación de los electrodos es importante, sino también la colocación de los cables. La inversión de cables de los brazos es la más común (31,36) y causa una morfología en el ECG compatible con dextrocardia, excepto por el trazado de V1 a V6 (36).

La inversión de cables entre extremidades superiores e inferiores dibuja la D1 isoeletrica (34,36). Cuando el intercambio es entre la extremidad superior izquierda y la extremidad inferior izquierda, el trazado puede indicar infarto agudo de miocardio inferior (31) por la inversión de las derivaciones DI, DII, AVL y AVF (31,36).

En la tabla 3 se muestra el detalle de los artículos incluidos en la revisión sistemática.

Tabla 3. Artículos incluidos en la revisión.

Título	Autor	Año	Diseño	Objetivos	Conclusiones
Comparison of p-wave patterns derived from correct and incorrect placement of V1-V2 electrodes (39).	García-Niebla, Javier	Marzo 2009	Estudio transversal	Identificar signos electrocardiográficos que pudieran alertar a los profesionales que realizan o interpretan el ECG sobre la colocación incorrecta de los electrodos V1 y V2.	La ubicación del electrodo V1-V2 afecta en gran medida el ECG resultante, y este estudio identificó diversas morfologías de la onda P indicativas de una colocación incorrecta.
An unusual electrocardiogram artifact in a patient with near syncope (28).	Emre Aslanger	Noviembre 2010	Estudio de un caso	Reportar un artefacto inusual en el ECG que imita varios trastornos graves, lo cual es muy excepcional debido a su importancia clínica, morfología y asociación con el ritmo normal.	Los artefactos del electrocardiograma son comunes y todo médico debe conocerlos. Reconocer los artefactos del ECG es muy importante y puede evitar estudios adicionales innecesarios, como lo señala este caso.
Importance of Recognizing Pseudo-septal Infarction due to Electrocardiographic Lead Misplacement (29).	Ilg KJ, Lehmann MH	Enero 2012	Estudio de un caso	Concienciar sobre el problema del diagnóstico electrocardiográfico erróneo de infarto septal debido a la colocación craneal incorrecta de los electrodos precordiales V1 y V2	El diagnóstico erróneo de infarto septal debido a la colocación incorrecta de los electrodos precordiales derechos tiene el potencial de provocar un uso innecesario de recursos de atención médica e incluso causar daño a los pacientes.
The effects of electrode misplacement on clinicians interpretation of the standard 12 - lead	Bon, Raymond R. Finlay, D. D. Nugent, Chris D. Breen, C. J. Guldenring, Daniel	Octubre 2012	Estudio observacional	Investigar los efectos que tiene este caso particular de colocación errónea de electrodos en la interpretación diagnóstica de las 12 derivaciones.	Se puede concluir de la primera etapa del estudio que la configuración incorrecta del electrodo especificada afecta más al cable V2, seguido de los cables V4 y V1. También se puede concluir de la segunda parte del

electrocardiogram (40).	Daly, Michael John				estudio que cuando se aplica la configuración incorrecta de electrodos que se utiliza con frecuencia, el diagnóstico clínico se ve afectado entre el 17% y el 24% de los pacientes. Además, el diagnóstico de STEMI (infarto de miocardio con elevación segmento ST) agudo se pasa por alto en el 11%. El estudio destaca la importancia de educar más al personal médico y paramédico sobre la adquisición del ECG. También proporciona una justificación para desarrollar herramientas novedosas como el EMS para su uso en entornos pedagógicos.
The effects of precordial lead displacement on ECG morphology (38).	Michal Kania Hervé Rix Malgorzata Fereniec Heriberto Zavala - Fernandez Dariusz Janusek Tomasz Mroczka Günter Stix Roman Maniewski	Octubre 2013	Estudio observacional	Investigar en detalle el efecto del desplazamiento de los electrodos de ECG precordiales sobre la morfología de las señales de ECG de alta resolución grabadas con múltiples derivaciones, en particular para responder a las preguntas de qué tipo de cambios en la señal de ECG registrada podrían ser esperados al mover el electrodo en cualquier dirección a una distancia corta (hasta 5 cm) y qué derivaciones de ECG precordiales son más sensibles al desplazamiento de los electrodos.	El estudio demostró la complejidad del problema de la distorsión de la morfología del ECG como consecuencia de los desplazamientos de los electrodos precordiales. Se centró en una descripción detallada de la influencia del desplazamiento de los electrodos precordiales en cualquier dirección sobre la morfología del ECG en los segmentos QRS y ST - TU.
Brugada-type patterns are easily	Chung EH, McNeely III DE,	Enero 2014	Estudio de cohorte	Evaluamos la frecuencia de patrones tipo Brugada en atletas	El artículo destaca que un patrón de ECG de tipo Brugada se puede

observed in high precordial lead ECGs in collegiate athletes (37).	Gehi AK, Brickner T, Evans S, Pyski E, Waicus K, Stafford H, Mounsey JP, Schwartz JD, Huang S			cuando los electrodos precordiales se colocaron intencionalmente más elevados.	obtener fácilmente y es muy prevalente con la colocación alta de los electrodos precordiales anteriores en atletas, especialmente en hombres más altos y pesados.
Twisted leads: The footprints of malpositioned electrocardiographic leads (36).	Harry G Mond Jason García Thungar Visagathilagar	Junio 2015	Estudio de una serie de casos	Investigar varias combinaciones de mala posición de los cables del ECG y determinar si los hallazgos característicos se pueden resumir en huellas identificables.	Un resumen de las señales de la mala posición de los cables del ECG debería estar disponible para quienes realizan los ECG, quienes interpretan los trazados y los responsables de la atención clínica.
Falso bloqueo de rama derecha por mala colocación de electrodos, exposición de un caso (30).	Elena plaza Moreno	Marzo – Abril 2016	Estudio de un caso	Recalcar que la correcta ubicación de los electrodos tiene mucha importancia en el diagnóstico final del paciente. Demostrar que la incorrecta colocación de los electrodos, sobre todo de los precordiales V1 y V2 puede dar lugar a diagnósticos que no son reales. Resumir las morfologías que aparecen en el ECG cuando los electrodos de V1 y V2 se colocan en el segundo y tercer espacio intercostal.	La correcta colocación de los electrodos precordiales, sobre todo V1 y V2 es muy importante para no repercutir negativamente en la atención al paciente y así poder evitar intervenciones innecesarias secundarias. Es necesario recalcar las consecuencias de la mala colocación de electrodos a todo el personal que realice e interprete ECG ya que la información sobre las consecuencias de esta mala colocación de electrodos es escasa y poco descrita en los libros. Existen simuladores clínicos que demuestran cómo varían los patrones electrocardiográficos según modificamos la colocación de los electrodos que se pueden utilizar para la formación del personal sanitario.

Technical errors in ECG recording and treatment delays (31).	Richley, D., Winter, J. L.	Febrero 2017	Estudio de un caso	Evaluar el impacto del desplazamiento de los electrodos en la toma de decisiones. Determinar cómo el desplazamiento de los electrodos puede afectar la interpretación clínica del ECG.	Los efectos de intercambiar las conexiones del brazo izquierdo y la pierna izquierda pueden pasar desapercibidos, pero no reconocer este error puede llevar a un diagnóstico equivocado. Este caso demuestra la importancia de la correcta colocación de los electrodos, así como saber detectar errores como este, el intercambio de cables entre pierna izquierda y brazo izquierdo, para conseguir un diagnóstico preciso.
Diagnostical mistakes in ablation procedures associated with a high placement of the leads V1-V3 (32).	Longo D, Poliserpi C, Quilon FT, Uberti PD, López C, García-Niebla J, Ramella I	Julio 2017	Estudio de un caso	Determinar cómo el mal posicionamiento de los electrodos puede inducir a errores diagnósticos, aumentar la duración del procedimiento y hacer más factible la incidencia de complicaciones, Específicamente se examina el impacto de la posición elevada de los electrodos precordiales derechos V1-V3.	Uno de los errores más comunes en la práctica diaria es la colocación alta de los electrodos precordiales V1-V2. Lo que implica cambios significativos, principalmente, en las ondas P, R y T.
Pathological ECG that seemed normal following electrode misplacement (33).	Clement Derkenne Daniel Jost Hugues Lefort Jean - Pierre Tourtier	Diciembre 2017	Estudio de un caso	Mostrar como la mala colocación de los electrodos precordiales pueden provocar un resultado de ECG aparentemente normal.	Una mala posición de los electrodos provocó un resultado de ECG aparentemente normal con consecuencias potencialmente mortales.

<p>Misplacing V1 and V2 can have clinical consequences (35).</p>	<p>Brooks Walsh</p>	<p>Mayo 2018</p>	<p>Estudio de una serie de casos</p>	<p>Mostrar los patrones de un ECG erróneos resaltando los problemas asociados con la mala colocación de las derivaciones V1 y V2, y cómo estos errores pueden afectar la interpretación del ECG y el manejo clínico del paciente.</p>	<p>Las derivaciones V1 y V2 suelen estar mal colocadas, pero es posible que no se reconozcan las manifestaciones electrocardiográficas de este error. Los casos expuestos en el estudio ilustran cómo estos patrones de ECG erróneos pueden afectar al tratamiento de los pacientes. Los pacientes pueden ser investigados de forma inadecuada en busca de afecciones cardiopulmonares, someterse a pruebas innecesarias e incurrir en gastos y ansiedad. Los médicos deben ser conscientes de las "imitaciones" habituales que puede generar la colocación incorrecta de los electrodos, así como de las características del ECG, como la morfología de la onda P, que pueden sugerir una colocación incorrecta.</p>
<p>The unusual case of a Topsy-Turvy ECG with a pseudo-infarct pattern (34).</p>	<p>Kamlesh Raut Anindya Ghosh Aditya Kapoor</p>	<p>Diciembre 2021</p>	<p>Estudio de un caso</p>	<p>Describir e identificar patrones específicos de ECG asociados a la mala colocación involuntaria de los cables, particularmente la inversión del brazo izquierdo - brazo derecho. Explorar cómo estos patrones erróneos en el ECG pueden imitar condiciones clínicas como la isquemia miocárdica.</p> <p>Proporcionar información para mejorar la interpretación precisa del ECG.</p>	<p>La mala colocación de los cables durante el registro de un ECG de 12 derivaciones no es infrecuente y, a menudo, es más probable que ocurra en entornos de UCI. Esto puede conducir a errores en la toma de decisiones diagnósticas y terapéuticas. Es importante que los cardiólogos comprendan y sean conscientes y detallados de estas cuestiones técnicas.</p>

10.- Discusión

El objetivo de este TFG era revisar la bibliografía disponible sobre la influencia de la correcta colocación de los electrodos a la hora de realizar un ECG. Para ello se han revisado 13 artículos de los cuales el 100% son de tipo observacional. De los 13 artículos, el 53,9% exponen de un caso (28–34) y el 15,4% una serie de casos (35,36). En el otro 30,7% encontramos un estudio observacional retrospectivo con datos de 232 pacientes (40), y por último tres estudios transversales, uno que cuenta con 60 hombres (38), otro con 491 sujetos (37) y un estudio observacional transversal con 101 individuos (39).

Uno de los objetivos de esta revisión era analizar la relación existente entre la colocación inadecuada de los electrodos y la generación de artefactos en el ECG, y cómo influye en la interpretación clínica de los resultados y en la toma de decisiones. Todos los artículos incluidos en la revisión afirman que una incorrecta posición de los electrodos puede generar un patrón erróneo que de pie a un falso diagnóstico. Solamente un estudio hace referencia a que la colocación elevada de los electrodos podría ser útil (37) aunque también afirma que podría generar restricciones y pruebas innecesarias, lo cual indica que el estudio no es concluyente.

Se han encontrado pocos estudios que hablen de la correcta colocación de los electrodos en las mujeres. Los senos grandes pueden ser un obstáculo a la hora de realizar un ECG porque dificultan la identificación y el acceso a las ubicaciones correctas de los electrodos, además el tejido mamario puede debilitar la señal eléctrica, aunque este tema es todavía objeto de debate y se requiere más investigación (41). Exponiendo un caso en el que se colocaron los electrodos precordiales 3 cm demasiado bajos, probablemente debido a los voluminosos senos, provocaron un ECG aparentemente sin ninguna anomalía (33). Al devolver los electrodos precordiales a la posición correcta, el rastro patológico reapareció. El caso contribuye al conocimiento de que la posición de los electrodos precordiales sobre o debajo del seno pueden inducir a variaciones, causando así falsos negativos (33). Los profesionales sanitarios capacitados para realizar un ECG lograron posiciones correctas de los electrodos precordiales de menos de 1 cm solo en el 20% de las mujeres, sin embargo, en el caso de los hombres fue del 50% (38).

Si bien las colocaciones inadecuadas se registran principalmente en V1 y V2 (28,29,31,33,35,36,39,40) también es cierto que otros trabajos relacionados con la correcta colocación de los electrodos han identificado que la correcta colocación de V1 mejora la colocación del resto de electrodos, y que cuando V1 se coloca mal, también se desplaza V2,

con lo que se confirma el papel crucial de V1, tanto si se trata de la colocación errónea de los electrodos como si se trata de la correcta (11).

Pete Gregory et al. Llevo a cabo un estudio con 52 paramédicos, los cuales fueron invitados a participar, y afirma que solo el 5,2% de los participantes del estudio colocaron bien todos los electrodos, siendo el rango de error de 19 mm (11). Es un dato sorprendente, puesto que se conoce que una desviación de 2 cm de la posición del electrodo genera cambios en el patrón del ECG (38), lo cual vuelve a indicar la necesidad de formación al personal encargado de realizar los ECG, así como la importancia de la revisión de protocolos de los centros sanitarios en los cuales se realiza esta prueba.

El ECG es un procedimiento utilizado en numerosas situaciones y aunque no existe la disponibilidad del número de ECG realizados en España al año, ni tampoco se conoce cuántos de ellos se realizan con los electrodos en la posición incorrecta, el hecho de que casi un cuarto de los ECG, entre el 17 y el 24%, que tienen los electrodos mal colocados genere errores (40), es una cifra que indica la necesidad de una intervención de mejora de la situación. Además de la escasa disponibilidad de artículos realizados a nivel nacional puesto que sólo dos de ellos se realizaron en España (30,39).

Al comparar los resultados de nuestra revisión bibliográfica con los resultados de una revisión sistemática que examina las causas y efectos de la colocación de los electrodos durante la electrocardiografía realizada por Arron Pearce publicada en el año 2019 (41), encontramos similitudes notables. Ambos estudios hacen referencia a que la mala colocación de los electrodos es un hallazgo muy común, lo que sugiere una falta de conocimientos por parte del personal encargado de realizar la prueba. Estas coincidencias fortalecen la validez de nuestras conclusiones y aportan más evidencia a que una mala colocación de los electrodos disminuye la fiabilidad del resultado del ECG. Los resultados respaldan la relevancia de la importancia de la correcta colocación de electrodos y sugieren líneas futuras para la investigación en esta área.

10.1.- Limitaciones

En las ciencias de la salud se recomienda que los estudios incluidos en una revisión sistemática no superen los 5 años de antigüedad, la escasez de investigaciones dentro de este período conduce a la necesidad de ampliar el rango temporal hasta 15 años. A pesar de extender la búsqueda a 15 años, la cantidad de estudios relevantes sigue siendo limitada. Dicha carencia refuerza la necesidad de seguir investigando en esta área para obtener una

comprensión más completa de cómo la colocación de electrodos afecta los resultados de un ECG.

10.2.- Futuras líneas de investigación

Las limitaciones identificadas en este trabajo de fin de grado subrayan la necesidad de continuar investigando la importancia de la colocación de los electrodos en el ECG y sus repercusiones diagnósticas y de tratamiento. En consecuencia, proponemos realizar un primer estudio observacional sobre la correcta colocación de los electrodos en la realización de un ECG en la práctica clínica diaria. Debería de ser un estudio suficientemente extenso en muestra y amplio en ámbito de estudio que defina realmente el estado de la cuestión en todos los ámbitos asistenciales, y que permita tomar decisiones sobre las necesidades específicas para cada área asistencial, que posibilite contabilizar el porcentaje de ECG que se realizan con los electrodos correctamente y también aporte información sobre los errores más comunes en la colocación de estos.

El objetivo del estudio observacional sería evaluar la precisión en la colocación de los electrodos en la realización de un ECG por parte del personal sanitario. Para hacer posible la estandarización del entorno se llevaría a cabo con un modelo masculino con los puntos de referencia definidos y con la piel preparada para poder realizar el procedimiento. Se utilizaría una hoja transparente milimetrada con los puntos de la posición correcta según la AHA para ese paciente como herramienta de evaluación, lo que permitiría una medición precisa de la desviación de los electrodos colocados en relación con los puntos de referencia establecidos, pudiendo determinar la precisión de la colocación de los electrodos por parte del personal sanitario.

Se invitaría a todo el personal encargado de realizar ECG en el centro sanitario a participar en el estudio. Se guardaría una copia de cada ECG realizado, lo que nos permitiría identificar diferentes patrones que sugieren malas posiciones de los electrodos. Estas copias se utilizarían para registrar los milímetros de desplazamiento de cada electrodo, facilitando así la correlación con posibles artefactos.

Según los resultados obtenidos en el estudio observacional se podría realizar, posteriormente, un ensayo clínico en el que se comparen las diferencias entre realizar un ECG de forma libre y otro bajo un seguimiento estricto de las normas de AHA porque, como hemos podido observar, el ECG no se trata de un procedimiento banal y la mala ejecución del procedimiento puede provocar consecuencias en el diagnóstico. El objetivo de este ensayo clínico sería determinar si una intervención educativa específica mejora la

competencia del personal sanitario en la realización del electrocardiograma. Constaría de un grupo de intervención formado por el personal que recibiese una intervención educativa, y el grupo de control que no recibiría la intervención.

Además, la participación de los centros en este ensayo posterior contribuiría a la concienciación de los directivos para fomentar el cambio de los protocolos en la colocación de los electrodos para realizar un ECG.

10.3.- Propuestas de mejora

Para mantener la relevancia y eficacia de los protocolos de actuación en los centros sanitarios, uno de los criterios que podrían incluirse dentro de estos documentos, es que la realización de esta técnica sea llevada a cabo por personal cualificado para ello o, como mínimo, que esté bien entrenado. Asimismo, sería recomendable estipular una fecha de validez para dichos protocolos con el fin de garantizar su actualización periódica.

Dada la importancia de una correcta colocación de los electrodos en la precisión del diagnóstico de un ECG, se recomienda la implementación de formación continua para los profesionales de la salud responsables de realizar los ECG. La falta de habilidades adecuadas en la colocación de electrodos en un ECG puede dar lugar a errores diagnósticos. Además de la formación continua, es esencial destacar la importancia de un desarrollo técnico adecuado en la realización del ECG. Esto implica no solo en la colocación precisa de electrodos, sino también la detección y corrección de posibles errores electrocardiográficos, lo que contribuye a mejorar la calidad y la precisión de los resultados en un ECG.

Proponemos mejorar la práctica clínica mediante la implementación de un plan de formación dirigido al personal encargado de realizar electrocardiogramas en los diversos centros sanitarios. Este plan se llevaría a cabo anualmente y sería impartido por personal cualificado para tal fin. El objetivo sería proporcionar formación tanto al personal de nueva incorporación como al personal más experimentado, asegurando así una adecuada capacitación y actualización continua.

Se realizaría mediante un curso con el objetivo de que el personal asistente comprenda los fundamentos básicos del ECG, aprenda a preparar al paciente para la realización del ECG, se familiarice con la colocación correcta de los electrodos, identifique y comprenda los principales componentes de un ECG normal y que pueda reconocer los patrones básicos de las alteraciones cardíacas.

11.- Conclusiones

Este estudio resalta la relación entre la colocación de los electrodos y la fiabilidad de la prueba. Nuestros hallazgos confirman que una colocación incorrecta puede resultar en artefacto y distorsiones en los trazados del ECG, lo que afecta a la interpretación clínica, no obstante, dado el escaso número de artículos localizados sobre el tema y considerando que la mayoría de ellos son estudios de casos, se necesita seguir investigando en esta línea. En primer lugar, para determinar la magnitud del problema y, seguidamente, si fuese necesario, para ensayar la efectividad de las intervenciones de mejora propuestas.

Es esencial concienciar a los equipos de enfermería acerca de la importancia de la correcta colocación de los electrodos durante la realización del ECG. Por tanto, resulta fundamental que los profesionales de enfermería y los técnicos en cuidados auxiliares de enfermería reciban una formación adecuada sobre cómo llevar a cabo esta técnica. Esto garantizará la calidad de los registros en los entornos clínicos y contribuirá significativamente a la mejora de la práctica clínica.

12.- Bibliografía

1. Navarro FA. Viaje al corazón de las palabras [Internet]. Revista Española de Cardiología; 2019. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-ekg-articulo-S0300893219301289>
2. Mañero MR. Fundación Española del corazón, electrocardiograma [Internet]. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/metodos-diagnosticos/electrocardiograma.html>
3. Neo tecnia. Razones para realizar un electrocardiograma [Internet]. 2021. Disponible en: <https://neotecnia.mx/blogs/noticias/razones-para-realizar-un-electrocardiograma>
4. Mondéjar DDM. Prevención en práctica de actividad física [Internet]. 2018. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/ejercicio/prevencion/3166-el-electrocardiograma-del-deportista.html>
5. Rodriguez B, Holzmann AP, Santos AG, Lima C, Goncalves RP, Santos S. Dudas sobre la utilidad del cribado masivo con electrocardiograma en deportistas para prevenir la muerte súbita [Internet]. Scielo; 2016. p. 1-10. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2174-51452016000100004
6. Vidal Ledo M. Alteraciones electrocárdiograficas en jóvenes atletas de alto rendimiento [Internet]. Vol. 37, Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas. 2011. p. 1. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03002006000300003&script=sci_arttext%5Cnhttp://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03002006000300003&script=sci_arttext
7. Triviño JCO, Robalino JDG, Burgos KAT, Guaraca FAS. Evaluación y diagnóstico clínico de patologías cardiológicas mediante la interpretación de electrocardiograma [Internet]. Reciamuc; 2020. Disponible en: <https://www.reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/486>
8. Hospitalaria EDM. Las principales causas de hospitalización fueron las enfermedades del aparato circulatorio (12 , 9 % del total), las enfermedades del Instituto Nacional de Estadística. 2023;2021:1-10. Disponible en: https://www.ine.es/prensa/emh_2021.pdf
9. INE. Defunciones según la Causa de Muerte, INE. Notas de prensa [Internet].

- 2021;2021:19. Disponible en: https://www.ine.es/prensa/edcm_2021.pdf
10. Instituto Nacional de Estadística. Defunciones según causa de muerte, primer semestre 2023 y año 2022. 2023;2021:19. Disponible en: https://www.ine.es/prensa/edcm_2022_d.pdf
 11. Gregory P, Kilner T, Lodge S, Paget S. Accuracy of ECG chest electrode placements by paramedics: an observational study [Internet]. 2021. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8312365/>
 12. Garcia Niebla J. Errores y artefactos más comunes en la obtención del electrocardiograma. Siacardio [Internet]. 2015;1(8):1-29. Disponible en: <http://www.siacardio.com/wp-content/uploads/2015/01/ECG-Capitulo-10-Errores-y-artefactos-comunes-en-ECG.pdf>
 13. Velarte MG, Blasco CB, García LRG, Duarte YM, Sacramento ACG, Fuertes PG. El papel de la enfermería en la adecuada realización del electrocardiograma. Un artículo monográfico. Rev Sanit Investig [Internet]. Disponible en: <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/el-papel-de-la-enfermeria-en-la-adecuada-realizacion-del-electrocardiograma-un-articulo-monografico/>
 14. Serrano C. Sistema de conducción del corazón [Internet]. Kenhub; 2023. Disponible en: <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/sistema-de-conduccion-del-corazon>
 15. Moreno EP. Historia de la electrocardiografía: de las ranas de Galvani a los Wearables [Internet]. 23/01/2022; 2022. Disponible en: <https://www.urgenciasyemergen.com/historia-de-la-electrocardiografia/>
 16. Urquiza JLG. Cómo hacer un electrocardiograma correctamente: derivaciones adicionales y otras formas de colocación de los electrodos. 2022;7:7-10. Disponible en: https://www.enfermeriacuenca.com/uploads/files/documentacion/evidencia/COMO_HACER_UN_ELECTROCARDIOGRAMA_CORRECTAMENTE.pdf
 17. My EKG. Electrodo del Electrocardiograma [Internet]. Disponible en: <https://www.my-ekg.com/generalidades-ekg/electrodos-ekg.html>
 18. Modern Heart and Vascular. Electrocardiograma ¿Qué es y que información brinda? [Internet]. Disponible en: <https://modernheartandvascular.com/electrocardiograma->

que-es-y-que-informacion-brinda/

19. My EKG. Ondas del electrocardiograma [Internet]. Disponible en: <https://www.my-ekg.com/generalidades-ekg/ondas-electrocardiograma.html>
20. Vila Zárate Cristina, Grupo Impulsor del Aula de habilidades y procedimientos Diagnósticos y Terapéuticos. Electrocardiografía Básica. Realización e interpretación de un ECG. [Internet]. 2012. p. 1-18. Disponible en: [https://medicina.ucm.es/data/cont/media/www/pag-17227/Electrocardiografía Básica.pdf](https://medicina.ucm.es/data/cont/media/www/pag-17227/Electrocardiografía_Básica.pdf)
21. Romani J. Intervalos y segmentos ECG [Internet]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/476971143/Intervalos-y-Segmentos-ECG#:~:text=Diferencias entre Intervalos y Segmentos,QRS%2C incluyendo la Onda P.&text=constante.&text=su longitud depende de la Frecuencia Cardiaca>
22. Neo tecnia. Guía de colocación de electrodos [Internet]. Disponible en: <https://neotecnia.mx/blogs/noticias/guia-de-colocacion-de-electrodos>
23. My EKG. Códigos de colores de los electrodos del EKG [Internet]. Disponible en: <https://www.my-ekg.com/trucos-consejos-ekg/codigo-colores-electrodos-ekg.html>
24. Moreno EP. Las derivaciones del electrocardiograma [Internet]. Disponible en: <https://www.urgenciasyemergen.com/las-derivaciones-del-electrocardiograma/>
25. Velarte MG, Blasco CB, García LRG, Duarte YM, Sacramento ACG, Fuertes PG. El papel de la enfermería en la adecuada realización del electrocardiograma. Un artículo monográfico [Internet]. 2021. Disponible en: <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/el-papel-de-la-enfermeria-en-la-adecuada-realizacion-del-electrocardiograma-un-articulo-monografico/>
26. Mohamedi AA, Boubnan SAH. Guía básica de electrocardiogramas para Enfermería [Internet]. 2023. Disponible en: <https://ocronos.com/libros-publicados-isbn/guia-basica-electrocardiogramas-enfermeria/#:~:text=Los enfermeros pueden utilizar los,la respuesta a la terapia>
27. López-Flores L, Hernández-Morales S, García-Merino RM, Flores-Montes I. Intervenciones de enfermería en la toma de electrocardiograma, círculo torácico y medrano. Rev Mex Enferm Cardiol [Internet]. 2014;22(2):78-84. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/enfe/en-2014/en142f.pdf>

28. Aslanger E. An unusual electrocardiogram artifact in a patient with near syncope [Internet]. Elsevier; 2010. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.sabidi.urv.cat/science/article/pii/S0022073610001962>
29. Ilg KJ, Lehmann MH. Importance of recognizing pseudo-septal infarction due to electrocardiographic lead misplacement. *Am J Med.* 2012;125(1):23-7.
30. Moreno EP. Falso bloqueo de rama derecha por mala colocación de electrodos. Exposición de un caso. *Ciber Rev La Rev la Soc Española enfermería urgencias y emergencias* [Internet]. 2016; Disponible en: <https://www.enfermeriadeurgencias.com/ciber/marzo2016/pagina6.html>
31. D. R, Winter J. Technical errors in ECG recording and treatment delays. 2017;2017-8.
32. Longo D, Poliserpi C, Toscano Quilon F, Díaz Uberti P, López C, García-Niebla J, et al. Diagnostical mistakes in ablation procedures associated with a high placement of the leads V1-V3. *J Electrocardiol.* 2017;50(4):433-6.
33. Derkenne C, Jost D, Lefort H, Tourtier J-P. Pathological ECG that seemed normal following electrode misplacement [Internet]. PubMed; 2017. Disponible en: <https://www-ncbi-nlm-nih-gov.sabidi.urv.cat/pmc/articles/PMC5720263/>
34. Raut K, Ghosh A, Kapoor A. The unusual case of a Topsy-Turvy ECG with a pseudo-infarct pattern [Internet]. ScienceDirect; 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022073621002004?via%3Dihub>
35. Walsh BM. Misplacing V1 and V2 can have clinical consequences [Internet]. Elsevier B.V.; 2018. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.sabidi.urv.cat/science/article/pii/S0735675718301268>
36. Mond HG, Garcia J, Visagathilagar T. Twisted Leads: The Footprints of Malpositioned Electrocardiographic Leads [Internet]. PubMed; 2015. Disponible en: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.sabidi.urv.cat/26150004/>
37. Chung EH, McNeely DE, Gehi AK, Brickner T, Evans S, Pryski E, et al. Brugada-type patterns are easily observed in high precordial lead ECGs in collegiate athletes. *J Electrocardiol.* 2014;47(1):1-6.
38. Kania M, Rix H, Fereniec M, Zavala-Fernandez H, Janusek D, Mroczka T, et al. The

- effect of precordial lead displacement on ECG morphology [Internet]. 2013. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3899452/>
39. García-niebla J. Comparison of p-wave patterns derived from correct and incorrect placement of V1-V2 electrodes. 2009;24:156-61.
 40. Bond RR, Finlay DD, Nugent CD, Breen C, Guldenring D, Daly MJ. The effects of electrode misplacement on clinicians' interpretation of the standard 12-lead electrocardiogram [Internet]. 2012. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.sabidi.urv.cat/science/article/pii/S0953620512000805?via%3Dihub>
 41. Pearce A. Examining the causes and effects of electrode misplacement during electrocardiography: a literature review. Br J Card Nurs. 2019;14(7):1-15.

13.- Anexos

13.1.- Cronograma

ACTIVIDADES	2023			2024					
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Asignación de tutor	■								
Diseño		■							
Objetivos		■	■						
Justificación		■	■						
Marco teórico						■	■		
Metodología			■	■					
Búsqueda bibliográfica			■	■	■	■			
Diagrama de flujo							■	■	
Resultados							■	■	
Discusión							■	■	
Conclusiones							■	■	
Tutorías	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Entregas de borrador							■	■	
Entrega del trabajo final								■	
Elaboración de la presentación								■	
Defensa									■