

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA DE MEDICINA Y CIRUGÍA



TÍTULO:

Análisis de la utilidad del electrocardiograma como herramienta diagnóstica en condiciones médicas graves diferentes a la cardiopatía isquémica para la generación de recomendaciones sobre su aplicación en los servicios de emergencias en Costa Rica.

Nombre de la estudiante:

Debbie Melissa Granados Cruz

Tutor

Dr. Jacobo Pardo Jara

Costa Rica, 2023

Modalidad de tesis para optar por el grado de Licenciatura en Medicina y Cirugía

I. Resumen

A pesar del avance que ha tenido la medicina en las técnicas diagnósticas, el electrocardiograma sigue manteniendo una posición en los métodos diagnósticos de mayor utilidad para el diagnóstico de casos no solo en la esfera cardiológica, sino en condiciones médicas que afectan indirectamente el corazón. Aporta información fundamental que no se alcanza a obtener por medio de la exploración física, reflejando la importancia de su realización, en vista de que es de fácil acceso, segura, no dolorosa, relativamente económica y sencilla de utilizar cuando se tiene el conocimiento que requiere.

La interpretación del ECG aporta hallazgos específicos que ayudan a identificar condiciones cardiacas, metabólicas, electrolíticas y toxicológicas, por ende, esta herramienta se puede incluir en el manejo de primera línea de tromboembolismo pulmonar, trastornos electrolíticos, pericarditis, taponamiento cardiaco e hipotermia. Se pretende con esta investigación evidenciar la importancia en la interpretación del ECG, para así reconocer la utilidad que tiene este no solo en la cardiopatía isquémica.

II. Agradecimientos

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, que en todos los años de mi carrera no me he sentido sola, porque me ha demostrado con acciones que ahí está Él escuchándome, cuando sentía que no lograba esa meta que me había propuesto, me demostraba no solo que la lograba, sino que pasaba esa línea en mi mente. Me ha demostrado que los caminos difíciles son los que finalmente te darán una base de concreto para poder enfrentar metas más grandes, donde se tendrá que entregar un mayor esfuerzo.

Quiero agradecer a mis padres, que desde el primer día han creído en todo lo que soy capaz de lograr, siempre me han exigido a dar más de lo que creo poder, esto para nunca conformarme con lo mínimo, no quedarme en una zona de confort, siempre tener esa “hambre” en aprender más, en demostrarme que podía dar más. Sin embargo, nunca me juzgaron por una mala calificación, siempre me decían algo tuvo que pasar, pero estaban seguros de que iba a lograr ganar esa materia, donde yo decía jamás es imposible, pero gracias papi y mami por siempre motivarme a creer en mí.

También necesito un espacio para mi gemela, esa persona que en muchas ocasiones me llegaba a sacar de mi escritorio, porque tenía que distraerme un ratito, bailar como locas para aumentar esa felicidad, esa motivación y energía de la madrugada, nos decíamos ya casi lo logramos. También fue la que estuvo presente en esos momentos tristes que necesitaba un abrazo, un beso y unas palabras, que siempre eran: tú puedes, para mí tú eres la mejor. Pero si lograba sentir eso, porque era el mismo sentimiento hacia ella. También para esa persona que me acompañó en cada momento, que me apoyó y me dio todo el amor posible, el que aguanto mis momentos de estrés, que me recordaba que debía dar ese último esfuerzo para terminar mi tesis, también me daba momentos de alegría, distracción para motivarme todos los días, de verdad gracias, por tanto, por siempre.

Sin duda un enorme agradecimiento a mi tutor, el Dr. Pardo que, gracias a sus enseñanzas, a su paciencia y a todo el tiempo que tomo para transmitirme gran conocimiento y experiencia mientras tenía la oportunidad de ir a rotar con él, que en esos momentos no lo niego me daba susto, porque pensaba y si no me se algo le voy a quedar mal y el tanto que me enseña, sin embargo, de ahí fue donde surgió mi tema de tesis, en la primera rotación le dije, Doctor yo no sé nada de ECG, pero quiero aprender. Todos los ECG me los daba para que empezará a hacer un orden de ideas para interpretar cada uno de esos ECG, pero no quedo ahí, también me demostraba que el ECG servía para identificar patologías diferentes a la cardiopatía isquémica. Gracias Doctor por sus consejos, no se imagina cuanto me enseñó en esas rotaciones para enfrentar el internado y todo lo que me espera.

III. Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a Dios, que siempre me ha dado la sabiduría en mi carrera. Desde el segundo cuatrimestre de medicina me di cuenta de que Dios me quería en este camino difícil, que es estudiar medicina, desde ese momento dejé todo en tus manos Dios y te prometí siempre dar lo mejor para todas esas personas que lo necesitarán, es por esto que nunca quiero solo lograr lo básico, sino lograr eso con excelencia, pero esto no lo determinará una nota, lo determina que tanto me ayudo crecer como profesional para cumplir esa promesa.

También a mis padres, por el apoyo brindado, infinidad de aplausos por lo valiente que han sido, por darme más de lo que podían para lograr mis sueños. Sin duda siempre han luchado por darnos lo mejor, gracias por su amor inmenso sin límites. Los amos papi y mami.

IV. Tabla de contenidos

I. Resumen	2
II. Agradecimientos.....	3
III. Dedicatoria.....	5
IV. Tabla de contenidos	6
V. Lista de tablas.....	9
VI. Lista de figuras.....	10
CAPÍTULO I- INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Introducción	12
1.2 Planteamiento del problema.....	13
1.3 Objetivos	15
1.3.1 Objetivo General	15
1.3.2 Objetivos Específicos	15
1.4 Justificación.....	16
1.5 Antecedentes	19
1.5.1. Antecedentes Históricos	19
1.5.2. Antecedentes Internacionales	20
1.5.3 Antecedentes Nacionales.....	22
CAPÍTULO II- MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Electrocardiograma	15
2.1.1 Introducción del electrocardiograma.....	15
2.1.2. Definición del electrocardiograma	16
2.1.3 Conformación del electrocardiograma	17
2.1.4 Interpretación del electrocardiograma.....	20

2.1.5 Utilidad del electrocardiograma	21
2.2 Condiciones médicas graves diferentes a cardiopatía isquémica.....	22
2.2.1 Tromboembolismo Pulmonar	22
2.2.2 Trastornos electrolíticos	26
2.2.3 Taponamiento cardiaco	31
2.2.4 Pericarditis.....	33
2.2.5 Hipotermia ambiental	34
CAPÍTULO III- MARCO METODOLÓGICO	36
3.1 Tipo de investigación	37
3.2 Fuentes de información	38
3.3 Criterios de búsqueda.....	38
3.4 Criterios de inclusión y exclusión	41
3.5 Análisis de la información	42
3.6 Clasificación de la información según niveles de evidencia.....	44
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	45
4.1 Hallazgos electrocardiográficos más frecuentes según estudios analizados.....	47
4.1.1 Tromboembolismo Pulmonar	47
4.1.2 Trastornos electrolíticos	53
4.1.4 Pericarditis.....	75
4.1.5 Hipotermia ambiental	78
4.2 Utilidad del electrocardiograma en cada una de las siguientes patologías	84
4.2.1 Tromboembolismo Pulmonar	84
4.2.2 Trastornos electrolíticos	90
4.2.3 Taponamiento Cardiaco.....	94
4.2.4 Pericarditis.....	96

4.2.5 Hipotermia.....	98
CAPÍTULO V- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114
5.1 Conclusiones	115
5.2 Recomendaciones.....	119
CAPÍTULO VI- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
CAPÍTULO VII- ANEXOS.....	134
7.1. Lista de abreviaturas	135
Anexo 1. Clasificación de artículos consultados según nivel de evidencia	137

V. Lista de tablas

Tabla 1. Criterios de búsqueda de información, acorde a los objetivos.....	39
Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión.....	42
Tabla 3. Cantidad de artículos según el nivel de evidencia	44
Tabla 4. Anomalías del ECG en TEP	53
Tabla 5. Cambios en los niveles de electrolitos y manifestaciones del ECG	63
Tabla 6. Diferenciación entre pericarditis e infarto agudos del miocardio.....	77
Tabla 7. Hallazgos del ECG.....	78
Tabla 8. Los 27 signos del ECG y las 12 características clínicas del modelo SPPH-ECG .	85
Tabla 9. La comparación de la sensibilidad, especificidad, y valores predictivos positivos y negativos de los cuatro modelos.	87
Tabla 10. Sensibilidad y especificidad en porcentajes para cada hallazgo ECG en TEP	88
Tabla 11. Sensibilidad y especificidad de cada uno de los hallazgos electrocardiográficos.	91
Tabla 12. Valor diagnóstico del ECG para predecir el taponamiento cardíaco.....	95
Tabla 13. Porcentaje de conocimiento de los profesionales ya graduados y estudiantes de medicina en la interpretación del ECG	100

VI. Lista de figuras

Figura 1. Representación de las ondas, intervalos y segmentos del ECG	20
Figura 2. Cambios en el ECG durante la hiperpotasemia progresiva	28
Figura 3. Alteraciones del ECG con niveles de Hipopotasemia	29
Figura 4. Alteraciones electrocardiográficas del taponamiento cardiaco.....	32
Figura 5. Alteraciones electrocardiográficas en pericarditis.....	34
Figura 6. Alteración del ECG en hipotermia.....	35
Figura 7. Proceso de búsqueda y selección de la información.....	43
Figura 8. ECG de alteraciones descritas.....	49
Figura 9. Patrón de tensión del ventrículo derecho	52
Figura 10. Manifestaciones de la hiperpotasemia en el ECG	55
Figura 11. La frecuencia de alteraciones del ECG, según el estudio alteraciones del ECG sugestivas de hiperpotasemia	57
Figura 12. Electrocardiograma de paciente hipopotasemico.	61
Figura 13. ECG posterior a la regulación de los niveles del potasio.	62
Figura 14. ECG de un Paro Sinusal.....	64
Figura 15. ECG de una Fibrilación auricular.....	64
Figura 16. ECG de una Fibrilación auricular con bloqueo AV de segundo grado; latido prematuro ventricular	65
Figura 17. ECG de un Ritmo sinusal normal.....	65
Figura 18. ECG del paciente que muestra bloqueo cardiaco completo.....	67
Figura 19. Electrocardiograma en paciente con hipercalcemia secundaria a hiperparatiroidismo. ..	68
Figura 20. ECG de paciente con hipercalcemia paraneoplásica	69
Figura 21. Electrocardiograma inicial de rutina de 12 derivaciones que identifica bloqueo AV de primer grado e intervalo QT prolongado	71
Figura 22. ECG con características de pericarditis aguda.	77
Figura 23. Paciente en hipotermia con Onda J de osborn.....	80
Figura 24. Fibrilación auricular con onda J de osborn en paciente hipotérmico	81
Figura 25. ECG al ingreso con temperatura central de 32°C	83

CAPÍTULO I- INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

En el presente trabajo de investigación se pretende realizar una investigación bibliográfica acerca de la utilidad que posee el electrocardiograma (ECG) al ser implementando su uso como herramienta diagnóstica en condiciones médicas graves diferentes a la cardiopatía isquémica esto con la finalidad de generar recomendaciones respecto a la aplicación en los servicios de emergencias en Costa Rica.

Además, la investigación se pretende abordar a partir de tres objetivos principales, uno de ellos es identificar los principales hallazgos electrocardiográficos presentes en el tromboembolismo pulmonar (TEP), trastornos electrolíticos, taponamiento cardíaco, pericarditis e hipotermia ambiental, así como también determinar la utilidad del ECG y la generación de recomendaciones en torno al uso de la electrocardiografía como herramienta diagnóstica en las patologías mencionadas.

Se busca por medio de este trabajo concientizar a la población médica a aumentar el uso del ECG como una herramienta diagnóstica en patologías medicas graves diferentes a la cardiopatía isquémica, así mismo demostrar la importancia de una adecuada interpretación electrocardiográfica para lograr reconocer los hallazgos específicos de cada patología y brindar un manejo más rápido, de bajo costo y al alcance en la mayoría de los servicios de Costa Rica.

Es importante también reconocer las deficiencias que se encuentra en la interpretación del ECG y el conocimiento de su uso, ya que en muchas ocasiones tanto en el aérea estudiantil como en la práctica médica es utilizado únicamente para confirmar o descartar una cardiopatía isquémica, siendo este un medio diagnóstico que puede ser incluido en el manejo de otras situaciones medicas graves que se manifiestan con alteraciones electrocardiográficas.

1.2 Planteamiento del problema

Hoy en día se intenta tener una mayor eficacia en el diagnóstico de pacientes que acuden al servicio de emergencias con condiciones médicas graves que afectan a nivel cardíaco, teniendo estas un alto riesgo de presentar consecuencias negativas a corto o largo plazo, sino se les brinda un manejo adecuado en un corto tiempo desde su ingreso. Esto se presenta como un desafío para los médicos en la actualidad, esto porque son los responsables de identificar estas patologías por medio del examen físico, la historia clínica y la utilización de la tecnología como herramienta diagnóstica.

Ochoa et al.¹, menciona que el ECG es de las pruebas diagnósticas más utilizadas en el abordaje de primera línea en pacientes con emergencias y en la evaluación de enfermedades cardiovasculares. Su importancia radica en el grado de comprensión de los hallazgos electrocardiográficos que debe poseer cada médico para lograr una utilización correcta de esta herramienta y así tener claro en que emergencias médicas puede aportar ayuda en el diagnóstico y manejo rápido, existiendo diferentes usos que en algunos casos se desconocen.

Según la Organización Mundial de Salud (OMS), las enfermedades cardiovasculares se encuentran como la principal causa de mortalidad a nivel mundial, se establecen que 17,5 millones de fallecimientos se presentan debido a esta patología, esta representa un 30% de las muertes a nivel mundial. La OMS indica que para el 2030 habría datos preocupantes, esto porque se espera que alrededor de 23,6 millones podrían morir debido a enfermedades cardiovasculares para dicho año. Tomando en cuenta estas cifras, se logra observar que se debe tener en mente todos los métodos que ayudan a realizar un diagnóstico efectivo, contando con la tecnología al alcance para hacer más fácil esta evaluación, dando un diagnóstico acertado en menor tiempo².

La interpretación del ECG aporta hallazgos específicos que ayudan a identificar condiciones cardíacas, metabólicas, electrolíticas y toxicológicas, por ende, esta herramienta se puede incluir en el manejo de primera línea de tromboembolismo pulmonar, trastornos electrolíticos, pericarditis, taponamiento cardíaco e hipotermia. Estas condiciones médicas tienen un número no despreciable de incidencia en el ingreso al servicio de emergencias, es aquí donde se establece el diagnóstico de la mayoría de los pacientes y se da el primer paso para el abordaje del tratamiento¹.

La prevalencia de las cinco patologías mencionadas anteriormente se especifica, el tromboembolismo pulmonar se presenta en 58 de cada 100.000 habitantes, la pericarditis en un 5% de las consultas de urgencias por dolor torácico no isquémico, la incidencia general de trastornos electrolíticos fue de 60,6%, así como también se menciona que el taponamiento cardíaco por perforación cardíaca su incidencia es baja, del 0,2-5%, pero su mortalidad es alta, por lo contrario la hipotermia es poco frecuente que cause muerte y su incidencia se encuentra entre 18-53 casos por cada millón de habitantes³⁻⁷.

Como se mencionó al inicio se presenta como un reto en los servicios de urgencias el diagnóstico de estas patologías, pero se encuentra una gran deficiencia en la aptitud respecto a la interpretación de trazos del ECG en médicos generales, internos, residentes e inclusive médicos titulados de diversas especialidades. El conocimiento es insuficiente y potencialmente dañino, debido a que en algunos casos este conocimiento se puede implementar en la actuación para obtener un mejor resultado en el servicio de emergencias. En algunos casos se encuentra dificultad para evaluar la normalidad de los trazos del electrocardiograma, lo cual es alarmante ya que debe ser una competencia del médico general, viendo esto hay una falta de conocimiento en la utilidad del ECG¹.

Con lo anterior se plantea la siguiente pregunta de la investigación: ¿Es útil el electrocardiograma como herramienta diagnóstica en condiciones médicas graves diferentes a la cardiopatía isquémica?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar la utilidad del electrocardiograma como herramienta diagnóstica en condiciones médicas graves diferentes a la cardiopatía isquémica para la generación de recomendaciones sobre su aplicación en los servicios de emergencias en Costa Rica

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Identificar los principales hallazgos electrocardiográficos presentes en el tromboembolismo pulmonar, trastornos electrolíticos, taponamiento cardíaco, pericarditis e hipotermia ambiental.
2. Determinar la utilidad del electrocardiograma como herramienta diagnóstica en el tromboembolismo pulmonar, trastornos electrolíticos, taponamiento cardíaco, pericarditis e hipotermia ambiental en los servicios de emergencias en Costa Rica.
3. Generar recomendaciones en torno al uso del electrocardiograma como herramienta diagnóstica en el tromboembolismo pulmonar, trastornos electrolíticos, taponamiento cardíaco, pericarditis e hipotermia ambiental en los servicios de emergencias en Costa Rica.

1.4 Justificación

En muchas ocasiones la población médica utiliza el ECG solo para descartar o confirmar un infarto al miocardio, dejando de lado la importancia que tiene esta herramienta diagnóstica para el manejo adecuado de otras condiciones médicas graves que necesitan ser abordadas con rapidez brindando un tratamiento optimo en un límite de tiempo para así evitar una mayor complicación, cabe resaltar que estas patologías van a afectar a nivel cardíaco indirectamente, como es el tromboembolismo pulmonar, los trastornos electrolíticos, el taponamiento cardíaco, la pericarditis e la hipotermia ambiental. Lo que pretende esta investigación es evidenciar la importancia de una adecuada utilización del electrocardiograma.

Littmann et al.⁸, en su revisión señala la importancia de la utilización del ECG como medio diagnóstico en una patología diferente al infarto al miocardio, ya que, menciona que la hiperpotasemia severa es una condición que requiere de una intervención rápida por ser peligrosa para el paciente, demostrando que esta herramienta se encuentra disponible inmediatamente en el abordaje.

Además, otro propósito de esta investigación es generar conciencia que, para aumentar el grado de utilización del ECG en la práctica médica, se debe saber interpretar la electrocardiografía específica de cada patología a la que se quiere tratar. También demostrar el valor diagnóstico que tiene la electrocardiografía en patologías diferentes a la cardiopatía isquémica.

Amini et al.⁹, afirma que la interpretación del ECG se vuelve una habilidad que aporta ayuda a un rápido manejo de enfermedades que tienen un alto potencial de mortalidad. Los hallazgos de este estudio transversal demuestran que el nivel de interpretación es bajo, recomendando la educación y formación de profesionales que aumenten el interés por el conocimiento en esta área, puesto que, la mala interpretación trae consecuencias clínicas inapropiadas con resultados adversos.

Con este trabajo de investigación se busca resolver este problema que se está observando tanto en los estudiantes de medicina como en los médicos con su título en los servicios de emergencias. También es importante tomar en cuenta que en el periodo de la pandemia se han visto perjudicados los estudiantes de medicina, a causa de, las pérdidas de prácticas en los hospitales. En visto que, en ocasiones ni los hallazgos más comunes para diagnosticar un infarto al miocardio, se logra identificar.

Amini et al.⁹, en este estudio se respalda lo anteriormente mencionado. Es difícil y desafiante el manejo de los pacientes que acuden por un ataque cardíaco agudo, para la mayoría de los profesionales de salud que no tienen la experiencia en la interpretación de los hallazgos de la electrocardiografía. En conclusión, se recomienda ofrecer cursos de formación en interpretación de electrocardiograma a los profesionales de salud que tienen la responsabilidad de acudir a este medio para la valoración de un paciente que lo requiera.

Igualmente, se intenta despertar en cada lector de este trabajo la necesidad de buscar un método que le ayude a mejorar las deficiencias que se han mencionado, así también mejorar ese manejo que se les brinda a los pacientes que requieren de su conocimiento para salvar su vida en situaciones críticas como lo son las enfermedades descritas al inicio. Igualmente, a los médicos tutores de estudiantes de la escuela de medicina o del personal de salud, ver lo importante que es aportar del conocimiento que se ha adquirido a través de los años, esto a las nuevas generaciones y ser un guía hacia la excelencia que necesita el país para mejorar el servicio dado por las instituciones de salud.

Sancho et al.¹⁰, determina que la educación médica en Costa Rica es un reto para la formación de un recurso de calidad hacia el profesional de salud dentro del modelo de atención pública que se ha venido consolidando en los últimos 30 años y que tiene una cobertura para la población de un 95%. Se especifica que para mejorar la calidad profesional ya se pueden abordar diferentes métodos de aprendizajes como es la utilización de tecnologías informáticas y simulación que se debe acudir a ellas con mayor frecuencia. También progresar en la resolución de procesos de investigación educativa, que permite innovar en este ámbito y se motiva a participar activamente en redes internacionales de educación médica.

Por otra parte, en los resultados se describe la especificidad y sensibilidad del electrocardiograma en el tromboembolismo pulmonar, en los trastornos electrolíticos, en el taponamiento cardíaco, en la pericarditis y en la hipotermia ambiental, que se logra establecer por medio de la revisión de bibliografías, lo cual ayuda a precisar la utilidad que presenta el electrocardiograma en el servicio de emergencia, de igual manera genera recomendaciones sobre su aplicación en el manejo inmediato de estas patologías, para un abordaje inmediato, al alcance y de bajo costo.

Bradry et al.¹¹, se afirma que el ECG tiene un valor equivocadamente establecido en el paciente agudo y crítico, en vista de que, se considera uno de los primeros estudios y más comunes en el diagnóstico rápido de estos pacientes, considerando esencial las habilidades electrocardiográficas básicas. Las interpretaciones avanzadas ofrecen una gran cantidad de datos clínicos que pueden modificar el curso y la resolución de los problemas de salud. Para lograr una mayor experiencia en electrocardiografía es necesario una autoeducación, práctica clínica y revisión cuidadosa¹⁸.

1.5 Antecedentes

1.5.1. Antecedentes Históricos

Escobar et al.¹², en su investigación prospectiva de cohorte, analizó el valor pronóstico de los hallazgos del electrocardiograma en pacientes con embolia pulmonar aguda con síntomas, pero encontrándose estables hemodinámicamente. La prueba se realizó en un hospital universitario de tercer nivel entre un periodo de enero de 2003 y diciembre de 2006, donde se incluyó 644 pacientes con TEP. En el trabajo se reportó como resultado dos hallazgos fundamentales, establecido en primer lugar la taquicardia sinusal siendo la única alteración del electrocardiograma que aumenta el riesgo en los 30 días posteriores al diagnóstico y en segundo lugar se encuentran las arritmias auriculares que en los primeros 15 días de tratamiento se multiplica por 2,8 el riesgo de muerte.

Macallan et al.¹³, valoraron el uso que los médicos practicantes le dan al electrocardiograma y así también su adecuada interpretación. Esta valoración fue realizada por medio de una encuesta que contiene 15 electrocardiograma que se le aplicó a una población de 233 practicantes. En el reporte, el 40% de los médicos generales manifiestan que hacen un electrocardiograma al menos una vez al mes y otro 43% realizan uno si son llamados a la casa de los pacientes que tienen una sospecha de infarto del miocardio, al igual también se reportó una deficiencia en la interpretación de esta herramienta. En conclusión, la electrocardiografía siendo una herramienta con gran utilidad para la cardiopatía en el ámbito de atención primaria no se le da un adecuado uso ni interpretación.

Malone et al.¹⁴, en el siguiente reporte de caso se analizó el valor de la monitorización con electrocardiograma en la cetoacidosis diabética. El caso clínico es de un varón de 19 años con un antecedente de diabetes con 10 años de evolución, ingreso al hospital por una

cetoacidosis diabética. En la discusión de este caso se menciona que en ese momento que ingresó el paciente no se tenían disponibles los laboratorios para el manejo del caso, lo que se procede a la realización del ECG manifestando con sus hallazgos una hiperpotasemia potencialmente mortal. Esta revisión demuestra la importancia del empleo de esta herramienta para el rápido tratamiento que se debe administrar en esta situación, así evitando una arritmia cardiaca fatal.

Rodger et al.¹⁵, en la investigación realizada se discutió el valor diagnóstico de los cambios electrocardiográficos en la sospecha de una embolia pulmonar. El estudio se realizó en periodo de 30 meses en pacientes ambulatorios y hospitalizados en el Hospital General de Ottawa. Se consideraron en la evaluación a 246 pacientes, donde 49 tenían embolia pulmonar, 163 no presentaban y 34 no pudieron ser clasificados. Se sugirió que el hallazgo S₁Q₃T₃ es específico para TEP, sin embargo, es igual probable que se encuentre en pacientes sin esta patología. Se concluye que el electrocardiograma tiene un valor diagnóstico limitado.

1.5.2. Antecedentes Internacionales

González et al.¹⁶, en su estudio prospectivo, valoraron el uso que presenta el electrocardiograma como herramienta diagnóstica en el medio extrahospitalario, en atención primaria. La muestra se basó en la recolección de 510 electrocardiogramas desde julio de 2014 a febrero de 2015. El análisis mostró que el electrocardiograma confirma la afectación que se establece gracias a la anamnesis y la exploración realizada a los pacientes en casi tres cuartas partes de las ocasiones, siendo más exactos los números en un 71%. Los resultados de este estudio muestran que el electrocardiograma apoya el diagnóstico clínico y sintomatológico del paciente, siendo una herramienta muy útil para el diagnóstico diferencial de la enfermedad en atención primaria.

Doshi et al.¹⁷, menciona que durante más de 100 años ha sido de interés el electrocardiograma en hipotermia, donde se reflejan efectos de esta condición médica a nivel

de la función del corazón y el sistema de conducción. En su reporte de caso se presenta una paciente de 85 años con una temperatura en $26,7^{\circ}\text{C}$, se procedió a realizar un ECG, uno de los hallazgos es característico de hipotermia establecida como la onda Osborne, que es una elevación del punto J o una elevación de 1 mm de altura al final del complejo QRS. En la discusión de este reporte se cita que las ondas Osborne estaban presentes en el 100% de los pacientes con una temperatura de $\leq 30,5^{\circ}\text{C}$, en un estudio prospectivo. Lo que cabe resaltar la importancia de una adecuada interpretación del electrocardiograma, puesto que, la onda Osborn puede correlacionarse con el grado de hipotermia.

Coll et al.¹⁸, relaciona las anomalías genéticas y electrolíticas con la prolongación del QTc y la muerte súbita cardíaca en pacientes con enfermedad renal en la etapa terminal. Para adquirir la información se registró el intervalo QTc en 111 pacientes antes y después de su hemodiálisis. En sus resultados señalan que no se observa una relación entre los cambios de electrolitos y el intervalo QTc, pero si se encuentra una asociación entre la prolongación del QTc y variantes genéticas en los canales iónicos más específicamente en los pacientes con enfermedad renal terminal con un intervalo QTc prolongado después de la hemodiálisis.

Snyder et al.¹⁹, en su revisión bibliográfica se recuerdan varios datos de importancia en el diagnóstico y manejo adecuado de la pericarditis aguda. Entre los hallazgos establecen que los cambios electrocardiográficos ocurren en aproximadamente el 90% de los pacientes. También resaltan que entre los criterios de diagnósticos se deben encontrar cambios sugestivos de la patología en la electrocardiografía. Esto da entender que dentro del manejo del paciente se debe realizar un electrocardiograma.

Kukla et al.²⁰, correlaciona las anomalías electrocardiográficas y los biomarcadores de los pacientes con embolismo pulmonar agudo, siendo el electrocardiograma una de las primeras pruebas realizadas al ingreso de esta población. Esta correlación se realiza en un estudio retrospectivo en 20 salas de cardiología de Polonia. El resultado de la correlación es positivo, puesto que, hay una fuerte relación entre los signos de sobrecarga del ventrículo derecho con el nivel elevado de biomarcadores cardiacos. En conclusión, el

electrocardiograma se puede utilizar como estratificación pronóstica y detección de Tromboembolismo pulmonar de intermedio o alto riesgo.

Ang et al.²¹, el análisis retrospectivo de casos que realizaron tiene como objetivo establecer el valor diagnóstico del electrocardiograma en el taponamiento cardíaco. Esta valoración se hace por medio del reclutamiento de 42 pacientes con diagnóstico de taponamiento cardíaco y 100 sin taponamiento cardíaco. Se encuentra como resultado del estudio que las anomalías del electrocardiograma se han asociado con el taponamiento cardíaco, estas alteraciones son generalmente específicas, pero son menos sensibles. En conclusión, el electrocardiograma no se puede usar como herramienta diagnóstica de taponamiento cardíaco por su baja sensibilidad, sin embargo, al agregarle la clínica del paciente, el electrocardiograma sigue siendo una herramienta valiosa para descartar taponamiento cardíaco.

1.5.3 Antecedentes Nacionales

Torres et al.²², en su publicación de cetoacidosis describe la fisiopatología, el diagnóstico y el tratamiento adecuado. En el apartado de como diagnosticar a esta población se menciona las alteraciones que presentan, cabe resalta que se encuentran trastornos electrolíticos, siendo estos de importancia como riesgo de complicaciones. Como métodos adicionales en el abordaje de estos pacientes se presenta el electrocardiograma. Se establece que las diabetes es una de las enfermedades con mayor prevalencia en el país y es fundamental tener en cuenta todas sus complicaciones y la necesidad del abordaje rápido, teniendo en cuenta estudios que pueden ayudar a aclarar el factor desencadenante como lo son: electrocardiograma, radiografía de tórax y cultivos.

Baquero et al.²³, en la revisión de un caso de un electrocardiograma en tromboembolismo pulmonar se quiere observar el valor diagnóstico de esta herramienta. Se observaron las principales alteraciones electrocardiográficas que se logran identificar en esta patología

posteriormente se analizó cuál es su utilidad. Como resultado se logró entender que el valor diagnóstico y la presión de éste es baja, pero la utilidad no se debe descartar, ya que, debe ir enfocado a descartar otras patologías y posteriormente servir de orientación a éste diagnóstico.

CAPÍTULO II- MARCO TEÓRICO

2.1. Electrocardiograma

2.1.1 Introducción del electrocardiograma

A pesar del avance que ha tenido la medicina en las técnicas diagnósticas, el electrocardiograma sigue manteniendo una posición en los métodos diagnósticos de mayor utilidad para el diagnóstico de casos no solo en la esfera cardiológica, sino en condiciones médicas que afectan indirectamente el corazón. Aporta información fundamental que no se alcanza a obtener por medio de la exploración física, reflejando la importancia de su realización, en vista de que es de fácil acceso, segura, no dolorosa, relativamente económica y sencilla de utilizar cuando se tiene el conocimiento que requiere²⁴.

Además, el ECG debe conocerse por la población médica, con esto se refiere a que debe ser bien estudiado para lograr la interpretación que se requiere en diferentes presentaciones de casos graves que ingresan al servicio de emergencias, puesto que, en el manejo de estas situaciones de salud, de las primeras acciones que se efectúan para dar un abordaje completo es la realización de una electrocardiografía, porque sirve de guía o confirmación de una sospecha diagnóstica, para así aplicar un tratamiento en un corto tiempo sin esperar otros estudios que tardan más tiempo, evolucionando a mayores complicaciones difíciles de tratar.

En la mayoría de las ocasiones cuando se pregunta por los usos que tiene el electrocardiograma, lo primero que pasa por la mente es, que es una herramienta para la detección y diagnóstico de una cardiopatía isquémica, al igual cuando se tiene un registro de electrocardiografía, se analiza las alteraciones específicas de esta cardiopatía. Pero cabe señalar que el ECG va más allá de este uso, cuando se va a interpretar un trazado del ECG se debe observar las alteraciones y analizar que patologías pueden alterar esas ondas o intervalos que se presentan anormales, al igual que cuando se presenta una sospecha de enfermedades que van a ir a afectar a nivel cardíaco, se debe contemplar el uso del electrocardiograma, pero para lograr tener esta práctica se debe conocer cuáles son esas condiciones en las cuales se puede utilizar esta herramienta.

Mencionado lo anterior es fundamental especificar la importancia de saber algunas de las patologías que van a modificar el trazado de la electrocardiografía del paciente. Por ejemplo, en algunas situaciones diferentes a infarto agudo de miocardio (IAM) el diagnóstico erróneo, podría complicar la condición de la persona al aplicar una terapia trombolítica siendo esta inapropiada para el abordaje que necesita. Demostrado esto, el ECG puede alterarse por cuadros clínicos como: el tromboembolismo pulmonar, los trastornos electrolíticos, el taponamiento cardíaco, la pericarditis y la hipotermia ambiental que posteriormente en esta investigación se va a explicar cómo cada una de ellas afectan a nivel cardíaco, también, así como se puede hacer un abordaje integral incluyendo la electrocardiografía como herramienta útil para su diagnóstico.

2.1.2. Definición del electrocardiograma

El electrocardiograma es un registro gráfico por el cual se estudia la actividad eléctrica que está generando el corazón para lograr hacer su función en el cuerpo humano. En estos gráficos se determinan las variaciones del voltaje en relación con el tiempo, esto mediante un trazado en un papel milimétrico con diferentes deflexiones a lo que se refiere a las ondas del ECG que van a mostrar los impulsos eléctricos que pasan por las estructuras del corazón. Por ende, el ECG es un conjunto de ondas P, Q, R, S, T, U (figura 1) como así las denomino Einthoven siendo esta persona quien invento esta herramienta, gracias a este gran logro le otorgaron el premio Nobel de medicina y fisiología en 1924 por mostrar el primer electrocardiógrafo de utilidad clínica²⁴⁻²⁶.

Por otra parte, la electrocardiografía es la rama de la medicina que estudia el ECG, sus partes, como se obtiene y también la interpretación de cada uno de sus datos que lo conforman. Es esencial saber cómo se documentan estas señales en el papel, ya que por medio de la corriente eléctricas llamados vectores, son producidas estas ondas que son el resultado de los potenciales de acción cardíaco, siendo captados por electrodos en la piel, que están

conectados a una máquina que se llama galvanómetro, que va a reproducir en el papel las ondas²⁷.

2.1.3 Conformación del electrocardiograma

Antes de especificar como está conformado el electrocardiograma, se debe recordar que es lo que sucede en el sistema de conducción interna del corazón, que es representado en el ECG. El latido cardíaco se inicia en el nódulo sinoauricular (SA) normalmente, este se despolariza dando lugar a la contracción de las aurículas (onda P) produciendo el impulso de la sangre hacia los ventrículos, posteriormente esta despolarización recorre las aurículas hasta que alcanza el nódulo auriculoventricular (AV), se produce una breve pausa para llenarse de sangre los ventrículos, el nódulo AV trasmite el impulso a los ventrículos a través del haz de His y estas hacia las fibras de Purkinje lo que da lugar a la despolarización ventricular (complejo QRS)²⁸.

Posteriormente hay que tener presente que es el papel del ECG, Goldich G.²⁸, menciona que es una rejilla constituida por cuadrículas grandes y pequeñas, que se encuentran tanto en el eje horizontal como en eje vertical. Un cuadrado pequeño equivale a 0,2s y uno grande a 0,04s estos en el eje horizontal, en el eje vertical un cuadrado pequeño tiene un tamaño de 0,1 milivoltios de energía eléctrica, así mismo se distribuyen por todo el papel. Además, hay una línea guía que se encuentra de forma horizontal en cada derivación, denominada línea isoelectrica.

Cada latido cardíaco va a hacer que se modifique la línea base esto se hace en forma de segmentos, ondas e intervalos y en pacientes donde no tiene ninguna afectación cardíaca se va a repetir esta imagen con frecuencia regular a lo largo de todo el papel del ECG conforme se va produciendo cada latido cardíaco. Cuando se observa la línea en sentido horizontal hace referencia al tiempo transcurrido y esto ayuda a determinar el tiempo de cada onda, cada segmento y cada intervalo y al contrario en sentido vertical (la altura o

profundidad) hace referencia al voltaje que se está produciendo en cada una de estas señales²⁴.

Seguido de esto se debe tener claro que cada onda, segmento e intervalo tiene su nomenclatura, su tiempo, su voltaje y cada uno representa una estructura o una acción que se está produciendo en el corazón. Es por esta razón que es importante describir cada una de estas con sus características específicas para que posteriormente se logre identificar cuando se encuentran alteradas demostrando así la afectación a nivel cardiaco que modifica la normalidad de cada señal. Realizando una lectura de izquierda a derecha se encuentran las siguientes ondas, intervalos y segmentos:

Onda P: Es la primera señal que aparece en el electrocardiograma indicativa de ritmo sinusal cuando es seguida de un complejo QRS, esta es una deflexión hacia arriba, que representa la contracción auricular, es una onda positiva en todas las derivaciones con excepción de aVR. Su amplitud máxima es de 0,30 mV y su duración es menor a 0,10s^{24,29}.

Intervalo PR: Representa la breve pausa que existe antes de la contracción ventricular, se localiza al final de la onda P hasta el inicio del complejo QRS. En la mayoría de las ocasiones se presenta como una línea isoeletrica, cuando presenta desniveles no suelen ser mayores a 0,5mm. Su duración es de 0,12 a 0,20s, varia con la edad y la frecuencia cardiaca^{24,29-30}.

Segmento PR: isoeletrico, sus desniveles no son mayores de 0,5mm²⁹.

Complejo QRS: Corresponde a la activación eléctrica muscular de los ventrículos que refiere a la contracción que se produce. Se indica que el rango límite de tiempo es de 0,11s. se compone de 3 deflexiones teniendo cada una las siguientes características:

Onda Q: señala la despolarización del tabique interventricular, es el inicio de la despolarización ventricular, es una onda negativa.

Onda R: se encuentra después de la onda Q que refleja la despolarización ventricular, es la onda positiva de este complejo

Onda S: esta es la siguiente onda negativa que sigue después de la onda R, señala la despolarización basal del ventrículo²⁹⁻³⁰.

Segmento ST: Es la línea basal entre el final del complejo QRS (punto J) y el inicio de la onda T, el punto J es donde finaliza el complejo QRS e inicia el ST. Este segmento es importante saber su normalidad para así saber cuándo está alterado, puesto que tiene un valor diagnóstico insustituible, por ejemplo, en la confirmación de un IAM. Dentro de la normalidad se pueden encontrar diferentes modificaciones como lo es la elevación del punto J no más de 1mm seguido de un segmento ST ascendente, esto se puede encontrar en jóvenes, también en jóvenes deportistas o jóvenes vagotónicos puede verse elevado el segmento ST hasta 1-2mm^{24,29}.

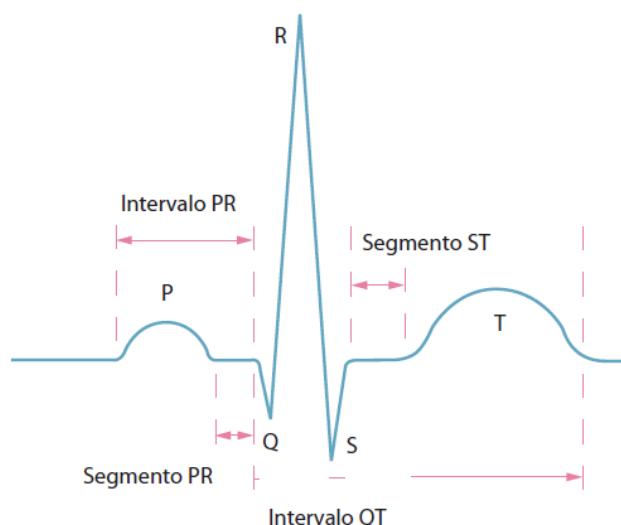
Onda T: representa el momento en que el corazón se relaja, se encuentra en repolarización ventricular, ya cuando expulsa la sangre. Esta después del segmento ST, su duración es de 0,12-0,20s, la altura no pasa los 6 mm²⁹.

Onda U: Corresponde a la repolarización de los músculos papilares o de las fibras de Purkinje en los ventrículos. Cuando se documenta tiene la misma polaridad que la onda T, se logra encontrar sobre todo en pacientes con bradicardia, especialmente en ancianos²⁹.

Intervalo QT: demuestra la duración de la sístole ventricular por esto empieza desde el inicio del complejo QRS siendo la Q la primera, hasta el final de la onda T. Presenta una

duración promedio de 0,4, puede tener modificaciones entre el sexo donde su duración es mayor en mujeres que en hombres y varía con la frecuencia cardiaca, por esta razón se debe medir con la regla de QT corregido²⁹.

Figura 1. Representación de las ondas, intervalos y segmentos del ECG



Fuente: Imagen tomada del Libro de la salud cardiovascular del hospital clínico San Carlos y la Fundación BBVA²⁴.

2.1.4 Interpretación del electrocardiograma

La electrocardiografía estándar está constituida por 12 derivaciones, dividiéndose en las derivaciones de las extremidades denominadas derivaciones del plano frontal que son bipolares (I,II,III) y unipolares aumentadas (aVR, aVL, aVF), luego se encuentra en esta división los electrodos precordiales en el plano transversal que se colocan en la pared torácica en diferentes puntos, estas se llaman precordiales (V1, V2, V3, V4, V5, V6) que definen la activación auricular y ventricular, la activación se desplaza de derecha a izquierda en este plano y la activación ventricular inicial que afecta al tabique se dirige de izquierda a derecha³⁰.

Posteriormente para lograr una adecuada interpretación de cada una de las derivaciones se recomienda realizar una lectura ordenada, estableciendo pasos para no olvidar analizar cada uno de los elementos que conforman el electrocardiograma y así observar hasta la mínima alteración que pueda presentar. Una de las maneras que se puede interpretar el ECG es la siguiente: observar si el ECG está bien realizado, si presenta ritmo sinusal, esto viendo si la onda P es adecuada, posteriormente determinar la frecuencia cardiaca viendo si se encuentra en taquicardia o bradicardia, analizar el intervalo PR debido a que refleja la conducción auriculoventricular, luego el complejo QRS su morfología, duración y definir como se encuentra el eje eléctrico, por ultimo analizar cómo se encuentra el segmento ST y la onda T, también el intervalo QT y hacer un breve informe de toda la información encontrada en el ECG²⁹.

Después de recordar los pasos para interpretar un electrocardiograma, cabe destacar la importancia de saber determinar el eje eléctrico cardiaco en un electrocardiograma, puesto que es un parámetro útil para identificar ciertas patologías como: isquemia cardiaca, hipertensión arterial, hipotiroidismo, trastornos electrolitos que se encuentra incluida en las condiciones médicas que se explican más adelante. Este eje lo que indica es hacia donde se dirige el proceso de despolarización y repolarización de las células cardiacas, aportando información valiosa³¹.

2.1.5 Utilidad del electrocardiograma

Esta prueba diagnóstica brinda mucha información acerca del estado del corazón, principalmente se utiliza para detectar trastornos del ritmo cardiaco recibiendo el nombre de arritmias, también en el diagnóstico de condiciones que cursan con un aporte disminuido de sangre hacia el corazón produciendo así un IAM o angina de pecho. Asimismo, es un método que ayuda a identificar bloqueos cardíacos, aumento del tamaño de las cavidades del corazón, trastornos de electrolitos sanguíneos y por último la pericarditis que sus síntomas son parecidos a los del IAM, es aquí la importancia de saber el patrón de cada patología para que el medico pueda confirmar un diagnóstico o diferenciar una enfermedad de otra²⁴.

Entre otras utilidades del ECG se encuentra la canalización de vías centrales por medio de un método endocavitario de este instrumento, siendo habitualmente utilizada la ecografía como herramienta guía, pero este procedimiento demanda de la presencia de un operador experimentado en ecografía. Esta información resalta lo fácil, económico y rápido de realizar la utilización del ECG en este procedimiento³².

Ahora bien, hasta este punto se tiene claro que el ECG resulta útil en el diagnóstico, en la diferenciación y en el abordaje de numerosas patologías como se describe en los textos anteriores. Ayuda también al médico a valorar la evolución de una determinada condición del paciente, además aportar información a la hora de establecer un tratamiento o para modificar alguna dosis. Con todo lo mencionado anteriormente se logra observar que tan importante es saber la utilidad de un dispositivo que se tiene al alcance y así tener en mente cuando se requiere de un diagnóstico al cual se necesita en el menor tiempo posible, evitando la espera de laboratorios, técnicas invasivas o medios tecnológicos de mayor costo³².

2.2 Condiciones médicas graves diferentes a cardiopatía isquémica

2.2.1 Tromboembolismo Pulmonar

Consiste en una obstrucción de una arteria por el enclavamiento de un trombo que provienen por el desprendimiento llamado esto como embolo, que su origen es de alguna parte del territorio venoso. El lugar más frecuente de los lugares es por una trombosis venosa profunda (TVP) de las extremidades inferiores, que lo usual es que se presente asintomático. También su origen se puede presentar en: las extremidades superiores, venas prostáticas, uterinas, renales y cavidades derechas. Entre sus factores de riesgo se estableció en el siglo pasado la triada de Virchow conformada por: estasis venosa, lesión endotelial e hipercoagulabilidad³³.

2.2.1.1 Fisiopatología del Tromboembolismo Pulmonar

Para comprender más ampliamente los mecanismos de como en un TEP se puede obtener algunas manifestaciones en el ECG, se debe conocer la fisiopatología de estas alteraciones. Debido a la oclusión de la arteria pulmonar se va a encontrar una alteración en la relación ventilación/perfusión (V/Q) dando como consecuencia un incremento del espacio muerto fisiológico, se produce una hiperventilación alveolar debido a un cortocircuito derecha-izquierda (intrapulmonar o intracardiaco). Así mismo, otra alteración que se presenta es una resistencia al flujo aéreo por una broncoconstricción en las vías aéreas distales, también se puede encontrar hemorragia o edema por la disminución del factor surfactante, disminuyendo así la distensibilidad pulmonar³⁴.

Por otra parte, también se manifiesta un incremento de la presión arterial pulmonar sistólica (PAPS), hipertensión arterial pulmonar (HAP), hay una vasoconstricción a nivel local influyendo en el aumento inicial de la resistencia vascular pulmonar (RVP). Además, con el aumento de la RVP va a ir a producir una dilatación del ventrículo derecho (VD), dando un resultado de alteración de la contractibilidad miocárdica e insuficiencia ventricular derecha, esto conlleva una prolongación de la contracción del VD. Estos serían mecanismos compensatorios van a ir a estabilizar temporalmente la presión arterial sistémica. Otra alteración que es visible en el ECG es el bloqueo de la rama derecha del Haz de His, debido a un alargamiento del periodo de contracción que conduce a una alteración del septo interventricular hacia el ventrículo izquierdo (VI)³⁴.

2.2.1.2 Hallazgos específicos del Electrocardiograma en TEP

Es importante realizar un ECG, aunque los signos de TEP no sean 100% diagnósticos, pero representa una sensibilidad que refleja la presión y la sobrecarga de volumen en el ventrículo derecho. Hay diferentes hallazgos específicos que si los médicos asignados al paciente en emergencias llegan a reconocer logran tener alto índice de sospecha, que posteriormente se puede diagnosticar por ultrasonido³⁵.

Alteraciones que presenta el ECG en el TEP se divide en 3 fases (fase aguda, subaguda y crónica), según la evolución que va presentando el paciente, cada una de ellas va a tener sus hallazgos específicos que van a ayudar a sospechar en donde se encuentra el evento patológico. La fase aguda es cuando se debe sospechar de la patología para realizar a tiempo las estrategias confirmatorias y brindar un adecuado tratamiento, evitando así consecuencias. Los hallazgos de la fase aguda incluyen las siguientes alteraciones del ECG⁴:

- **Arritmias:** esta manifestación es desencadenada por la insuficiencia del VD y tiene también una dilatación aguda de la aurícula derecha. Las arritmias que se presentan son: taquicardia sinusal, fibrilación auricular, flúter auricular, latidos auriculares prematuros (LAP) derechos y latidos ventriculares prematuros (LVP) derechos.³⁵
- **Onda P:** se va a presentar desviación derecha del eje y aumento del tamaño de la aurícula derecha (P pulmonar), dando como resultado ondas P altas (>2,5mm) en las derivaciones II, III, aVF³⁵.
- **Complejo QRS:** se va a presentar un retraso en la conducción del ventrículo derecho, esto debido a la dilatación del corazón derecho que va a producir así un estiramiento agudo de la rama del haz, manifestando un bloqueo de rama derecha (BRD) completo o incompleto con su característica específica. También va a alterarse la derivación V1 mostrando un crecimiento de la onda R tardía, que lo hace más evidente de TEP cuando se combina con elevación del segmento ST y una onda T positiva, estas tres alteraciones son un signo precoz de esta patología³⁵.

En pacientes con cardiopatía registrada que presentan un TEP, la presencia de un patrón de BRD se correlaciona con el porcentaje de oclusión que está produciendo el embolo³⁵.

Otros hallazgos que se logran encontrar es que el QRS suele estar desplazado hacia la derecha del eje (rotación horaria) que se presenta como consecuencia de la dilatación brusca del lado derecho y elevación de la presión y la aparición de la onda S en las derivaciones I y aVL refleja el retraso de la activación del VD⁴.

- **Segmento ST:** se puede ver afectada en las derivaciones V1 y aVR, que reflejan la dilatación del lado derecho³⁵.
- **Onda T:** negatividad simétrica en las derivaciones precordiales se desarrolla normalmente 24 y 48 horas después del episodio agudo y pueden mantenerse durante varias semanas³⁵.
- **Onda Q y S:** Complejo QS en la derivación V1 registran una aurícula dilatada y un tabique interventricular desplazado³⁵.

En resumen, los signos de dilatación aguda del corazón derecho son: un patrón de BRD, una elevación del ST leve en las derivaciones V1 y aVR, desviación del eje QRS de -45° a $+90^{\circ}$, ondas Q en las derivaciones III y desarrollo de onda S en las derivaciones I y aVL con rotación horaria del corazón³⁵.

Los hallazgos durante la fase subaguda después de la resolución espontánea del coágulo o por tratamiento trombolítico va a depender del momento en el que se registra el trazado del ECG, estos registros seriados van a ir presentando: resolución del retraso de la conducción del VD, resolución de la desviación del eje y una inversión profunda de la onda T en las derivaciones precordiales hasta las derivaciones V₅ y V₆ y en las derivaciones III y aVF³⁵.

En la fase crónica depende del grado de la disolución del coágulo. Las manifestaciones de hipertrofia de aurícula derecha y VD pueden permanecer en onda P pulmonar y patrón BRD en la derivación V_1 ³⁵.

2.2.2 Trastornos electrolíticos

Las variaciones del potencial de acción se deben al paso de iones en uno u otro sentido a través de la membrana celular. Los canales de sodio y calcio son los principales transportadores de corriente despolarizante en las aurículas y en los ventrículos, así mismo los canales de potasio están involucrados en la repolarización de las células cardiacas cuando se da la inactivación de los canales de sodio y calcio, esto va a restablecer el potencial de membrana en reposo negativo. Esta actividad debe ser sincronizada para que no se vean alteraciones a nivel cardiaco, cuando se da un trastorno en la concentración plasmática de estos electrolitos, va a producir cambios en la actividad cardiaca documentando así registros electrocardiográficos específicos de cada uno de ellos. Los cambios en la repolarización se ven documentados en el segmento ST y ondas T y U, también se puede prologar la duración del complejo QRS³⁶.

2.2.2.1 Trastorno de potasio

El ion potasio desarrolla una función fundamental a nivel cardiaco, esto quiere decir que es necesario tener un adecuado control de este ion y cuando se presentan patologías que afecten este mecanismo de regulación, se debe establecer una adecuada vigilancia para así lograr evitar que se presente una arritmia cardiaca e incluso la muerte.

Ion potasio se encarga de determinar el potencial de membrana en reposo, así mismo la velocidad de conducción y la estimulación del nódulo sinusal, cuando se encuentra en reposo se logra encontrar hasta 30 veces más potasio en el interior de la célula que en el

líquido extracelular. El potasio permite la despolarización rápida que esto se refiere a la fase 0 del potencial de acción de la membrana³⁶.

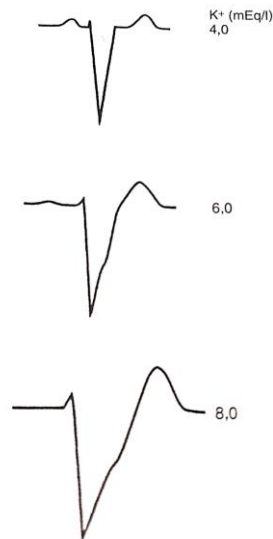
Después de explicar lo anterior, se debe tomar en cuenta por donde se puede perder este ion del cuerpo o por qué se retiene en el organismo. El potasio se excreta del organismo por la orina, las heces y el sudor. Así mismo hay que pensar en enfermedades o situaciones que van a desencadenar la pérdida de este ion como lo son: los vómitos, la sudoración, diarrea y diuréticos. Por otra parte, la anuria puede provocar una acumulación de potasio.

2.2.2.1.1 Hiperpotasemia

Un aumento del potasio en el líquido extracelular va a producir un acortamiento en el potencial de membrana en reposo, también disminuye la altura y la pendiente de la fase 0 y frena la conducción. Los cambios del ECG se van a ver reflejados cuando se alcanza una cantidad de potasio superior de 6 mEq/l³⁶.

Los cambios en ECG se van a ir modificando según la concentración sérica de potasio que aumente. Los cambios que se observan en una hiperpotasemia leve (<6 mEq/l) son: la onda P se ensancha y pierde altura, el intervalo PR se prolonga, el complejo QRS se ensancha, la onda T es más alta sin prolongación del espacio QTc. De igual manera la hiperpotasemia más severa (> 6 mEq/l) va a mostrar cambios electrocardiográficos que son los siguientes: el complejo QRS continúa ensanchándose, el eje QRS en el plano frontal suele desplazarse hacia la izquierda y también el complejo ST desaparece en la fase ascendente de la onda T con un mayor ensanchamiento del complejo QRS³⁶.

Figura 2. Cambios en el ECG durante la hiperpotasemia progresiva

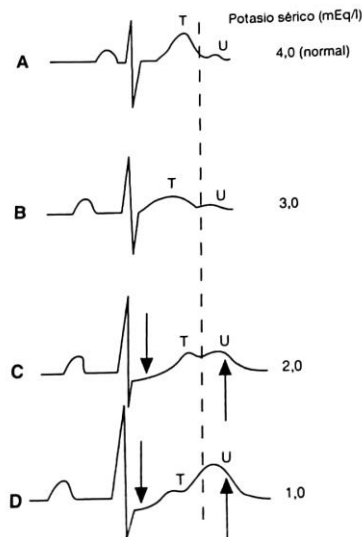


Fuente: imagen tomada del libro la electrocardiografía en la toma de decisiones en urgencias³⁶.

2.2.2.1.2 Hipopotasemia

En la hipopotasemia se encuentra la aparición de posdespolarizaciones precoces, esto puede generar arritmias con torsades de pointes. los cambios del ECG son: descenso progresivo del ST, descenso de la amplitud de la onda T, aumento de la amplitud de la onda U, en concentraciones más aumentadas se puede observar que la onda T y U se fusionan, al igual como aumenta la amplitud y la duración del complejo QRS y también aumenta la amplitud y la duración de la onda P³⁶.

Figura 3. Alteraciones del ECG con niveles de Hipopotasemia



Fuente: imagen tomada del libro la electrocardiografía en la toma de decisiones en urgencias³⁶.

2.2.2.2 Trastorno del sodio

Como se mencionó anteriormente, el sodio está implicado junto con el calcio en el transporte de la corriente despolarizante, tanto en aurículas como ventrículos, sin embargo, la alteración del ion sodio no se ve reflejado en el electrocardiograma. Se va a encontrar con distintas manifestaciones que va a despertar esa sospecha de deficiencia de dicho ion, esta afectación se va a reconocer predominantemente con signos y síntomas neurológicos por ejemplo la hiponatremia su inicio se manifiesta con sed, que posteriormente evoluciona a

debilidad muscular, irritabilidad, posteriormente puede aparecer disminución del nivel de la conciencia y convulsiones^{37,38}.

Por otra parte, la hiponatremia al igual que la hipernatremia va a afectar más a nivel neurológico, esto porque se produce un edema cerebral, por el desplazamiento osmótico del agua hacia el interior de las células. En un cuadro agudo los principales síntomas van a ser náuseas, mialgias y malestar general, en cuadro más grave se puede llegar a presentar convulsiones, coma e incluso parada cardiorrespiratoria^{37,38}.

La orientación del cuadro patológico va a depender del conocimiento del médico que alerte sobre la sospecha de la alteración hidroelectrolítica presente, siendo confirmada por medio de laboratorio y así también tomar en cuenta cuales son los límites superiores e inferiores de las cifras de sodio para manifestar ciertas alteraciones y lograr relacionar la emergencia que se esté estudiando, para así tomar las medidas necesarias para el manejo adecuado.

2.2.2.3 Trastorno del calcio

El calcio al igual que sodio juegan un papel importante en el potencial de acción del sistema cardíaco. Se debe tomar en cuenta que el calcio plasmático oscila entre 8,8 y 10,5 mg/dl y el iónico entre 4,6-5,1. El 40% del calcio se encuentra unido a la albumina, por esta razón se deben ajustar las cifras con los valores de albumina o las proteínas totales.

La hipercalcemia, esta alteración se ve más frecuentemente en pacientes con una enfermedad oncológica que se estima que se encuentra alrededor del 40% de las hipercalcemias en urgencias. Se va a clasificar según la gravedad, la hipercalcemia leve (10.5-12 mg/dl), hipercalcemia moderada (12-14 mg/dl) y la grave superior a 14 mg/dl. Según la gravedad, así serán los síntomas³⁷.

Las manifestaciones cardiacas se van a observar cuando se tiene una hipercalcemia grave, estas alteraciones son las siguientes: bloqueo A-V, disminución del intervalo QTc, con niveles de calcio mayor a 16 mg/dl ocurre prolongación de la onda T y el intervalo QT se hace normal, también se puede observar una alteración de la onda U. Las crisis hipercalcemicas de instauración muy súbito se pueden observar síntomas neurológicos como obnubilación e incluso parada cardiaca³⁷.

Con respecto a las hipocalcemia se van a clasificar de la misma manera: hipocalcemia leve-moderada 7,5 – 8 mg/dl grave cuando los niveles se encuentran inferiores a 7,5. En esta alteración se aconseja buscar los signos de tetania (signo de trousseau y Chvostek. En el ECG el principal efecto causado es la prolongación del intervalo QTc, siendo el aumento del segmento ST el que lo produce, ya que no cambia la onda T.

2.2.3 Taponamiento cardiaco

Es un problema fundamentalmente en jóvenes masculinos que se involucran en peleas donde el objeto de defensa es comúnmente un arma blanca, siendo esta la que causa la herida que posteriormente presentara dicha consecuencia. Las condiciones físicas de estos jóvenes son óptimas para un porcentaje favorable de supervivencia, por eso la importancia de diagnosticarlo en el menor tiempo posible, para así aumentar o mantener el porcentaje de supervivencia³⁹.

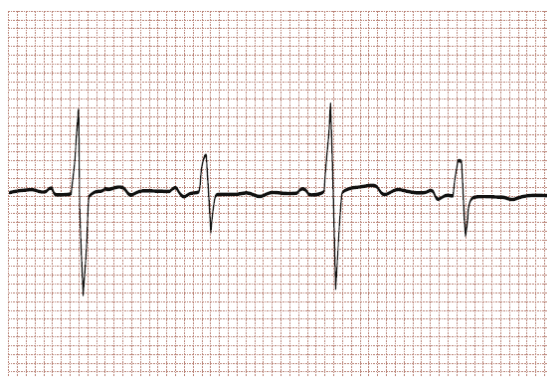
El taponamiento cardiaco se define como un aumento de la presión y el volumen intrapericárdicos, esto sucede después de la herida cuando se da un extravasación de sangre hacia el pericardio ocasionando que el volumen de líquido intrapericárdico aumente e invada la capacidad de las aurículas y los ventrículos para llenarse adecuadamente reduciendo así el volumen sistólico, entendienddo este mecanismo, va a dar como consecuencia una disminución del gasto cardiaco y así mismo una disminución de la presión arterial sistólica.

Considerando que tan solo 60 a 100 ml puede llegar a ocasionar un cuadro característico de taponamiento cardiaco⁴⁰.

Para reconocer un paciente con dicha patología se debe tener una alta sospecha desde un inicio según la historia de la causa de sus síntomas, esto porque en algunas ocasiones se vuelve difícil buscar los síntomas o signos claves que describen un taponamiento cardiaco. Los hallazgos físicos más comunes son: hipotensión, distensión de las venas del cuello y tonos cardiacos apagados a la auscultación, conocidos como triada de Beck⁴⁰.

No obstante, las alteraciones electrocardiográficas presentes en este cuadro clínico se deben por un mayor movimiento del corazón en la cavidad pericárdica, esto porque hay un mayor volumen, a esta alteración se le denomina fenómeno del corazón oscilante. Se documenta en el ECG una alternancia eléctrica, esto se explica cómo cambios en la morfología y amplitud de las ondas P, QRS y ST-T, presentándose en una sola derivación cada 2 latidos. Siendo una característica electrocardiográfica muy específica del taponamiento cardiaco, hasta considerado como signo patognomónico⁴⁰.

Figura 4. Alteraciones electrocardiográficas del taponamiento cardiaco



Fuente: tomada del libro ROSENS'S Emergency Medicine concepts and clinical practice⁴⁰.

2.2.4 Pericarditis

Se debe tener claro que el pericardio es una membrana serosa, que está conformado por dos capas llamadas la capa parietal y la visceral. Puede ser afectada por agentes infecciosos, traumáticos, inflamatorios, procesos metabólicos o enfermedades generales. Mencionado lo anterior, se entiende que la pericarditis es la inflamación del pericardio causado por la infiltración granulocítica y linfocítica. Las reacciones del pericardio ante estas agresiones, se puede manifestar de diferentes maneras desde una pericarditis aguda, pero también se puede una producción de líquido en el saco pericárdico con un posible taponamiento cardiaco hasta una reacción fibrosa-retráctil que puede ocasionar una pericarditis constrictiva⁴¹.

El electrocardiograma viene siendo útil también en esta patología, ya que a pocas horas del inicio de los síntomas torácicos puede observarse alteraciones respectivas. Estas anomalías se pueden dividir en 3 estadios:

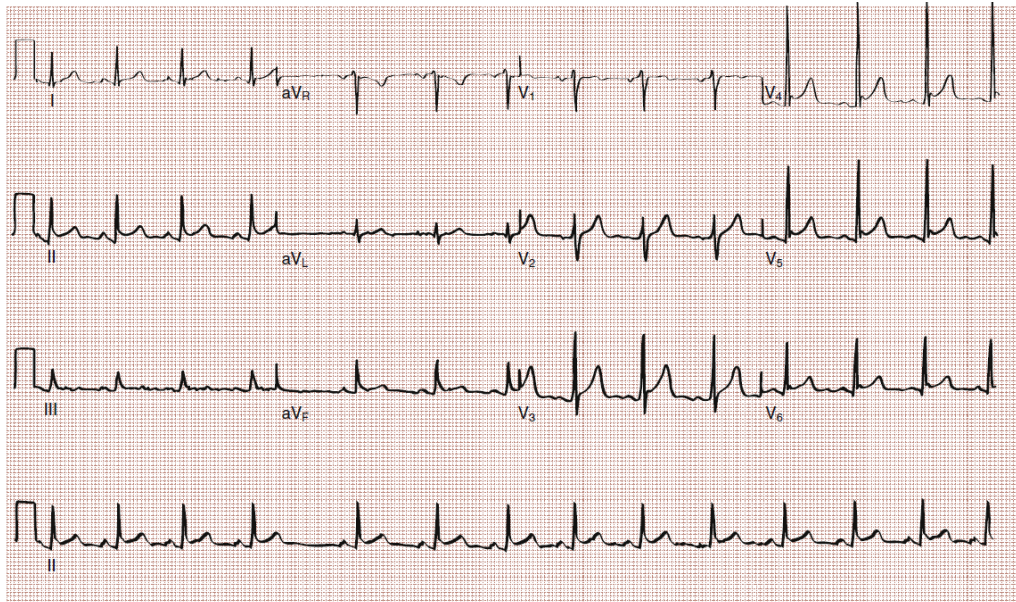
Estadio I: Elevación del ST de tipo cóncavo, se puede observar difusamente excepto en AVR y V1. Las ondas T son positivas en el segmento ST elevado, pero también se puede ver afectado el segmento PR viéndose una depresión⁹.

Estadio II: En esta fase se va a observar que el segmento ST vuelva hacia la línea de base y se observa un aplanamiento de la onda T. ocurre varios días después⁹.

Estadio III: Inversión de la onda T, casi en la mayoría de las derivaciones.

Estadio IV: La onda T vuelve hacia su patrón normal. Esto puede ocurrir semanas o meses después⁴².

Figura 5. Alteraciones electrocardiográficas en pericarditis



Fuente: tomada del libro ROSENS´S Emergency Medicine concepts and clinical practice⁴⁰.

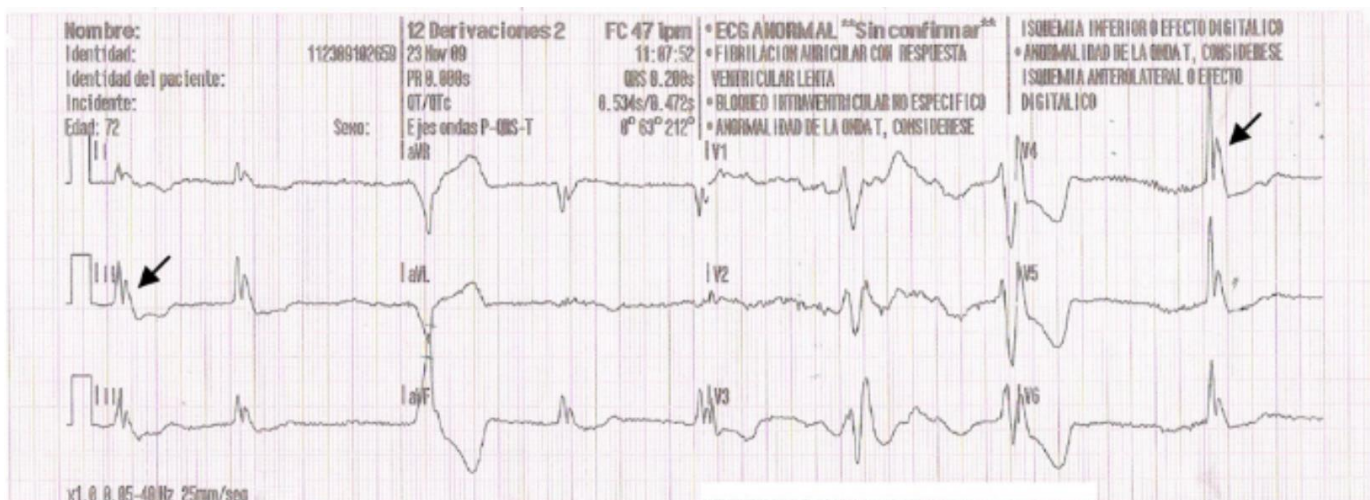
2.2.5 Hipotermia ambiental

La hipotermia se define como una temperatura corporal inferior a 35 °C puede ser primaria donde comúnmente se presenta en pacientes que quedan a expensas de un ambiente frío con una condición no adecuada al momento y la secundaria se debe a una difusión de la regulación hipotalámica^{35,42}.

La hipotermia accidental se clasifica en leve ($> 34^{\circ}\text{C}$), moderada ($30\text{-}34^{\circ}\text{C}$) y severa ($<30^{\circ}\text{C}$). Los cambios comienzan con taquicardia y vasoconstricción periférica, disminuyendo la excitabilidad ventricular, con desaparición de las extrasístoles. Se observarán afectados los segmentos PR, QRS y QT que se alargan y el ritmo sinusal es reemplazado por un flutter o fibrilación auricular. En resumen, se va a presentar una bradicardia sinusal (< 50 lat/min), ondas P oculta (se frena la velocidad de conducción), complejo QRS ensanchado (debido a la disminución de la velocidad de conducción intraventricular), intervalo QT prolongado^{35,42}.

Hay un hallazgo electrocardiografico muy característico de la hipotermia, este es la onda de osborn, se encuentra después de la onda S, en el punto J, observándola mejor en las derivaciones aVL, aVF y en precordiales izquierdas^{35,42}.

Figura 6. Alteración del ECG en hipotermia



fuelle: se toma del artículo alteraciones electrocardiográficas en hipotermia accidental⁴².

CAPÍTULO III- MARCO METODOLÓGICO

En el presente apartado se pretende realizar una reflexión sistemática del método utilizado en esta investigación. Existe una estrecha relación entre la teoría y el método, ya que la teoría que se describió en capítulos anteriores permitirá la adecuada interpretación de los resultados, cuya búsqueda se basará en los criterios metodológicos descritos a continuación, esta relación permite el desarrollo de la ciencia⁴³, generando conocimiento nuevo a partir de la evidencia científica. Se detallarán aspectos como el tipo de investigación, diseño y enfoque, además, procura mostrar el tipo de fuentes de información utilizadas y su respectiva sistematización apegada al método científico.

Además, resulta importante señalar, que esta investigación se apega a las normativas actuales de la Universidad Internacional de las Américas, tanto de citación, estilo, forma, así como también sobre la adecuada sistematización de la información⁴⁴⁻⁴⁵. Lo anterior basado en los criterios de uniformidad del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas (ICJME), por sus siglas en inglés, que es un pequeño grupo de editores de revistas médicas generales y representantes de organizaciones relacionadas seleccionadas que trabajan juntos para mejorar la calidad de la ciencia médica y sus informes⁴⁶.

3.1 Tipo de investigación

Se realizó una revisión bibliográfica descriptiva con enfoque cualitativo. Lo anterior se sustenta a partir de la definición básica de investigaciones de este tipo, la revisión de literatura consiste en la detección, consultoría y selección de información de carácter científica que le permiten al investigador describir de características esenciales de un fenómeno para su entendimiento, la descripción basada en evidencia del fenómeno sometido a análisis permite crear nuevas teorías acerca del tema, así como también mostrar la situación actual de este y que permita la generación de recomendaciones en torno al contexto en el que se desarrolle⁴⁷.

Asimismo, cabe señalar que esta monografía no utiliza ningún método estadístico para la sistematización de la información, por lo que no existe una muestra de estudio ni hipótesis⁴⁷. El objeto de investigación se centra en la búsqueda de artículos científicos que señalen la utilidad del electrocardiograma en patologías diferentes a la cardiopatía isquémica para la ampliación del conocimiento de esta técnica diagnóstica en la comunidad médica.

3.2 Fuentes de información

Para sustentar los resultados de esta investigación se utilizarán únicamente fuentes primarias. Se sistematizarán los artículos científicos de acuerdo con su nivel de evidencia y grado de recomendación, lo anterior en aras de realizar medicina basada en evidencia (MBE). La MBE consiste en el uso de la mejor evidencia disponible e implica la utilización juiciosa y analizada de la literatura científica, y no solo la recopilación de información sin la utilización del método científico⁴⁸.

Considerando que solo se utilizarán artículos científicos resulta importante señalar que se seguirá un proceso sistemático de selección de la información mediante temporalidad, contenidos, duplicidad, criterios de inclusión y exclusión.

Además, se utilizarán operadores booleanos o también llamados operadores lógicos, que son herramientas para la búsqueda de información científica, dentro de los cuáles se usarán “AND”, “OR”, “NOT”, estos operadores han demostrado ser útiles en las búsquedas de información para la mejora en los resultados arrojados por los motores de búsqueda⁴⁹.

3.3 Criterios de búsqueda

Los criterios de búsqueda que se aplicaron para la obtención de datos en la investigación realizada se encuentran en la tabla 1, donde se incluye los motores de búsqueda,

periodo de estudio e idioma establecido para el estudio, respecto a los objetivos establecidos para el análisis.

Tabla 1. Criterios de búsqueda de información, acorde a los objetivos

Objetivo	Descriptores	Motores de búsqueda	Periodo de estudio	Idioma
Identificar los principales hallazgos electrocardiográficos presentes en el tromboembolismo pulmonar, trastornos electrolíticos, taponamiento cardíaco, pericarditis e hipotermia ambiental.	Generalidades del ECG	Google académico Elsevier Pubmed	2018-2023	Inglés, español.
	ECG AND tromboembolismo pulmonar	Google académico Elsevier Pubmed	2018-2023	Inglés, español.
	ECG AND trastornos electrolíticos	Google académico Elsevier Pubmed	2018-2023	Inglés, español
	ECG AND taponamiento cardíaco	Google académico Elsevier Pubmed	2018-2023	Inglés, español

	ECG AND pericarditis	Google académico Elsevier Pubmed	2018-2023	Inglés, español
	ECG AND hipotermia ambiental	Google académico Elsevier Pubmed	2018-2023	Inglés, español
Determinar la utilidad del electrocardiograma como herramienta diagnóstica en el tromboembolismo pulmonar, trastornos electrolíticos, taponamiento cardíaco, pericarditis e hipotermia ambiental en los servicios de emergencias en Costa Rica.	Utilidad del ECG	Google académico Elsevier Pubmed	2018-2023	Inglés, español.
	Utilidad del EKG AND tromboembolismo pulmonar	Google académico Elsevier Pubmed	2018-2023	Inglés, español.

	Utilidad ECG AND trastornos electrolíticos.	Google académico Elsevier Pubmed	2018-2023	Inglés, español.
	Utilidad ECG AND taponamiento cardíaco	Google académico Elsevier Pubmed	2018-2023	Inglés, español
	Utilidad ECG AND pericarditis	Google académico Elsevier Pubmed	2018-2023	Inglés, español
	Utilidad ECG AND hipotermia ambiental	Google académico Elsevier Pubmed	2018-2023	Inglés, español
	Utilidad ECG AND servicios de emergencias	Google académico Elsevier Pubmed	2018-2023	Inglés, español.

Fuente: elaboración propia

3.4 Criterios de inclusión y exclusión

En la tabla 2 se encuentran los criterios de inclusión los cuales se refiere a los artículos que se abordaron en este trabajo de investigación y los criterios de exclusión siendo estos los artículos que se excluyeron del estudio por no tener relación directa con los objetivos establecidos.

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Utilidad del electrocardiograma en patologías diferentes a cardiopatía isquémica	Electrocardiograma en la población de enfermería.
Electrocardiograma en el servicio de emergencias.	ECG en cardiopatía isquémica
Diagnóstico de tromboembolismo pulmonar, pericarditis, taponamiento cardiaco, trastornos electrolíticos e hipotermia ambiental.	ECG en hemorragia intracraneal
Hallazgos electrocardiográficos de tromboembolismo pulmonar, pericarditis, taponamiento cardiaco, trastornos electrolíticos e hipotermia ambiental.	ECG en reacciones adversas a medicamentos
Utilidad ECG en tromboembolismo pulmonar, pericarditis, taponamiento cardiaco, trastornos electrolíticos e hipotermia ambiental.	ECG en intoxicaciones
Electrocardiograma en la población médica	ECG en el servicio de pediatría, geriatría
Interpretación adecuada del ECG	

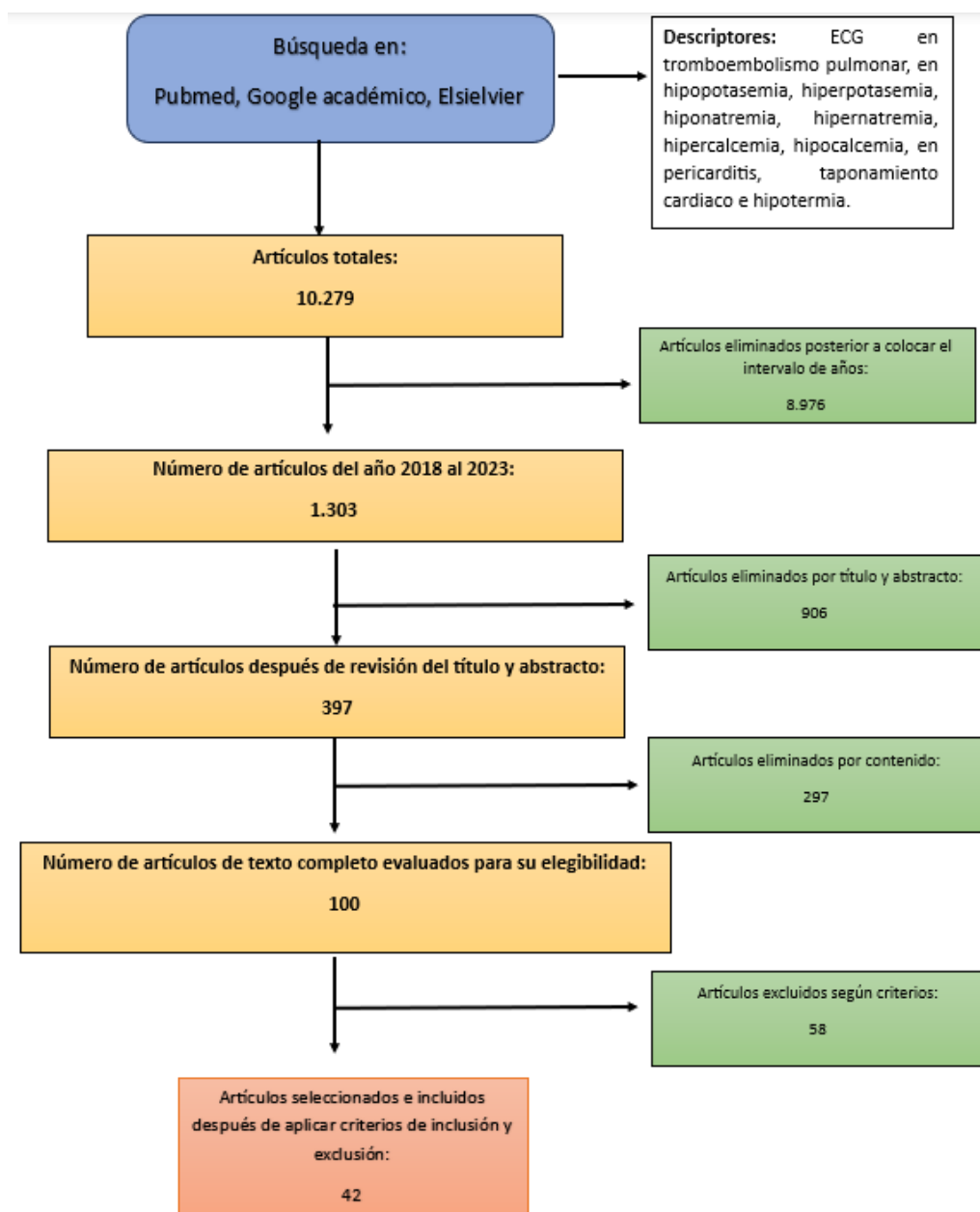
Fuente: elaboración propia

3.5 Análisis de la información

En la búsqueda de información, se obtuvieron 10.279 artículos, sin intervalo de años, en el idioma inglés y español, posterior a incluir en la búsqueda el intervalo de años del 2018 y 2023, el número se redujo a 1.303. De estos se procedió a leer el título y el abstracto los cuales fueron eliminados 906, quedando 397 artículos. Se excluyeron artículos que abordaban el uso del ECG en otras patologías o con otros objetivos diferentes a los planteados en este trabajo de investigación, quedando un total de 100. Seguidamente se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión dejando un total de 42 artículos. Estos se utilizaron por ser artículos con mayor nivel de evidencia y recientes, cumpliendo el intervalo de años

establecidos; además, fueron seleccionados de acuerdo con su contenido y objetivo de la investigación ya que abordan los hallazgos característicos de TEP, trastorno electrolítico, taponamiento cardiaco, pericarditis e hipotermia, así también la utilidad de esta herramienta diagnóstica en cada una de estas patologías.

Figura 7. Proceso de búsqueda y selección de la información



Fuente: elaboración propia de la autora

3.6 Clasificación de la información según niveles de evidencia

Los artículos utilizados en este trabajo de investigación fueron clasificados según el nivel de evidencia de Sackett. El cual clasifica los artículos en cinco niveles, siendo el nivel 1 la “mejor evidencia” y el nivel 5 la “peor, la más mala o la menos buena”.

Entre la información recopilada hay 42 artículos, todos relacionados con ECG como herramienta diagnóstica en TEP, trastornos electrolíticos, taponamiento cardíaco, pericarditis e hipotermia. En el anexo 1 se detallan los artículos que fueron revisados, especificando el título, autor, revista y año en que fue publicado, en la tabla 3, se observa la cantidad de artículos utilizados según tipos de estudio y nivel de evidencia.

Tabla 3. Cantidad de artículos según el nivel de evidencia

Nivel de evidencia	Tipo de estudio	Cantidad según tipo de estudio	Cantidad según nivel de evidencia	%
2	Revisión sistémica de estudios de cohortes	1	8	19%
	Estudio de cohorte prospectivo	2		
	Estudio de cohorte retrospectivo	5		
3	Estudios de casos y controles	8	27	64%
	Reporte de caso	19		
4	Estudio transversal	4	4	10%
5	Revisión bibliográfica	3	3	7%
Total.....		42	42	100%

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el siguiente capítulo se comentarán y se analizarán los resultados de estudios realizados por otros profesionales de la salud posterior a una búsqueda exhaustiva, está relacionada con el objetivo principal de esta investigación, la utilidad del electrocardiograma en los servicios de emergencias. Se empezará con el primer objetivo, que es establecer cuáles son los hallazgos más frecuentes que se logran identificar en el ECG en cada una de las patologías descritas en este trabajo, sean estas: tromboembolismo pulmonar, trastorno electrolítico, pericarditis e hipotermia.

Antes de iniciar con los reportes de los estudios investigados en esta revisión bibliográfica, es importante tener claro que es la inteligencia artificial y como es utilizada, debido a que varios de los estudios son hechos en base a los datos recopilados de esta tecnología que viene a dar un gran aporte a la medicina y hay varias investigaciones sobre la recomendación o no de utilizar dicha tecnología. También proporcionar al lector de este trabajo de investigación conocimientos sobre estos métodos, puesto que en la carrera de medicina no hay un área específica para el aprendizaje de esto, con referencia a los médicos recién graduados.

La inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (AA) actualmente son áreas de intensa exploración y muestran potencial para automatizar tareas humanas aportando un mayor rendimiento de estas. Sin embargo, se debe tener claro los conceptos básicos de la inteligencia artificial⁵⁰.

- Inteligencia artificial: se refiere al procesamiento de información basado en máquinas para lograr objetivos que normalmente requiere la función cognitiva humana⁵⁰.
- Aprendizaje automático: es una disciplina de la inteligencia artificial y emplea algoritmos para aprender patrones empíricamente a partir de datos⁵⁰.
- Aprendizaje profundo (AP): ha surgido como un poderoso enfoque de aprendizaje automático. Es una forma potente y flexible de representar datos de entrada sin procesar, no requiere ingeniería de funciones manual⁵⁰.

4.1 Hallazgos electrocardiográficos más frecuentes según estudios analizados.

En este subtema se hizo una exploración bibliográfica de cada una de las patologías buscando la frecuencia de presentación de las anomalías electrocardiográficas en cada cuadro clínico agudo, para así analizar por medio de porcentajes cuales son los hallazgos electrocardiográficos que se puede lograr identificar más comúnmente cuando se encuentran en emergencias con un paciente que requiere un diagnóstico rápido o también tener una sospecha clínica. Esta técnica se realizó en todos los estudios que fueran posibles, sin embargo, en algunos no se reportaban estos porcentajes, pero si determinaban el grado de utilidad del ECG.

4.1.1 Tromboembolismo Pulmonar

Se realizó un análisis en base a estudios realizados por otros profesionales de la salud, para valorar cuales son los hallazgos más frecuentes observados en el ECG de pacientes con TEP, para esto se seleccionaron 5 artículos, los cuales involucran estos hallazgos mencionados en el marco teórico en este trabajo de investigación, también así con su frecuencia de presentación, se hará un breve resumen de cada uno de los estudios realizados y finalmente una tabla que incluya los 5 estudios con sus hallazgos y porcentajes correspondientes, de manera resumen y así sea más fácil visualmente clasificar estos hallazgos y evaluar cuál es el más frecuente en esta exploración.

Weekes et al.⁵¹, se refiere al ECG como una de las primeras pruebas que se realizan en los servicios de urgencias a pacientes que ingresen con síntomas de dolor torácico, donde menciona que la oclusión abrupta de la arteria pulmonar puede provocar anomalías del ventrículo derecho, esto sucede cuando aumenta la presión, dilatación o lesión del miocardio como fue mencionado anteriormente en el marco teórico del trabajo con estudios de mayor antigüedad. Pero también se puede ver afectado el ventrículo izquierdo, ya que, por la combinación de la hipoxia o hipotensión y taquicardia, llegan a producir una isquemia a nivel del miocardio.

Siguiendo lo anterior, en el estudio realizado se incluyeron 1676 pacientes, a los cuales se les realizó un ECG inmediatamente al ingreso del SEM. Estableciendo que los patrones de ECG más comunes fueron: la taquicardia sinusal presente en un 38,9% de los pacientes, patrón S1-Q3-T3 en un 16.3%, bloqueo de rama derecha completo o incompleto en un 15,1% e inversión de la onda T en V₂₋₄ en un 14%. También lograron determinar que, de los 1676 pacientes, 1090 tenían al menos uno de los patrones anormales, esto se traduce en porcentaje; el 65% de los pacientes se podría identificar una anomalía característica del TEP en el ECG llevado a cabo⁵¹.

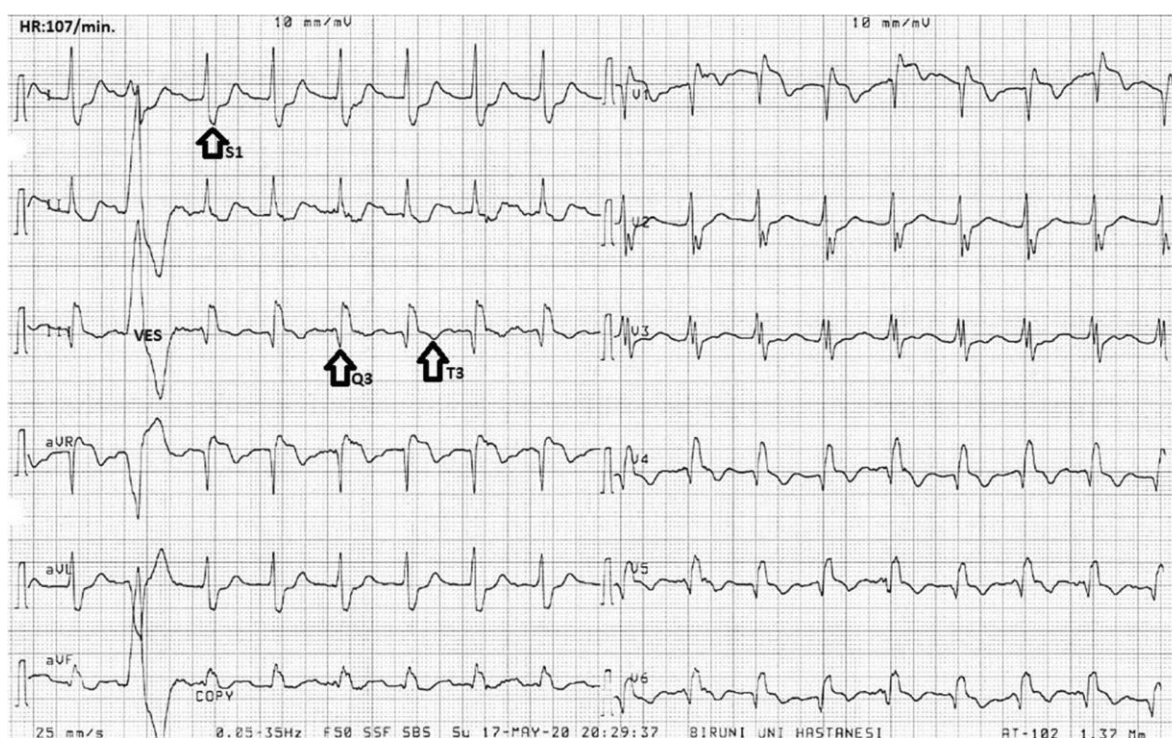
Para finalizar, este estudio confirma que los hallazgos electrocardiográficos ayudan a aumentar la sospecha de la presencia de un TEP, ante una emergencia, esto dará justificación para la realización de una ecocardiografía para buscar anomalías del VD y así confirmar dicho diagnóstico. Esto porque al obtener estos patrones electrocardiográficos se debe aumentar las consideraciones de la realización de un ecocardiograma de inmediato y también aumentar las preocupaciones de un manejo oportuno para evitar el deterioro clínico del paciente⁵¹.

También establecen que según un informe investigado por ellos. Donde estudiaron el ECG y la ecocardiografía realizados dentro de la hora posterior al diagnóstico de TEP y reportaron que las alteraciones como BRD, anomalías de la repolarización precordial o el patrón S1-Q3-T3 tenían el doble de posibilidades de tener signos ecocardiográficos comparados con los pacientes sin ninguno de los patrones de ECG evaluados⁵¹.

En este otro artículo analizado, se considera la inclusión de este artículo, ya que establecen patrones electrocardiográficos anormales en TEP mediante un estudio realizado en otra población de personas, que concuerdan con las alteraciones electrocardiográficas presentes en tal caso clínico descrito.

En este artículo se reportan alteraciones en la electrocardiografía: BRD, onda S profunda en S₁ en I, onda Q y negatividad de onda T en III, cumpliendo el patrón S1Q3T3, elevación del ST en aVR y onda T negativa en II-III y aVF. En la siguiente imagen (figura 8) se pueden observar el ECG con estas alteraciones expuestas, coincidiendo estas con las alteraciones mencionadas anteriormente⁵².

Figura 8. ECG de alteraciones descritas.



fuelle: se toma del artículo: Embolia pulmonar masiva que se presenta con hemoptisis y hallazgos en el ECG S1Q3T3⁵².

Los hallazgos característicos de TEP establecidos según 54 estudios realizados en otra investigación incluida en este reporte. En 8209 pacientes, fueron los siguientes: taquicardia presente en 38%, inversión de onda T un 38%, elevación de ST en aVR en un 36%, S1 un 33%, Q3 un 32%, T3 inversión 30% y S1Q3T3 24%. Los cuales concuerdan con la electrocardiografía del caso clínico⁵².

Al igual que el artículo anterior muestra la importancia del ECG, siendo un método fácil de utilizar, de bajo costo, al alcance en la mayoría de instituciones, siempre se debe tomar en cuenta esta herramienta cuando ingresa un paciente con dolor en pecho y con sospecha de patología que afecte a nivel cardiaco, dado que, al realizar un ECG con la presencia de características específicas de TEP es una adecuada forma de distinguir esta patología del infarto agudo al miocardio y así lograr actuar de forma rápida como lo que requiere el paciente para una buena evolución clínica como ocurrió en este caso.

Según Kusayama et al.⁵³, la embolia pulmonar aguda no es una enfermedad infrecuente, siendo esta potencialmente mortal, es por esto por lo que requiere de un tratamiento urgente, sin embargo, el diagnóstico suele ser difícil y retrasar el tratamiento necesario. Para diagnosticar esta patología se realiza ecocardiografía, tomografía axial computarizada (TAC) con contraste, angiografía pulmonar y en muchas ocasiones no se incluye el ECG, existiendo este método útil, simple y no invasivo, con un requerimiento de menor tiempo que los estudios de gabinete mencionados anteriormente.

En esta revisión retrospectiva observando los expedientes de 56 pacientes diagnosticados con TEP con los siguientes criterios de exclusión: disfunción ventricular izquierda, bloqueo completo e incompleta de rama izquierda, enfermedad pulmonar primaria, hipertensión pulmonar tromboembólica crónica, recibir medicamentos con efectos potenciales sobre el segmento ST-T y falta de disponibilidad de información en historias clínicas electrónicas⁵³.

Los hallazgos identificados con más frecuencia según esta investigación se encuentran: taquicardia con un 32,1% de frecuencia, desviación del eje derecho con un 14,3%, el patrón S1Q3T3 con un 32,1% y mencionaron que rara vez se observó elevaciones o depresión del segmento ST, siendo esto diferente a las otras 2 investigaciones, pues esta última característica si es común observarla en la electrocardiografía⁵³.

El objetivo de este estudio también era observar cual alteración electrocardiográfica se podía identificar realizando un ECG del tórax derecho. En el electrocardiograma del lado derecho, se observó una onda T negativa en V3R en un 66,1%, onda T negativa en V4R en un 62,5% y en V5R un 51,8%. Esto es más frecuente durante la fase aguda del TEP. También se puede identificar cambios en el segmento ST sugiriendo isquemia del miocardio ventricular derecho o la dilatación del ventrículo derecho⁵³.

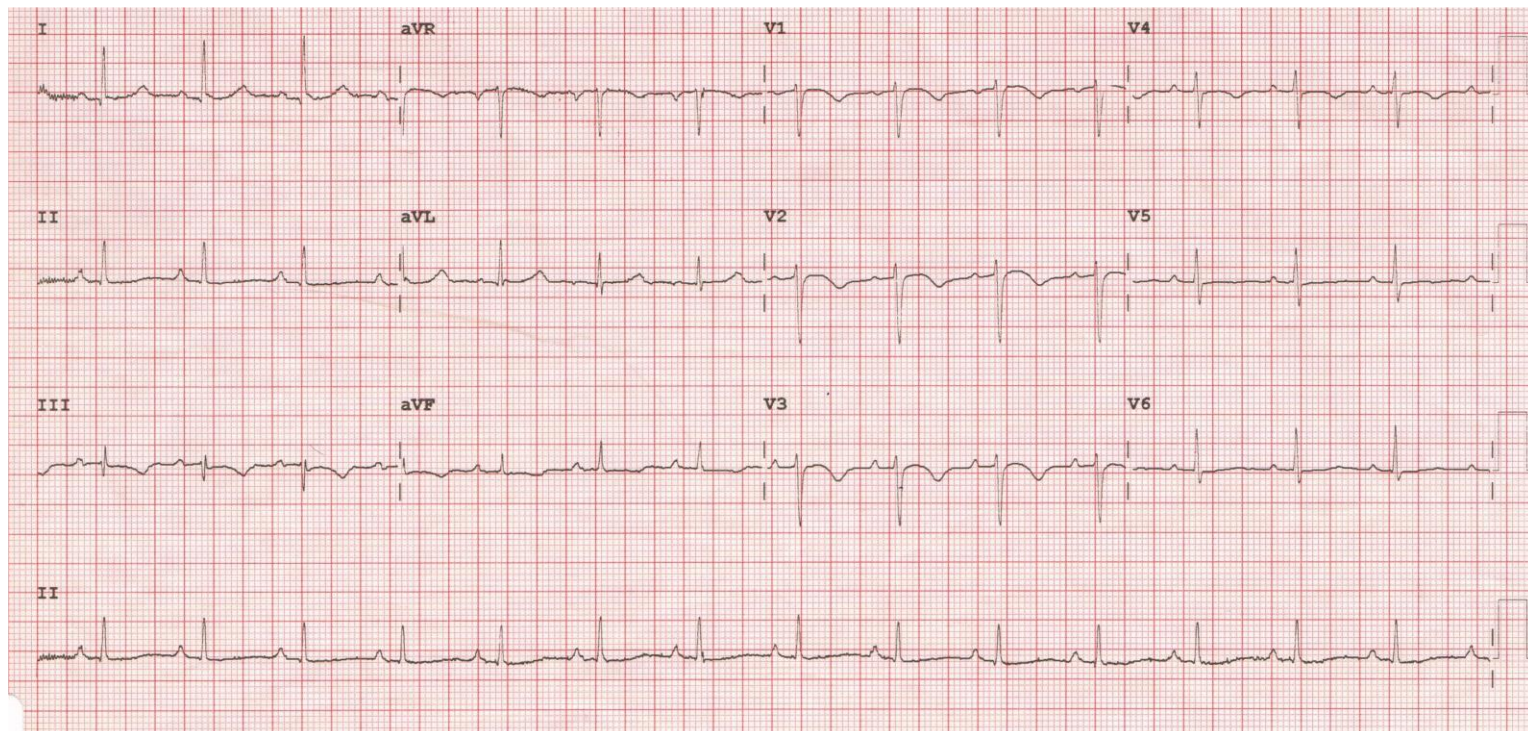
Thomson et al.⁵⁴, concuerda con los demás estudios expuestos anteriormente, ya que describe el embolismo pulmonar como una patología común, con alto riesgo de muerte y la principal causa de muerte evitable en pacientes que ingresen al hospital. Describen que los factores de riesgo más frecuentes son: personas inmovilizadas por diferentes causas, también personas con cáncer, accidente cerebrovascular y embarazo. Pero se sabe que hay más causas que ponen en riesgo a pacientes de temprana edad a producir un tromboembolismo venoso.

El objetivo de este estudio fue establecer el valor diagnóstico de los cambios ECG en la sospecha de embolia pulmonar, abarcando también las anomalías electrocardiográficas más frecuentes. Las cuales las catalogan de la siguiente manera: taquicardia sinusal (28%), patrón S1Q3T3 (3,7%), P pulmonare (0,5%), desviación del eje derecho (4,2%), bloqueo de rama derecha (9,0%), arritmias auriculares (10,1%) y rotación en el sentido de las agujas del reloj (20,1%)⁵⁴.

Coinciden con otros estudios que investigaron cuando realizaron el suyo, ya que, establecen que el ECG tiene un valor limitado en el diagnóstico, sin embargo, podría ser una pista hacia el diagnóstico definitivo de la presentación clínica del paciente, siendo los síntomas comunes, disnea y dolor pleurítico. También hacen referencia a la importancia de reconocer estas anomalías electrocardiográficas, dado que, de no reconocerlos en un paciente grave que debería realizarse un manejo rápido, podría traer muchas más complicaciones.

También resaltan entre las anomalías el patrón de tensión del VD, que esta estuvo presente en un 11,1% de los pacientes. Este se reconoce mediante la inversión de la onda T en las derivaciones inferiores (II, III, avF) y precordiales derechas (V1-V4). Como se muestran en la figura 9⁵⁴.

Figura 9. Patrón de tensión del ventrículo derecho



fuentes: se toma del artículo: ECG ante la sospecha de embolismo pulmonar⁵⁴.

Para concluir, se mostró una gran diferencia con los porcentajes de presentación de las anomalías del ECG comparado con los artículos anteriores, estableciendo que en un paciente grave con patrón de tensión del VD y sin enfermedad cardiovascular crónica, este hallazgo es sugestivo de EP con gran especificidad para un 97,4% en una gran carga de coágulos y el patrón S1Q3T3 también tiene buena especificidad, no obstante, en este estudio fue muy poco frecuente⁵⁴.

En la tabla 4 se realiza un breve resumen de los 5 artículos investigados, con los hallazgos más frecuentes para así lograr observar más fácilmente cuáles son los porcentajes de presentación de estos hallazgos y determinar cuánto es útil la electrocardiografía en la evaluación de pacientes con TEP

Tabla 4. Anomalías del ECG en TEP

Artículos	Taquicardia Sinusal	Patrón S1-Q3-T3	BRD incompleto o completo	Inversión de onda T en v2-v4	ST Elevado V1	ST elevado en aVR	Taquicardia supraventricular	P pulmonares	Desviación del eje derecho
Hallazgos electrocardiográficos asociados con deterioro clínico temprano en embolia pulmonar	38,9 %	16,3%	15,1%	14%	9.1%	12.2%	5,8%		
Embolia pulmonar masiva que se presenta con hemoptisis y hallazgos en el ECG S1Q3T3	38%	24%	-	38%	-	36%			
Características de los electrocardiogramas de tórax derechos sintetizados en pacientes con embolia pulmonar aguda	32.1%	32.1%	-						14.3%
ECG ante la sospecha de embolismo pulmonar	28%	3,7%	9,0%	11,1%			10,1%	0.5%	4,2%

Fuente: elaboración propia a partir de referencias anteriores ^{51,52,53,54}.

4.1.2 Trastornos electrolíticos

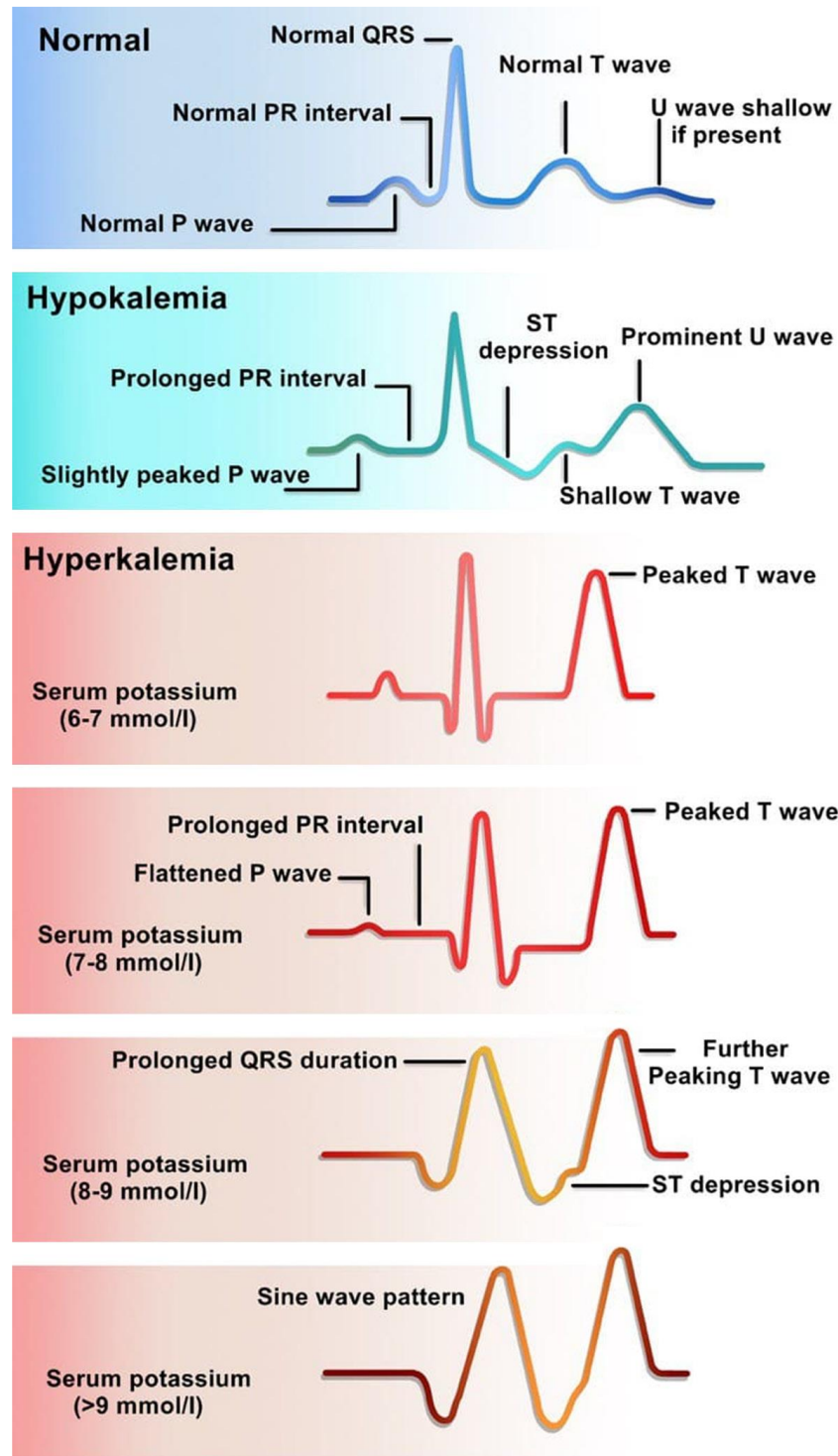
Teniendo presente que los electrolitos juegan un papel importante en las células de miocardio manteniendo su actividad de despolarización y repolarización. Cabe destacar la importancia que tiene el diagnóstico rápido y eficaz de estas alteraciones, para así prevenir una alteración cardiaca altamente mortal. Actualmente, los cambios en el ECG son una pista de diagnóstico útiles para reconocer anomalías electrolíticas.

4.1.2.1 Hiperpotasemia

Según Teymouri et al.⁵⁵, una proporción significativa de paros cardiacos en pacientes adultos sin trastorno cardiaco, se deben a anomalías metabólicas, siendo el potasio un electrolito de importancia, ya que afecta el potencial transmembrana en las células cardiacas, considerando que el potencial de reposo de la membrana está relacionado con la diferencia entre las concentraciones de potasio intracelular y extracelular. Por lo tanto, el aumento del potasio plasmático reduce esta proporción y, como resultado, aumenta la excitabilidad de la membrana celular. Dicho esto, en los siguientes párrafos de este trabajo se expondrá las principales manifestaciones del ECG en la hiperpotasemia.

En este trabajo de investigación bibliográficas, incluyeron diferentes estudios donde establecen las manifestaciones más frecuentes del ECG en la hiperpotasemia. Teniendo en cuenta lo anterior, la mayoría de los estudios reportan: prolongación del intervalo PR, aumento de la duración del QRS, la agudización de las ondas T, como se muestra en la figura 10⁵⁵.

Figura 10. Manifestaciones de la hiperpotasemia en el ECG



Fuente: se toma del artículo: ECG frequency changes in potassium disorders: a narrative review⁵⁵.

El siguiente es un estudio observacional retrospectivo realizado en el Centro de Emergencias del Hospital General Kaposi Mór, que tenían como objetivo comprobar la prevalencia de alteraciones del ECG sugestivas de hiperpotasemia en pacientes con potasio normal y elevado, así lograr establecer si estas alteraciones pueden ser confiables para diagnosticar o descartar hiperpotasemia.

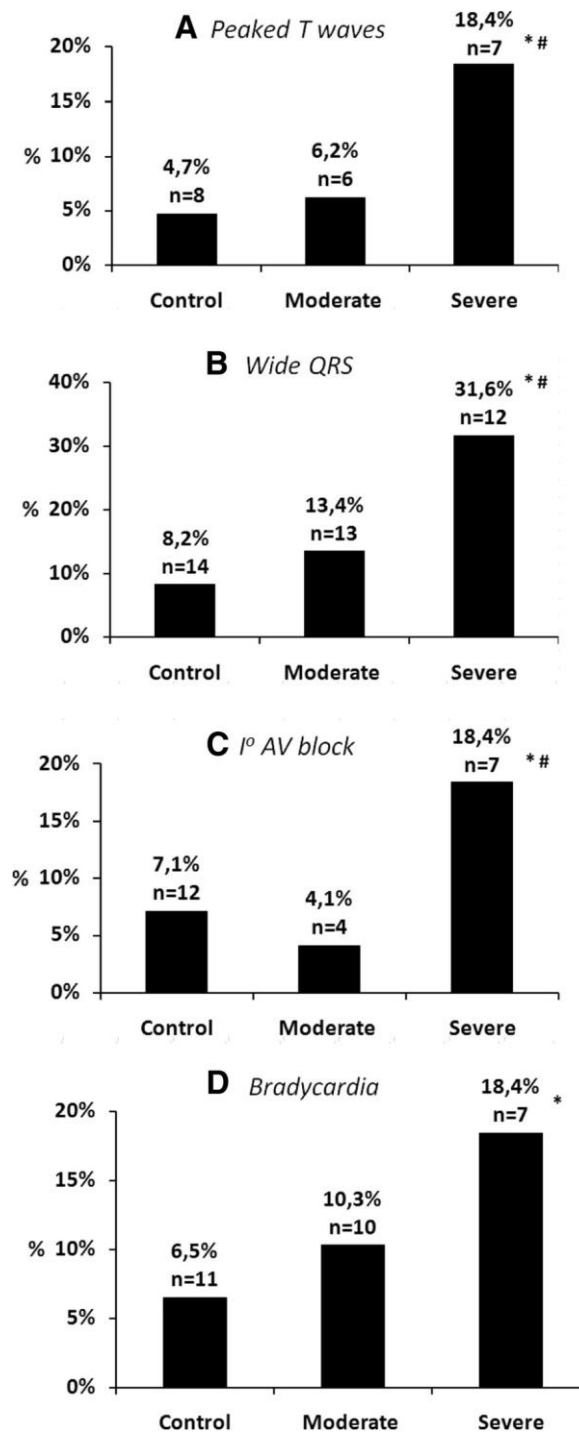
Varga et al.⁵⁶, establecen que según los niveles de potasio se pueden observar diferentes alteraciones electrocardiográficas, respetando el rango de normalidad entre 3,5-5,1 mmol/l describiendo las alteraciones de la siguiente manera:

1. Ligeramente elevado (5,2 a 5,9 mmol/l): puede causar T altas u ondas T puntiagudas o en forma de tienda campaña
2. Niveles de potasio moderadamente elevados (6,0-7,0 mmol/l): suele provocar prolongación del intervalo PR, una disminución de la amplitud de la onda P, o la desaparición de la onda P, un ensanchamiento del complejo QRS o bloqueos de la conducción con latidos de escape.
3. Por último, la hiperpotasemia grave (mayor a 7 mmol/l): puede inducir una fibrilación ventricular y asistolia en el ECG.

El intervalo PR se consideró “prolongado” si la duración del PR > 200 ms, el intervalo QRS se consideró "ancho" si la duración del QRS era > 110 ms. El intervalo QTc se consideró corto si QTc < 350 ms y prolongado si QTc > 450 ms. Las ondas T se consideraron puntiagudas si eran simétricas y tenían una gran amplitud según el criterio del médico investigador⁵⁶.

Los porcentajes de presentación de estas alteraciones se distribuyeron de la siguiente manera en paciente con hiperpotasemia confirmada por laboratorio. QRS ancho presente en un 31,6%, bradicardia en un 18,4%, ondas T picuda en un 18,4% y bloqueo AV de primer grado 18,4%. Esto se logra apreciar en la siguiente grafica de la figura 11⁵⁶.

Figura 11. La frecuencia de alteraciones del ECG, según el estudio alteraciones del ECG sugestivas de hiperpotasemia



Fuente: se toma del artículo: ECG alterations suggestive of hyperkalemia in normokalemic versus hyperkalemic patients⁵⁶.

Sin embargo, a pesar de estos hallazgos se reportó que el 24,0% de los pacientes con niveles de potasio normales presentaron alteraciones del ECG sugestivas de hiperpotasemia, un 20% de estos tuvo 1 hallazgo y 4% tuvo 2 o más cambios en la electrocardiografía. Los porcentajes de presentación de estas alteraciones fueron: QRS ancho 8,2%, bradicardia 6,5%, ondas T picudas 4,7% y bloqueo AV 7,1%⁵⁶.

Este estudio se correlaciono con otros estudios que establecieron la utilidad del electrocardiograma donde reportan que la capacidad de los médicos para diagnosticar hiperpotasemia es baja con una sensibilidad entre 0,43 y 0,34. En este trabajo se establece como conclusión que para diagnosticar o descartar hiperpotasemia no solo se puede basar en los hallazgos electrocardiográficos, estos pueden dar pista diagnostica de dicha patología, sin embargo hay que confirmarla con niveles de laboratorio⁵⁶.

Según otro estudio prospectivo, donde Raffee et al.⁵⁷, realizan este estudio con el objetivo de investigar el papel de las características clínicas y los ECG en el diagnóstico temprano y el tratamiento de la hiperpotasemia. Se describen los síntomas que puede presentar un paciente con esta alteración de electrolitos, siendo inespecíficos, donde se incluye: dolor en el pecho, palpitaciones, debilidad, espasmos musculares, entumecimiento, hormigueo, dificultad para respirar, disfagia, dolor abdominal, fatiga, nauseas o vómitos.

También especifican que el electrocardiograma es una prueba económica, no invasiva, altamente compatible, ampliamente disponible y de fácil acceso. Los niveles anormales elevados de potasio pueden estar asociados con cambios en el ECG como se ha venido mencionando en los estudios anteriores⁵⁷.

Los criterios del ECG utilizados para predecir los niveles elevados de potasio, según documentados por los lectores incluidos en este estudio, incluyeron aplanamiento o ausencia de la onda P, intervalo PR prolongado definiéndolo como >200 ms, complejo QRS

ensanchado >120 ms y onda T pico, que es un aumento de la amplitud de la onda T, con una amplitud mayor que un cuadro grande en las derivaciones de las extremidades o dos cuadros grandes en las derivaciones del tórax. Además, documentaron la elevación o depresión del segmento ST, los bloqueos de rama derecha e izquierda, las arritmias, el intervalo QTc acortado (<350 ms para hombres y <360 ms para mujeres)⁵⁷.

La mayoría de los pacientes en este estudio eran adultos mayores y ancianos que tenían al menos dos enfermedades crónicas comórbidas, el 71,6% padecían hipertensión (HTA), El 67,2% diabetes mellitus (DM) y el 64,2% padecían enfermedad renal crónica (ERC). Además, eran comunes los fármacos que inducen hiperpotasemia, incluidos analgésicos no esteroideos (53,8%), betabloqueantes (52,2%), bloqueadores de canales de calcio (BCC) (41,8%), inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA) (31,23%), bloqueadores de los receptores de angiotensina (BRA) 28,4%, estatinas (64,2%) e inhibidores de la bomba de protones (IBP) (58,2%). En este estudio concuerda con otros trabajos de investigación según la etiología de la hiperpotasemia, aunque el objetivo no fue este, pero si hay una relación de las enfermedades anteriormente mencionadas y la elevación de los niveles de potasio, como también el uso de diferentes fármacos que contribuyen a esta alteración⁵⁷.

Para los hallazgos reportados del ECG se observaron en 17 pacientes ECG normales, esto es un 25,4% de la población estudiada con hiperpotasemia. Mientras que se registraron anomalías en 50 pacientes constituyendo un 74,6% de la población, de estos, 8 ECG (11,9%) tenían ondas T máximas, 8 ECG (11,9%) tenían complejos QRS ensanchados, 7 ECG (10,5%) tenían intervalos PR prolongados, 7 ECG (10,5%) ondas P aplanadas, 4 ECG (6,0%) tenían depresión ST, 3 ECG (4,5%) tenían BRD, 2 ECG (3,0%) tenían desaparición de las ondas P y 2 ECG (3,0%) tenían BRI. También establecen que la fibrilación auricular fue la arritmia más común presentándose en un 13,4%, esta es seguida de la taquicardia sinusal en un 11,9% de la población en estudio, la bradicardia sinusal un 9,0% y la menos común fue la taquicardia supraventricular (TSV) en un 1,5%⁵⁷.

En el siguiente estudio se incluyó como alteraciones electrocardiográficas, las ondas T puntiagudas, PR prolongado, prolongación QRS, bradicardia (FC <50 lpm), bloqueo cardiaco, ritmo de unión, ritmo de escape o taquicardia ventriculares como hallazgos asociados a hiperpotasemia. Un total de 134 pacientes de 188 de la población total tuvieron al menos una de las anteriores anomalías, esto representa el 71% de las personas involucradas en el estudio. Siendo los hallazgos más comunes la prolongación del QRS en un 43%, ondas de T picudas en un 30%⁵. Más de la mitad de los pacientes tenían solo una anomalía electrocardiográfica siendo este un 57% y los otros, el 43% de la población le observaron más de una alteración, siendo la más frecuente la combinación de la prolongación del QRS con ondas T picudas⁵⁸.

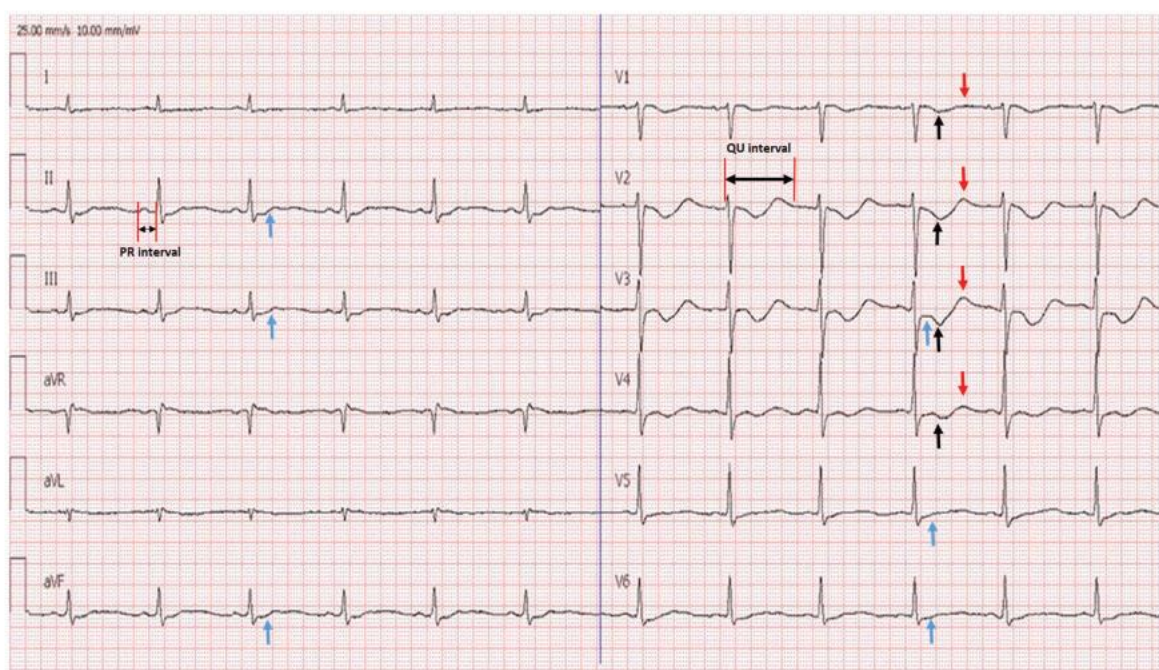
Se identificaron 28 pacientes (15%) con algún efecto adverso en las 6 horas posteriores a la medición de la hiperpotasemia. En orden de frecuencia se adjuntaron estos eventos adversos, bradicardia sintomática (n=22, 12%), taquicardia ventricular (TV) (n=2,1%), reanimación cardiopulmonar (RCP) (n=2, 1%) y muerte (n=4, 2%). Según Durfey et al.⁵⁸, sugieren que los hallazgos observados en el estudio que realizaron, el ECG es una herramienta útil en la estratificación de pacientes hiperpotasémicos con riesgo de presentar un efecto adverso en las próximas 6 horas posterior al diagnóstico.

4.1.2.2 Hipopotasemia

La alteración del nivel de potasio tiene un significado importante como fue explicado anteriormente, no se queda atrás los niveles disminuidos del potasio. Xang et al. ⁵⁹, en su trabajo tenía como objetivo discutir los mecanismos electrofisiológicos que subyacen a los cambios dinámicos en ECG en hipopotasemia, esto lo realizo mediante el desarrollo de un caso clínico, ellos aluden que dos de las causas más importantes de la hipopotasemia es la diarrea y el tratamiento con diuréticos.

Describen una hipopotasemia grave con un valor en 1,31 mmol/L. Donde el ECG (figura 12) muestra un ritmo sinusal de 52 latidos /minuto (bradicardia), intervalo QT prolongado de 820 ms, intervalo PR prolongado de 22 ms, depresión del segmento ST (flechas azules), inversión de la onda T (flechas negras) y ondas U (se observan con una flecha roja), que se observaron mejor en las derivaciones precordiales (particularmente en las derivaciones V2 y V4)⁵⁹.

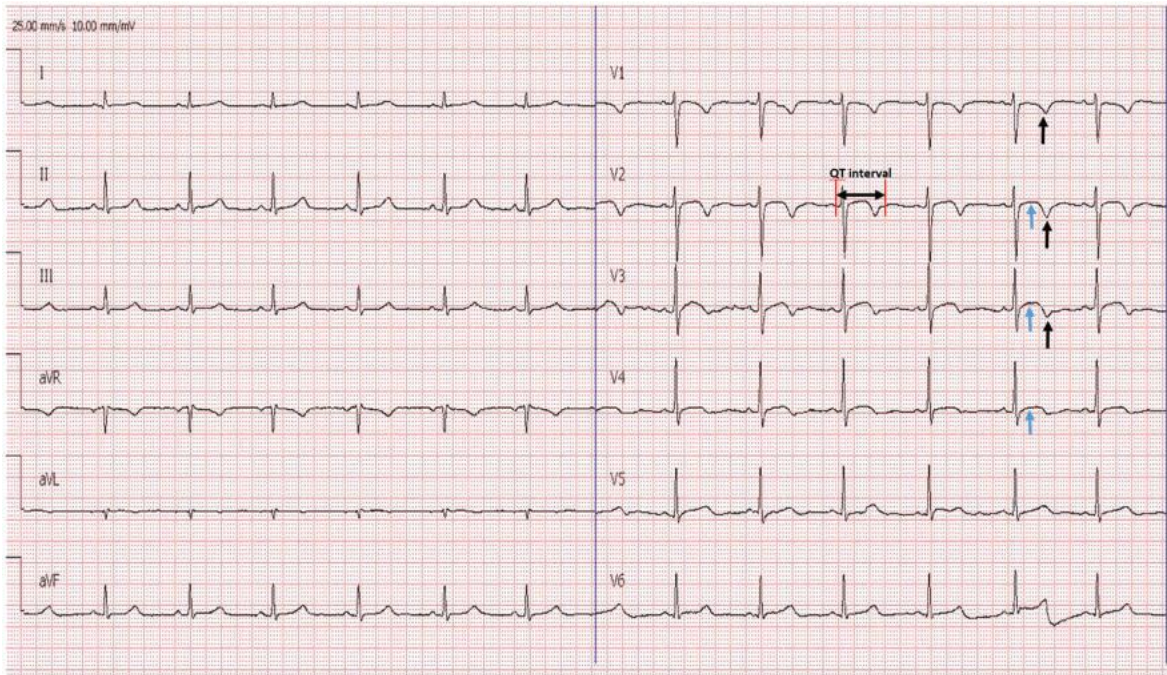
Figura 12. Electrocardiograma de paciente hipopotasemico.



Fuente: se tomó del artículo: Electrocardiographic manifestations in severe hypokalemia¹².

Posteriormente se muestra en la figura 13 la modificación que tiene el ECG del mismo paciente posterior 5 días de suplementación con potasio y con mejoras en sus niveles, como así también en su clínica. El ECG mostró normalización de los intervalos QT (424 ms) y QTc (439 ms), ondas T invertidas más pequeñas y elevación del segmento ST. Lo que se logra apreciar es como las alteraciones del potasio van a hacer una gran alteración en el trazado normal del electrocardiograma⁵⁹.

Figura 13. ECG posterior a la regulación de los niveles del potasio.



Fuente: se tomó del artículo: Electrocardiographic manifestations in severe hypokalemia⁵⁹.

Seguidamente de la descripción de las alteraciones típicas del ECG, también se pueden observar ondas P altas, ondas J prominentes, depresión del segmento ST, intervalo QT prolongado, contracción ventricular prematura, taquicardia ventricular y torsade de pointes. Para explicar todas estas alteraciones morfológicas que tienen cada una de las ondas, cada uno de los intervalos y arritmias, se debe entender que el potasio determina el potencial de membrana en reposo. Al presentar una hipopotasemia, va a tener un potencial de membrana en reposo más negativo, esto va a conducir a una disminución de la excitabilidad de la membrana, debido al aumento de la duración del potencial de acción y un retraso en la repolarización⁵⁹.

4.1.2.3 Hiponatremia

Después de una búsqueda exhaustiva para determinar las principales alteraciones electrocardiográficas solo se incluye un artículo que cumple con los criterios de inclusión de este trabajo, esto porque este estudio analizado describe las alteraciones que se puede lograr observar en cuadro de hiponatremia grave.

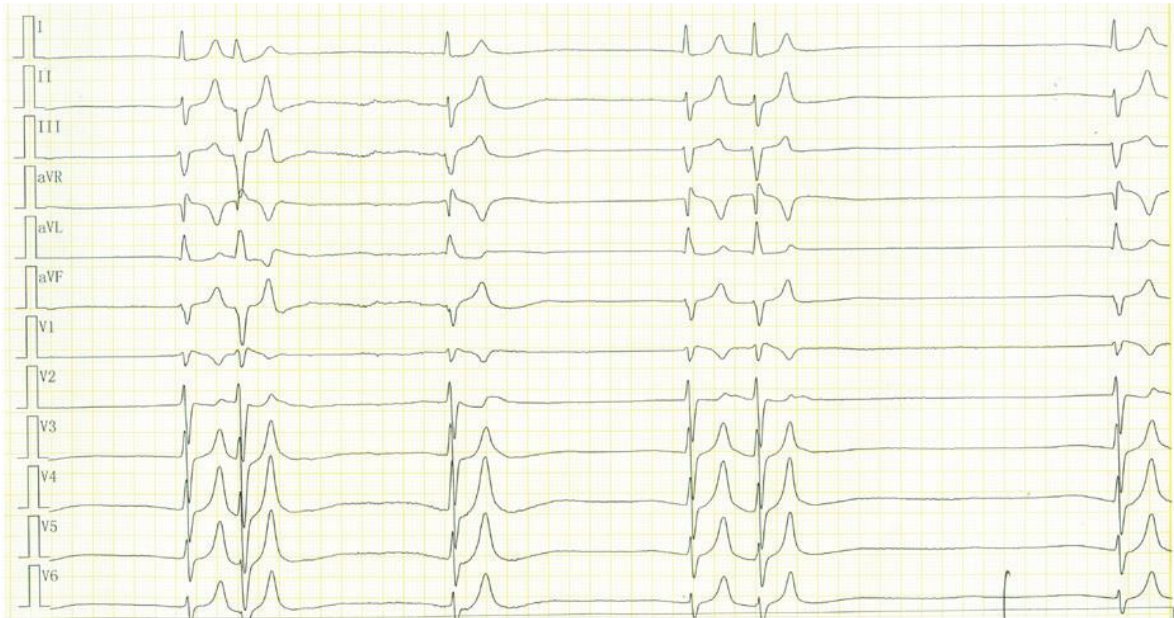
Lo observado en la clínica según Zou et al.⁶⁰, una baja concentración de sodio extracelular puede acortar la despolarización del potencial de acción cardíaco y reducir la amplitud del potencial de acción en el nódulo auriculoventricular, también esto va a afectar al musculo cardiaco reduciendo así las contracciones, la excitabilidad y la velocidad de conducción. Para un mayor entendimiento, este artículo se basó en una revisión de un cuadro clínico, en las pruebas de laboratorio se reporta hiponatremia grave (102 mmol/L), se dio un manejo con solución salina hipertónica al 3% por vía intravenosa (IV). Los síntomas del paciente fueron mejorando gradualmente, al igual que las alteraciones electrocardiográficas. Para poder registrar estos cambios, se realizaron ECG seriados documentado los cambios que se iban presentando en la morfología electrocardiográfica y como se muestra en la siguiente tabla (tabla 5) con las figuras correspondientes de cada ECG⁶⁰.

Tabla 5. Cambios en los niveles de electrolitos y manifestaciones del ECG

Nivel del sodio sérico (mmol/L)	ECG
131	Ritmo sinusal normal
102	Paro sinusal; ritmo de escape de unión (figura 14)
114,8	Fibrilación auricular (figura 15)
118,9	Fibrilación auricular con bloqueo AV de segundo grado; latido prematuro ventricular (figura 16)
132	Ritmo sinusal normal (figura 17)

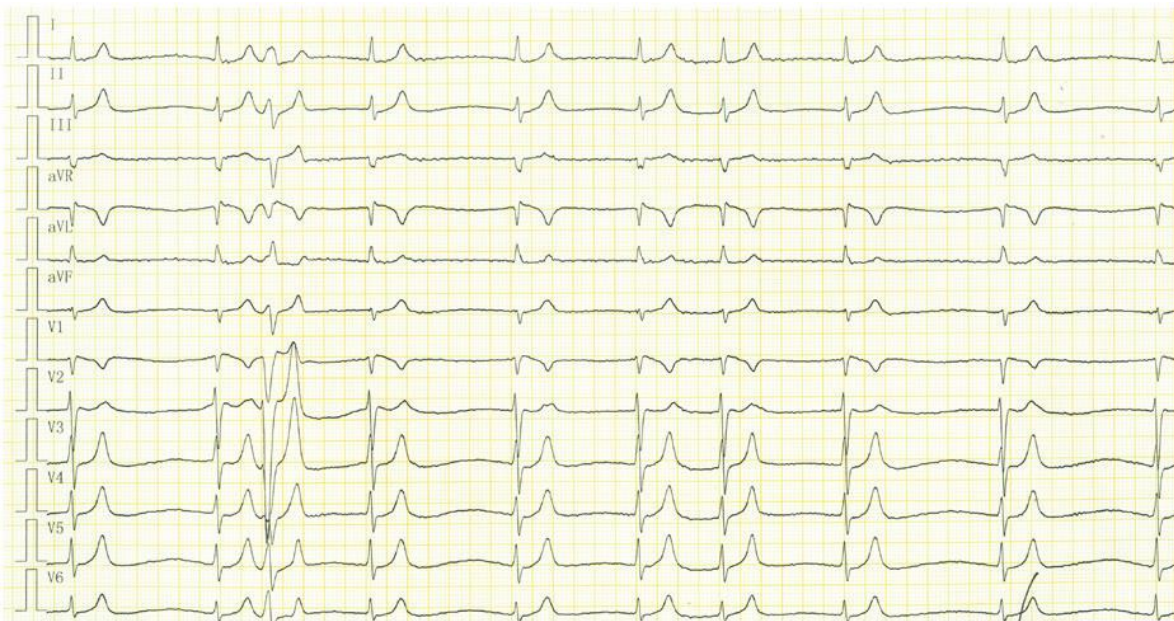
Fuente: elaboración propia a partir de la información del artículo Electrocardiogram manifestations of hyponatraemia⁶⁰.

Figura 14. ECG de un Paro Sinusal



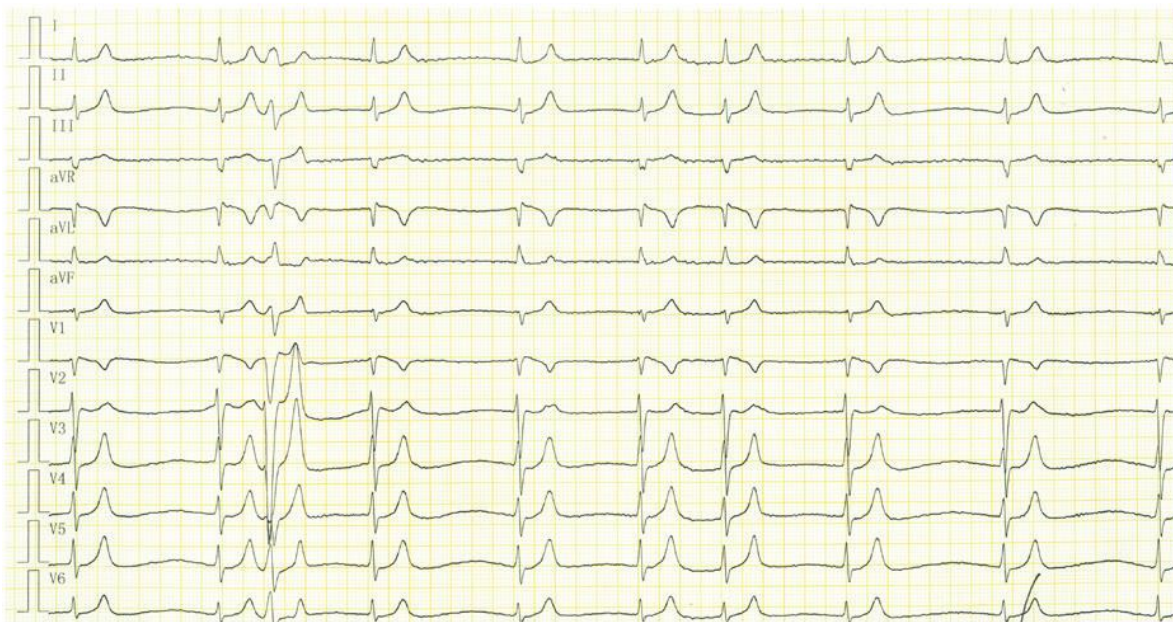
Fuente: se tomó del artículo: Electrocardiogram manifestations of hyponatraemia⁶⁰.

Figura 15. ECG de una Fibrilación auricular



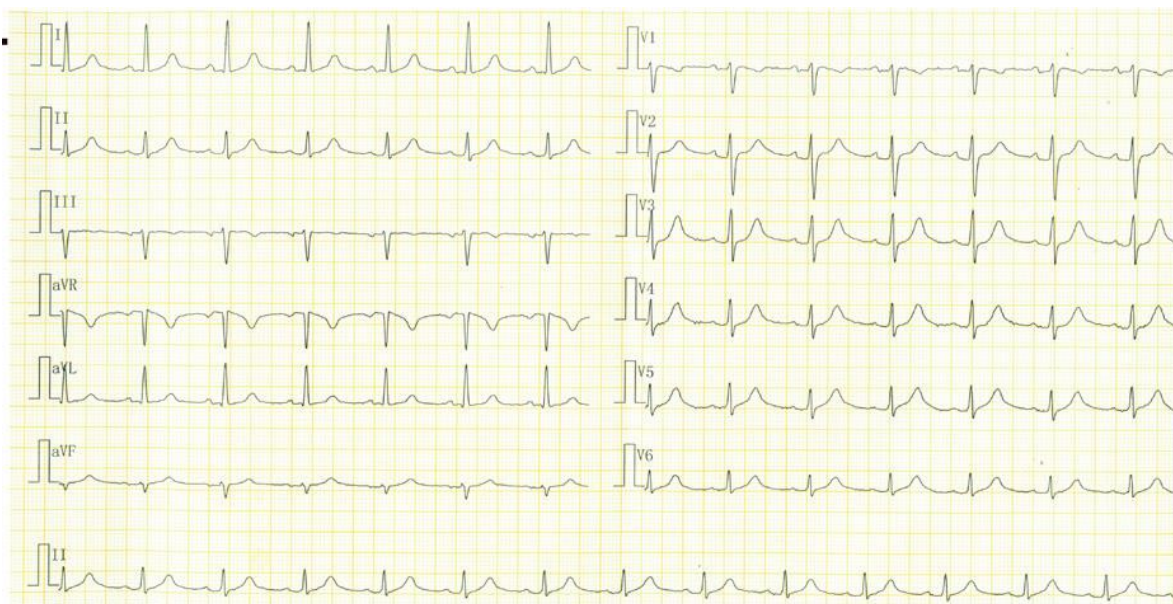
Fuente: se tomó del artículo: Electrocardiogram manifestations of hyponatraemia⁶⁰.

Figura 16. ECG de una Fibrilación auricular con bloqueo AV de segundo grado; latido prematuro ventricular



Fuente: se tomó del artículo: Electrocardiogram manifestations of hyponatraemia⁶⁰.

Figura 17. ECG de un Ritmo sinusal normal



Fuente: se tomó del artículo: Electrocardiogram manifestations of hyponatraemia⁶⁰.

4.1.2.4 Hipernatremia

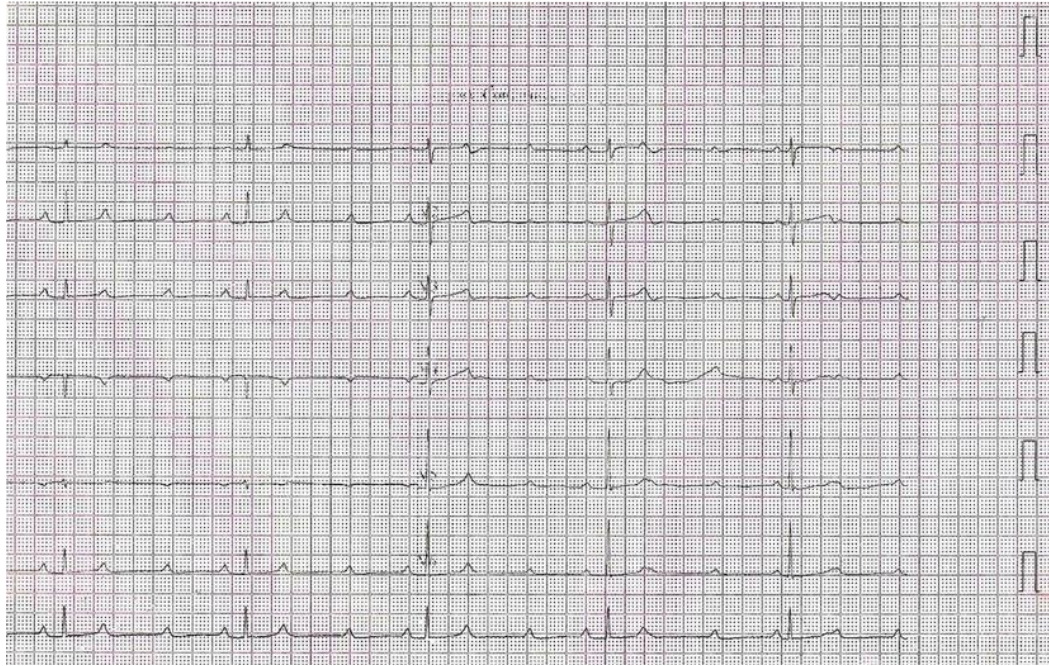
Después de una indagación completa por las fuentes de información utilizadas en este trabajo, no se logra documentar estudios relacionados con las alteraciones electrocardiográficas en la hipernatremia.

4.1.2.5 Hipercalcemia

Seguidamente se evidencia las alteraciones electrocardiográficas de la hipercalcemia por medio de distintas investigaciones en fuente bibliográfica como PubMed, sin embargo, no se logró obtener resultados sobre la frecuencia de presentación de estos cambios en el trazado del ECG.

Ramakumar et al.⁶¹, presentan un caso clínico en su artículo, donde se describe una alteración poco común, sin embargo, si puede ser esperado con niveles elevados de hipercalcemia como lo presentaba el paciente (17 mg/dl), debido a que se produce una alteración de la conducción funcional directa que condujo a un bloqueo cardíaco completo como se muestra en la figura 18. También en el ECG de ingreso no registra ninguna de las alteraciones electrocardiográficas comunes de hipercalcemia.

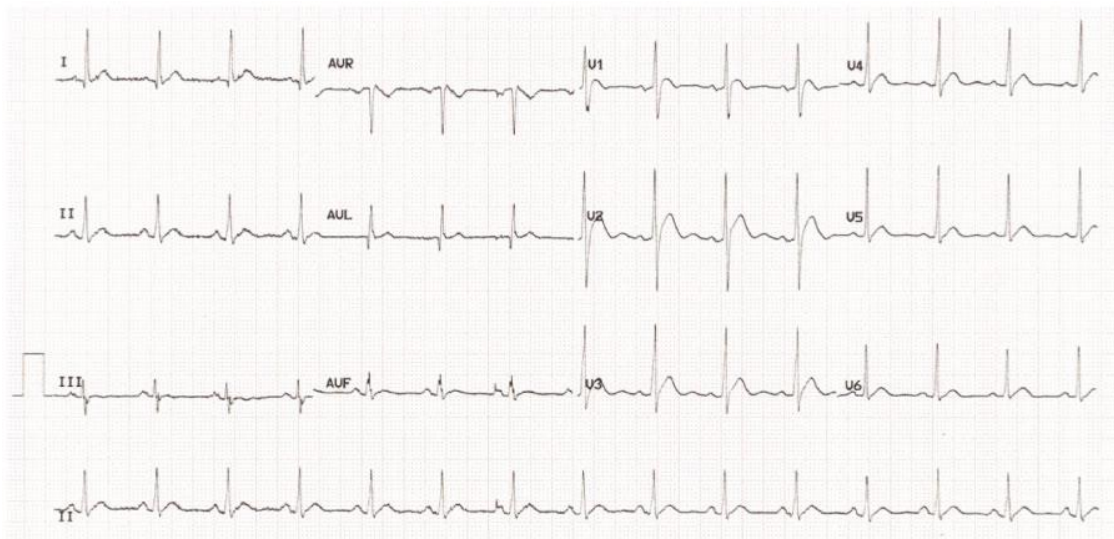
Figura 18. ECG del paciente que muestra bloqueo cardiaco completo



Fuente: se tomó del artículo: Bloqueo cardíaco completo reversible por hipercalcemia⁶¹.

Caso contrario sucede en otro paciente, puesto que la alteración electrocardiográfica identificada es el hallazgo más común de la hipercalcemia, siendo este el intervalo QT acortado (figura 19), en los laboratorios se encuentra un calcio sérico marcadamente elevado (4,4 mmol/l) que confirma el diagnóstico de dicha alteración⁶².

Figura 19. Electrocardiograma en paciente con hipercalcemia secundaria a hiperparatiroidismo.



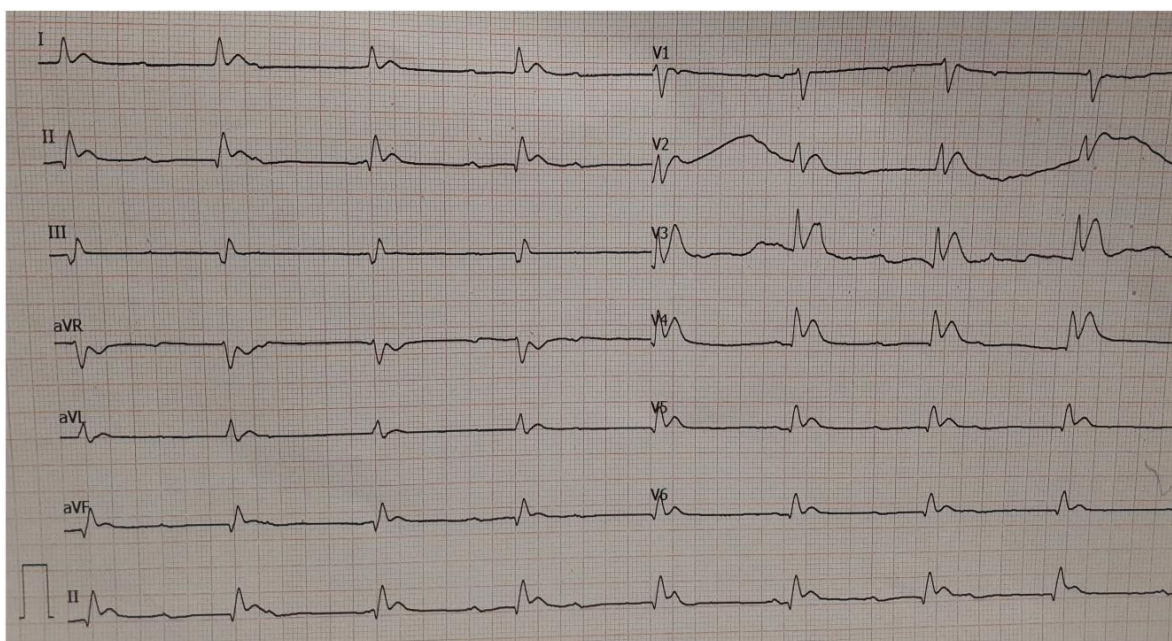
Fuente: se tomó del artículo: Hypercalcaemia and a short QT Interval⁶²

La hipercalcemia puede simular una isquemia de miocardio con la presencia de elevación/depresión del ST y/o inversión de la onda T, disminución de la amplitud de la onda T, muesca de la onda T u ondas T bifásicas. Estos hallazgos más intervalo QTc acortado, sin características clínicas de IAM o niveles elevados de troponina, debería alertar que se está enfrentando a una hipercalcemia en lugar de la enfermedad miocárdica como causa subyacente⁶².

Otros cambios electrocardiográficos se incluyen prolongación de PR y QRS. Se han descrito arritmias que incluyen paro sinusal, diversos grados de bloqueo cardiaco, defecto de la conducción ventricular que van desde contracciones ventriculares prematuras hasta fibrilación ventricular. Para normalizar estos hallazgos se debe corregir los niveles de calcio. Otros diagnósticos diferenciales de un intervalo QT acortado comprende, hiperpotasemia, acidosis, hipertermia, los efectos secundarios de fármacos como la digoxina y el síndrome de QT corto⁶².

En el tercer artículo estudiado, se analizó las alteraciones ECG que puede presentar un paciente con hipercalcemia, en los cambios del electrocardiograma (figura 20) disociación auriculoventricular con frecuencia auricular de 68 lpm y frecuencia ventricular de 50 lpm, eje normal, onda P normal, intervalo PR normal, voltaje y duración del QRS normal y progresión de la onda R, una corta Intervalo QT (293 ms) debido a un segmento ST corto, elevación generalizada del ST (STE) y onda T normal, el nivel inicial de calcio fue de 15,8 mg/dL⁶³.

Figura 20. ECG de paciente con hipercalcemia para neoplásica



Fuente: se tomó del artículo: Complete heart block associated with paraneoplastic hypercalcemia: a case report⁶³.

Posterior a estos hallazgos se corrigió los niveles de calcio, cuyos niveles de calcio disminuyeron a 10,4 mg/día después de 3 días, mejorando así los hallazgos patológicos del ECG, demostrando que las alteraciones se debían a la alteración del calcio⁶³.

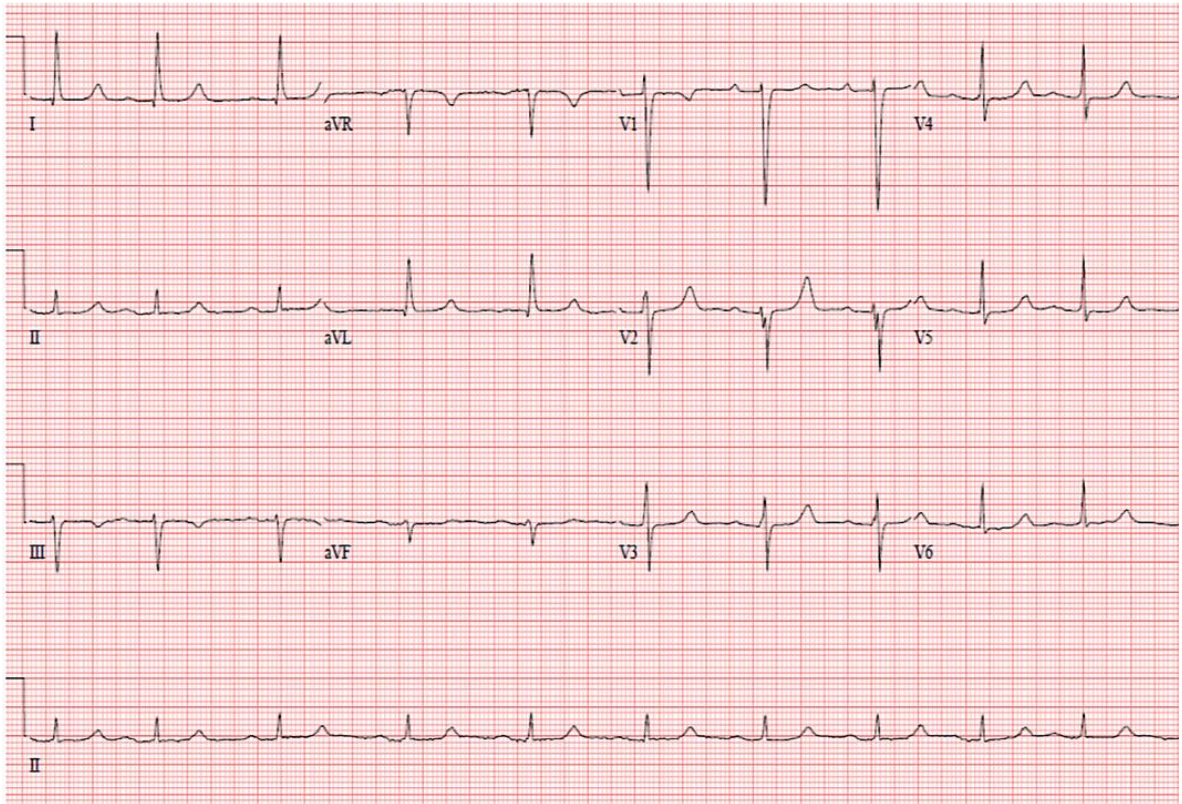
4.1.2.5 Hipocalcemia

Tan importante como es la hipercalcemia, lo es la hipocalcemia causando arritmias ventriculares graves que deben ser diagnosticadas en el tiempo oportuno. Es por esta razón que se describirán las alteraciones más frecuentes de la hipocalcemia para así poder mantener estas alteraciones en mente y diagnosticarlas al tener un paciente con ellas. Como lo es este caso reportado por Tang et al⁶⁴. se trata de un paciente de 87 años con antecedentes de reemplazo valvular aórtico transcatóter, hipertensión pulmonar, disfunción diastólica con función sistólica conservada y mielofibrosis que requiere transfusiones de sangre periódicas acude a la clínica para una evaluación de seguimiento.

En el ECG de control (figura 21) se observa un bloqueo AV de primer grado y QT prolongado, con frecuencia cardíaca de 62 lpm, intervalo PR de 256 ms, duración de QRS de 104 ms, intervalo QT de 508 ms y QTc (Bazett) de 516 ms, y un QTc (Rabkin-spline) de 507 ms. Posterior a esta observación se tomaron los laboratorios correspondientes donde reportaban un calcio sérico corregido de 1,7 mmol/L según el nivel de albumina sérica, se corrigió el trastorno electrolítico ya identificado y las alteraciones electrocardiográficas empezaron a volver a la normalidad⁶⁴.

La hipocalcemia no suele presentarse de forma aislada, por lo tanto, siempre es importante identificar la etiología de la alteración de la hemostasis del calcio, incluidas las causas hormonales, ácido-base, renales e iatrogénicas. Como fue visto en este caso la secuencia del manejo que se le brindo al paciente, debido a que venía por un control de sus patologías crónicas, al realizar un ECG manifiesta alteraciones, se proceden hacer laboratorios, porque ya alerta a que hay algo que está alterando la funcionalidad correcta del corazón y posteriormente realizar estudios complementarios para identificar la causa. Sin embargo, ECG es una herramienta que se encuentra dentro de las primeras acciones en el abordaje primario⁶⁴.

Figura 21. Electrocardiograma inicial de rutina de 12 derivaciones que identifica bloqueo AV de primer grado e intervalo QT prolongado



Fuente: fue tomado del artículo: Hypocalcemia-Induced QT Interval Prolongation⁶⁴.

En el segundo artículo, se destaca la evaluación de un desmayo, puesto que puede ser un desafío en el entorno de emergencia, dado que se en ese momento se deben incluir múltiples diagnósticos posibles, estos pueden ser benignos (como el síncope vasovagal o postural) hasta los potencialmente fatales (como las convulsiones o la taquiarritmia ventricular)⁶⁵.

Posteriormente se analiza un ECG de un paciente con hipocalcemia donde se observa un ritmo sinusal con un intervalo QT corregido prolongado de 588 ms (rango normal de referencia <450), intervalo PR y la duración del QRS estaban dentro de los límites normales⁶⁵.

Reddy.⁶⁵, En su reporte de caso describe el proceso fisiopatológico que tiene esta alteración del calcio. La disminución del calcio permite mayor paso de sodio y reduce el umbral de despolarización, provocando una mayor irritabilidad miocárdica, además provoca la apertura de los canales de calcio tipo L durante la fase de repolarización del potencial de acción cardíaca, así prolongado el intervalo QT. Los miocitos vecinos pueden batir diferentes etapas de refractariedad, esto puede provocar taquiarritmias reentrantes (es decir, torsades de pointes y fibrilación ventricular), provocando así pérdida del gasto cardíaco y colapso o la muerte súbita.

Además, se deben tomar en cuenta otras alteraciones electrocardiográficas y signos en el examen físico, ya que, a parte de la prolongación del QTc, la hipocalcemia grave también puede presentarse con bloqueo auriculoventricular, parestesia, calambres abdominales, fatiga, alteración del estado de ánimo y tetania. La tetania a veces puede manifestarse clínicamente como el signo de Chvostek (espasmos faciales al golpear el nervio facial justo por delante de la oreja ipsilateral) o el signo de Trousseau (espasmo carpiano inducido por la obstrucción de la arteria braquial durante 3 minutos con un manguito de presión arterial inflado)⁶⁵.

Aunque la hipocalcemia no se encuentra entre las causas más comunes de paro cardíaco, Aburesi et al.⁶⁶, analizan un caso donde se presenta un paciente el ritmo inicial del PC fue de fibrilación ventricular (FV) y el intervalo de colapso fue de cinco minutos. Posteriormente al retorno de la circulación espontánea se realiza un ECG donde no mostró signos de isquemia, pero sí reveló un intervalo QT prolongado, QT corregido (QTc), mediante la fórmula de Bazett: 558 ms).

Las pruebas de laboratorio después del paro mostraron niveles séricos de calcio 1,8 mg/dL, los demás estudios complementarios no se reportan alteraciones, por lo tanto, se

indicó el manejo correspondiente de hipocalcemia, restableciéndose los niveles de calcio gradualmente y mejorando las alteraciones ECG⁶⁶.

Pilia et al.⁶⁷, realizan una investigación bibliográfica sobre la utilización del ECG para el diagnóstico de trastornos electrolíticos principalmente potasio y calcio. Destacan del ECG la facilidad de uso y la disponibilidad como técnica de medición. Se plantean la idea de utilizar esta herramienta como seguimientos en pacientes con hemodiálisis (HD) para prevenir resultados adversos, debido a que estos pacientes presentan 14 veces mayor riesgo de morir por muerte cardíaca súbita (MCS).

Al principio de la investigación mencionada en el párrafo anterior se describen varios estudios sobre la sensibilidad y especificidad del ECG en pacientes con alteraciones de los niveles de potasio y calcio, los cuales coinciden con los reportes descritos en este trabajo de investigación, debido a que la evaluación manual por los médicos de los servicios de emergencia da unos resultados desfavorables para la recomendación de la utilización de este método diagnóstico. Sin embargo, en este artículo mencionado describen estudios sobre la utilización de las técnicas modernas para evaluar el trazado electrocardiográfico, donde se da un optimismo hacia la aplicación de esta herramienta en los servicios médicos requeridos. Se establece una sensibilidad máxima superior al 92% y una especificidad del 96% en las técnicas semiautomáticas o totalmente automáticas del ECG⁶⁷.

4.1.3 Taponamiento Cardíaco

Después de la revisión bibliográfica teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión se logró analizar un solo estudio, ya que los demás no cumplían el rango de años desde su publicación, sin embargo, el trabajo de investigación analizado compara con estudios anteriores incluyendo datos de interés para este trabajo.

El taponamiento cardiaco se define como una afección potencialmente mortal debido a la acumulación de un gran derrame pericárdico que produce compresión del corazón, confirmándose este con una ecografía. Teniendo esto en cuenta, se analiza un estudio de 42 pacientes diagnosticados con taponamiento cardiaco y 100 pacientes control, esto entre enero de 2011 y diciembre del 2015, el objetivo de este es evidenciar el uso del ECG en el diagnóstico del taponamiento cardíaco calculando la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo⁶⁸.

Ping et al.⁶⁸, determinaron los criterios electrocardiográficos para el diagnóstico de taponamiento cardiaco basados en un estudio anterior y así tener parámetros o límites objetivos para el momento de evaluar cada trazado del ECG de cada paciente. Los 4 criterios del ECG para taponamiento cardiaco son los siguientes:

1. Bajo voltaje
 - a. Bajo voltaje solo en las derivaciones de las extremidades: definido como una amplitud del QRS menos a 5 mm en todas las derivaciones de las extremidades.
 - b. Bajo voltaje en las derivaciones precordiales: definido como una amplitud del QRS menor a 10 mm en todas las derivaciones precordiales.
 - c. Bajo voltaje en todas las derivaciones: definido como una amplitud del QRS inferior a 5 mm en todas las derivaciones de las extremidades más un voltaje del QRS inferior a 10 mm en todas las derivaciones precordiales.
2. Depresión del segmento PR: se definió como una depresión de 1 mm o más del segmento PR en al menos una derivación distinta de la derivación aVR.
3. Alternancia eléctrica: se definió un cambio de amplitud de QRS de pico a pico de 1 mm o más en cada latido sucesivo en al menos una derivación.
4. Taquicardia sinusal: se definió como una frecuencia cardíaca del ECG de ingreso que excede los 100 latidos por minuto.

Posteriormente se expondrá la sensibilidad y especificidad de cada uno de estos hallazgos, así como también se demostrará la utilidad que tiene el electrocardiograma para el diagnóstico de taponamiento cardiaco.

Entre los 42 pacientes se distribuyen las causas más comunes de taponamiento cardiaco de la siguiente manera: enfermedad maligna 40,5%, infección un 19%, insuficiencia renal 21,4%, enfermedad autoinmune 2,4 % y causas idiopáticas 16,7%⁶⁸.

4.1.4 Pericarditis

La pericarditis aguda es un síndrome clínico provocado por la inflamación del pericardio, esto puede tener causas infecciones y no infecciosas como enfermedades autoinmunes, neoplásicas, metabólicas, traumáticas, iatrogénicas, inducida por fármacos y otras. Entre su sintomatología se encuentra dolor torácico típicamente agudo a nivel retroesternal o en hemitórax izquierdo de características pleuríticas y roce pericárdico. Hasta en un 60% de los casos se presentan alteraciones electrocardiográficas, sin embargo, los principales diagnósticos diferenciales incluyen síndrome coronario agudo con elevación del ST y la repolarización precoz⁶⁹.

Las alteraciones electrocardiográficas siguen cuatro fases, según la evolución de la patología, sino se realiza el manejo correspondiente⁶⁹.

- Estadio I: elevación del segmento ST de forma difusa con concavidad superior en caras inferior y anterior, se asocia en un 80% el descenso de PR⁶⁹.
- Estadio II temprano: el segmento ST vuelve hacia la línea isoeletrica mientras el PR se mantiene igual⁶⁹.
- Estadio III: inversión generalizada de la onda T⁶⁹.
- Estadio IV: el ECG vuelve al estadio previo al episodio de pericarditis. Ocurre semanas o meses más tarde. En algunos casos, persisten las ondas T negativas durante meses, sin que ello signifique la persistencia de la enfermedad⁶⁹.

Birnbaum et al.⁷⁰, en su reporte de 4 casos establece como título: depresión de PR con elevación de ST de múltiples derivaciones y depresión de ST en aVR: ¿es siempre pericarditis aguda?, pero si como se describió anteriormente se debe tener diagnósticos diferenciales como es en estos casos, puesto que, describen cuatro pacientes con repolarización temprana con elevación del ST, todos tenían elevación del ST en II con elevación del ST o ST isoelectrico en la derivación I con depresión del ST concomitante en aVR, ninguno de los pacientes presentó síntomas o signos compatibles con pericarditis aguda.

Como se ha venido mencionando, el ECG es una herramienta importante para el cribado en cardiología y otras especialidades como lo es también muy útil en emergencias. En la pericarditis aguda tiene su gran importancia en el diagnóstico, pero esta suele confundirse con IAM, Sarda et al.⁷¹, estableció las diferencias más comunes en los registros electrocardiográficos de estas dos patologías para así mantener clara a la hora de la sospecha de alguna de ellas y no dar un manejo erróneo.

Una de las primeras alteraciones que se registran es la elevación del ST, pero se debe considerar la diferencia, esto porque en la pericarditis aguda se observa una elevación del ST tiene una forma de curva cóncava y en el IAM se registra una elevación del ST convexa. La onda Q es la representación de la despolarización ventricular en el ECG, esta es ausente en el ECG de pacientes que sufren pericarditis aguda, caso contrario sucede en el IAM donde está presente con cambios mínimos o nulos. El segmento PR es la cantidad de tiempo que pasa entre la aurícula y el ventrículo despolarizándose, este se describe como uno de los elementos más cruciales para el diagnóstico de pericarditis aguda mostrándose una depresión de este en la electrocardiografía, por otro lado, este es uno de los fenómenos más raros que presentan los pacientes con IAM. Finalmente, los cambios de la onda T no puede considerarse un factor importante para la diferenciación de pericarditis aguda e infarto de miocardio agudo, ya que se observa en ambos pacientes que padecen los trastornos anteriores, estos datos de diferenciación se pueden ver resumidas en la tabla 6⁷¹.

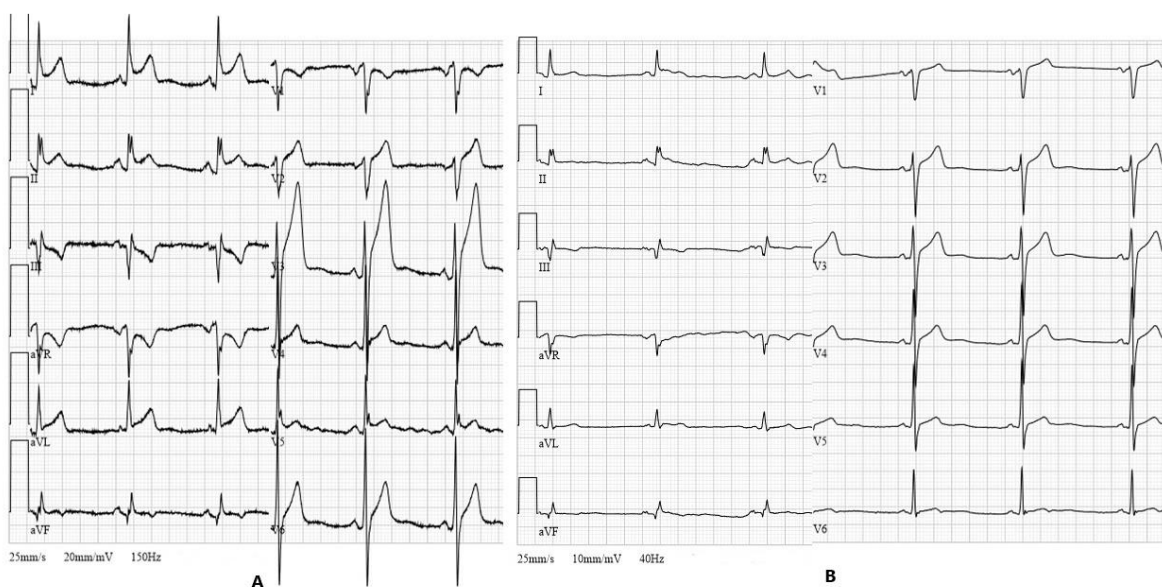
Tabla 6. Diferenciación entre pericarditis e infarto agudos del miocardio

Características del ECG	Pericarditis Aguda	IAM
Depresión del segmento PR	Puede verse en varios pacientes	Muy raro verlo en estos pacientes
Cambios en la Onda Q	No se ha visto en estos pacientes	Si se registra en la electrocardiografía de estos pacientes
Elevación del segmento ST	Elevación cóncava	Elevación convexa
Inversión de la onda T	Se ve en el ECG una vez que los cambios del ST son normalizados	Visto en el ECG cuando los cambios del segmento ST se normalicen

Fuente: elaboración propia con base en la referencia⁷¹.

En un informe de caso realizado por Rodevich et al.⁷², reportan en el siguiente ECG (figura 22), los hallazgos típicos de pericarditis elevación generalizada del segmento ST, depresión del ST en la derivación aVR y depresión descendente difusa del segmento PR. Donde muestran la importancia del ECG seriado para lograr correlacionar la clínica con las alteraciones electrocardiográficas en evolución.

Figura 22. ECG con características de pericarditis aguda.



Fuente: fue tomado del artículo: Pericarditis aguda postintervención coronaria percutánea: reporte de un caso⁷².

4.1.5 Hipotermia ambiental

Sveberg et al.⁷³, evaluaron el efecto de la hipotermia en la electrofisiología cardíaca, lo cual es importante incluir en este trabajo de investigar para entender a profundidad estos cambios electrocardiográficos que produce la hipotermia. El primer efecto de la hipotermia sucede en la despolarización, esta debe iniciarse mediante un aumento de la conductancia del sodio a través de canales de Na⁺ dependientes de voltaje (fase 0), en la hipotermia grave, la corriente de sodio parece alterada, prologándose así la fase 0. Por otra parte, el segundo efecto se describe en la fase 2, los cardiomiocitos con hipotermia grave, la entrada transitoria de calcio durante esta fase se prolonga y la concentración de calcio citosólico aumenta. Pero también perjudica la función del canal de potasio, se produce un cambio en el potencial de membrana a potenciales más negativos y en la tabla 7 se describen los principales hallazgos en ECG.

Según estudios clínicos, la hipotermia se clasifica en tres categorías, tomando en cuenta la temperatura del paciente.

- Leve: 34- 35 °C
- Moderada: 30 a 34 °C
- Grave: <30 °C.

Tabla 7. Hallazgos del ECG

Hipotermia	Ritmo sinusal	Conducción aurícula ventricular	Despolarización ventricular	Repolarización ventricular	Arritmias
Leve y moderada	Intervalo RR sin cambios o aumentados	Intervalo PR sin cambios o aumentado	Intervalo QRS disminuidos, sin cambios o aumentado	Aumento del intervalo QT, onda J	Fibrilación auricular, actividad ectópica ventricular y taquicardia ventricular

Grave	Intervalo RR aumentado, amplitud de onda P baja	Aumento del intervalo PR, bloqueo AV de primer a tercer grado	Intervalo QRS aumentado o sin cambios	Intervalo QT aumentado, dispersión del intervalo QT, onda T aplanada o invertida, onda J	Fibrilación auricular, fibrilación ventricular y asistolia
-------	-------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------

Fuente: elaboración propia con base a la bibliografía ⁷³.

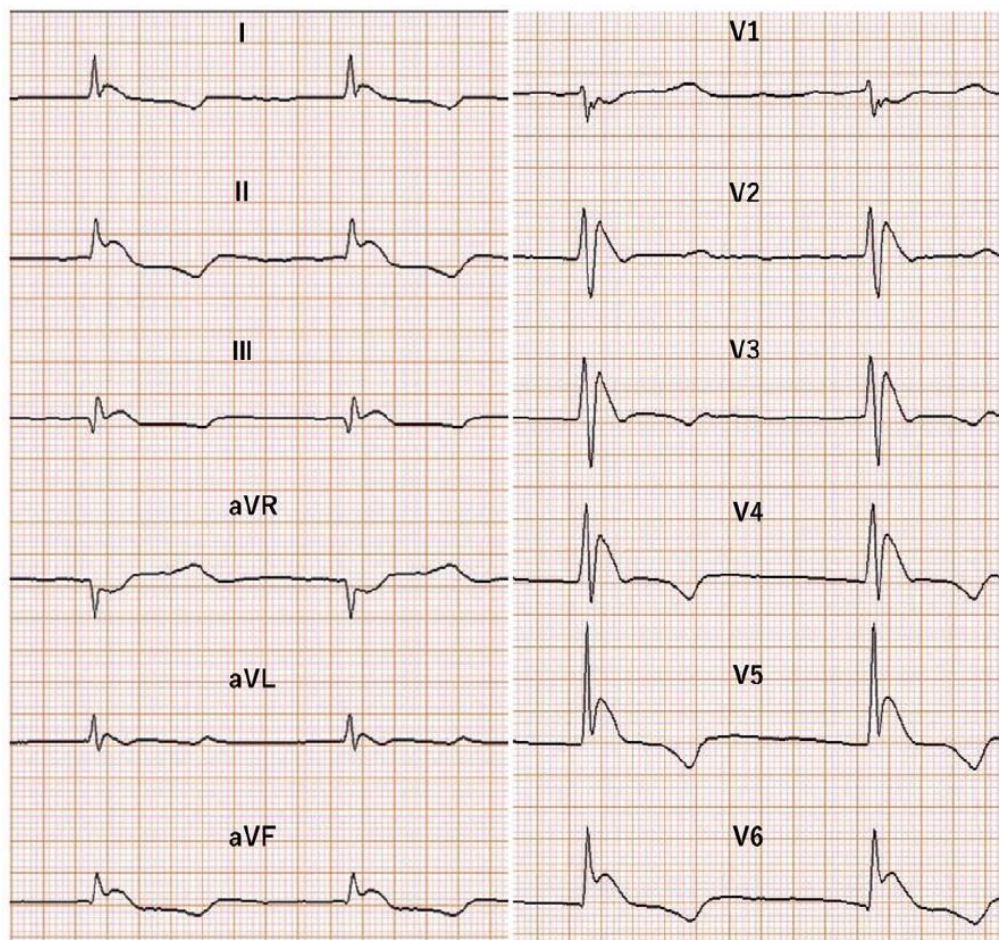
En tres artículos analizados se presenta la onda Osborn con una bradicardia extrema en pacientes con hipotermia menor a 28°C. Esto concuerda con la descripción anteriormente realizada, donde también evidencia la normalización del trazado del ECG cuando se aplican métodos de calentamiento, restableciendo así la normotermia y gradualmente presentando una adecuada mejoría en la clínica ^{74, 75, 76}.

La hipotermia puede ocasionar inestabilidad cardíaca, fibrilación y taquicardia ventriculares, lo que puede causar muerte cardíaca súbita, es por esta razón que Okada et al ⁷⁷ realizaron un estudio para determinar la relación entre la onda de Osborn y fibrilación ventricular y taquicardia en pacientes hipotérmicos. Este estudio es retrospectivo de cohorte multicéntrico y se recopilaron los datos epidemiológicos y clínicos de una red japonesa de hipotermia accidental.

La onda Osborn se definió como una elevación de altura ≥ 1 mm por encima de la línea isoeletrica (es decir, amplitud $\geq 0,1$ mV) en la parte terminal del complejo QRS. Como se muestra en la figura 23, donde hay presencia de esta onda en casi todas las derivaciones registradas a una temperatura de 21,8°C. Todos los ECG fueron leídos e interpretados por 2 especialistas en medicina de emergencias que desconocían la temperatura corporal del paciente en el momento del ECG. Los métodos de recalentamiento interno activo incluyeron lavado de cavidad corporal ventral (estomago, toral, vejiga), técnica de recalentamiento intravascular, hemodiálisis, oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) ⁷⁷.

En el estudio que se viene desarrollando anteriormente realizaron una división de la población en estudio agrupando a los que presentan onda osborn y los que no presentan. Los del grupo con esta alteración electrocardiográfica tenían una temperatura de 29,4°C aproximadamente y los que no la presentaban era de 32°C. Como resultado se observó ondas osborn en el 53,2% de los pacientes, los cuales eran 464, por lo tanto, se observó en 247 de esta población, de los pacientes en este grupo eran con mayor frecuencia hombres en un 57,5%⁷⁷.

Figura 23. Paciente en hipotermia con Onda J de osborn

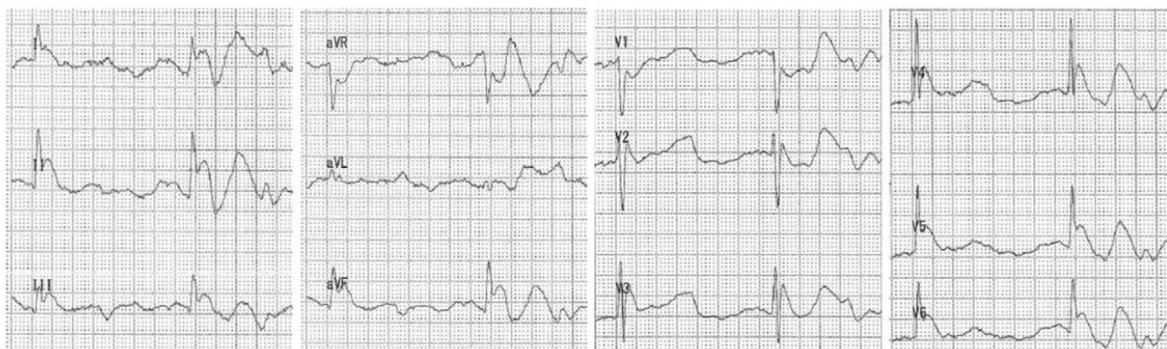


Fuente: fue tomada del artículo: La onda de Osborn está relacionada con la fibrilación ventricular y Taquicardia en pacientes hipotérmicos⁷⁷.

Los pacientes que presentaban la onda J de Osborn tenían más probabilidad de presentar signos vitales inestables, como Glasgow (GCS) bajo, presión arterial baja, frecuencia cardíaca baja, además tuvieron registros de ECG con intervalos RR, QRS y QTc más largos que los del grupo sin onda J. En 55% de la población se presentó prolongación del QT⁷⁷.

Como se mencionó anteriormente estos pacientes pueden llegar a presentar FV/TV, en la figura 24 se muestra cómo se puede observar una fibrilación auricular con bradicardia y onda J de Osborn, con una temperatura corporal de 24,6°C. Estos eventos ocurrieron en 10 pacientes (4%) dentro del grupo de los que presentaban la onda J y en ninguno de los que no presentaron onda J. Entre los 10 de estos pacientes solo 1 presentó TV sin pulso y 9 tuvieron FV. Para excluir que la causa de estos eventos fuera por cardiopatía isquémica, 2 de los pacientes se habían sometido a una angiografía coronaria inmediata, los otros 8 de esta población en estudio, que no se sometieron a la angiografía, fueron evaluados por un cardiólogo experimentado mediante ECG, biomarcadores cardíacos y ecografía cardíaca, donde no se observó ninguna alteración que hiciera sospechar en cardiopatía isquémica. De estos pacientes falleció uno⁷⁷.

Figura 24. Fibrilación auricular con onda J de Osborn en paciente hipotérmico



Fuente: fue tomada del artículo: La onda de Osborn está relacionada con la fibrilación ventricular y Taquicardia en pacientes hipotérmicos⁷⁷.

En el siguiente artículo, el objetivo fue crear conciencia de que la hipotermia y algunas otras patologías pueden imitar el infarto al miocardio con elevación del ST (STEMI). Entre las causas más comunes de hipertermia se encuentra: exposición prolongada a temperaturas frías, la falta de vivienda, hipotiroidismo, sepsis, la desnutrición, insuficiencia suprarrenal, la hipoglucemia, deficiencia de tiamina, abuso de etanol y la intoxicación con monóxido de carbono. Según Forlemu et al.⁷⁸, les recuerda a los médicos la posibilidad de otras causas de elevación del ST, que pueden incluir embolia pulmonar, hiperpotasemia, pericarditis, miocarditis, miocardiopatía de Takotsubo, hipercalcemia, shock séptico, sobredosis de medicamentos. Realizar una adecuada historia clínica, toma de signos y un adecuado examen físico como en este caso es la clave para el diagnóstico y puede evitarse la activación innecesaria del manejo de IAM como lo es el cateterismo.

Según Dietrichs et al.⁷⁹, en los seres humano, las arritmias inducidas por hipotermia suelen aparecer con temperaturas centrales inferiores a 28°C, incluidas la fibrilación auricular, el bloqueo auriculoventricular y la fibrilación ventricular. Sin embargo, en estudios previos como los que en este trabajo se han descrito, no queda claro si los cambios electrofisiológicos y el riesgo de arritmias son directamente proporcional al grado de hipotermia. Es por este motivo que estos investigadores realizan este estudio, para examinar la electrofisiología cardíaca completa en corazones de conejos, utilizando unas series de técnicas. Las mediciones se llevaron a cabo después de un enfriamiento y recalentamiento gradual a temperaturas que se produce en hipotermia terapéutica y accidental.

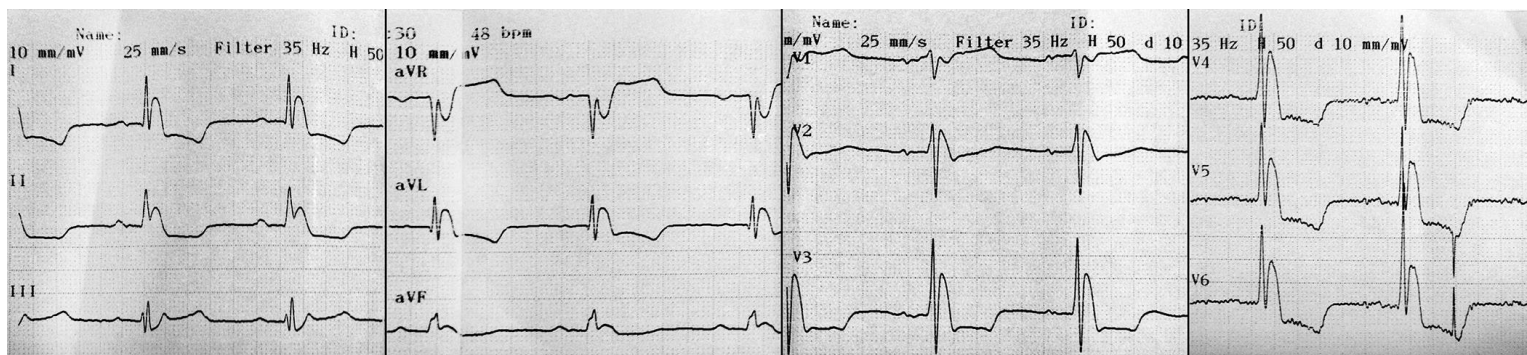
Resultados en el registro del electrocardiograma al realizar en enfriamiento a 31°C, el intervalo PR, la frecuencia cardíaca (FC) disminuyó de 124 latidos por minuto (lpm) a 75 lpm, el intervalo QT aumentó, sin embargo, no hubo cambios en los intervalos QRS y QR. Pero en el enfriamiento a 17°C, tanto el QR como el QT se prolongaron y la FC disminuyó a 21 lpm. Durante el recalentamiento inducido a 31°C, el intervalo QR volvió a valores iniciales, pero el tiempo QT aún seguía prolongado, ya después de recalentar a 37°C ambos

parámetros regresaron a los valores iniciales. Aquí se detectaron ondas J en 2 de 8 corazones durante la hipotermia⁷⁹.

En los tiempos de conducción, durante el enfriamiento a 31°C, no se produjeron diferencias a los tiempos de activación, pero en el enfriamiento a 17°C todos los tiempos fueron significativamente prolongados. En este estudio se logró mostrar que enfriar a 31°C no cambia la activación ventricular, pero prolonga la repolarización ventricular y es proarritmica. Enfriamiento a 17°C causa cambios paralelos en la activación ventricular y repolarización y estos cambios son antiarrítmicos. Hipotermia accidental <31°C es una afección grave, pero es posible sobrevivir con buenos resultados neurológicos, incluso después de recalentar desde 13,7°C⁷⁹.

Mililis et al.⁸⁰, describen trazos del electrocardiograma clásicos de hipotermia, bradicardia sinusal con ondas J prominentes e intervalo QT prolongado en casi todas las derivaciones (figura 25). Posterior al recalentamiento el estado cognitivo mejoro, los trazos del electrocardiograma demostraron normalización progresiva del intervalo QT, mientras que la amplitud de las ondas J disminuyo gradualmente.

Figura 25. ECG al ingreso con temperatura central de 32°C



Fuente: fue tomado del artículo: Las ondas J de la hipotermia⁴⁰

El reconocimiento temprano de estos hallazgos arritmogénicos del ECG y el tratamiento de la hipotermia es importante para minimizar el riesgo de eventos arrítmicos. Esto quiere decir que las manifestaciones electrocardiográficas de la hipotermia pueden ayudar al diagnóstico y tratamiento oportuno de estos pacientes en el menor tiempo posible⁸⁰.

4.2 Utilidad del electrocardiograma en cada una de las siguientes patologías

Por otra parte, se expondrá, cual es la utilidad del ECG en cada una de las patologías propuestas a investigar, esto por medio de la búsqueda de estudios realizados donde se estableció la especificidad y sensibilidad diagnóstica que presenta el ECG, así también en algunos estudios solo se determinó la utilidad que tiene la electrocardiografía en cada uno de los diagnósticos, ya que en algunos casos solo ayuda a guiar el manejo, pero no se puede confirmar con solo esta herramienta diagnóstica.

4.2.1 Tromboembolismo Pulmonar

Su Xiao et al.⁸¹, realizan un estudio con el objetivo de estimar rápidamente la probabilidad de embolismo pulmonar a través de la interpretación de sus características en la electrocardiografía, ya que inicia con la idea que es una enfermedad que con frecuencia se diagnóstica de manera errónea, porque es difícil de detectar con rapidez y precisión.

La investigación estuvo conformada por 327 pacientes con embolia pulmonar aguda que fueron diagnosticados en el Hospital Popular Provincial de Sichuan (SPPH) entre el 2018 y 2021. Estableció un modelo de ECG denominado SPPH-ECG donde se evaluaron nuevas características novedosas. Se comparó el valor diagnóstico con otros modelos los cuales son: puntuación de Daniel-ECG y los modelos comunes (puntuación de Wells y puntuación de Ginebra)⁸¹.

El modelo Daniel-ECG desarrollo un sistema de puntuación de ECG en 2001, mediante el cual se asignaban puntos a las anomalías del ECG, por ejemplo: taquicardia sinusal (2 puntos), bloqueo incompleto de rama derecha (2 puntos), BRD completo (3 puntos), inversión de onda T en las derivaciones V1-V4 (0-4 puntos), onda S en la derivación I (0 puntos), onda Q en la derivación III (1 punto), T invertidas en la derivación III (1 punto) y complejo S1Q3T3 completo (2 puntos). El objetivo era proporcionar una herramienta que pudiera usarse para ayudar en el diagnóstico TEP, sin embargo, posteriormente se realizaron estudios sobre la utilidad de este modelo y se identificó que faltó incluir otras anomalías que se presentan comúnmente⁸¹.

Tabla 8. Los 27 signos del ECG y las 12 características clínicas del modelo SPPH-ECG

Anomalías del ECG	Características Clínicas
Inversión de la onda T en V1-V3	Sexo
Inversión de la onda T en la derivación V1	Edad
Inversión de la onda T en la derivación V2	Cirugías o fracturas en el último mes
Inversión de la onda T en la derivación V3	Previo TEP o TVP
Patrón S1S2S3	Hemoptisis
Ritmo cardiaco	cáncer activo
Elevación de la onda S en AVR Depresión de la onda S en AVR	Presión arterial ≥ 100 LPM
qR/QR/qr en V1	Dolor unilateral en miembros inferior
Elevación de la onda S en V1-V3 Depresión de la onda S en V1-V3	Dolor a la palpación venosa profunda de las extremidades inferior
Elevación de la onda S en V1-V3 (V1>V2>V3)	Probabilidad que sea otra enfermedad
Onda Q en derivaciones inferiores (Q>0,15 mv)	Hipertensión pulmonar
QT largo	dímero D
BRD	
Inversión de onda T en derivaciones V1-V4	
Taquicardia	
Desviación del eje hacia la derecha	
S1Q3T3	
Rotación en el sentido de las agujas del reloj	
Fibrilación auricular	

V1 R/S >1 or RV1≥1.0mv or RV1 + SV5≥1.2 mv	
P pulmonar	
Contracción auricular premature	
Elevación onda S en cualquier derivación	
Depresión onda S en cualquier derivación	
Bajo voltaje de QRS	
R/S≥1 en AVR	

Fuente: elaboración propia a partir de referencia⁸¹.

Cabe resaltar la explicación de algunas anomalías electrocardiográficas, para así tener presente cual es la fisiopatología de cada una de estas alteraciones. La causa de la elevación del ST de la derivación precordial derecha, se cree que se debe a la isquemia transmural del ventrículo derecho en la mayoría de los casos, todavía no se comprende con exactitud porque se desarrolla esta isquemia, sin embargo la hipótesis es: durante la dilatación y el fallo del VD, es posible que el VD no pueda generar suficiente presión sistólica para superar el aumento agudo de la poscarga, lo que provoca un aumento de la demanda de oxígeno del VD y una reducción significativa de la perfusión pulmonar. Esto, junto con un desplazamiento hacia la izquierda del tabique interventricular, reducirá la presión del ventrículo izquierdo. la precarga y, posteriormente, el gasto cardíaco y el flujo coronario, que, además de la consiguiente hipoxia, pueden provocar una isquemia transmural grave del VD, dando lugar a STE en las derivaciones V1-V4⁸¹.

Por otra parte, la onda Q en las derivaciones inferiores y los complejos QR o qR en la derivación V1 se pueden explicar por el desplazamiento posterior del vector de despolarización inicial, que normalmente da lugar a la onda r en la derivación V1 y a la onda q en las derivaciones anterolaterales, dirigidas de izquierda a derecha. y en dirección anterior y rotado lejos de la derivación V1, porque el VD dilatado empuja hacia atrás y comprime el ventrículo izquierdo. La insuficiencia aguda del VD, la insuficiencia de la válvula tricúspide y la activación neurohormonal pueden provocar arritmias auriculares y, con mayor frecuencia, fibrilación. La presencia de agrandamiento del VD, transposición cardíaca y desviación del eje hacia la derecha puede explicar el R/S ≥1 en la derivación AVR⁸¹.

En el modelo SPPH-ECG se analizaron 27 signos de ECG y 12 características clínicas, que se incluyen en la tabla 9. Los signos más comunes fueron S1Q3T3 (26,61%), BRD completo e incompleto (19,57%), inversión de onda T V1-V4 (19,88). La sensibilidad del modelo SPPH-ECG (79,08%), especificidad (79,76%), valor predictivo positivo (79,32%) y valor predictivo negativo (79,52%). También se hizo una comparación con los otros 3 modelos sobre su sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo, que se describen en la tabla 5⁸¹.

Tabla 9. La comparación de la sensibilidad, especificidad, y valores predictivos positivos y negativos de los cuatro modelos.

Indicadores	Escala de Wells	Escala Geneva	Daniel-ECG	SPHH-ECG
Sensibilidad	13,46%	6,12%	25,99%	79,08%
Especificidad	99,40%	100%	95,17%	79,76%
Valor Predictivo positivo	95,65%	100%	84,16%	79,32%
Valor Predictivo Negativo	53,76%	51,89%	56,55%	79,52%

Fuente: elaboración propia a partir de referencia anterior⁸¹.

Para esta enfermedad se requiere un diagnóstico rápido con alta sensibilidad, por esta razón se requieren de herramientas diagnosticas fácil de utilizar, que se encuentran al alcance, como por ejemplo el modelo mencionado anteriormente, que en cualquier servicio de emergencias se puede realizar una historia completa y un examen físico exhaustivo que brinde información para guiar el diagnostico de una manera rápida y efectivas, esto en la mayoría de hospitales de Costa Rica se puede combinar con el ECG dando datos con alta sensibilidad diagnostica como se demuestra en la investigación anterior. El modelo SPHH-ECG es superior a los otros 3 modelos mencionados cuando se basan en la sensibilidad, el valor predictivo negativo y positivo, sin embargo, la especificidad es inferior a los otros 3 sistemas⁸¹.

Thomson D et al.⁸², estableció el valor diagnóstico de los cambios electrocardiográficos específicos en la sospecha de TEP. Esto mediante un estudio retrospectivo con una población de 189 pacientes con sospecha de EP. Se describieron cual es la sensibilidad y especificidad de cada uno de los hallazgos estudiados como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Sensibilidad y especificidad en porcentajes para cada hallazgo ECG en TEP

Hallazgo ECG	Sensibilidad	Especificidad
Cualquier anormalidad	77.2%	30.7%
Taquicardia Sinusal	27.5%	79.9%
BRD	9%	91%
Tensión del VD	11.1%	97.4%
Desviación del eje hacia la derecha	4.2%	97.4%
P pulmonar	0,5%	100%
S1S2S3	1.6%	98.4%
S1Q3T3	3.7%	99.5%
Rotación en el sentido de las agujas del reloj	20.1%	84.7%
Taquicardia auricular	10.1%	87.3%

Fuente: elaboración propia a partir a la referencia⁸².

La sensibilidad de cada hallazgo individual del ECG siempre fue inferior a especificidad, siendo la taquicardia sinusal la de mayor sensibilidad y la P pulmonar la de mayor especificidad. Lo que es esto demasiado bajo para que el ECG se considere una herramienta para descarte del TEP. Considerando cualquier anomalía del ECG su sensibilidad fue de 76%- 79% y la especificidad del 30-35%. Según Thomson D et al⁸². El papel del ECG tiene un valor limitado, sin embargo, estos hallazgos son una posible pista para un diagnóstico que luego se confirme por medio de angiografía pulmonar por TAC.

En conclusión, en base a los datos recopilados en los 2 estudios anteriores, el electrocardiograma se puede describir con una sensibilidad diagnostica de 79% y una

especificidad donde hay una diferenciación entre el primer estudio y el segundo, ya que en el segundo estudio describen una especificidad del 30-35%, sin embargo, si se observa individualmente cada anomalía, el rango se encuentra entre un 79-100% de especificidad y en el primer muestreo establecen un grado de especificidad de 79,6%. No obstante, en los 2 estudios concluyen que el ECG tiene un valor diagnóstico limitado, ya que, no se puede confirmar el diagnóstico mediante esta herramienta, se requiere la angiotomografía computarizada, que es la mejor herramienta diagnóstica en esta patología.

A pesar de estos resultados, el ECG si es útil ante la sospecha del TEP, pero como se menciona en los estudios anteriores, la utilidad de esta herramienta aumenta si se correlaciona también con la clínica del paciente y la historia clínica, puesto que, se puede recolectar información de antecedentes patológicos que aumenten el riesgo de presentar esta enfermedad. Expuesto esto, si se presenta un paciente en emergencias con alta sospecha de TEP, la herramienta que se encuentra al alcance, con bajo costo y con procedimiento de realización fácil, es el ECG, aunque no logre confirmar 100% el diagnóstico. Si se presentan ciertas anomalías con alta especificidad como lo es: P pulmonar, la tensión del VD y el patrón S1Q3T3, pueden aumentar la confianza a realizar el manejo con anticoagulantes correspondientes y más en casos donde no hay tiempo y no se tiene al alcance otras herramientas que aporten la confirmación diagnóstica.

Según la Sociedad Europea de Cardiología y la Sociedad Respiratoria Europea, recomiendan el diagnóstico de TEP según las directrices del 2019, es fundamental evaluar estrategias de diagnóstico no invasivas y evitar la exposición a radiación a pacientes con baja posibilidad diagnóstica de TEP. La presentación clínica es inespecífica sospechando en un paciente con disnea, dolor torácico, presíncope o síncope o hemoptisis. La combinación de síntomas y hallazgos clínicos con la presencia de factores predisponentes para TVP permite clasificar a los pacientes con sospecha de EP en distintas categorías de probabilidad clínica, existiendo las reglas explícitas de predicción clínica, las más utilizadas son la regla de Ginebra revisada y la regla de Wells. También existen los criterios de exclusión de embolia pulmonar (PERC), esto junto con las alteraciones electrocardiográficas características,

permitirán evitar el uso excesivo, innecesario y costoso, de las pruebas de imagen diagnósticas de embolia pulmonar⁸³.

4.2.2 Trastornos electrolíticos

4.2.2.1 Hiperpotasemia

Raffee et al.⁵⁷, establecieron la sensibilidad por medio de 2 lectores, siendo el primero un cardiólogo y un médico de urgencias. La sensibilidad del cardiólogo en el ECG y los síntomas de presentación del diagnóstico de hiperpotasemia fue del 35,8%, esto porque la hiperpotasemia se detectó con éxito en 24 de los 67 pacientes del estudio. Por el contrario, la sensibilidad del médico de urgencias fue del 28,4% esto representa 19 de los 67 pacientes.

Los resultados de este estudio indicaron una mala sensibilidad del ECG, lo que sugiere que la ausencia de alteraciones en el ECG no debe disminuir la sospecha que se tiene sobre la presencia de hiperpotasemia con alto riesgo de presencia. Esto se debe confirmar o descartar por otros métodos confirmatorios como lo es el laboratorio.

Si se debe tomar en cuenta que hay factores que pueden alterar esta baja sensibilidad del ECG documentada en el estudio de Raffee et al.⁵⁷, y otros estudios investigados. Mucho de estos hallazgos dependen de la interpretación que el médico le dé a dicho ECG, pero también se pueden presentar otros factores como lo son:

1. Los efectos de otros electrolitos, como lo es el calcio, el magnesio, para mitigar los cambios electrocardiográficos específicos de hiperpotasemia
2. Como se observó en este trabajo de investigación, 64% de los pacientes presentaban como enfermedad crónica, la ERC y aproximadamente un tercio de los participantes recibían diálisis regularmente. En otros estudios se ha informado que la hemodiálisis con hiperpotasemia tenía menos probabilidad de mostrar cambios en el ECG a pesar del riesgo de desarrollar arritmias repentinas, esto porque los miocitos eran menos

sensibles a los cambios de los niveles de electrolitos. Por esta razón los pacientes no tienen una presentación típica de hiperpotasemia

3. La tasa de aumento de los niveles séricos de potasio podría afectar el desarrollo de cambios del ECG
4. Los medicamentos de los pacientes podrían haber interactuado con los efectos de los electrolitos sobre los miocitos y enmascarado los efectos de la hiperpotasemia.

Posteriormente en el estudio de Rafique et al.⁸⁴, se realizó una revisión retrospectiva de las historias clínicas de pacientes del departamento de emergencias que presentaban enfermedad renal terminal, con el objetivo de determinar la correlación y precisión de los parámetros anormales del ECG en función de la concentración sérica de potasio en la población con enfermedad renal terminal. En este estudio reportaron la sensibilidad y especificidad de cada uno de los hallazgos y así establecieron si era útil el ECG para el diagnóstico de esta patología, como se muestra en la tabla 11. Incluyendo la relación de amplitud de la onda T y la onda R en tres derivaciones, también el umbral de QRS \geq 120 ms y del PR \geq 200 ms.

Tabla 11. Sensibilidad y especificidad de cada uno de los hallazgos electrocardiográficos.

Hallazgos ECG	Sensibilidad	Especificidad
Relación T/R V2	67%	58%
Relación T/R V3	64%	60%
Relación T/R V4	39%	77%
PR	8%	94%
QRS	11%	100%

Fuente: elaboración propia a partir de referencia⁸⁴.

Según la discusión de dicho artículo se encontró que la relación T/R en V2, V3 y V4, el intervalo PR y la duración del QRS tenían malas correlaciones con el potasio sérico. Sin embargo, según el análisis que ellos realizaron, un umbral QRS \geq 120 ms se observó una especificidad perfecta del 100%, lo que esto significo que es un parámetro confiable para el diagnóstico de hiperpotasemia en pacientes con ERC. También se discute que utilizando un

corte de amplitud de las ondas se logra obtener un equilibrio significativo entre la sensibilidad y especificidad⁸⁴.

4.2.2.2 Hipopotasemia

Lin et al⁸⁵. Realizan un estudio para determinar la precisión clínica del ECG asistido por inteligencia artificial para la hipopotasemia y la capacidad de pronóstico de resultados clínicos como la mortalidad por todas las causas, las hospitalizaciones y las nuevas visitas al servicio de urgencias. Este estudio de cohorte retrospectivo se realizó en dos hospitales dentro de un sistema de salud desde mayo de 2019 hasta diciembre de 2020. Con un total, de 26,499 pacientes. Logran determinar que cuando el ECG presenta alteraciones morfológicas en la electrocardiografía característicos de hipopotasemia y es discordante con los laboratorios, el ECG es más predictivo de la mortalidad por todas las otras causas. También estos pacientes con ECG positivo para hipopotasemia tienen asociadas más comorbilidades (DM, HTA, ERC y accidente cerebrovascular) que los pacientes con ECG normales.

También logran apreciar que los pacientes con ECG positivos contenían más complicaciones futuras, que los pacientes que solo presentan laboratorios con hipopotasemia y sin alteraciones electrocardiográficas. Por lo contrario, pacientes con ECG normal, pero con hipopotasemia registrado por niveles de laboratorio, tenían menos probabilidades de tener comorbilidades asociadas y estar en una mejor condición física. Menos del 50% de los pacientes hipopotasémicos incluidos en este estudio presentan cambios visibles en el ECG, lo que implica que los datos electrocardiográficos detectados por el ECG asistido con inteligencia artificial marcan la fisiopatología más allá de simplemente un electrolito normal. Estos hallazgos sugieren que, al utilizar inteligencia artificial para evaluar los trazos electrocardiográficos de estos pacientes, puede considerarse como una troponina cardiaca, así lo describe Lin et al⁸⁵. ya que es un reflejo de una lesión miocárdica que puede ser causada por una variedad de etiologías cardíacas y no cardíacas.

Si resaltan que el reconocimiento rápido de los cambios del ECG asociados a la hipopotasemia antes de los resultados de laboratorio todavía plantea un gran desafío para el médico de emergencias, debido a que en muchas ocasiones se pasan por alto algunos de estos datos sin lograr diagnosticar hipopotasemia. Pero si se puede lograr observar la utilidad de esta herramienta para despertar esa sospecha que hay una alteración en el mecanismo fisiológico del corazón y que se requiere más estudios para descartar alguna cardiopatía⁸⁵

En el siguiente análisis que se indago se utilizó el modelo de aprendizaje profundo (DLM) basado en redes neuronales convolucionales (CNN), ya mencionado en textos anteriores, sin embargo, se considera importante hacer un breve resumen para exponer en qué consiste esta técnica. Es una inteligencia artificial, aprende las leyes internas y los niveles de representación de los datos de muestra y utiliza muchas capas de neuronas ocultas para generar representaciones no lineales y cada vez más abstractas de los datos subyacentes. El objetivo del aprendizaje profundo es dotar a las máquinas de las capacidades analíticas y de aprendizaje de los humanos y reconocer datos como imágenes y sonidos. El reconocimiento de imágenes fue la primera aplicación del aprendizaje profundo al campo clínico⁸⁷.

En el Hospital Afiliado de la Universidad de Nanchang, Jiangxi, China, desde el 2017 hasta el 2020, se realizó un estudio con el objetivo de desarrollar y evaluar el desempeño de un DLM para la detección de hipopotasemia a partir de los ECG de pacientes de emergencia. Donde lograron obtener un rendimiento bueno y estable de este modelo para la detección de hipopotasemia, describiendo una sensibilidad del 74,2% y una especificidad de 72,0% para identificación de la alteración de los niveles del potasio. Asimismo, reconocieron que al ampliar el tiempo de monitorización podrían aumentar gradualmente la cantidad de datos adquiridos y mejorar el rendimiento de la detección⁸⁷.

4.2.3 Taponamiento Cardiaco

En este apartado se planteará la utilidad del electrocardiograma en el taponamiento cardiaco en base a los datos de la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo. Pero antes de esto es importante definir el concepto de cada uno de estos, puesto que en textos anteriores se ha mencionado, sin embargo, no sean definidos. Se definen de la siguiente manera:

- Sensibilidad: se refiere a que tan buena es una prueba para identificar correctamente a las personas que padecen la enfermedad⁶⁸.
- Especificidad: con este valor se define que tan buena es la prueba para identificar correctamente a las personas que no padecen la enfermedad⁶⁸.
- Valor predictivo positivo: proporción de individuos con una prueba positiva que presenta la enfermedad⁸⁸.
- Valor predictivo negativo: proporción de sujetos con una prueba negativa que no presenta la enfermedad⁸⁸.

Como se mencionó anteriormente este es un estudio de casos y controles retrospectivos de un solo centro de salud, de un total de 142 pacientes, de estos 42 son diagnosticados con taponamiento cardiaco. El objetivo primordial de este estudio es evaluar la utilidad que tiene el ECG como diagnóstico de taponamiento cardiaco. Los trazos electrocardiográficos incluidos fueron evaluados por 2 cardiólogos, la interpretación fue de forma independiente cada uno de los ECG⁶⁸.

Este estudio también realizó comparaciones con estudios con más años de antigüedad, sin embargo, coinciden con los hallazgos electrocardiográficos establecidos en dichos estudios. Se diseñó una tabla (tabla 12) donde resume todos los datos de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN) de cada uno de los hallazgos. Posteriormente realizaron una discusión de cada una de las alteraciones, comprando así con los trabajos de investigación anteriores⁶⁸.

Tabla 12. Valor diagnóstico del ECG para predecir el taponamiento cardíaco.

Signos ECG	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN
Bajo voltaje en derivaciones de las extremidades	67%	95%	85%	87%
Bajo voltaje en las derivaciones precordiales	69%	98%	94%	88%
Bajo voltaje en todas las derivaciones	64%	99%	96%	87%
Depresión del segmento PR	12%	100%	100%	73%
Alternancia eléctrica	5%	100%	100%	71%
Taquicardia sinusal	69%	80%	59%	86%

Fuente: se tomó del artículo: Diagnostic value of electrocardiogram in cardiac tamponade⁶⁸.

En este estudio se observó una alta especificidad, pero una baja sensibilidad hablando del complejo QRS de bajo voltaje, el cual concuerda con otros estudios retrospectivos y prospectivos anteriores, debido a que en otros estudios describen una sensibilidad que se encuentra entre el rango de 8 al 22% y una especificidad que oscila entre el 99% y el 100%, sin embargo, en el estudio analizado se observa una sensibilidad más alta de 64% en todas las derivaciones y una especificidad de 99%. El voltaje bajo frecuentemente es causado por condiciones que separan la conducción de ondas electromotrices como resultado del aumento de la distancia entre el corazón y la pared torácica⁶⁸.

La depresión del segmento PR se asocia con resultados desfavorables como enfermedad pericárdica recurrente, insuficiencia cardíaca y muerte, en comparación con los pacientes sin depresión del segmento PR. Ping et al⁶⁸. sus resultados mostraron una sensibilidad del 12 y una especificidad del 100% en el diagnóstico de taponamiento cardíaco, esto concuerda con estudios anteriores, pues se mantiene la baja sensibilidad que en un estudio mencionada se encuentra en 42% y la especificidad en 86%⁶⁸.

En varios estudios la alternancia eléctrica no siempre está presente en el taponamiento cardíaco, pero es muy específica de esta condición. Esta alteración se produce cuando el corazón oscila dentro del saco pericárdico distendido por líquido y cuando se asocia con derrame pericárdico es fuertemente sugestivo de taponamiento cardíaco inminente o

establecido. Sin embargo, la alternancia eléctrica puede ser causada por varios escenarios clínicos diferentes además del derrame pericárdico y el taponamiento cardíaco, incluidas taquicardias supraventriculares y ventriculares, anomalías electrolíticas, fármacos, hipotermia, síndromes de QT prolongado y bradicardia⁶⁸.

La taquicardia siempre está presente en el taponamiento cardíaco, excepto en pacientes con bradicardia durante la uremia y pacientes con hipotiroidismo. En otro estudio descrito se determinó que la ausencia de taquicardia disminuye la probabilidad de taponamiento en un 50%. Los resultados dan una mayor sensibilidad, pero baja especificidad en comparación con los otros hallazgos electrocardiográficos⁶⁸.

Según Ping et al⁶⁸. abarcando todas las alteraciones ECG observadas en un taponamiento cardíaco se puede determinar que esta herramienta diagnóstica es generalmente específica, pero pobremente sensible para diagnosticar esta patología. Esto significa que tiene un buen VPP para determinar el taponamiento cardíaco, pero no es útil como herramienta de detección.

Los autores recomiendan identificar primero a los pacientes con sospecha clínica de taponamiento cardíaco y luego correlacionarlos con las anomalías del ECG. Los hallazgos clínicos más comunes son como disnea, hipotensión, taquicardia, presión venosa yugular elevada y pulso paradójico. El ECG tiene una alta utilidad si se correlaciona con una adecuada anamnesis y un examen físico completo para identificar pacientes con factores de riesgo y aumentará el VPP del ECG⁶⁸.

4.2.4 Pericarditis

En la búsqueda de bibliografías que incluyeran estudios donde se demostrará la sensibilidad y especificidad del ECG en el diagnóstico de pericarditis solo se logró analizar un estudio donde compara la competencia hombre-máquina, demostrando así la sensibilidad

y especificidad. Cabe recordar que lo más importante de este trabajo de investigación es establecer la utilidad del ECG en cada una de las patologías investigadas, como es en pericarditis como se describe a continuación.

Para los médicos jóvenes o recién graduados, la diferenciación en la interpretación del ECG de la pericarditis aguda y IAM puede resultar confusa y producir varios errores en el manejo médico, especialmente en el ambiente apresurado de una sala de emergencias. Por esta razón Liu et al.⁸⁹, procedieron a realizar un estudio sobre la utilización de la inteligencia artificial más específicamente el aprendizaje profundo en la interpretación del electrocardiograma, esto como objetivo de ayudar a diferenciar la pericarditis aguda del IAM y servir como una herramienta de apoyo excelente para el diagnóstico de primera línea por parte de los médicos.

Establecen que la pericarditis aguda difiere a lo largo del tiempo como se explicó anteriormente. Las manifestaciones clásicas es una elevación del segmento ST y depresión del segmento PR en la etapa 1, en la etapa 2 los puntos J regresan a la línea base y las ondas comienzan a aplanarse, en etapa 3 las ondas T están invertidas en casi todas las derivaciones y en etapa 4 que es la final, la inversión generalizada de la onda T se resuelve gradualmente⁸⁹.

Se realizó una competencia hombre-máquina para evaluar el desempeño del modelo en estudio (AP). La base de datos que se utilizó fueron 87 ECG, donde se incluían 17 casos de pericarditis y 70 casos sin pericarditis. Se involucraron siete médicos en la competencia (dos residentes de medicina interna, dos residentes de medicina de emergencia, un médico de emergencia y dos cardiólogos), también se incluyó el algoritmo de 12 derivaciones de Philips para detectar pericarditis⁸⁹.

En el resultado del estudio se muestra un mayor rendimiento del modelo de aprendizaje profundo con una especificidad del 100% y una sensibilidad del 76,5%, comparado con la interpretación automática de ECG de Philips y de los expertos humanos,

puesto que las especificidades de estos eran altas, pero las sensibilidades eran bajas. Llama la atención que, en la mayoría de los casos, los médicos y la interpretación automática del ECG Philips sólo pueden reconocer las alteraciones electrocardiográficas en etapa 1, que esto puede ser uno de los factores que influyan en estos resultados⁸⁹.

En los resultados falsos positivos reportados por el modelo de aprendizaje profundo, tuvieron un riesgo ocho veces mayor de hospitalización debido a otros trastornos cardiacos que ocurrieron dentro de los 3 días posteriores al ECG. Se explica que, aunque el mecanismo no se comprende bien, los modelos de inteligencia artificial han demostrado la posibilidad de predecir el riesgo de ciertas enfermedades y resultados clínicos en el futuro mediante el aprendizaje de señales ECG ocultas⁸⁹.

El modelo de aprendizaje puede ayudar a diferenciar entre el IAM y la pericarditis aguda, puesto que en los resultados también se muestra un diagnóstico correcto en el 78,9% de los casos de pericarditis e identifico el 89,8% de los casos de IAM sin pericarditis⁸⁹.

4.2.5 Hipotermia

En la hipotermia la alteración electrocardiográfica más común es la onda J de Osborn, se definió como una elevación de altura ≥ 1 mm por encima de la línea isoeletrica (es decir, amplitud $\geq 0,1$ mV) en la parte terminal del complejo QRS. Según Okada et al⁷⁷. Establecen una sensibilidad de esta alteración de un 100% y una especificidad del 47,8% con un valor predictivo positivo del 4,0% y un valor predictivo negativo para el desarrollo de la FV/TV, como se describió anteriormente, ya que son las arritmias más comunes en esta patología, en este estudio se reportó 9 pacientes con FV y 1 con TV, pero solo se presentó en pacientes con registro de la onda J de Osborn en el ECG.

En este mismo estudio como resultado se determina que los pacientes hipotérmicos demostraron que el riesgo de presentar FV o TV sin pulso durante el recalentamiento era

mayor en pacientes que registraban onda J en ECG. También se logró determinar que los que presentaban ausencia de la onda J en ECG se puede dar una exclusión de eventos de FV/TV con una sensibilidad del 100%⁷⁷.

También estos hallazgos proporcionan pistas importantes para predecir el riesgo de desarrollar arritmias fatales en pacientes hipotérmicos. Los pacientes con hipotermia grave que ha provocado arritmia ventricular, la desfibrilación de la arritmia suele ser difícil hasta que la temperatura corporal central ha superado los 30°C. La causa de muerte en pacientes con hipotermia puede ser una combinación de muchos factores, se relaciona con la gravedad de cualquier enfermedad subyacente, más que con la gravedad de la hipotermia o la arritmia fatal asociada a ella.

Siempre es necesario considerar el riesgo de FV/TV incluso en pacientes con signos vitales estables al llegar al servicio de urgencias, esto porque en este estudio se reportó que hasta un 40% de los pacientes que desarrollaron estas arritmias tenían circulación estable al llegar al servicio de urgencias y temperatura corporal $\geq 28^{\circ}\text{C}$. Es difícil predecir el desarrollo de estas arritmias, ya que pueden contribuir a esta alteración los trastornos electrolíticos que presenten estos pacientes, también acidosis, hipoxia, entre otras⁷⁷.

En este estudio también se observó que los pacientes que presentaban la onda J en el ECG, especialmente los pacientes en el grupo con las arritmias ya mencionadas tenían intervalos QTc largos en el ECG, además la amplitud del osborn tendía a ser mayor. Por último, los pacientes del grupo con la alteración electrocardiográfica característica presentaron intervalos RR, QRS y QTc más largos, acidosis más graves, presión arterial más baja y temperatura corporal más baja que los pacientes que no presentaban esta alteración⁷⁷.

La hipotermia se incluye en la categoría de síndromes de la onda J, que esto sucede por una repolarización, sin embargo, aquí se incluyen otras patologías por ejemplo síndrome de Brugada, arritmias relacionadas con el STEMI. Estas patologías comparten alteraciones

electrocardiográficas, pero son muy diferentes en su etiología y la clínica, porque cuando se realiza una evaluación se debe correlacionar todos los hallazgos posibles para determinar un posible diagnóstico y siempre excluyendo los diagnósticos diferenciales⁹¹.

En este estudio se demostró que los cambios de la onda J se va normalizando gradualmente conforme va aumentando la temperatura corporal del paciente, lo que esto implica una fuerte relación entre los dos. Por lo tanto, el registro y la evaluación cuidadosos y frecuentes de los ECG de 12 derivaciones son indispensables para prevenir arritmias cardiacas en pacientes con hipotermia accidental grave. Haciendo un diagnóstico en corto tiempo⁹¹.

Mientras se realizaba la exploración de la información obtenida en base a la pregunta de este trabajo de investigación, surge las siguientes dudas; ¿qué tan capacitados se encuentran los profesionales médicos para transmitir esta información a los estudiantes de medicina?, así también, ¿cuánto conocimiento y habilidad han adquirido los estudiantes e internos universitarios para lograr identificar los elementos básicos de la electrocardiografía?, también, ¿cuáles son las patologías que mayormente se reconocen en un ECG?

Tabla 13. Porcentaje de conocimiento de los profesionales ya graduados y estudiantes de medicina en la interpretación del ECG

Artículo incluido o tesis	Porcentaje de respuestas correctas en todas las preguntas establecidas	Reconocimiento de elementos electrocardiográficos básicos	Las patologías del ECG mejor comprendidas
Autoevaluación y competencia de los médicos generales en la interpretación de electrocardiogramas en Sudáfrica	14.7 %	\leq 15 años de experiencia: 10.7% $>$ 15 años de experiencia: 6.2%	1. Asistolia 2. IAM anteroseptal 3. Fibrilación auricular bloqueo AV
Competencia de interpretación de electrocardiogramas de	54%	91,7%	1. Fibrilación ventricular

pasantes médicos en Arabia Saudita: un estudio transversal			<ol style="list-style-type: none"> 2. Fibrilación auricular 3. Infarto agudo de miocardio,
Evaluación de la competencia de interpretación de electrocardiogramas entre profesionales sanitarios y estudiantes de la Universidad de Ciencias Médicas de Ardabil: un estudio multidisciplinario	58,23%		<ol style="list-style-type: none"> 1. Aleteo auricular 2. Taquicardia supraventricular 3. Bloqueo cardiaco grado 3 y taquicardia ventricular
Nivel de conocimientos sobre la interpretación del electrocardiograma en internos de medicina del Hospital Carlos Lanfranco la Hoz, Lima -2023	49,75%	54.1%	<ol style="list-style-type: none"> 1. Infarto agudo al miocardio con ST elevada (antero-septal) 2. Taquicardia supraventricular paroxística 3. Fibrilación ventricular 4. Fibrilación auricular 5. Onda T picuda con hiperpotasemia
Nivel de conocimiento sobre parámetros electrocardiográficos en médicos de centros de salud docente – asistenciales de arequipa, 2021 - 2022	70%	86.70%	<ol style="list-style-type: none"> 1. Infarto de miocardio ST elevado 2. Fibrilación auricular 3. Fibrilación ventricular
Conocimiento sobre electrocardiografía en estudiantes de medicina de una universidad privada de lima – 2021	68,7%	48,25%	<ol style="list-style-type: none"> 1. Taquicardia Supraventricular WPW 2. Arritmia supraventricular Mobitz II 3. IAM con elevación del ST 4. Fibrilación ventricular

Fuente: elaboración propia a partir de referencias anteriores^{92,93,94,95,96,97}.

Observando la tabla anterior se hará un breve análisis de cada uno de estos estudios, para así lograr una respuesta hacia la duda que surgió anteriormente. El objetivo del primer estudio era evaluar la competencia de los médicos generales en la interpretación del

electrocardiograma, esto lo realizaron por medio de un cuestionario que contenía 20 trazados de ECG, dividiéndolos en 3 categorías siendo la primera; reconocimiento de elementos primarios del ECG, posteriormente emergencias y por ultimo las anormalidades más comunes que se identifican por medio de la electrocardiografía, esto a 93 médicos generales. Como resultado se obtiene que hay un mayor porcentaje con más de 15 años de experiencia siendo médicos, esto evidencia que estos tienen un porcentaje más alto de respuestas correctas, sin embargo, no es significativo, expresando que no resulto en una mejor competencia en la interpretación⁹².

Posteriormente el segundo muestreo es realizado en 373 médicos internos de Arabia Saudita evaluando la interpretación de anomalías comunes del ECG, donde el conteo de preguntas correctas resulta en un 91,7% de los participantes expresando que reconocen ampliamente los elementos básicos del ECG. Las patologías mejor interpretadas fueron; fibrilación ventricular en un 69,2%, fibrilación auricular en un 67,8% y el infarto agudo de miocardio en un 61,9%. En cuanto a la deficiencia en la interpretación correcta del trazado electrocardiográfico y la correcta evaluación de las diferentes patologías, la mayoría respondieron que se ven afectados por una mala formación universitaria siendo este un 41,6% de los colaboradores, también así en menor porcentaje se seleccionó la dependencia de la experiencia del cardiólogo, falta de recursos, y la dificultad de la interpretación del ECG⁹³.

En la tercera línea de la tabla se comenta sobre el estudio realizado en la Universidad de Ciencias Médicas de Ardabil, en el cual se incluyeron 323, divididos de la siguiente forma; 37 estudiantes de medicina, 45 miembros del personal médico, 10 estudiantes de enfermería, 194 miembros del personal de enfermería, 8 estudiantes de urgencias, 12 miembros de urgencias, 8 estudiantes de anestesiología y 9 anesthesiólogos, aplicando 12 ítems evaluativos. En los resultados se muestra que un 77,7% de los participantes no lograron detectar el ritmo sinusal normal, en un 63,8% no reconocieron un infarto agudo de miocardio. Lo anterior afirma que la mayoría de los colaboradores no tenían la competencia necesaria para interpretar el ECG⁹⁴.

El siguiente análisis es una tesis realizada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Lima, Perú. La población incluida son 40 estudiantes de medicina que estaban cruzando el internado en febrero del año 2023. Para realizar la evaluación de los resultados, determinaron niveles de conocimiento, clasificados en alto, medio y bajo, en la interpretación del ECG un 62,5% tienen un conocimiento intermedio, el 22,5% tiene alto conocimiento y un 15% es bajo⁹⁵.

En la segunda tesis de revisión fue realizada en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, en Perú. La población de estudio fue integrada por 30 médicos asistentes de los Centros de Salud de primer nivel de atención nivel I3 e I4 de la provincia de Arequipa que fueron tutores de internado médico en el periodo 2021-2022. Al igual que el anterior trabajo de investigación; los resultados van a clasificarse en 3 rangos de conocimiento, siendo un 10% un nivel de conocimiento en electrocardiografía bajo, el 57% un nivel medio y el 33% un nivel alto⁹⁶.

Y, por último, se interpretan los resultados de la tercera tesis incluida para responder las dudas anteriormente mencionadas. Fue un trabajo realizado en la Universidad Privada San Juan Bautista, en Perú. La población muestreada fueron los estudiantes de medicina de dicha universidad donde se observa que el nivel de conocimiento medio es el que se encuentra con mayor predominio con un porcentaje de 88% y nivel alto presenta un bajo porcentaje de tan solo un 10,8%⁹⁷.

De acuerdo con los 6 artículos seleccionados para responder incógnita anterior, es muy preocupante los resultados, ya que en ningún estudio se reporta alto conocimiento sobre la interpretación del ECG, cabe resaltar que entre los estudios se evaluaron médicos generales y especialistas, sin embargo, esto no hizo una diferencia significativa comparando los estudios efectuados a los estudiantes de medicina e internos. Lo anterior señala que, si se tiene una baja competencia en el conocimiento de ECG en médicos ya graduados, que muy probablemente ellos van a hacer los que en algún momento deban explicar la interpretación

del ECG, es ahí donde se debe empezar a mejorar, debido que de ellos los estudiantes van a obtener las destrezas para evaluar una electrocardiografía.

Conviene enfatizar los resultados obtenidos del muestreo de Arabia Saudita, dado que entre las preguntas incluidas en los ítems aplicados a los participantes les preguntan ¿cuál es la mayor afectación de la deficiencia que presentan cada uno de ellos? Donde la respuesta de la mayoría de las personas incluidas fue una mala formación universitaria, esto afirma que desde el inicio de la enseñanza se está fallando, debido a que estos estudiantes no traen la base importante para identificar anomalías patológicas en ECG, que estando el SEM es de suma importancia, puesto que por esta razón no solo pueden salvar la vida del paciente, sino también perjudicarla, pues en ocasiones se pasa por alto manejos que deben ser inmediatos, porque se esperan otros estudios que duran un mayor tiempo para poder confirmar el diagnóstico del paciente, por el pobre conocimiento de la electrocardiografía.

CAPÍTULO V- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- A partir de la revisión exhaustiva realizada para la presente investigación se muestra una inexistencia de investigaciones en este mismo tema por parte de profesionales médicos en Costa Rica.
- Entre los hallazgos electrocardiográficos más frecuentes en cada una de las patologías se encuentran:
 - **En el TEP:** se incluyen taquicardia sinusal, patrón S1-Q3-T3, BRD completo o incompleto e inversión de la onda T, elevación del ST en aVR y desviación del eje derecho. También es útil realizar el un ECG del tórax derecho ya que se logra observar características electrocardiográficas del TEP, con presencia onda T negativa en V3R, en V4R y V5R, estas con frecuencia de presentación significativamente importantes.
 - **En hiperpotasemia son:** bradicardia, prolongación del intervalo PR, aumento de la duración del QRS, la agudización de las ondas T, disminución de la amplitud de la onda P, bloqueo AV de primer grado, BRD, BRI y en menor cantidad de pacientes depresión del ST. También pueden presentar fibrilación ventricular y asistolia en el ECG, fibrilación auricular, taquicardia sinusal, bradicardia sinusal y taquicardia supraventricular.
 - **En hipopotasemia:** bradicardia, intervalo QT prolongado, ondas P altas, intervalo PR prolongado, depresión del segmento ST, inversión de la onda T y ondas U. La taquicardia ventricular y torsade de pointes son las arritmias que se pueden observar en la hipopotasemia.
 - **En hipercalcemia se puede observar:** bloqueo cardiaco completo, intervalo QT acortado, puede también tener elevación/depresión del ST, inversión de la onda T, disminución de la amplitud de esta y ondas T bifásicas, prolongación de PR y QRS. También se pueden presentar arritmias, como paro sinusal, diversos grados de bloqueo cardiaco, fibrilación ventricular.
 - **Las alteraciones de pacientes con hipocalcemia:** bloqueo AV, QTc prolongado. Entre las arritmias frecuentes están, torsades de pointes y fibrilación ventricular.

- **Las principales alteraciones del ECG en el taponamiento cardiaco:** QRS acortado, depresión del segmento PR, alternancia eléctrica, taquicardia sinusal.
 - **Alteraciones del ECG en pericarditis:** elevación del ST con una forma curva cóncava, onda Q ausente, depresión del segmento PR.
 - **Los hallazgos del ECG que se pueden lograr observar en pacientes con hipotermia son:** intervalo RR aumentado, amplitud de onda P baja, aumento del intervalo PR, bloqueo AV de primer a tercer grado, aumento del intervalo QRS, intervalo QT aumentado, onda T aplanada o invertida y onda J. La fibrilación auricular, fibrilación ventricular y asistolia se encuentran entre las arritmias más frecuentes.
- Dentro de los trastornos electrolíticos se menciona las alteraciones en los niveles de sodio, sin embargo, se deben realizar más estudios sobre el ECG y estas alteraciones, debido a que, en la búsqueda de información, esta no fue exitosa, sin lograr establecer los principales hallazgos en el ECG.
 - La mayoría de los pacientes con TEP presentan al menos uno de los patrones anormales del ECG característicos de esta patología.
 - Los patrones del ECG ayudan a aumentar la sospecha de la presencia de un TEP, ante una emergencia, esto dará justificación para la realización de una ecografía para confirmar dicho diagnóstico.
 - Los pacientes con alteración en el trazado del ECG tienen mayor posibilidad de tener signos ecocardiográficos de TEP comparados con los pacientes sin ningún patrón del ECG alterado.
 - Al ingreso de un paciente con dolor de pecho y con sospecha de patología a nivel cardiaco, siempre se debe tomar en cuenta la realización de un ECG, esta es una herramienta de bajo costo, al alcance en la mayoría de las instituciones y fácil de utilizar.
 - La mayoría de los pacientes con estas 5 patologías mencionadas, tienen al menos 1 alteración del ECG que caracteriza a cada una de ellas.
 - Utilidad del ECG en cada de estas patologías según los artículos incluidos en este trabajo de investigación.

- El ECG por sí solo tiene bajo tanto la especificidad como la sensibilidad, esto quiere decir que no se puede utilizar solo esta herramienta para confirmar o descartar el diagnóstico de TEP. Esto cambia si se correlaciona con la clínica del paciente y la historia de sus antecedentes, puesto se puede recolectar información de antecedentes patológicos que aumenten el riesgo de presentar esta enfermedad.
- El ECG en la hiperpotasemia tiene un valor diagnóstico limitado, pero esto se puede ver afectado por la interpretación del electrocardiograma, efectos de otros electrolitos, enfermedades crónicas como enfermedad renal crónica y también los medicamentos podrían interactuar con los efectos de los electrolitos sobre los miocitos y enmascarado los efectos de la hiperpotasemia.
- El ECG cuando tiene alteraciones morfológicas en la electrocardiografía características de hipopotasemia y es discordante con los laboratorios el ECG es más predictivo de la mortalidad por todas las otras causas, También estos pacientes con ECG positivo para hipopotasemia tienen asociadas más comorbilidades (DM, HTA, ERC y accidente cerebrovascular) que los pacientes con ECG normales.
- En taponamiento cardíaco se observa una mayor especificidad que sensibilidad, siendo estas con buen porcentaje de su valor diagnóstico.
- La depresión del segmento PR se asocia con resultados desfavorables como enfermedad pericárdica recurrente, insuficiencia cardíaca y muerte, en comparación con los pacientes sin depresión del segmento PR esto en el taponamiento cardíaco. La alternancia eléctrica no siempre está presente, pero cuando lo esta es muy específica. El ECG en esta patología tiene un buen VPP para determinar el taponamiento cardíaco, pero no es útil como herramienta de detección.
- En el taponamiento cardíaco se recomienda identificar primero a los pacientes con sospecha clínica de taponamiento cardíaco y luego correlacionarlos con las anomalías del ECG.

- En la evaluación de las alteraciones del ECG en la pericarditis se tiene una alta especificidad una baja sensibilidad, en la mayoría de los casos se reconocían las alteraciones en etapa, que esto puede ser uno de los factores que influyen en estos resultados.
- El ECG en la hipotermia tiene una alta sensibilidad y una especificidad menor. Esto significa que es bueno para identificar pacientes con hipotermia, pero no para identificar esas personas que no poseen las enfermedades.
- Se determina que los pacientes hipotérmicos demostraron que el riesgo de presentar FV o TV sin pulso durante el recalentamiento era mayor en pacientes que registraban onda J en ECG.
- Se demostró que los cambios de la onda J se va normalizando gradualmente conforme va aumentando la temperatura corporal del paciente, lo que esto implica una fuerte relación entre los dos.
- Es muy importante reconocer la deficiencia de la interpretación del ECG que tienen los médicos ya graduados, donde también se incluyen especialistas, ya que los hallazgos encontrados en los estudios no hay diferencia significativa, siendo esto preocupante para la formación de nuevos médicos, debido a que de ellos es que los estudiantes se guían para obtener el conocimiento necesario en esta área. También se determina que la afectación de esta deficiencia empieza desde la mala formación universitaria.

5.2 Recomendaciones

Recomendaciones a la Universidad:

Se deben implementar mayor conocimiento en lo que es la interpretación del electrocardiograma, iniciando desde el reporte de las alteraciones básicas de las ondas e intervalos, hasta interpretar electrocardiogramas con alteraciones características de cada patología, para que así se pueda lograr diferenciar entre cada una de ellas, realizar diagnósticos diferenciales.

Se deberían implementar casos clínicos donde involucren alteraciones electrocardiográficas, pero esto no solo para dar un diagnóstico confirmatorio, sino también para que logren correlacionar las alteraciones electrocardiográficas presentes con la clínica del paciente, así mismo poder dar un reporte completo de los trazos alterados y no alterados del ECG.

Se deben fortalecer las clases que involucran estas patologías para iniciar desde ahí a realizar una base compacta para los futuros médicos y en el internado se pueda sacar el mayor provecho, esto poniéndolo en la práctica de cada día.

Siempre se debe motivar al estudiante de medicina a realizar este tipo de investigación, porque es aquí donde se dan cuenta la deficiencia que se presenta si solo se limita a las clases que pueden lograrse impartir en la universidad, se debe implementar una mentalidad investigativa, para complementar ese proceso de aprendizaje teórico con lo práctico y lograr obtener la información necesaria para un buen desempeño profesional.

Recomendaciones para el personal de Salud en general:

Se debe concientizar a los médicos recién graduados y a los médicos generales la importancia de desarrollar la habilidad que se debe tener para la interpretación del electrocardiograma, esto porque es una de las herramientas diagnósticas que se tienen en la mayoría de las instituciones de salud, es de bajo costo, de fácil acceso y fácil de realizar. También que en este trabajo de investigación se determinó que la utilidad del ECG no es solo para diagnosticar cardiopatía isquémica, sino también cuando se tiene altas sospechas clínicas de alguna patología determinada, esta puede ayudar a correlacionar estos hallazgos con la clínica y lograr utilizarla en patologías que necesitan de un manejo inmediato como lo es el TEP, los trastornos electrolíticos, la pericarditis, el taponamiento cardíaco e hipotermia.

Todos los médicos ya graduados, estos siendo especialistas o médicos generales deben tener un conocimiento amplio de las utilidades del ECG, para no solo limitar esta herramienta al diagnóstico de cardiopatía isquémica y esto se logra manteniendo un constante estudio y práctica de este, para así lograr alcanzar la habilidad suficiente.

Se debe fomentar la investigación en Costa Rica, tanto estudiantes, médicos generales, residentes como así también médicos especialistas, para así poder aportar a las nuevas generaciones estos conocimientos adquiridos en el día a día, con el conocimiento necesario para identificar donde se debe mejorar, ya que en muchas investigaciones no solo se limitan a dar los reportes recopilados, sino también detectar esas deficiencias, determinar donde se puede mejorar y con lo que se cuenta en el país para el aporte en el área de salud.

CAPÍTULO VI- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ochoa C, Cobos H, Pérez P, Marroquín M, Gómez M. Aptitud clínica en la interpretación de electrocardiograma en una muestra de médicos becarios. *Inv Ed Med* [Internet]. 2014 [citado el 27 de septiembre 2022]; 3(9): 9-15. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572014000100003
2. Rojas Ccecho V. Nivel de conocimiento y práctica en el uso del electrocardiograma en los profesionales de enfermería del área de emergencia del hospital de lima, 2022 [Tesis para optar por el título de especialidad en cuidado enfermero en emergencias y desastres]. Lima, Perú: Universidad Norbert Wiener; 2022.
3. Del Blanco I, Bermejo C, Suárez J, Schuffelmann S, Sastre E. Taponamiento cardíaco: complicación grave e inusual en vías centrales. *An Pediatr (Barc)* [Internet]. 2006 [citado el 27 de septiembre 2022]; 64 (1): 100-101. DOI: [10.1016/S1695-4033\(06\)70018-2](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(06)70018-2)
- 4 Zapiola Saéñz R. Evaluación de la prevalencia del Tromboembolismo Pulmonar en pacientes ingresados desde un servicio de Urgencias Hospitalario [Trabajo para optar por el título de Máster de investigación en Ciencias de la Salud]. España: Universidad Pública de Navarra, 2011.
5. Meza A, Cieza J. Frecuencia y características de las alteraciones electrolíticas en pacientes hospitalizados en servicios de Medicina en un hospital general. *Rev Med Hered* [Internet]. 2016 [citado el 27 de septiembre 2022]; 27 (4): 237-242. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rmh/v27n4/a07v27n4.pdf>
6. Ruiz E, Ruiz M, Vela R, Ruiz R. Pericarditis aguda. *Med Fam Andal* [Internet]. 2017 [citado el 27 de septiembre 2022]; 18 (2): 186-194. Disponible en: https://www.samfyc.es/wp-content/uploads/2018/10/v18n2_10_artRevisi%C3%B3n.pdf
7. Vázquez A, Charlín G, Aguirre J. Hipotermia en urgencias extrahospitalarias. *Cad Aten Primaria* [Internet]. 2013 [citado el 27 de septiembre 2022]; 19: 147-149. Disponible en: https://www.agamfec.com/wp/wp-content/uploads/2014/07/19_2_ABCDE_2.pdf
8. Littmann L, Gibbs M. Electrocardiographic manifestations of severe hyperkalemia. *J Electrocardiol* [Internet]. 2018 [citado el 27 de septiembre 2022]; 51 (5): 814-817. DOI: [10.1016/j.jelectrocard.2018.06.018](https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2018.06.018)

9. Amini K, Mirzaei A, Hosseini M, Zandian H, Azizpour I, Haghi Y. Assessment of electrocardiogram interpretation competency among healthcare professionals and students of Ardabil University of Medical Sciences: a multidisciplinary study. BMC Medical Educ [Internet]. 2022 [citado el 27 de septiembre 2022]; 22 (448): 1-10. Disponible en: <https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-022-03518-0>
10. Sancho H, Venegas J. Revisión de la educación médica en Costa Rica: logros y desafíos. FEM [Internet]. 2019 [citado el 27 de septiembre 2022]; 22 (4): 159-164. DOI: <https://dx.doi.org/10.33588/fem.224.1007>
11. Brady W, Truwit J. Critical decisions in emergency y acute care electrocardiography. Reino Unido: Blackwell Publishing; 2009.
12. Escobar C, Jiménez D, Martí D, Lobo J, Díaz G, Gallego P et al. Valor pronóstico de los hallazgos electrocardiográficos en pacientes estables hemodinámicamente con tromboembolia de pulmón aguda sintomática. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2008 [citado el 25 de septiembre 2022]; 61(3): 244-250. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-pdf-13116651>
13. Macallan D, Bell J, Braddick M, Endersby K, Rizzo J. The electrocardiogram in general practice: its use and its interpretation. Am. J. Med. [Internet]. 1990 [citado el 26 de septiembre 2022]; 83 (9): 559- 562. DOI: <https://doi.org/10.1177/0141076890083009>
14. Malone J, Brodsky S. The value of electrocardiogram monitoring in diabetic ketoacidosis. Diabetes Care [Internet]. 1980 [citado el 27 de septiembre 2022]; 3 (4): 543-547. DOI: <https://doi.org/10.2337/diacare.3.4.543>
15. Rodger M, Makropoulos D, Turek M, Quevillon J, Raymond F, Rasuli P et al. Diagnostic value of the electrocardiogram in suspected pulmonary embolism. Am. J. Cardiol. [Internet]. 2000 [citado el 27 de septiembre 2022]; 86 (7): 807-809. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(00\)01090-0](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(00)01090-0)
16. González J, Criado J, Molina L, Alcocer M. Uso del electrocardiograma en atención primaria: estudio ELAPI. med gen y fam [Internet]. 2016 [citado el 25 de septiembre 2022]; 5(4): 172-174. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-general-familia-edicion-digital--231-pdf-S1889543316000402>

17. Doshi H, Giudici M. The EKG in hypothermia and hyperthermia. *J Electrocardiol* [Internet]. 2015 [citado el 26 de septiembre 2022]; 48(2): 203-209. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2014.12.001>
18. Coll M, Ferrer C, Pich S, Allegue C, Rodrigo E, Fernández G et al. Role of genetic and electrolyte abnormalities in prolonged QTc interval and sudden cardiac death in end-stage renal disease patients. *PLoS ONE* [Internet]. 2018 [citado el 26 de septiembre 2022]; 13 (7): 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200756>
19. Snyder M, Bepko J, White M. Acute Pericarditis: Diagnosis and Management. *Am Fam Médico* [Internet]. 2014 [citado el 26 de septiembre 2022]; 89 (7): 553-560. Disponible en: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2014/0401/p553.html>
20. Kukla Piotr, Kosior D, Tomaszewski A, Ptaszynska K, Widejko K, Dlugopolski R. Correlations between electrocardiogram and biomarkers in acute pulmonary embolism: Analysis of ZATPOL-2 Registry. *Ann Noninvasive Electrocardiol* [Internet]. 2017 [citado el 26 de septiembre 2022]; 22 (4): 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1111/anec.12439>
21. Ang K, Nordin R, Lee S, Lu H. Diagnostic value of electrocardiogram in cardiac tamponade. *Med J Malaysia* [Internet]. 2019 [citado el 26 de septiembre 2022]; 74 (1): 51-56. Disponible en: [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30846663/#:~:text=The%20ECG%20criteria%20of%20cardiac,%2C%20and%204\)%20Sinus%20tachycardia.](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30846663/#:~:text=The%20ECG%20criteria%20of%20cardiac,%2C%20and%204)%20Sinus%20tachycardia.)
22. Torres Gutiérrez I. Cetoacidosis. *Rev Med Cos Cen* [Internet]. 2016 [citado el 27 de septiembre 2022]; 73 (618): 139-141. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=66677>
23. Baquero L, Quesada C. Tromboembolismo pulmonar. *Rev Clin Esc Med* [Internet]. 2018 [citado el 27 de septiembre 2022]; 8 (5): 1-3. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=84175>
24. Azcona L. El electrocardiograma. En: López A, Macaya C. Libro de la salud cardiovascular del hospital clínico San Carlos y la Fundación BBVA. 1ª ed. España: Editorial Nerea; 2009. 49-56.

25. Zavala Villeda J. Descripción del electrocardiograma normal y lectura del electrocardiograma. Rev. Mex. de Anestesiología. [Internet]. 2017 [citado el 06 de octubre 2022]; 40 (1): S210-S213. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2017/cmas171bj.pdf>
26. Navarro F. EKG. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2019 [citado el 06 de octubre 2022]; 72 (10): 796. DOI: [10.1016/j.recesp.2019.03.009](https://doi.org/10.1016/j.recesp.2019.03.009)
27. Moreno Ochoa Laura. Como entender un electrocardiograma. España: Ediciones Diaz de Santos; 2000. Capítulo 4, Electrocardiografía; 37-50.
28. Goldich G. Características del ECG de 12 derivaciones. Nursing. [Internet]. 2015 [citado el 07 de octubre 2022]; 32 (2): 28-34. DOI: [10.1016/j.nursi.2015.03.010](https://doi.org/10.1016/j.nursi.2015.03.010)
29. Código ético tecnología sanitaria. Experto universitario en urgencias hospitalarias y extrahospitalarias. España: Editorial medica panamericana; 2022.
30. Ganz L, Link M. Electrocardiografía. En: Goldman L, Schafer A. Goldman-Cecil. Tratado de medicina interna. 26a ed. España: Elsevier; 2021. 248-255
31. Lanza Tarricone G. Métodos para determinar el eje eléctrico en un electrocardiograma. Rev Mex Cardiol [Internet]. 2016 [citado el 07 de septiembre 2022]; 27 (1): s35-s40. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cardio/h-2016/hs161d.pdf>
32. Armendáriz C, Erviti C, Gastón B. Uso del ECG endocavitario en la canalización de vías centrales. REV ELECT ANESTESIAS [Internet]. 2019 [citado el 15 de noviembre 2022]; 11(6):4. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8425740>
33. Erro M, Vázquez E, Roca A, Valenzuela C. Tromboembolismo pulmonar. Medicine [Internet]. 2018 [citado el 22 de noviembre 2022]; 12(68): 3971-3981. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.med.2018.11.011>
34. Machado L, Dimakis D. Enfoque diagnóstico de la tromboembolia pulmonar. Acta médica Grupo Ángeles [Internet]. 2017 [citado el 22 de noviembre 2022]; 15 (1): 36-46. Disponible:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S187072032017000100036&script=sci_abstract&tlng=es#:~:text=Para%20su%20diagn%C3%B3stico%20se%20cuenta,de%20ventilaci%C3%B3n%20perfusiva%20tomograf%C3%ADa%20computarizada

35. Wellens H, Conover M. La electrocardiografía en la toma de decisiones en urgencias. 2a ed. Filadelfia: ELSEVIER; 2005. Capítulo 9, Reconocimiento en el ECG de la embolia pulmonar Aguda; 193-2001.
36. Freudzon L, Akhtar S, London M, Barash P. Monitorización electrocardiográfica. En: Kaplan J, Cronin B, Maus T. Kaplan. Anestesia en cirugía cardíaca. 2a ed. España: ELSEVIER; 2018. 176.
37. Segado A, Sánchez D, Martínez E, Fernández J. Alteraciones hidroelectrolíticas en urgencias. Medicine [Internet]. 2015 [citado el 21 de enero 2023]; 11 (90): 5379-5388. DOI: 10.1016/j.med.2015.11.004
38. Uribe W, Duque M, Medina E. Electrocardiografía y arritmias. Bogotá: Export Editores; 2015
39. Mainieri Hidalgo J. Patología quirúrgica del tórax. 1a ed. Costa Rica: UCR; 2017
40. Walls R, Hockber R, Gausche-Hill M, Erickson T, Wilcox S. ROSENS'S Emergency Medicine concepts and clinical practice. 10a ed. Estados Unidos: Elsevier; 2022
41. Sagristá J, Almenar L, Angel F, Bardají A, Bosch X, Guindo J, Mercé J, ed al. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en patología pericárdica. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2000 [citado el 16 de enero 2023]; 53 (3): 394-412. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-guias-practica-clinica-sociedad-espanola-articulo-X0300893200093457>
42. Gómez J, Gérez M, Santamaría J, León M, Álvarez L, Ortuondo G. Alteraciones electrocardiográficas en la hipotermia accidental. SEMERGEN[Internet]. 2010 [citado el 17 de enero 2023]; 36(7): 403-405. DOI: 10.1016/j.semerg.2010.03.005
43. Parreño Urquiza A. Metodología de la investigación en salud. Ecuador: ESPOCH; 2016.
44. Universidad Internacional de las Américas. Normativa de Citación Vancouver. Manual breve de citas y referencias bibliográficas para ciencias de la salud. San José, Costa Rica: UIA; 2022.
45. Universidad Internacional de las Américas. Normativa de estilo y forma para tesis de ciencias de la salud. San José, Costa Rica: UIA; 2022.

46. International Committee of Medical Journal Editors [Internet]. Comité internacional de editores de revistas médicas; 2022 [citado el 13 de septiembre 2022]. [1 pantallas aprox.]. Disponible en: <https://www.icmje.org/disclosure-of-interest/>
47. Hernández R, Méndez S, Mendoza C, Cuevas A. Fundamentos de Investigación. 1a ed. México: Mc Graw Hill; 2017.
48. Málaga G, Neira E. La medicina basada en la evidencia, su evolución a 25 años desde su diseminación, promoviendo una práctica clínica científica, cuidadosa, afectuosa y humana. Acta Med Peru [Internet]. 2018 [citado el 13 de septiembre 2022]; 35 (2): 121-126. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172018000200007
49. Carranza Cortés J. Aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación para la búsqueda de información científica en el posgrado de especialidades médicas. Anestesiología en México. 2018; 30 (1):18-25
50. Feeny A, Chung M, Madabhushi A, Attia Z, Cikes M, Firouznia M. Inteligencia artificial y aprendizaje automático en arritmias y electrofisiología cardíaca. Circ Arrhythm Electrophysiol [Internet]. 2020 [citado el 02 de octubre del 2023]; 13(8): 1-5.DOI: 10.1161/CIRCEP.119.007952.
51. Weekes A, Raper J, Thomas A, Lupez K, Cox C, Esener D et al. Electrocardiographic findings associated with early clinical deterioration in acute pulmonary embolism. Acad Emerg Med [Internet]. 2022 [citado el 07 de septiembre del 2023]; 29(10):1185-1196. DOI: 10.1111/acem.14554
52. Islamoglu M, Dokur M, Ozdemir E, Unal O. Massive pulmonary embolism presenting with hemoptysis and S1Q3T3 ECG findings. BMC Cardiovasc. Disord [Internet]. 2021 [citado el 07 de septiembre del 2023]; 21(1): 1-5. DOI: 10.1186/s12872-021-02035-0
53. Kusayama T, Furusho H, Kinoshita M, Kaneko S, Usuda K, Takamura M. Characteristics of synthesized right-sided chest electrocardiograms in patients with acute pulmonary embolism. Journal of Cardiology [Internet]. 2018 [citado el 07 de septiembre del 2023]; 73 (4): 313-317. DOI: 10.1016/j.jjcc.2018.12.010

54. Thomson D, Kourounis G, Trenear R, Messow C, Hrobar P, Mackay A. ECG in suspected pulmonary embolism. *Postgrad Med J* [Internet]. 2019 [citado el 07 de septiembre del 2023]; 95(1119):12-17. doi: 10.1136/postgradmedj-2018-136178
55. Teymouri N, Mesbah A, Shekouh D, Mohammed M, Norouzkhani N, Poudineh M et al. ECG frequency changes in potassium disorders: a narrative review. *Am J Cardiovasc Dis* [Internet]. 2022 [citado el 26 de septiembre del 2023]; 12(3):112-124. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35873184/>
56. Varga C, Kálman Z, Szakall A, Drubits K, Koch M, Bánhegyi R et al. ECG alterations suggestive of hyperkalemia in normokalemic versus hyperkalemic patients. *BMC Emerg Med* [Internet]. 2019 [citado el 26 de septiembre del 2023]; 19(1):1-9. DOI: 10.1186/s12873-019-0247-0
57. Raffee L, Alawneh K, Ababneh M, Hijazi H, Aboozour M, Alghzawi F et al. Clinical and electrocardiogram presentations of patients with high serum potassium concentrations within emergency settings: a prospective study. *Int J Emerg Med* [Internet]. 2022 [citado el 26 de septiembre del 2023]; 26;15(1): 1-14. DOI: 10.1186/s12245-022-00422-8.
58. Durfey N, Lehnhof B, Bergeson A, Durfey S, Leytin V, McAteer K. Severe Hyperkalemia: ¿Can the Electrocardiogram Risk Stratify for Short-term Adverse Events? *West J Emerg Med* [Internet]. 2018 [citado el 26 de septiembre del 2023]; 18(5):963-971. DOI: 10.5811/westjem.2017.6.33033
59. Wang X, Han D, Li G. Electrocardiographic manifestations in severe hypokalemia. *J Int Med Res* [Internet]. 2018 [citado el 27 de septiembre del 2023]; 48(1): 1-7. DOI: 10.1177/0300060518811058
60. Zou S, Zhang Q, Gao S, Lou M, Gan X, Liang K. Electrocardiogram manifestations of hyponatraemia. *Cardiovasc J Afr* [Internet]. 2022 [citado el 27 de septiembre del 2023]; 33(2):98-100. DOI: 10.5830/CVJA-2021-036
61. Ramakumar V, Kothari S, Seth S, Kumar S. Reversible complete heart block due to hypercalcaemia. Representante de caso de *BMJ* [Internet]. 2021 [citado el 28 de septiembre del 2023]; 14 (1): 1-3. DOI: 10.1136/bcr-2020-238537.

62. John TJ, John K, Jansen van Rensburg R, Kyriakakis C. Hypercalcaemia and a short QT interval. *QJM [Internet]*. 2020 [citado el 28 de septiembre del 2023]; 113 (1): 55-56. DOI: 10.1093/qjmed/hcz109
63. Khederlou H. Complete heart block associated with paraneoplastic hypercalcemia: a case report. *Eur Heart J Case Rep [Internet]*. 2023 [citado el 28 de septiembre del 2023]; 7(1): 1-5. DOI: 10.1093/ehjcr/ytac492.
64. Tang J, Rabkin S. Hypocalcemia-Induced QT Interval Prolongation. *Cardiology [Internet]*. 2022 [citado el 30 de septiembre del 2023]; 147(2):191-195. DOI: 10.1159/000515985.
65. Reddy A. Ventricular Arrhythmia Precipitated by Severe Hypocalcaemia Secondary to Primary Hypoparathyroidism. *Case Rep Cardiol [Internet]*. 2019 [citado el 30 de septiembre del 2023]; 2019:4851073: 1-3. DOI: 10.1155/2019/4851073.
66. Aburesi F, Martelli E, Bacchini M, Nunes A, Ferreira E. Cardiac Arrest Due to Hypocalcemia. *Int J Cardiovasc Sci [Internet]*. 2021 [citado el 30 de septiembre del 2023]; 34(5Supl.1):154-157. Disponible en: <https://doi.org/10.36660/ijcs.20200034>
67. Pilia N, Severi S, Raimann J, Genovesi S, Dossel O, Kotanko P. Quantification and classification of potassium and calcium disorders with the electrocardiogram: ¿What do clinical studies, modeling, and reconstruction tell us? *APL Bioeng [Internet]*. 2020 [citado el 30 de septiembre del 2023]; 4 (4): 1-15. DOI: 10.1063/5.0018504.
68. Ping K, Bin R, Chin-Yu S, Yan C, Tee H. Diagnostic value of electrocardiogram in cardiac tamponade. *Med J Malasia [Internet]*. 2019 [citado el 01 de octubre del 2023]; 74 (1): 51-56. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30846663/>
69. Ruiz E, Ruiz M, Vela R, Ruiz R. Pericarditis Aguda. *Med fam Andal [Internet]*. 2018 [citado el 01 de octubre del 2023]; 18 (2): 186-189. Disponible en: https://www.samfyc.es/wp-content/uploads/2018/10/v18n2_10_artRevisi%C3%B3n.pdf
70. Birnbaum Y, Perez A, Nikus K. PR depression with multi lead ST elevation and ST depression in aVR: ¿Is it always acute pericarditis? *J Electrocardiol [Internet]*. 2019 [citado el 01 de octubre del 2023]; 54:13-17. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2019.01.085.

71. sarda A, Thute P. Importance of ECG in the Diagnosis of Acute Pericarditis and Myocardial Infarction: A Review Article. *Cureus* [Internet]. 2022 [citado el 02 de octubre del 2023]; 14(10): 2-5. DOI: 10.7759/cureus.30633. eCollection 2022 oct.
72. Rodevic G, Budrys P, Davidavicius G, Acute Pericarditis after Percutaneous Coronary Intervention: A Case Report. *Medicina (Kaunas)* [Internet]. 2021 [citado el 02 de octubre del 2023]; 57(5): 2-6. DOI: 10.3390/medicina57050490.
73. Sverberg E, Tvita T, Smith G. Hypothermia and cardiac electrophysiology: a systematic review of clinical and experimental data. *Cardiovasc Res* [Internet]. 2019 [citado el 03 de octubre del 2023]; 115(3): 1-5. DOI: 10.1093/cvr/cvy305.
74. Muñoz J, Prieto E, Esponosa M. Evolución de la onda J de Osborn en hipotermia grave. *Med Intensiva (Engl Ed)* [Internet]. 2023 [citado el 03 de octubre del 2023]; 47(8):482-483. DOI: 10.1016/j.medine.2022.09.007.
75. Araújo P, Nunes A, Torres S, Resende C, Diogo P, Campelo M. An abnormal electrocardiogram in a hypothermic man. *Rev Port Cardiol (Engl Ed)* [Internet]. 2023 [citado el 03 de octubre del 2023]; 40(4):307-308. DOI: 10.1016/j.repc.2019.12.012.
76. Cortese F, Paglia A, Contuzzi R, Andriani A, Truncelito L, Calculli G. The electrocardiographic changes associated with hypothermia: the Osborn wave. *Acta Cardiol* [Internet]. 2023 [citado el 03 de octubre del 2023]; 75(8): 785-786. DOI: 10.1080/00015385.2019.1669308.
77. Okada N, Matsuyama T, Morita S, Ehara N, Miyamae N, Okada Y et al. Osborn Wave Is Related to Ventricular Fibrillation and Tachycardia in Hypothermic Patients. *Circ J* [Internet]. 2020 [citado el 05 de octubre del 2023]; 84(3):445-455. DOI: 10.1253/circj. CJ-19-0856
78. Forlemu A, Sarma H, Khatib M. A Rare Case of Hypothermia-Induced ST Segment Elevation. *Cureus* [Internet]. 2021 [citado el 05 de octubre del 2023]; 13(7):1-5. DOI: 10.7759/cureus.16365
79. Dietrichs E, McGlynn K, Martín A, Burton F, Kettlewell S, Myles R. Moderate but not severe hypothermia causes pro-arrhythmic changes in cardiac electrophysiology. *Cardiovasc*

Res [Internet]. 2020 [citado el 05 de octubre del 2023]; 116(13):2081-2090. DOI: 10.1093/cvr/cvz309

80. Mililis P, Bazoukis G, Bakalkos A, Letsas K. The J-waves of hypothermia. *J Thorac Dis* [Internet]. 2018 [citado el 05 de octubre del 2023]; 10(1):529-530. DOI: 10.21037/jtd.2017.11.140

81. Su Xiao, Fan N, Yang X, Song J, Peng Q, Liu X. A Novel Electrocardiography Model for the Diagnosis of Acute Pulmonary Embolism. *Front Cardiovasc Med* [Internet]. 2022 [citado el 09 de septiembre del 2023]; 9 (1): 1-10. DOI: 10.3389/fcvm.2022.825561

82. Thomson D, Kourounis G, Trenear R, Messow C, Hrobar P, Mackay A. ECG in suspected pulmonary embolism. *Postgrad Med J* [Internet]. 2019 [citado el 07 de septiembre del 2023]; 95(1119):12-17. DOI: 10.1136/postgradmedj-2018-136178

83. Konstantinides S, Meyer G, Becattini C, Bueno H, Geersing G, Harjola V et al. Directrices ESC de 2019 para el diagnóstico y tratamiento de la embolia pulmonar aguda desarrolladas en colaboración con la Sociedad Europea de Respiración (ERS). *ESC* [Internet]. 2020 [citado el 07 de septiembre del 2023]; 41 (4): 543-603. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz405

84. Rafique Z, Hoang B, Mesbah H, Pappal R, Peacock F, Juearez-Vela R et al. Hyperkalemia and Electrocardiogram Manifestations in End-Stage Renal Disease. *Int J Environ Res Salud Pública* [Internet]. 2022 [citado el 26 de septiembre del 2023]; 19 (23): 1-11. DOI: 10.3390/ijerph192316140

85. Lin C, Chau T, Lin C, Shang H, Fang W, Lee D et al. Point-of-care artificial intelligence-enabled ECG for dyskalemia: a retrospective cohort analysis for accuracy and outcome prediction. *NPJ Dígito Med* [Internet]. 2022 [citado el 27 de septiembre del 2023]; 5(1): 1-12. DOI: 10.1038/s41746-021-00550-0

86. Chun C, Choi E, Khoo E. ECG Changes of Severe Hypokalemia. *QJM* [Internet]. 2022 [citado el 27 de septiembre del 2023]; 111 (8): 581-582. DOI: 10.1093/qjmed/hcy046.

87. Wang C, Zhang Y, Kong Q, Wu Z, Yang P, Zhu C. Development and validation of a deep learning model to screen hypokalemia from electrocardiogram in emergency patients.

Chin Med J (inglés) [Internet]. 2021 [citado el 27 de septiembre del 2023]; 134(19):2333-2339. DOI: 10.1097/CM9.0000000000001650

88. Vizcaíno G. Importancia del cálculo de la sensibilidad, la especificidad y otros parámetros estadísticos en el uso de las pruebas de diagnóstico clínico y de laboratorio. Artículos de Reflexión [Internet]. 2017 [citado el 01 de octubre del 2023]; 23 (7-8): 367. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/05/883697/importancia-calculo-sensibilidad-y-especificidad.pdf>

89. Liu Y, Lin C, Cheng C, Lin C. A Deep Learning Algorithm for Detecting Acute Pericarditis by Electrocardiogram. J Pers Med [Internet]. 2022 [citado el 02 de octubre del 2023]; 12(7): 1-15. DOI: 10.3390/jpm12071150.

90. Maeda S, Abe I, Zaizen H, Takahashi N. J-wave change during rewarming therapy for accidental hypothermia. Acute Med Surg [Internet]. 2021 [citado el 05 de octubre del 2023]; 8(1): 1-4. DOI: 10.1002/ams2.628

91. Pishdad R, Shaulov S. ECG Findings of Hypothermia Am J Med [Internet]. 2020 [citado el 06 de octubre del 2023]; 133(11): 1-3. DOI: 10.1016/j.amjmed.2020.02.053

92. Mabuza LH, Mntla PS. Generalist practitioners' self-rating and competence in electrocardiogram interpretation in South Africa. Afr J Prim Cuidado De La Salud Fam Med [Internet]. 2020 [cita el 30 de agosto 2023]; 12(1): 1-6. DOI: 10.4102/phcfm. v12i1.2421

93. Al Mousa A, Alhubail F, Almulhim M, AlBeladi B, Almulhim N, Almulhim A et al. Electrocardiogram Interpretation Competency of Medical Interns in Saudi Arabia: A Cross-Sectional Study. Cureus [Internet]. 2020 [cita el 30 de agosto 2023];15(4): 1-10. DOI: 10.7759/cureus.37557

94. Amini K, Mirzaei A, Hosseini M, Zandian H, Azizpour I, Haghi Y. Assessment of electrocardiogram interpretation competency among healthcare professionals and students of Ardabil University of Medical Sciences: a multidisciplinary study. BMC Medical Educ [Internet]. 2020 [citado el 30 de agosto 2023]; 22 (1): 1-9. DOI: 10.1186/s12909-022-03518-0

95. Aymituma E. Nivel de conocimientos sobre la interpretación del electrocardiograma en internos de medicina del Hospital Carlos Lanfranco la Hoz, Lima -2023 [Tesis de

Licenciatura de medicina y Cirugía]. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2023.

96. Soto A. Nivel de conocimiento sobre parámetros electrocardiográficos en médicos de centros de salud docente – asistenciales de Arequipa, 2021 – 2022 [Tesis de Licenciatura de medicina y Cirugía]. Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; 2022.

97. Zevallos D. Conocimiento sobre electrocardiografía en estudiantes de medicina de una Universidad privada de Lima – 2021 [Tesis de Licenciatura de medicina y Cirugía]. Lima, Perú: Universidad Privada San Juan Bautista; 2021

CAPÍTULO VII- ANEXOS

7.1. Lista de abreviaturas

ECG. Electrocardiograma

TEP. Tromboembolismo pulmonar

OMS. Organización Mundial de la Salud

IAM. Infarto agudo al miocardio

SA. Sinoauricular

AV. Auriculoventricular

TVP. Trombosis venosa profunda

V/Q. Ventilación/perfusión

PAPS. Presión arterial pulmonar sistólica

HAP. Hipertensión arterial pulmonar

RSP. Resistencia vascular pulmonar

VD. Ventrículo derecho

VI. Ventrículo izquierdo

LAP. Latidos auriculares prematuros

LVP. Latidos ventriculares prematuros

BRD. Bloqueo de rama derecha

BRI. Bloqueo rama izquierda

IA. Inteligencia artificial

AA. Aprendizaje automático

AP. Aprendizaje profundo

TAC. Tomografía axial computarizada

HTA. Hipertensión arterial

ERC. Enfermedad renal crónica

DM. Diabetes mellitus

IECA. Enzima convertidora de angiotensina

BRA. Bloqueadores de los receptores de angiotensina

IBP. Inhibidores de la bomba de protones

TVS. Taquicardia supraventricular

TV. Taquicardia ventricular

STE. Elevación generalizada del ST

PC. Paro cardíaco

RCP. Reanimación cardiopulmonar

FV. Fibrilación ventricular

Anexo 1. Clasificación de artículos consultados según nivel de evidencia

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Weekes A, Raper J, Thomas A, Lupez K, Cox C, Esener D et al / Acad Emerg Med / 2022	51	Electrocardiographic findings associated with early clinical deterioration in acute pulmonary embolism	Estudio prospectivo	2	Se incluyeron 1676 pacientes con EP que eran pacientes adultos del servicio de urgencias (18 años o más) con EP aguda confirmada por imagen diagnóstica dentro de las 12 horas posteriores a la presentación en el servicio de urgencias, esto siendo un registro de agosto del 2016 y noviembre del 2020	Se determinó prospectivamente las diferencias en las proporciones de los patrones de ECG predefinidos entre los pacientes del servicio de urgencias con EP que experimentan un deterioro clínico temprano y los que no.	Al obtener los patrones electrocardiográficos que son característicos de EP, los cuales son: taquicardia sinusal, patrón S1-Q3-T3, bloqueo de rama derecha completo o incompleto, inversión de la onda T en V ₂₋₄ . Se debe aumentar las consideraciones de la realización de un ecocardiograma de inmediato y también aumentar las preocupaciones de un manejo oportuno para evitar el deterioro clínico del paciente. La TSV fue un predictor independiente de deterioro clínico.
Islamoglu M, Dokur M, Ozdemir E, Unal O/ BMC Cardiovasc/ 2021	52	Massive pulmonary embolism presenting with hemoptysis and S1Q3T3 ECG findings	Reporte de caso	3	Es un reporte de un caso clínico de un paciente masculino de 61 años.	Mediante el reporte pretendían enfatizar los hallazgos electrocardiográficos típicos que se detectan	Con el electrocardiograma en este lograron diagnosticar BRD y onda S profunda (S1) en I; derivación, onda Q (Q3) y T negatividad

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
						con embolia pulmonar masiva junto con los Electrocardiográficos: S1Q3 y S1Q3T3 acompañados de onda T negatividad en la derivación D3 según la T negatividad prevalente.	(T3) en III; derivación, denominada (S1Q3T3), elevación del ST en aVR y T negatividad en II-III y aVF. Estos hallazgos son cruciales en términos de distinguir entre embolia pulmonar e infarto de miocardio y seleccionar tratamientos efectivos para los pacientes ingresados en el servicio de urgencias.
Kusayama T, Furusho H, Kinoshita M, Kaneko S, Usuda K, Takamura M/ Journal of Cardiology/2018	53	Characteristics of synthesized right-sided chest electrocardiograms in patients with acute pulmonary embolism	Estudio retrospectivo	2	Fue una revisión de los expedientes de 56 pacientes diagnosticados con embolia pulmonar aguda por medio de tomografía computarizada en el Hospital Central entre marzo del 2007 y julio del 2015,	Se obtuvo un ECG de 12 derivaciones del lado derecho, en reposo, en posición supina utilizando un registrador electrocardiográfico, posteriormente los datos electrocardiográficos se transfirieron a un sistema de información de diagnóstico de ECG. Todos los ECG fueron examinados por un	La presencia de una onda T negativa en un ECG de tórax sintetizado de lado derecho, particularmente en la derivación V3R, es un hallazgo nuevo y distinto que denota embolia pulmonar, para confirmar la utilidad de esta característica utilizando ECG de tórax derecho sintetizado para el diagnóstico de APE, se necesitarán más estudios con poblaciones más grandes.

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
						<p>único cardiólogo que desconocía los datos clínicos.</p> <p>Se utilizó una prueba para comprobar variables continuas entre las fases de inicio y seguimiento. Se utilizó chi-cuadrado para comparar variables categóricas.</p>	
<p>Thomson D, Kourounis G, Trenear R, Messow C, Hrobar P, Mackay A/ Postgrad Med J/2019</p>	54	ECG in suspected pulmonary embolism	Revisión sistemica	3	<p>Se incluyeron un total de 189 casos que fueron pacientes que se habían presentado como una emergencia en el hospital General en suroeste de Escocia, entre septiembre de 2012 y marzo de 2016</p>	<p>De una cohorte de 1397 pacientes con sospecha de EP, se identificaron 189 cuya angiografía pulmonar por tomografía computarizada fue positiva. Tomaron un ECG en el momento de la presentación. Se separaron en 2 grupos, los pacientes que tenían coágulos grandes que estos eran 76 y pequeños que eran 113 pacientes.</p>	<p>Como resultados el 20-25% de los pacientes tenían ECG normales, el hallazgo ECG más común fue la taquicardia sinusal.</p> <p>El patrón de tensión del VD se produjo con mayor frecuencia en pacientes que en controles, particularmente en aquellos con un gran coágulo.</p> <p>La sensibilidad para cada hallazgo individual del ECG siempre fue inferior a la especificidad y nunca superó el 31%, lo que es demasiado bajo para que el ECG se</p>

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
							<p>considere como herramienta de descarté.</p> <p>En conclusión, un ECG que muestre tensión del VD en un paciente sin aliento, sin antecedentes de enfermedad cardiorrespiratoria es altamente sugestivo de EP con una especificidad del 97,4%, el S1Q3T3 también tiene una alta especificidad para el EP, pero fue un hallazgo que se presentó muy poco en este estudio.</p>
<p>Teymouri N, Mesbah A, Shekouh D, Mohammed M, Norouzkhani N, Poudineh M et al / Am J Cardiovasc Dis /2022</p>	<p>55</p>	<p>ECG frequency changes in potassium disorders: a narrative review</p>	<p>Revisión bibliografica</p>	<p>5</p>	<p>N/A</p>	<p>Fue una revisión que resumen los estudios para correlacionar entre los trastornos del potasio y las manifestaciones del ECG, se resumió los cambios del ECG relacionados con la hiperpotasemia y la hipopotasemia. Además; Se proporcionan estudios en animales sobre los</p>	<p>La hiperpotasemia progresiva puede provocar cambios en el ECG, que incluyen onda T puntiaguda, onda P aplanada, intervalo PR prolongado, depresión del ST y duración prolongada del QRS. Además, la hipopotasemia puede estar asociada con una onda P puntiaguda, un intervalo PR prolongado, una onda U</p>

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
						cambios del ECG relacionados con la hiperpotasemia y la hipopotasemia.	prominente, una onda T poco profunda y depresión ST. De esta revisión se logró obtener que la sensibilidad de los cambios del ECG para el diagnóstico de hiperpotasemia leve es bajo, pero un nivel más elevado de potasio puede afectar aún más estas alteraciones electrocardiográficas. La onda T puntiaguda, el complejo QRS expandido y la amplitud P baja son cambios esenciales que pueden guiar al diagnóstico inmediato.
Varga C, Kálman Z, Szakall A, Drubits K, Koch M, Bánhegyi R et al/ BMC Emerg Med/ 2029	56	ECG alterations suggestive of hyperkalemia in normokalemic versus hyperkalemic patients	Estudio retrospectivo	2	Se incluyeron 305 casos clínicos de pacientes adultos ingresados al Centro de Emergencia entre el 1 de enero del 2013 al 31 de diciembre del 2013. Se eligieron al azar	Se realizaron una división de los pacientes que tenía niveles normales de potasio (170) y los que tienen niveles elevados de potasio (135), le realizaron un ECG dentro de la hora	Como resultados se identifica que las comorbilidades, como insuficiencia cardíaca, diabetes mellitus, insuficiencia hepática, sepsis, cáncer y deshidratación, también fueron significativamente más prevalentes en los

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
					170 pacientes con potasio normal y 135 pacientes con niveles moderados o graves ingresados a este centro de emergencias.	posterior a la toma de laboratorios. Del grupo hiperpotasemico, se excluyeron los pacientes con errores preanalíticos y los pacientes cuyos registros de ECG no pudieran analizar completamente, ya que al inicio eran 362 pacientes.	pacientes hiperpotasémicos, al igual que un porcentaje mayor de los hiperpotasemicos tomaron bloqueadores de los receptores de angiotensina, inhibidores de la enzima angiotensina, analgésicos no esteroides, suplementos de potasio y diuréticos (incluidas espironolactonas, amilorida) que los pacientes normopotasémicos. Como conclusiones, se describe que una minoría de pacientes con niveles normales de potasio también pueden presentar alteraciones ECG consideras típicas de hiperpotasemia, estos resultados subrayan la importancia de correlacionar los datos de laboratorio con el ECG para obtener un diagnóstico preciso antes de iniciar tratamiento.

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
							Sin embargo, dado que las alteraciones del ECG que sugieren hiperpotasemia son más frecuentes en pacientes hiperpotasémicos, cualquier cambio en el ECG atribuible a la hiperpotasemia debe llamar la atención sobre una condición potencialmente mortal.
Raffee L, Alawneh K, Ababneh M, Hijazi H, Aboozour M, Alghzawi F et al / Int J Emerg Med/2022	57	Clinical and electrocardiogram presentations of patients with high serum potassium concentrations within emergency settings: a prospective study	Cohorte propectivo	2	De este estudio 67 pacientes fueron partes de él, estos pacientes acudieron al departamento de urgencias desde julio 2019 hasta marzo del 2020 con hiperpotasemia.	Se obtuvieron los antecedentes y se realizaron investigaciones de laboratorio y ECG en el momento de la presentación y antes de iniciar el tratamiento para la hiperpotasemia. La gravedad de la hiperpotasemia se dividió en leve (5,5 a 5,9 mmol/l), moderada (6,0 a 6,4 mmol/l) y grave ($\geq 6,5$ mmol/L). Un cardiólogo y un médico de urgencias,	Los signos más frecuentes observados en los ECG y bien conocidos por los médicos fueron ondas T puntiagudas, ensanchamiento del QRS, prolongación del intervalo PR y ausencia de la onda P. Además, la hiperpotasemia puede simular un infarto agudo de miocardio con elevaciones del segmento ST. Se observó una anomalía máxima de la onda T en pacientes con hiperpotasemia grave.

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
						<p>cegados a los valores de laboratorio, el diseño del estudio y los diagnósticos de los pacientes, interpretaron los ECG y los síntomas de presentación de forma independiente para predecir la hiperpotasemia.</p>	<p>Este estudio y los hallazgos de estudios anteriores han sugerido la amplia variabilidad de las presentaciones clínicas y las anomalías del ECG entre los pacientes con hiperpotasemia. Los médicos tenían poca sensibilidad para detectar la hiperpotasemia utilizando los ECG y las presentaciones clínicas. Recomiendan correlacionar los niveles de laboratorios con los hallazgos electrocardiográficos para no pasar por desapercibidos a alguna alteración.</p>
Durfey N, Lehnhof B, Bergeson A, Durfey S, Leytin V, McAteer K/ West J Emerg Med/ 2018	58	Severe Hyperkalemia: Can the Electrocardiogram Risk Stratify for Short-term Adverse Events?	Cohorte retrospectivo	2	Se incluyeron 188 pacientes con episodios de hiperpotasemia grave de un hospital comunitario suburbano que apoyan al programa	Desarrollaron criterios de inclusión y exclusión antes de la recopilación de datos. Los casos seleccionados para su inclusión debían tener un nivel de potasio en	Este estudio respalda el uso del ECG en la estratificación del riesgo de pacientes con hiperpotasemia grave. Se encontró una mayor probabilidad de eventos adversos a corto plazo en pacientes hiperpotasémicos cuyo ECG demostró

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
					de residencia en medicina de emergencia, donde se realizó una lista de todos los pacientes adultos (edad ≥ 18 años) con niveles de potasio $\geq 6,5$ mEq/L desde el 15 de agosto de 2010 hasta el 30 de enero de 2015.	suero o plasma documentado de $\geq 6,5$ mEq/L y un ECG realizado dentro de la hora posterior a la extracción de laboratorio. Se extrajeron los datos del registro médico electrónico, incluido el registro del servicio de urgencias, el historial de admisión y el examen físico, las notas de progreso diario, el resumen del alta y el registro electrónico de administración de medicamentos. Todos los ECG fueron revisados por dos médicos de urgencias certificados y con experiencia.	prolongación del QRS, bradicardia (FC < 50) y/o ritmo de unión. Estos datos podrían usarse para crear una herramienta predictiva para identificar qué pacientes hiperpotasémicos tienen riesgo de sufrir eventos adversos según los hallazgos del ECG
Wang X, Han D, Li G/ J Int Med Res/ 2018	59	Electrocardiographic manifestations	Reporte de caso	3	Es un reporte de un caso, donde se describe el cuadro	Mediante el reporte de un caso, se quiso mostrar las	Se determinó que el desarrollo de la onda U es un

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
		in severe hypokalemia			clínico de un hombre de 57 años.	características electrocardiográficas típicas de hipopotasemia.	cambio clásico en el ECG en pacientes hipopotasemico. En pacientes con hipopotasemia también se pueden observar ondas P altas, ondas J prominentes, depresión del segmento ST, intervalo QT prolongado, contracción ventricular prematura, taquicardia ventricular y torsade de pointes. En el caso descrito el ECG mostró alteraciones típicas en las ondas T, U e intervalo QU prolongado.
Zou S, Zhang Q, Gao S, Lou M, Gan X, Liang K/ Cardiovasc J Afr/2022	60	Electrocardiogram manifestations of hyponatraemia	Reporte de caso	3	Cuadro clínico de una mujer de 50 años quien ingreso al hospital el 2 de diciembre del 2011.	Mediante el reporte de caso se mostraron las principales características electrocardiográficas de hiponatremia.	Según la observación clínica, una baja concentración de sodio extracelular puede acortar la despolarización. Como conclusión la hiponatremia grave puede inducir un paro sinusal. Varias arritmias mostradas en el ECG pueden deberse a diferentes concentraciones

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
							séricas de sodio. Es importante concienciar para prestar especial atención al ECG y electrolitos en el proceso terapéutico de un paciente con hiponatremia.
Ramakumar V, Kothari S, Seth S, Kumar S/ Representante de caso de BMJ/2021	61	Reversible complete heart block due to hypercalcaemia	Reporte de caso	3	Presentaron un caso clínico de una mujer de 65 años que acudió a urgencias.	Mediante el reporte de caso querían presentar una aparición muy rara en la hipercalcemia que es el bloqueo cardíaco completo.	En conclusión, es probable que los niveles muy altos de calcio en este paciente causaran una alteración de la conducción funcional directa que condujera a un bloqueo cardíaco completo. La presentación de este caso también llama la atención que a pesar de que tenía un bloqueo cardíaco, no mostró acortamiento del QT o anomalías de la onda J, esto porque es lo contrario descrito en informes anteriores investigados por ellos mismos.
John TJ, John K, Jansen van Rensburg R,	62	Hypercalcaemia and a short QT interval	Reporte de caso	3	Incluyeron un caso clínico de un	Mediante el reporte de este caso clínico, quería exponer la	El ECG de este paciente describe el hallazgo más común de hipercalcemia que

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Kyriakakis C/ QJM/ 2020					caballero de 33 años	presentación de una hipercalcemia con intervalo QT acortado	un intervalo QT acortado (intervalo QTC corregido de Bazzet de 345ms).
Khederlou H/ Eur Heart J Case Rep/ 2023	63	Complete heart block associated with paraneoplastic hypercalcemia: a case report	Reporte de caso	3	El reporte de caso trata de un paciente de 59 años.	La presentación de caso el objetivo era analizar el bloqueo cardíaco asociado a hipercalcemia para neoplásica.	Las complicaciones cardiovasculares de la hipercalcemia son la calcificación de las arterias coronarias o de las válvulas cardíacas, hipertensión, diversas arritmias y trastornos de la contractilidad miocárdica en niveles muy elevados de calcio. Describen que es el segundo caso reportado de bloqueo cardíaco debido a una enfermedad maligna.
Tang J, Rabkin S/Cardiology/2022	64	Hypocalcemia-Induced QT Interval Prolongation	Repoorte de caso	3	Cuadro clínico de un hombre de 87 años.	Mediante la presentación de este caso se estudió la prolongación del intervalo QT inducida por hipocalcemia	En este caso se presentaron algunos datos novedosos al demostrar un vínculo en tre la prolongación del QTc y el calcio sérico. Un acortamiento del QTc con restauración parcial del calcio sérico. La hipocalcemia no suele presentarse de forma

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
							aislada y es importante identificar la etiología de la alteración de la homeostasis del calcio, incluidas las causas hormonales, ácidobase, renales y iatrogénicas.
Reddy A/ Case Rep Cardiol /2019	65	Ventricular Arrhythmia Precipitated by Severe Hypocalcaemia Secondary to Primary Hypoparathyroidism	Reporte de caso	3	Incluyeron un caso clínico de un hombre caucásico de 20 años.	Analizaron una de las causas de arritmias ventriculares que en muchas ocasiones se pasan por alto, como lo es los trastornos electrolíticos, su identificación y tratamiento oportuno pueden conducir a la normalización del intervalo QT.	Este caso reitera la importancia de considerar las arritmias cardíacas como causa de síncope inexplicable con mioclonos y de tener un bajo índice de sospecha para considerar específicamente taquiarritmia ventricular asociada a QT largo. También demuestra firmemente la importancia de tener en cuenta las causas metabólicas de las alteraciones del ritmo cardíaco, ya que son potencialmente fácilmente tratables y reversibles.
Aburesi F, Martelli E, Bacchini M, Nunes A, Ferreira	66	Cardiac Arrest Due to Hypocalcemia	Reporte de caso	3	Es un reporte de un masculino de 59	Fue expuesto este caso debido a que el paro cardíaco por	Como conclusión la hipocalcemia no se encuentra entre las causas

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
E/ Int J Cardiovasc Sci/2021					años que sufrió un paro cardíaco	hipocalcemia es un evento poco común que carece de recomendaciones específicas en la literatura y las guías actuales.	más comunes del paro cardiorrespiratorio, se debe considerar en pacientes con antecedentes sugestivos. Las guías son importantes para establecer estándares para el manejo de los pacientes después de una PC, pero a veces es crucial ir más allá de los estándares e individualizar estrategias para cada paciente.
Pilia N, Severi S, Raimann J, Genovesi S, Dossel O, Kotanko P/ APL Bioeng / 2020	67	Quantification and classification of potassium and calcium disorders with the electrocardiogram : What do clinical studies, modeling, and reconstruction tell us?	Estudio de casos y controles	3	N/A	En esta revisión se presentan estudios clínicos seleccionados que respaldan o cuestionan el uso del ECG para el seguimiento de desequilibrios en la concentración de electrolitos. Se discutieron los estudios y se presentaron los estudios actuales que utilizan el aprendizaje automático y que	Se demostró por medio de esta revisión el potencial de los enfoques de modelo computacional para comprender mejor los mecanismos de hallazgos clínicos y como herramienta para obtener datos sintéticos para mejoras metódicas en los enfoques de seguimiento.

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
						demuestran el potencial del aprendizaje profundo.	
Ping K, Bin R, Chin-Yu S, Yan C, Tee H/ Med J Malasia /2019	68	Diagnostic value of electrocardiogram in cardiac tamponade	Casos y controles	3	Reclutaron 42 pacientes diagnosticados con taponamiento cardiaco confirmado por ecocardiografía transtorácica y 100 controles entre enero del 2011 y diciembre del 2015 en el Hospital Sultanah Aminah.	Se realizó un estudio retrospectivo de 142 pacientes, los cuales 42 de estos con diagnóstico de taponamiento cardiaco, esto para estudiar el valor diagnóstico del electrocardiograma en el taponamiento cardíaco.	Este estudio reafirmó los hallazgos de estudios previos de que la electrocardiografía no puede usarse como herramienta de detección para diagnosticar el taponamiento cardíaco debido a su baja sensibilidad. Sin embargo, con correlación clínica, la electrocardiografía es una prueba adicional valiosa para "determinar" el taponamiento cardíaco debido a su alta especificidad.
Ruiz E, Ruiz M, Vela R, Ruiz R / Med fam Andal /2018	69	Pericarditis Aguda	Revision bibliografica	5	N/A	Mediante una revisión bibliográfica lograron integrar los conceptos mas importantes de pericarditis aguda, también así analizar la sintomatología de presentación, el manejo	Entre las pruebas se encuentra el ECG, estas alteraciones electrocardiográficas que se presentan en la pericarditis aguda siguen cuatro fases, cada una de ellas las determina cada una de las

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
						correspondiente para el diagnóstico, las alteraciones del ECG y el tratamiento.	alteraciones electrocardiográficas específicas.
Birbaum Y, Perez A, Nikus K/ J Electrocardiol/ 2019	70	Nikus K. PR depression with multi lead ST elevation and ST depression in aVR: Is it always acute pericarditis?	Reporte de caso	3	Se realiza un reporte de 5 casos, los cuales eran una mujer de 47 años, tres hombres de 21, 41 años, 20 años y 56 años	Se presentó 5 pacientes con elevación difusa de ST y depresión de ST en aVR, dos de ellos tenían depresión de PR en las derivaciones inferiores y tres tenían elevación de PR en aVR. Ninguno de los pacientes presentó síntomas o signos compatibles con pericarditis aguda	Podría ser que la depresión de PR sea un fenómeno más común de lo que se aprecia actualmente y hayamos estado ignorando desviaciones menores del segmento PR, como hemos estado ignorando la desviación ST en la derivación aVR hasta hace poco.
Sarda A, Thute P/Cureus/2022	71	Importance of ECG in the Diagnosis of Acute Pericarditis and Myocardial Infarction: A Review Article.	Revisión bibliográfica	5	N/A	Mediante una revisión bibliográfica buscaron la importancia del ECG en el diagnóstico de pericarditis aguda e infarto de miocardio	La pericarditis aguda y el infarto de miocardio agudo se puede diagnosticar en el ECG. También se puede diferenciar en función de algunas alteraciones en el ECG.

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Rodevic G, Budrys P, Davidavicius G/Medicina (Kaunas)/2021	72	Acute Pericarditis after Percutaneous Coronary Intervention: A Case Report.	Reporte de caso	3	Hombre de 58 años	Se analizó el ECG de un síndrome posesión cardíaca.	La pericarditis aguda puede ocurrir como una complicación poco común de la intervención coronaria percutánea, incluso durante el día del procedimiento.
Sverberg E, Tvita T, Smith G / Cardiovasc Res /2019	73	Hypothermia and cardiac electrophysiology : a systematic review of clinical and experimental data	Revisión Sistema	2	N/A	Mediante una revisión sistemática de literatura el 27 de marzo del 2017 en la base de datos PubMed se analizó las alteraciones electrocardiográficas de la hipotermia.	El impacto de la hipotermia en la electrofisiología cardíaca depende en gran medida del grado de enfriamiento y temperatura central resultante. Un enfriamiento severo genera cambios más profundos a medida que reportado en estudios tanto clínicos como experimentales.
Muñoz J, Prieto E, Esponosa M / Med Intensiva (Engl Ed) /2023	74	Evolución de la onda J de Osborn en hipotermia grave.	Revisión de caso	3	Hombre de 80 años	Mediante la revisión de un caso se pretende determinar la evolución de la onda J de Osborn conforme la severidad de la hipotermia y recuperación.	Durante el proceso de recuperación de temperatura, la deflexión disminuyó gradualmente en voltaje y finalmente desapareció.

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Araújo P, Nunes A, Torres S, Resende C, Diogo P, Campelo M. / Rev Port Cardiol (Engl Ed)/ 2023	75	An abnormal electrocardiogram in a hypothermic man	Reporte de caso	3	Un hombre de 59 años.	Mediante la revisión de caso clínico se pretende observar las alteraciones electrocardiográficas en la hipotermia	En este cuadro clínico se reporta un hombre de 59 años encontrado caído e inconsciente durante el invierno con hipotermia (26°C) y en el electrocardiograma mostró frecuencia cardíaca de 34 lpm, bloqueo auriculoventricular completo y elevación de onda J inferolateral, sugestiva de ondas de Osborn
Cortese F, Paglia A, Contuzzi R, Andriani A, Truncelito L, Calculli G/ Acta Cardiol / 2023	76	The electrocardiographic changes associated with hypothermia: the Osborn wave	Reporte de caso	3	Un paciente de 93 años	Mediante un reporte de caso se pretende determinar los cambios asociados a la hipotermia	Se determina que las formas moderadas de hipotermia pueden producirse ritmos de unión y diversas arritmias auriculares, incluidas la fibrilación auricular. Como progresivamente aumente la gravedad de la hipotermia aumenta la irritabilidad miocárdica y pueden aparecer latidos ectópicos ventriculares hasta fibrilación ventricular refractaria. Para

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
							<p>temperaturas <24-C el riesgo de asistolia aumenta significativamente. La onda de Osborn es el signo electrocardiográfico más específico de hipotermia.</p>
Okada N, Matsuyama T, Morita S, Ehara N, Miyamae N, Okada Y et al / Circ J/ 2020	77	Osborn Wave Is Related to Ventricular Fibrillation and Tachycardia in Hypothermic Patients	Estudio de casos y controles	3	Este estudio utilizó la base de datos del registro de la Red Japonesa de Hipotermia Accidental donde se incluyeron 572 pacientes hipotérmicos	Se realizó una revisión retrospectiva de pacientes con temperatura corporal $\leq 35^{\circ}\text{C}$ que acudieron al servicio de urgencias de 12 instituciones. Se tomaron todos los datos de la historia clínica, signos vitales y el ECG de ingreso de cada paciente, todos los ECG fueron leídos e interpretados por 2 especialistas en medicina de emergencia que desconocían la temperatura corporal del paciente en el momento del registro	En los resultados se observa que todos los pacientes que desarrollaron FV/TV (n=10) tuvieron onda J en el electrocardiograma al llegar al hospital. La presencia de onda J tuvo una sensibilidad del 100%, una especificidad del 47,8% y un valor predictivo positivo. del 4,0% y un valor predictivo negativo del 100% para el desarrollo de FV/TV. La tasa de mortalidad hospitalaria fue del 22,3% en el grupo onda J y del 21,2% en el grupo no onda J. Se observó onda J en todos los pacientes hipotérmicos con FV/TV. La aparición de arritmias ventriculares es

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
						del ECG. esto también fue revisado por un cardiólogo experimentado. Se dividieron los pacientes en los que presentaban la onda J de osborn y los que no la presentaban.	muy improbable en ausencia de OW en el electrocardiograma. Aunque la presencia de OW podría usarse para predecir estas arritmias fatales en pacientes hipotérmicos, no hubo asociación entre la presencia de OW y la mortalidad hospitalaria.
Forlemu A, Sarma H, Khatib M/ Cureus /2021	78	A Rare Case of Hypothermia-Induced ST Segment Elevation	Reporte de caso	3	Una mujer de 77 años	Mediante un reporte de caso se intentó demostrar la elevación del ST inducida por hipotermia. Ya que a pesar de documentos que registran los cambios en el ST en la hipotermia a veces se sigue activando el manejo de IAM.	La revisión de caso puede ayudar a recordar a los proveedores la posibilidad de que otras causas de elevación del ST imiten STEMI. Se debe considerar la hipotermia en el diferencial de elevación del ST encontrado en el ECG. Obtener los síntomas y los hallazgos físicos que presenta el paciente, comenzando con los signos vitales, es clave para el diagnóstico y puede evitar la activación innecesaria del laboratorio de cateterismo.

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Mililis P, Bazoukis G, Bakalkos A, Letsas K / J Thorac Dis/ 2018	80	The J-waves of hypothermia	Reporte de caso	3	Hombre de 34 años	Mediante un reporte de caso se muestra las principales alteraciones electrocardiográficas presentes en pacientes con hipotermia.	En el ECG se observó que la duración del QRS fue de 100 ms, el intervalo PR se prolongó ligeramente (250 ms) y el intervalo QTc se prolongó notablemente (590 ms). Había ondas J prominentes en casi todas las derivaciones junto con anomalías difusas del segmento ST y de la onda T. Como conclusión las manifestaciones electrocardiográficas de la hipotermia pueden ayudar en el diagnóstico y tratamiento oportunos de los pacientes hipotérmicos.
Su Xiao, Fan N, Yang X, Song J, Peng Q, Liu X/ Front Cardiovasc Med / 2022	81	A Novel Electrocardiography Model for the Diagnosis of Acute Pulmonary Embolism	Estudio de casos y controles	3	Se incluyeron 327 pacientes diagnosticados con embolia pulmonar aguda y 331 pacientes como control.	Se desarrolló un nuevo sistema de puntuación que utiliza todos los cambios del ECG asociados en pacientes con embolia pulmonar, desarrollando el modelo SPPH-ECG.	El modelo SPPH-ECG combinado con la puntuación de Ginebra se puede utilizar para diagnosticar pacientes con TEP de forma rápida y precisa

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Thomson D, Kourounis G, Trenear R, Messow C, Hrobar P, Mackay A / Postgrad Med J/ 2019	82	ECG in suspected pulmonary embolism	Estudio de casos y controles	3	Es un estudio que se realizó en un hospital general del distrito en el suroeste de Escocia entre septiembre del 2012 y marzo del 2016, con una cohorte de 1397 pacientes con sospecha de TEP, quienes 189 fueron positivos para TEP.	Para cada hallazgo del ECG y cada grupo de pacientes (todos los pacientes y cada subgrupo por carga de cuagulos) se calculó la sensibilidad y la especificidad para identificar TEP.	En los resultados se reportó que el hallazgo más común en pacientes con TEP fue la taquicardia sinusal, alrededor del 70% con una gran carga de coágulos tenían bradicardia, S1Q3T3 en un 3,7%, P pulmonal (0,5%), BRD en 9,0%, las arritmias auriculares 10,1% y la rotación hacia la recha un 20,1%. En conclusión, un ECG que muestra tensión del VD en un paciente sin aliento sin antecedentes de enfermedad cardiorrespiratoria es altamente sugestivo de EP con una especificidad del 97,4% para una gran carga de coágulos.
Rafique Z, Hoang B, Mesbah H, Pappal R, Peacock F, Juearez-Vela R et al/ Int J Environ Res Salud Pública/ 2022	84	Hyperkalemia and Electrocardiogram Manifestations in End-Stage Renal Disease	Estudio de casos y controles	3	Se realizó un análisis de datos completos de 96 pacientes entre abril del 2012 y diciembre del 2014.	Se realizó una revisión retrospectiva de las historias clínicas de pacientes del departamento de emergencias mediante	Se analizaron 476 ECG y encontramos que una duración de QRS de 120 ms o más era el factor más predictivo de hiperpotasemia y en la relación T/R, el intervalo PR

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
						la consulta de registros médicos electrónicos. Se generaron análisis ROC con sensibilidades, especificidades y valores predictivos positivos y negativos calculados utilizando umbrales de corte de 0,75 para la relación entre las ondas T y las ondas R, 200 ms para el intervalo PR y 120 ms para la duración del QRS, donde la hiperpotasemia era mayor. Definido como Hiperpotasemia cuando los valores eran $\geq 5,3$ mEq/L.	y la duración del QRS tuvieron malas correlaciones con el potasio sérico y, por lo tanto, carecieron de sensibilidad suficiente para excluir la posibilidad de hiperpotasemia.
Lin C, Chau T, Lin C, Shang H, Fang W, Lee D et al/ NPJ Dígitto Med / 2022	85	Point-of-care artificial intelligence-enabled ECG for dyskalemia: a retrospective cohort analysis for accuracy and	Estudio de casos y controles	3	Este estudio fue realizado en 2 hospitales desde mayo del 2020 hasta diciembre 2029 con un total	Es un estudio de más de 1,5 años realizado mediante técnica de inteligencia artificial en tiempo real para determinar la precisión	Este estudio validó la precisión del ECG para diagnosticar hiperpotasemia o hipopotasemia moderada a grave.

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
		outcome prediction			de participantes de 26,499.	clínica del ECG para la hiper o hipopotasemia.	
Chun C, Choi E, Khoo E / QJM/ 2022	86	ECG Changes of Severe Hypokalemia	Reporte de caso	3	Mujer de 39 años	Mediante el reporte de caso se analizó las alteraciones electrocardiográficas de la hipopotasemia, así también explicando la electrofisiología alterada.	Ha habido informes de casos raros de hipopotasemia que causa depresiones y elevaciones del segmento ST que imiten la isquemia cardiaca como la es en este caso clínico. Este reporte ilustra la importancia de reconocer la hipopotasemia como causa de cambios en el ECG
Wang C, Zhang Y, Kong Q, Wu Z, Yang P, Zhu C/ Chin Med J/2021	87	Development and validation of a deep learning model to screen hypokalemia from electrocardiogram in emergency patients	Cohortes retrospectivas	2	Se utilizaron un total de 9908 datos de ECG de pacientes de emergencia que ingresaron en el segundo hospital afiliado de la Universidad de Nanchang, Jiangxi, China desde septiembre del 2017 hasta octubre del 2020.	En este estudio se creó un modelo de aprendizaje profundo, el marco tenía 11 capas de redes neuronales convolucionales para detectar hipopotasemia por medio del ECG, esto para evaluar el desempeño del ECG en el diagnóstico de hipopotasemia.	El DLM muestra un buen rendimiento en la detección de hipopotasemia utilizando ECG de 12 derivaciones y puede proporcionar capacidades de detección de potasio sérico más rápidas y capacidades de detección dinámica para pacientes de emergencia que los métodos actuales.

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Liu Y, Lin C, Cheng C, Lin C/ J Pers Med/ 2022	89	A Deep Learning Algorithm for Detecting Acute Pericarditis by Electrocardiogram	Cohorte retrospectiva	2	Se incluyeron 128 ECG de pacientes con pericarditis aguda, 66. 633 ECG de pacientes que visitaron urgencias entre 2010 y 2020. Además, se incluyeron los casos de pacientes sin pericarditis.	Se realizó una comparación de los ECG de pacientes con pericarditis que asistieron al servicio de urgencias durante 10 años con los ECG de pacientes sin pericarditis. Se realizaron pruebas en sujetos sanos y en sujetos con pericarditis, para determinar cambios en los ECG	En la competencia hombre-máquina en la muestra de rendimiento del modelo de aprendizaje profundo en los tres subconjuntos, el área bajo la curva para detectar pericarditis es de 0,943, con una sensibilidad de 76,5% y una especificidad del 100%. La pericarditis-DLM superó el rendimiento de todos los expertos humanos participantes los algoritmos basados en características tradiciones de ECG en la competencia hombre-máquina, esto demuestra que el algoritmo mejorado con IA puede ser una herramienta poderosa para ayudar a los médicos en la detección temprana y descartar STEMI mediante ECG.
Maeda S, Abe I, Zaizen H, Takahashi N/ Acute Med Surg/2021	90	J-wave change during rewarming therapy for	Reporte de caso	3	Una mujer de 68 años	Mediante un reporte de caso se muestra cambios en la J.	Este estudio describió los cambios detallados y seriados en la amplitud y morfología de la onda J.

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
		accidental hypothermia					
Pishdad R, Shaulov S/ Am J Med/2020	91	ECG Findings of Hypothermia	Reporte de caso	3	Mujer de 38 años.	Mediante un reporte de caso se muestran los hallazgos ECG	El ECG es útil, sin embargo, para el diagnóstico se debe correlacionar con la clínica para mejorar ese diagnóstico, también se puede asociar a los laboratorios.
Mabuza LH, Mntla PS / Afr J Prim Cuidado De La Salud Fam Med/2020	92	Generalist practitioners' self-rating and competence in electrocardiogram interpretation in South Africa	Estudio transversal	4	Se incluyeron 93 médicos.	Se utilizó un cuestionario autoadministrados que contenía 220 trazados de ECG. Los trazados se clasificaron en parámetros primarios de ECG, emergencias de ECG y anomalías comunes de ECG. La competencia se determinó por el número de trazados de ECG interpretados correctamente por el médico Generalista.	Como conclusión los médicos generalistas tenían poca competencia en la interpretación del ECG, independientemente del número de años en la práctica. Su mala autoevaluación se correspondía con el número de respuestas correctas que proporcionaban. Existe una necesidad de educación continua en interpretación de ECG.

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Al Mousa A, Alhubail F, Almulhim M, AlBeladi B, Almulhim N, Almulhim A et al / Cureus/2020	93	Electrocardiogram Interpretation Competency of Medical Interns in Saudi Arabia: A Cross-Sectional Study	Estudio transversal	4	Se incluyeron 373 médicos pasantes de 15 facultades de medicina de Arabia Saudita. Entre el 11 junio del 2022 y 3 de noviembre del 2022.	Se distribuyó una encuesta electrónica de Google Form a través de las redes sociales para evaluar el nivel de competencia del médico interno en la interpretación de anomalías comunes del ECG y para explorar las limitaciones y facilidades para desarrollar habilidades adecuadas de interpretación del ECG. La	En conclusión, la mayoría de los participantes mostraron un desempeño insatisfactorio en la interpretación del ECG. A pesar de haber completado cursos avanzados de soporte vital cardíaco, su rendimiento general no mejoró significativamente. La mayoría de ellos creía que sus universidades no los capacitaban adecuadamente para leer ECG. Por tanto, la mayoría piensa que la formación basada en casos es una estrategia clave para mejorar sus habilidades de interpretación del ECG.
Amini K, Mirzaei A, Hosseini M, Zandian H, Azizpour I, Haghi Y/ BMC Medical Educ/2020	94	Assessment of electrocardiogram interpretation competency among healthcare professionals and students of Ardabil	Estudio transversal	4	Este estudio transversal incluyó 323 miembros del personal y estudiantes de la Universidad de Ciencias Médicas de Ardabil. Los datos se	El instrumento de recolección de datos en este estudio fue un cuestionario que consta de dos partes. La primera parte incluyó información demográfica y	En los hallazgos mostraron que el nivel de competencia de interpretación de electrocardiogramas de los participantes era bajo. Por lo tanto, se recomienda una formación y educación regulares y estándar. Además, los administradores

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
		University of Medical Sciences: a multidisciplinary study			recopilaron aleatoriamente de noviembre a enero del 2022	profesional de los estudiantes y profesionales de la salud, incluyendo nivel educativo, edad, sexo, cargo, experiencia laboral e historial de prácticas en centros médicos y servicios de emergencia hospitalarios, participación en cursos de interpretación de ECG, última interpretación de ECG. fecha del curso, método de capacitación de ECG utilizado en los cursos y duración del curso de interpretación de ECG. La segunda parte consistió en un cuestionario específico de opción múltiple sobre competencia en interpretación de ECG, que incluía 12 ítems	y educadores del sistema de salud deberían considerar el papel de la autoevaluación positiva y la exposición a la interpretación del ECG para mejorar la competencia del personal y de los estudiantes para interpretar el ECG.

Autor/Abrev. revista/Año	Ref	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
						desarrollado por Coll-Badell et al. en España para medir la competencia de interpretación de ECG del personal sanitario.	
Aymituma E/ Tesis de Licenciatura de medicina y Cirugía/2023	95	Nivel de conocimientos sobre la interpretación del electrocardiograma en internos de medicina del Hospital Carlos Lanfranco la Hoz, Lima	Estudio transversal	4	Estuvo conformada por los internos de medicina del “hospital Carlos Lanfranco la Hoz, un hospital de nivel II-2” del “distrito de Puente de Piedra, Lima, Perú	La técnica utilizada fue una encuesta virtual, recolectando datos mediante un cuestionario sobre los conocimientos y lectura del electrocardiograma dirigido a internos de medicina del año 2023 perteneciente al “Hospital Carlos Lanfranco la Hoz”.	Como conclusiones, Más de las dos terceras partes de los internos (77.5%) del hospital Carlos Lanfranco la Hoz del año 2023 tuvieron un nivel medio-bajo de conocimientos sobre la interpretación del electrocardiograma, siendo más frecuentes los internos procedentes de universidades privadas y la mitad de los internos tenían más de 27 años.

