

**Desempeño del algoritmo de extremidades entre no expertos para taquicardias de  
complejo ancho**

Luz Daniela Gómez Suta

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de Ciencias de la Salud

Especialización en Medicina Interna

PhD. José William Martínez (director metodológico)

MSc. Alex Arnulfo Rivera Toquica (director temático)

Pereira, Colombia

2023

**Desempeño del algoritmo de extremidades entre no expertos para taquicardias de  
complejo ancho**

Luz Daniela Gómez Suta.

Proyecto de grado para optar por el título de:  
Especialista en Medicina Interna

Asesores:

PhD. José William Martínez (director metodológico)

Médico, Doctor en Epidemiología Clínica, Docente Universidad Tecnológica de  
Pereira

MSc. Alex Arnulfo Rivera Toquica (director temático)

Médico especialista en Medicina Interna y Cardiología, Magíster en Epidemiología,  
Docente Universidad Tecnológica de Pereira

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de Ciencias de la Salud

Especialización en Medicina Interna

2023

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Dirección del programa

---

Asesor metodológico

---

Asesor temático

---

Jurado

---

Jurado

Pereira, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023

## Tabla de contenido:

1.	Abreviaturas .....	7
2.	Introducción .....	9
3.	Planteamiento del problema y justificación .....	10
4.	Marco teórico .....	12
4.1.	Marco de referencia.....	12
4.2.	Marco legal y bioético .....	29
5.	Objetivos .....	31
5.1.	Objetivo general .....	31
5.2.	Objetivo específico.....	31
6.	Metodología .....	32
6.1.	Diseño del estudio: .....	32
6.2.	Selección de electrocardiogramas: .....	32
6.3.	Selección de intérpretes:.....	33
6.4.	Sesgos .....	34
6.5.	Población .....	35
6.6.	Variables.....	35
6.7.	Análisis estadístico .....	37

7.	Resultados .....	38
7.1.	Análisis univariado:.....	38
7.1.1.	Características de trazados electrocardiográficos: .....	38
7.1.2.	Características de lectores: .....	39
7.1.3.	Replicabilidad: .....	41
7.1.4.	Análisis multivariante de componentes principales: .....	41
7.2.	Análisis bivariado.....	42
7.2.1.	Desempeño diagnóstico: .....	42
7.2.2.	Desempeño diagnóstico analizado por subgrupos: .....	42
8.	Discusión.....	44
9.	Aspectos bioéticos.....	50
10.	Conclusiones .....	51
11.	Limitaciones.....	52
12.	Recomendaciones.....	53
13.	Referencias:.....	54
14.	Apéndice .....	57
14.1.	Taller: Inducción a la aplicación del algoritmo de extremidades para identificar el origen de las taquicardias de complejo ancho. ....	57
14.2.	Certificados de avales de bioética.....	63



## 1. Abreviaturas

AHA: American Heart Association.

AV: Auriculoventricular.

BRD: Bloqueo de rama derecha del haz de His.

BRI: Bloqueo de rama izquierda del haz de His.

CDI: Cardiodesfibrilador implantable.

Cols: Colaboradores.

E: Especificidad.

ECG: Electrocardiograma.

FA: Fibrilación auricular.

FC: Frecuencia cardiaca.

HC: Historia clínica.

lpm: Latidos por minuto.

LR: Likelihood ratio (Razón de verosimilitud).

mm/mV: Milímetro sobre milivoltio.

NA: No aplica.

RWPT: R-wave peak time at DII (Tiempo pico de la onda R en DII).

S: Sensibilidad.

TSV: Taquicardia supraventricular.

TV: Taquicardia ventricular.

UCI: Unidad de cuidados intensivos.

UCIN: Unidad de cuidados intermedios.

VPN: Valor predictivo negativo.

VPP: Valor predictivo positivo.



## 2. Introducción

Las taquicardias de complejo ancho son un grupo de arritmias caracterizadas por tener QRS ancho y ser potencialmente fatales si no se tratan de forma adecuada, es por eso que se deben reconocer y tratar de forma oportuna (1). El tratamiento inmediato y a largo plazo de las taquicardias de este tipo depende del su origen, y el médico debe reconocer de forma eficiente y rápida si se trata de una taquicardia de origen ventricular o supraventricular ya que el diagnóstico erróneo impacta desde el punto de vista terapéutico y pronóstico (2).

Determinar el origen de las taquicardias de complejo ancho es difícil porque las herramientas disponibles: historia clínica, examen físico y algoritmos diagnósticos con base en electrocardiograma (ECG) tienen un bajo rendimiento. Los algoritmos electrocardiográficos tienen un índice de error aproximado de 25% por lo que se sigue trabajando en métodos diagnósticos más eficientes (3). El problema aumenta más al valorar la eficacia de estos algoritmos cuando se aplican en la vida real por personal no experto (4).

Se realizó un estudio observacional transversal donde se comparó el desempeño diagnóstico en términos de exactitud, sensibilidad, especificidad, valores predictivos, razón de verosimilitud (LR) y replicabilidad de una metodología diagnóstica para taquicardias de complejo ancho en médicos no cardiólogos.

### **3. Planteamiento del problema y justificación**

Las taquicardias de complejo ancho son un grupo de arritmias que llevan al colapso y requieren una rápida identificación e intervención (2); estas pueden ser de origen supraventricular o ventricular, aun así la diferenciación es un reto hasta para expertos en el tema dado que los algoritmos disponibles (Brugada, Vereckei, derivaciones precordiales, derivaciones de extremidades, RWPT, entre otros) requieren un cuidadoso análisis del ECG y dependen del observador y su experticia en la interpretación del ECG (3, 5-7).

Las limitaciones técnicas a la hora de diferenciar entre taquicardias de complejo ancho de origen supraventricular y de origen ventricular, han llevado a que en casos de extrema urgencia como el paro cardiopulmonar, la American Heart Association (AHA) recomiende no hacer una diferenciación y se trate como de origen ventricular (8), aun cuando existe una terapia inmediata y a largo plazo para cada una de estas que impactan en los desenlaces clínicos y pronósticos (9).

Desde mediados del siglo pasado, se ha identificado morfologías en el ECG que pueden ayudar a diferenciar cada una de estas arritmias y se basan en hallazgos comparativos de trazados electrocardiográficos recolectados durante estudios electrofisiológicos, bajo condiciones controladas y sin tener en cuenta las condiciones clínicas de los sujetos (10); a partir de estos hallazgos, se desarrollaron algoritmos diagnósticos validados bajo condiciones óptimas (5, 6, 11).

May y Col, desarrollaron un estudio donde se evidenció que al realizar la diferenciación entre taquicardias de origen supraventricular o ventricular usando el algoritmo de Brugada y Vereckei por personal no cardiólogo había limitaciones lo que llevaba a la disminución del desempeño diagnóstico, alta probabilidad de errar el diagnóstico y una amplia variabilidad

interobservador (4), que era algo similar a lo descrito por Szelényi y Baxi previamente (12, 13).

En 2020, Chen Q y cols, desarrollaron un algoritmo sencillo con base al análisis de las derivaciones de extremidades con resultados diagnósticos superiores a los algoritmos previos (3); por lo que se crea la hipótesis de que este último tendrá mejor rendimiento al ser aplicado por personal no cardiólogo.

Se midió el rendimiento diagnóstico del algoritmo de las extremidades en personal no cardiólogo, comparado con el diagnóstico electrofisiológico para diferenciar entre origen supraventricular y ventricular de las taquicardias de complejo ancho, por lo que se plantea la siguiente pregunta de investigación **¿Cuál es el desempeño diagnóstico en la práctica clínica del algoritmo de derivaciones las de extremidades al ser aplicado por personal no cardiólogo para determinar el origen de las taquicardias de complejo ancho?**

## 4. Marco teórico

### 4.1. Marco de referencia

#### Taquicardias de complejo ancho:

##### Definiciones:

Se denominan taquicardias de complejo ancho a un grupo de arritmias de diferentes orígenes que tiene como patrón común una frecuencia cardiaca mayor de 100 latidos por minuto y la presencia de complejo QRS con una duración igual o mayor a 0.12 segundos (14).

La etiología de las taquicardias de complejo ancho depende del origen anatómico de la misma. De este modo, se clasifican de acuerdo con el origen como (2) (1) (15) (14):

Origen ventricular: Presencia de 3 latidos consecutivos que se originan en los ventrículos independiente de la conducción atrial o del nodo atrioventricular (AV) con las siguientes posibilidades:

- Taquicardia ventricular monomórfica o unifocal (cuando la morfología de QRS no cambia en un trazado).
- Taquicardia ventricular polimórfica o multifocal (cuando la morfología de QRS varía en un trazado).
- Ritmo ventricular acelerado.

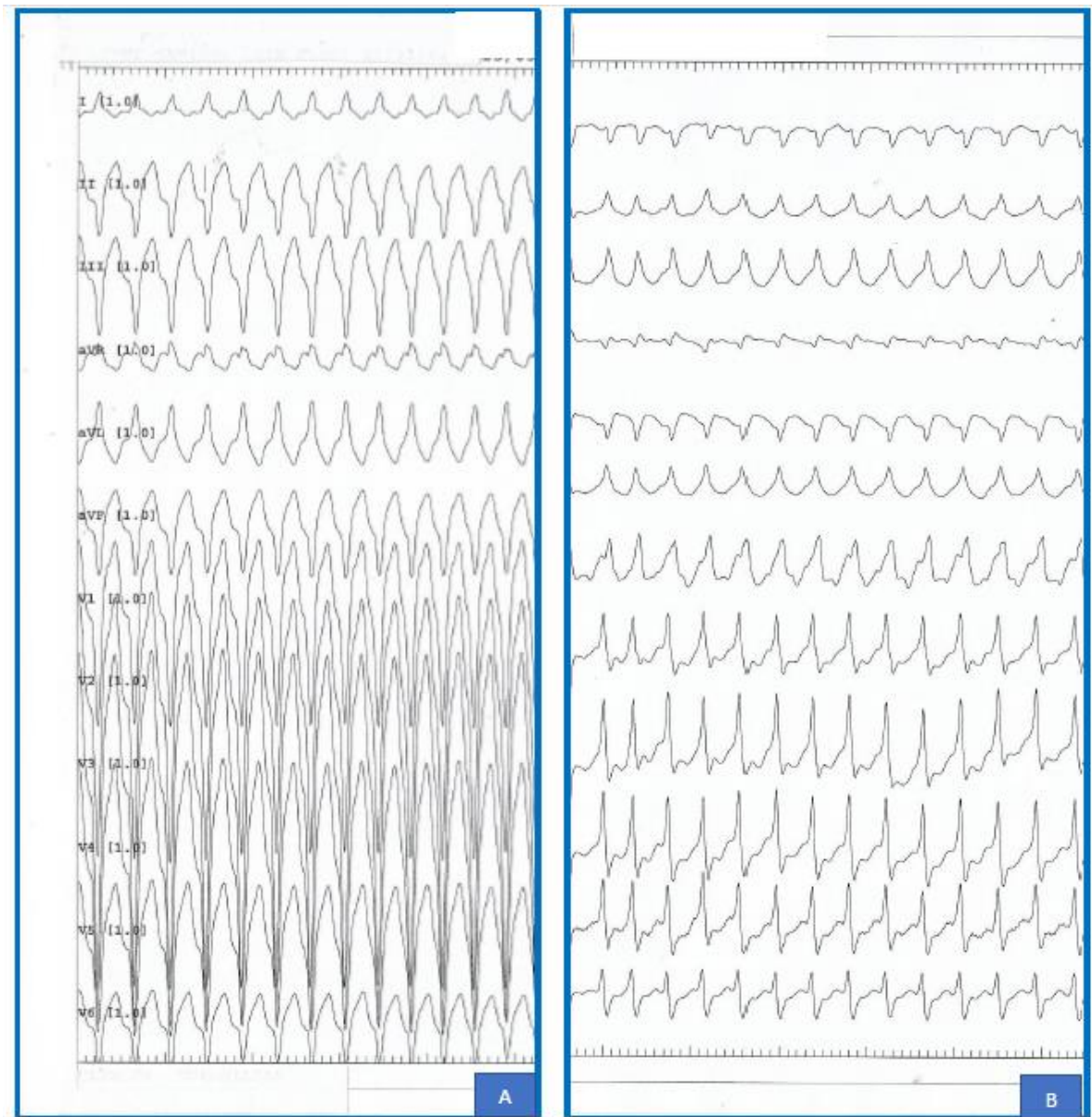
Origen supraventricular: Presencia de 3 latidos consecutivos de origen supraventricular que se transmiten a los ventrículos y que por diferentes mecanismos como vías aberrantes o efectos tóxicos hacen que el complejo QRS se ensanche (16), con las siguientes posibilidades:

- Taquicardia supraventricular con bloqueo de rama preexistente: Relacionada con bloqueo de rama derecha (BRD) o izquierda (BRI).
- Taquicardia supraventricular que se propaga a través de una vía accesoria con conducción antidrómica.
- Taquiarritmia coincidiendo con QRS ancho de origen tóxico o metabólico:
  - Medicamentos: Digital, antidepresivos tricíclicos, litio, cocaína, difenhidramina.
  - Agentes bloqueadores de canales de sodio.
  - Hiperpotasemia.

Taquicardia mediada por marcapasos: Correspondiente con un ritmo de marcapasos, con un artefacto muy pequeño que pasa desapercibido (14).

Adicionalmente las taquicardias ventriculares se clasifican en sostenidas o no sostenidas de acuerdo con una duración mayor o menor de 30 segundos y si requieren o no intervención para control, respectivamente (15).

La figura 1 muestra ejemplos de taquicardias de complejo ancho de diferente origen, donde a simple vista son similares.



**Figura 1.** Trazados de taquicardias de complejo ancho de acuerdo con el origen. (A) Taquicardia supraventricular (TSV) que conduce a través de vía accesoria lateral izquierda, (B) Taquicardia ventricular (TV) monofocal.

Fisiopatología:

La presencia de un QRS ancho, esencialmente quiere decir que la despolarización ventricular es anormalmente lenta; de este modo, el impulso puede originarse en el atrio y propagarse a través de una vía anómala a los ventrículos, o puede originarse en el ventrículo (por fuera del

sistema de activación) y directamente estimular el miocardio. En la tabla 1 se enumeran las causas de complejo QRS ancho.

<b>Tabla 1. Causas QRS ancho</b>		
<b>Supraventricular</b>		<b>Ventricular</b>
<b>Disfunción del sistema his Purkinje</b>		Impulso generado en tejido ventricular con propagación del impulso sin ponerse en contacto con el sistema de conducción.
Mecanismo	Daño físico de las estructuras o daño fisiológico	
Causa	Bloqueo de rama preexistente	
	Aberrancia relacionada con la frecuencia	
	Retraso de causa metabólica: Trastorno de electrolitos, tóxicos y medicamentos	
<b>Vía aberrante</b>		
Causa	Síndromes de preexcitación siendo el más frecuente el síndrome de Wolf Parkinson White	

Referencia (17).

Adicional a la presencia de QRS ancho, el estímulo de la taquicardia ha sido definido. Por un lado, la preexcitación en los casos de vía accesorio, taquicardia sinusal o fibrilación auricular en los casos de una vía aberrante y el desarrollo de una taquicardia por reentrada nodal AV con propagación antidrómica, explican la TSV. Por el otro lado el impulso que desencadena el estado de taquicardia en TV es un complejo ventricular prematuro, una taquicardia ventricular monomórfica sostenida o polimórfica y finalmente una fibrilación ventricular en un corazón que usualmente está enfermo (17).

#### Epidemiología:

Las taquicardias de complejo ancho, tiene el potencial de desencadenar muerte súbita cuando el origen está en los ventrículos. La muerte súbita es la causa de 50% de las muertes

cardiovasculares y es la primera manifestación de una enfermedad cardiovascular en 50% de los casos (15).

En cuanto a frecuencia de presentación, la TV corresponde al 80% de los casos y la TSV es el 15-20% de los casos de taquicardias de complejo ancho (12); se desconoce datos epidemiológicos de la presentación de taquicardias de complejo ancho en la población general, pero la frecuencia de presentación de TV es de 0,05% en urgencias, de 2% en la unidad de cuidados intensivos (UCI) general y de 7% en la UCI cardiovascular respectivamente (18) (19) (20). No se disponen datos regionales dado lo infrecuente que es esta condición.

#### Diagnóstico, un reto en la práctica clínica:

La determinación del origen de las taquicardias de complejo ancho se hace principalmente con base a hallazgos electrocardiográficos; aun así, hay datos de la historia clínica y examen físico que orientan el diagnóstico sin ser patognomónicos de ninguna de estas (1) (12), como por ejemplo:

- Datos de filiación como género masculino y mayor edad se relacionan con mayor enfermedad cardiovascular y pueden orientar a un origen ventricular de la arritmia (15).
- Antecedentes como enfermedad cardiaca isquémica es frecuente en casos de TV y el uso de antiarrítmicos, trastorno de electrolitos y cardiomiopatía avanzada son usuales en TSV (14).



- La presentación clínica de inestabilidad no es única en casos de TV, así como la presentación con estabilidad hemodinámica puede ser vista en ambos escenarios y una frecuencia cardíaca baja (<150 lpm) es más usual en TV.
- Signos al examen físico como ritmo arrítmico y onda A de cañón son usuales en caso de TSV.

De acuerdo con esto, es vital la interpretación del ECG para determinar el origen de las taquicardias de complejo ancho (15), actualmente se cuenta con algoritmos diagnósticos denominados manuales y otros en desarrollo de tipo automatizado para este fin (2). Aun así, no hay método estandarizado por lo que es un tema en investigación.

A través de los años se han identificado patrones en el ECG que posteriormente fueron incluidos en algoritmos con el objetivo de mejorar el rendimiento diagnóstico y que es lo que se usa en el ambiente clínico (14). Sin embargo, los resultados difieren de lo que ocurre en la vida real donde el rendimiento de estos es menor a lo reportado en los estudios que los avalan (4).

La tabla 2 resume los resultados de los principales estudios a lo largo del tiempo en lo relacionado a la diferenciación del origen supraventricular o ventricular de las taquicardias de complejo ancho.

<b>Tabla 2. Evolución de criterios manuales para diferenciar cambios en ECG de taquicardias de complejo ancho</b>				
<b>Hallazgos aislados en ECG</b>				
<b>Investigador</b>	<b>Tipo de ECG</b>	<b>Método</b>	<b>Hallazgo</b>	<b>Efecto</b>
<b>Marriott y col (1965) (21)</b>	100 trazados en V1 de BRD y extrasístoles ventriculares	Análisis retrospectivo	Morfología de BRD en V1	Patrón monofásico en origen ventricular

				(92% de los casos).
<b>Wellens y col (1987)</b> (10)	62 registros TV y 60 registros de TSV (Exclusión de Flutter, FA haz aberrante)	Análisis retrospectivo de patrones de ECG en laboratorio de cateterización	FC	170-200 en TSV (P 0.005), 130-170 TV.
			Disociación AV	Hallazgo en 50% de los casos de TV.
			Regularidad RR	Compatible con TV.
			Ancho QRS	> 0.14 ms en 70% de TV y 0.12 ms TSV (P 0.05).
			Eje eléctrico	Eje izquierdo en TV (P 0.001).
			Morfología QRS en V1 - V6 BRD	Monofásico en V1 por TV, si es trifásico no se puede descartar ninguna de las 2
<b>Akhtar y col (1988)</b> (22)	150 registros de taquicardia de complejo ancho	Análisis retrospectivo comparando resultados de estudios de electrofisiología	Disociación AV	24% de TV
			Ancho QRS	>0.16 s en TV y >0.12 s en TSV,
			Eje eléctrico izquierdo	Entre (-90) - (-180) grados en casos de TV
<b>Dongas y col (1985)</b> (23)	12 casos de BRD	Análisis retrospectivo de estudios de electrofisiología	Comparación con ECG base	Identificación de patrón idéntico al de base durante episodio de taquicardia es indicativo de origen supraventricular (S y E 90%)
<b>Algoritmos</b>				

<b>Brugada (1991)</b> (5)	Análisis de 236 taquicardias de complejo ancho	Aplicación de criterios por observadores, comparando resultados con estudios de electrofisiología en 554 ECG	Figura 1	S 98% y E 96% Mala clasificación 2%
<b>Griffith (1994)</b> (24)	Análisis de 122 taquicardias de complejo ancho	Aplicación de criterios, comparando resultados con estudios de electrofisiología	Conocimiento de morfología de bloqueos y aplicación	S 90-91% y E 67-85%
<b>Vereckei (2008)</b> (6)	Análisis de 483 taquicardias de complejo ancho	Aplicación de criterios manuales y comparación con criterios de Brugada por observadores	Figura 2	Exactitud 91.5%, S 96,5%, E 98,2% (p=0.001).
<b>Método de único paso - Pava y cols (2010)</b> (25)	Análisis de 208 taquicardias de complejo ancho	Medición de tiempo pico de la onda R (RWPT) por 2 cardiólogos, comparado con estudio electrofisiológico	Figura 3	S 93%, E 99%, coeficiente kappa 0.86
<b>Jastrzebski y cols (2018)</b> (26)	Aplicación de criterios en 670 trazados de pacientes iban a ser llevados a procedimiento de ablación de vía accesoria	Diferenciación de TV con TSV por preexcitación comparado con Brugada	Algoritmo de Brugada	Alta especificidad de puntaje Steurer y de puntaje de TV comparado con Brugada.
<b>Pachon y cols (2019)</b> (27)	Análisis de 352 taquicardias	Comparación con ECG de base y aplicación de	Análisis posterior a corrección de taquicardia para	VPP 100% al comparar entre trazado con taquicardia de

	de complejo ancho	algoritmo de puntaje	tomar decisiones a largo plazo	complejo ancho y el de base.
<b>Algoritmo de derivaciones de las extremidades, Chen Q (2020) (3)</b>	Análisis de 528 taquicardias de complejo ancho	Comparación de algoritmo de extremidades por electrofisiólogos con Brugada, Vereckei y confirmación electrofisiológica	Figura 3	Exactitud 88,1%, S 87,2%, E 90,8%, coeficiente kappa 0.98.

Resumen de hallazgos electrocardiográficos que ayudan a diferenciar el origen de las taquicardias de complejo ancho.

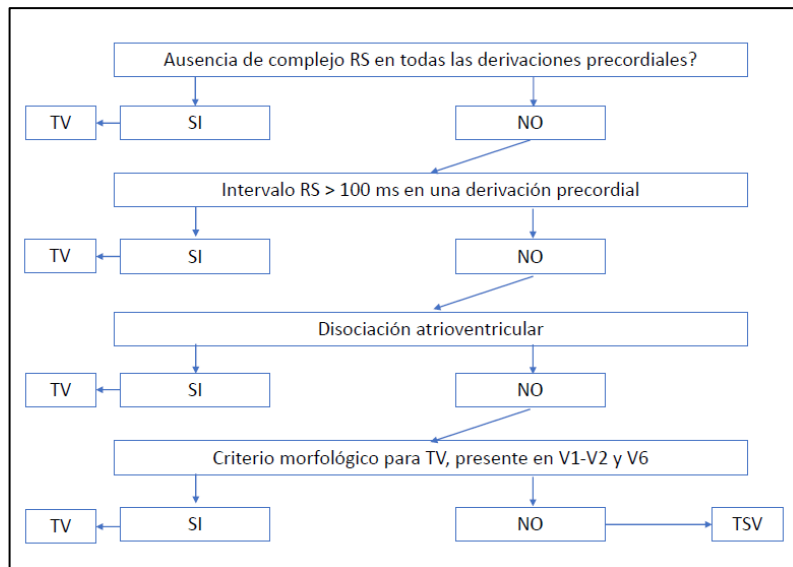
Abreviaturas: AV auriculo ventricular, BRD bloqueo de rama derecha, E especificidad, ECG electrocardiograma, FC frecuencia cardiaca, FA fibrilación auricular, S sensibilidad, TSV taquicardia supraventricular, TV taquicardia ventricular, VPP valor predictivo positivo.

Desde los primeros estudios observacionales, se identificaron cambios aislados en los trazados electrocardiográficos que eran compatibles con taquicardias de origen supraventricular o ventricular en casos de taquicardia de complejo ancho (21) (10) (22) (23).

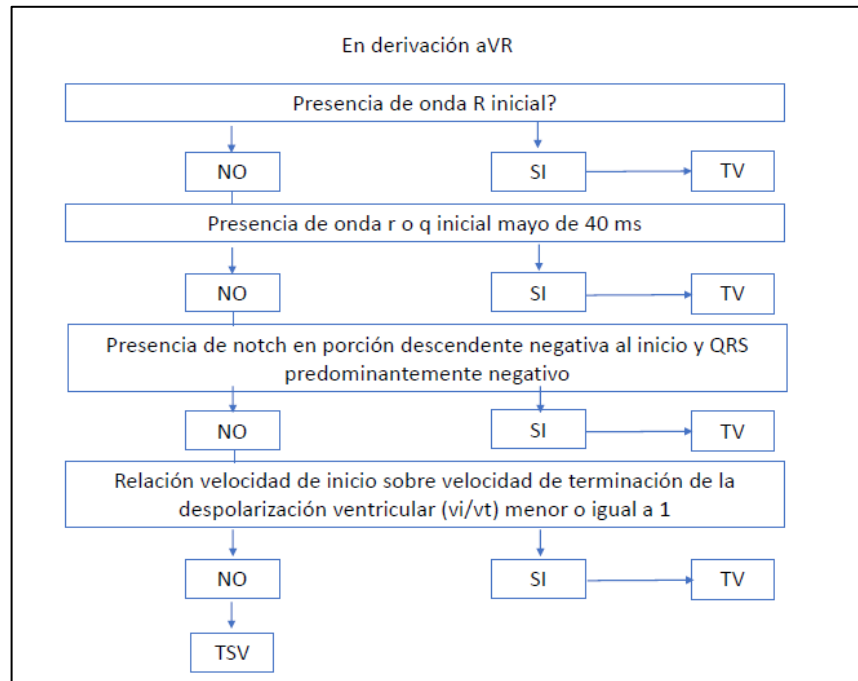
Aun así, estos mismos estudios concluían que un solo hallazgo no era suficiente y por esto se debían aplicar todos estos juntos para lograr mejorar el rendimiento a la hora del diagnóstico (22).

Se desarrollaron entonces algoritmos diagnósticos que incluían dichos hallazgos de modo tal que el primer algoritmo, de Brugada, en el cual se interpretaron 554 trazados de ECG por observadores (no se especifica el tipo de observador) teniendo como comparador el resultado del estudio electrofisiológico, reporta una exactitud diagnóstica del 98%, sensibilidad del 98% y especificidad del 96% (Figura 2) (5). Posteriormente, Griffin y colaboradores, proponen un algoritmo basado en la presencia de morfología de bloqueo de rama con sensibilidad de 90% y especificidad variable dependiente del observador (24).

En el año 2008, Vereckei y colaboradores publicaron un algoritmo con base a una sola derivación (aVR), considerada mejor en comparación a algoritmos previos (Brugada) y más sencilla de aplicar en escenarios de emergencia; los investigadores contaron con 482 trazados de ECG que fueron interpretados por los mismo investigadores, teniendo como comparador el resultado del estudio electrofisiológico y la aplicación del algoritmo de Brugada, con reporte de exactitud diagnóstica del 91.5%, sensibilidad del 96,5% y especificidad del 98,2% (p 0.001). Este algoritmo, incluye la medición de la relación velocidad de inicio sobre velocidad de terminación de la despolarización ventricular ( $v_i/v_t$ ) menor o igual a 1 para hacer el diagnóstico de TV (Figura 3) (6).

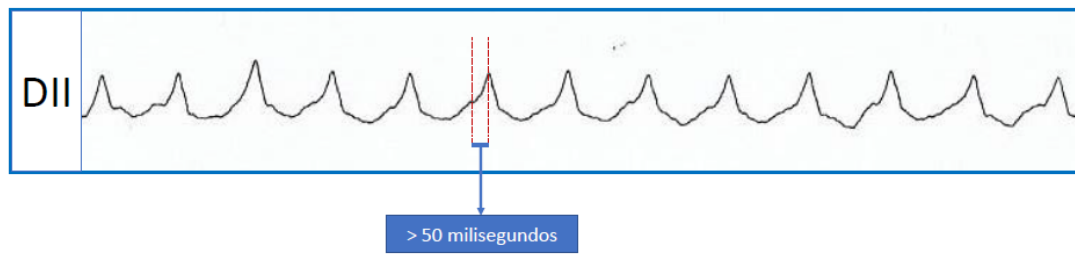


**Figura 2.** Algoritmo diagnóstico Brugada para taquicardias de complejo ancho (5).  
 Abreviaturas: ms milisegundos, TSV taquicardia supraventricular, TV taquicardia ventricular.



**Figura 3.** Algoritmo diagnóstico de Verecke para taquicardias de complejo ancho (6).  
 Abreviaturas: ms milisegundos, TSV taquicardia supraventricular, TV taquicardia ventricular.

Seguido de estos, otro algoritmo utilizado en el ambiente clínico y estudios descriptivos es el propuesto por Pava y colaboradores donde se hace una medición del tiempo pico de la onda R en la derivación DII (RWPT) (Figura 4), en esta investigación fueron interpretados 208 trazados de ECG por médicos cardiólogos, y se evidenció mejoría en el rendimiento diagnóstico, con sensibilidad del 93%, especificidad del 99%, valor predictivo positivo (VPP) de 98% para TV e índice *kappa* de 0.86 que habla de una concordancia entre observadores adecuada (25).



**Figura 4.** Criterio diagnóstico de TV según algoritmo RWPT: Tiempo de desaceleración intrínseca mayor o igual 50 milisegundos, señalado con línea punteada.

Se describen otros métodos de diagnóstico con base a la comparación de los trazados en el momento de la arritmia con un ECG basal del paciente, de forma tal que si se tiene un trazado de base con onda delta sugestivo de un síndrome de preexcitación o con bloqueo de rama se puede determinar el origen supraventricular de una taquicardia de complejo ancho (14) (9). Todos estos hallazgos y algoritmos son métodos manuales, y requieren que quien interprete el ECG revise escrupulosamente y aplique criterios específicos para llegar al diagnóstico lo que es problemático particularmente cuando se requiere tomar decisiones en condiciones de urgencia (2). Sin embargo, al aplicarse estos algoritmos en la vida real y por personal no experto, es decir médicos que no son cardiólogos ni electrofisiólogos, el rendimiento de los diferentes algoritmos disminuye (4) (12) (13).

Rendimiento de algoritmos diagnósticos aplicado por personal no experto:

Un primer grupo de investigadores interesados en el tema, fueron Baxi y cols, quienes midieron exactitud y concordancia entre residentes de medicina de emergencias para diferenciar entre TV y TSV con aberrancia utilizando el algoritmo de Vereckei a través de un estudio observacional diagnóstico. Los ECG de estudio eran 119 trazados con diagnóstico electrofisiológico del origen de las taquicardias y los sujetos que hacían la lectura eran residentes de 4 año de medicina de emergencia quienes recibieron una descripción general

de los criterios de Vereckeí y su aplicación en una conferencia formal y además recibieron una copia del artículo original y una figura con los criterios, que podía ser consultado durante la lectura de los ECG. Se indicó realizar la interpretación de los trazados sin conocer el resultado del estudio electrofisiológico y una semana posterior a esto se hizo una relectura de 50 trazados de los cuáles se dio información del paciente correspondiente para evaluar el efecto de conocer datos clínicos. Se midió la exactitud como la proporción de arritmias correctamente identificadas y se midió para cada residente S, E y LR. Se encontró una exactitud individual de los lectores de regular a buena y concordancia interobservador moderada, estos valores mejoraban sustancialmente cuando se adicionaba información clínica a los trazados electrocardiográficos (13).

Otro grupo de investigadores son Szelényi y colaboradores, compararon S, E, VPP y VPN de dos métodos (algoritmo de Vereckeí y RWPT) para diferenciar TV de TSV en trazados de taquicardia de complejo ancho y posteriormente concordancia interobservadores. Se desarrolló un estudio de tipo cohorte retrospectivo en donde ECG de complejo QRS ancho de pacientes con diagnóstico electrofisiológico fueron analizado por cardiólogos, urgenciólogos y residentes de cardiología, medicina interna y urgenciología, que no sabían el resultado del estudio electrofisiológico. Se realizó la lectura de 212 trazados (142 de TV = 66,9% y 62 de TSV = 29,2%) de ECG por 7 médicos distribuidos de la siguiente forma: 2 cardiólogos, 2 médicos especialistas de urgencias, 1 residentes de medicina interna, 1 residente de urgencias y 1 estudiante de la subespecialización de cardiología graduado recientemente de internista; quienes antes de interpretar los ECG leyeron los artículos de cada algoritmo que iba a ser aplicado y recibieron un breve entrenamiento con 30 ECG para aclarar posibles errores. La exactitud diagnóstica fue de 84% con Vereckeí y 79,6% con



RWPT, que es menor al rendimiento promedio de los diferentes algoritmos en los reportes originales (>90%). La sensibilidad para el primer algoritmo fue > 90% en el análisis global y por subgrupos, aun así, la especificidad fue de 56-71%, lo que tenía como consecuencia que se interpretaran como TV a TSV. En relación al segundo algoritmo la sensibilidad y especificidad fueron bajas (<80%), y para ambos algoritmos el índice kappa fue adecuado (0.73) solamente entre los observadores experimentados (12).

En 2018 May y colaboradores publicaron un estudio, que comparaba eficacia diagnóstica por intérpretes no cardiólogos que habían recibido instrucciones de los algoritmos de Brugada y Vereckei. Se llevo a cabo un estudio prospectivo de interpretación de ECG que habían sido interpretados por cardiólogos certificados como método de diagnóstico. Lo intérpretes de los trazados eran 3 residentes de segundo año de medicina interna quienes habían recibido una presentación didáctica del propósito, diseño por pasos y mecanismo operativo de cada algoritmo, además se hicieron ejemplos ilustrativos; posteriormente se realizaron sesiones prácticas donde se dieron instrucciones y retroalimentación para promover la correcta aplicación de los algoritmos y no se inició la interpretación hasta percibir competencia en el uso del algoritmo. Los investigadores analizaron 818 lecturas de ECG (273 trazados de ECG distribuidos así: 162 TV = 59,3% y 111 TSV = 40,6%); la sensibilidad fue de 88.9% y 92,2% y la especificidad de 59,2% y 32,1% para el algoritmo de Brugada y Vereckei respectivamente. Además, la variabilidad entre los participantes fue de pobre a regular (Índice *kappa* (-)0.007 – 0.56), interpretado como menor eficiencia de estos algoritmos y mal diagnóstico en 15-30% de los casos de taquicardia de complejo ancho (4).

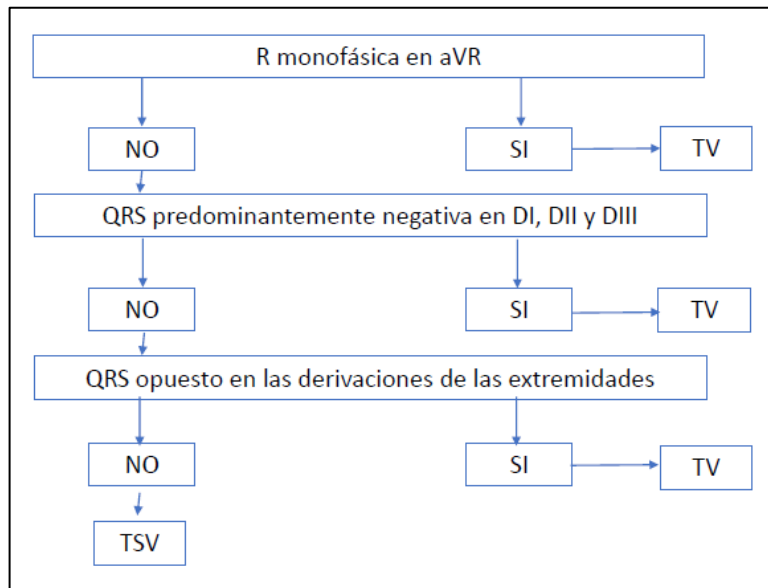
Los hallazgos mencionados, hacen evidente la necesidad de mejorar las herramientas con las que cuentan los médicos no expertos a la hora de enfrentarse a taquicardias de complejo ancho.

#### Algoritmo de las extremidades:

En 2020 Chen y colaboradores publicaron el algoritmo de derivación de extremidades (Figura 5) que se muestra como un método simple y efectivo para diferenciar el origen de las taquicardias de complejo ancho al identificar TV en caso de cumplir alguno de los 3 criterios. El estudio se realizó con base a 528 ECG y se comparó el desempeño del algoritmo de extremidades con el del algoritmo de Brugada, Verecke y RWPT, los encargados de hacer la interpretación eran 2 médicos electrofisiólogos y se encontró mejor rendimiento del algoritmo de derivaciones de las extremidades con exactitud de 88,1% (IC 95% (85-90,7)), sensibilidad (S): 87,2%, especificidad (E): 90,8% y un coeficiente *kappa* de 0.98, además de un área bajo la curva mayor a Brugada y WRPT y comparable a Verecke. Los resultados de los demás algoritmos fueron: Brugada exactitud: 85,4% (IC 95% (82,1-88,3)), S: 93,95%, E: 59,5%; Verecke exactitud: 88,5% (IC 95% (85,4-91,1)), S: 92,4%, E: 76,3%; RWPT exactitud: 70,8% (IC 95% 66,8-74.7), S: 67,8%, E: 80,2% (3).

El algoritmo de extremidades incluye 3 criterios, el primero en desarrollarse fue el número 3, que se basa en la dirección de despolarización de un foco arrítmico ventricular en el plano frontal, de esta forma se espera que el vector de despolarización sea monofásico y de igual orientación en las derivaciones inferiores pero opuesto en las demás derivaciones de las extremidades; aun así este criterio es limitado a TV originadas en la pared subepicárdica superior o inferior de los ventrículos, ya que aquellas originadas en regiones adyacentes al haz de His o subendocardio no cumpliría este patrón de despolarización (28). Debido a este

hallazgo, el grupo de investigadores añadió a este primer patrón electrocardiográfico 2 criterios adicionales que son aVR monofásico y predominancia negativa (no monofásica) en las derivaciones DI, DII y DIII para generar el algoritmo de extremidades que se evaluó (3). Los resultados reportados por Chen y cols, del algoritmo de derivaciones de las extremidades, son mejores en términos de desempeño diagnóstico entre personal experto (electrofisiólogos), aun así, se desconoce el comportamiento de este al ser aplicado por personal no experto. Ya que los criterios del algoritmo son más sencillos de aplicar, podría ser una herramienta útil en el escenario de urgencias para toma de decisiones por personal no experto y estudios de taquicardias ventriculares sostenidas o no sostenidas de acuerdo con las guías de manejo de TV (15) y pronóstico de los pacientes que presenten esta patología.



**Figura 5.** Algoritmo de las extremidades para taquicardias de complejo ancho (3)  
Abreviaturas: TSV taquicardia supraventricular, TV taquicardia ventricular.

Errores y excepciones:

El algoritmo de extremidades presenta 2 limitantes reportadas por Chen y cols, la primera es que el criterio 1 (QRS monofásico en aVR) puede sobreestimarse por la calidad de los ECG, lo que podría ocurrir también con el criterio 3 que requiere complejos monofásicos; y la segunda limitante es que si son TV originadas paralelas al haz de His o en estructuras intracardiacas (subendocardio) no van a cumplir el criterio 3 (3).

Adicionalmente, el autor Abedin, manifiesta en un artículo de revisión que la exactitud del algoritmo de extremidades es alto para taquicardias ventriculares originadas en la pared inferior, septo inferior y segmento apical del miocardio dado que los criterios se obtuvieron a partir de una teoría de orientación de vectores de despolarización, por lo es poco probable que una sola observación logre la exactitud correcta (29).

#### Intervenciones basadas en aprendizaje de máquina:

Con el advenimiento de tecnologías de inteligencia artificial y aprendizaje de máquina, el grupo de la clínica Mayo ha venido publicando una serie de artículos de una fórmula para diagnóstico de TV con rendimiento de: exactitud, S y E mayor al 90% pero que requiere un trazado de base (14). Por otro lado, autores que han explorado la automatización en la lectura de taquicardias de complejo ancho son Kashou y cols, quienes generaron un modelo matemático con base a vectocardiogramas que pudiese diferenciar taquicardias de complejo ancho (30) (31).

Estos modelos no han sido validados de forma externa por lo que aún no son una herramienta para aplicar en la práctica clínica.

#### Importancia de hacer un diagnóstico correcto de las taquicardias de complejo ancho:

A pesar de los esfuerzos para mejorar las técnicas en el diagnóstico de las taquicardias de complejo ancho, sigue siendo errado en una frecuencia alta (hasta 25 %), lo que se traduce

en malas intervenciones terapéuticas (32). Por ejemplo, en el caso de hacer un diagnóstico erróneo de una TSV en lugar de una TV en un paciente que se presente estable con una taquicardia de complejo ancho, se puede llegar a la administración de medicamentos peligrosos, como un bloqueador del nodo AV, y de forma no intencionada conducir a inestabilidad eléctrica (33); y bajo este posible evento es que la AHA recomienda tratar las taquicardias de complejo ancho como TV (8) y otros autores consideran que las taquicardias de complejo ancho regulares se consideren TV (ya que el en 80% de los casos es así) y las irregulares TSV (17) sin que esto sea una práctica completamente segura ya que hay riesgo de errar en los diagnósticos.

#### **4.2. Marco legal y bioético**

En la resolución N. 8430 del ministerio de salud de Colombia, se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Esta última comprende las acciones que contribuyan a la generación de conocimiento de los procesos biológicos y sociológicos en los seres humanos, así como relaciones de causalidad en enfermedades, práctica médica y relaciones sociales, efectos nocivos del ambiente en la salud; prevención y control de los problemas en salud; estudio de técnicas y métodos en la prestación de salud y la producción para insumos en salud.

Para establecer los requisitos de la investigación en salud y aplicar las normas que la rigen cada institución se apoya en los comités de bioética que resuelve los asuntos relacionados con el tema.

Desde el punto de vista ético se clasifican las investigaciones en salud por el impacto según los siguientes grupos: 1) Seres humanos, 2) Comunidades, 3) Menores de edad o

discapacitados, 4) Mujeres en edad fértil, embarazadas, durante trabajo de parto, puerperio, lactancia, recién nacidos; embriones, óbitos, fetos y de la inseminación artificial, 5) Grupos subordinados, 6) Órganos, tejidos y sus derivados, productos cadavéricos.

En el caso de los aspectos éticos en seres humanos, prevalecerá el criterio de respeto a la dignidad y protección de sus derechos y dignidad; y se clasifican en según el riesgo:

- Investigación sin riesgo: Estudios con técnicas y métodos de tipo documental retrospectivo y no se realiza ninguna intervención o modificación intencional en variables fisiológicas, psicológica o social.
- Investigación con riesgo mínimo: Estudios prospectivos que emplean el registro de datos a través de procedimientos comunes como examen físico o psicológico o tratamientos rutinarios.
- Investigaciones con riesgo mayor que el mínimo: Estudios con probabilidad significativa de afectar al sujeto.

Es relevante que, en el caso de investigaciones sin riesgo, según el párrafo primero – capítulo 1 – título II se manifiesta: “En el caso de investigaciones con riesgo mínimo, el Comité de Ética en Investigación de la institución investigadora, por razones justificadas, podrá autorizar que el Consentimiento Informado se obtenga sin formularse por escrito y tratándose de investigaciones sin riesgo, podrá dispensar al investigador de la obtención del mismo”

## **5. Objetivos**

### **5.1. Objetivo general**

Evaluar el desempeño diagnóstico en la práctica clínica del algoritmo de derivaciones de las extremidades para diferenciar entre taquicardia de complejo ancho de origen supraventricular y ventricular por personal no cardiólogo.

### **5.2. Objetivo específico**

Identificar sensibilidad, especificidad, valores predictivos y LR (likelihood ratio) del algoritmo de derivaciones de las extremidades en el diagnóstico de taquicardias de complejo ancho.

Determinar replicabilidad del algoritmo de las extremidades.

## **6. Metodología**

### **6.1. Diseño del estudio:**

Estudio de tipo transversal donde se determinó el desempeño diagnóstico en términos de exactitud, sensibilidad, especificidad, valores predictivos y LR de una metodología diagnóstica para taquicardias de complejo ancho entre médicos no expertos.

El algoritmo de derivaciones de extremidades, compuesto por 3 criterios, fue aplicado por personal no experto: médicos generales de los servicios de urgencias, UCI, UCIN y residentes de medicina interna y cuidado crítico.

### **6.2. Selección de electrocardiogramas:**

Se hizo búsqueda de los diagnósticos correspondientes con taquicardias de complejo ancho durante los años 2016 a 2022 en un laboratorio de electrofisiología de la ciudad de Pereira; de los casos que correspondieron con: TV, taquicardia de complejo ancho y extrasístoles ventriculares frecuentes se realizó la revisión de los trazados electrocardiográficos y se aplicaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

#### **Criterios de inclusión**

- Estandarización con voltaje de amplificación de 10 mm/mV en derivaciones DI, DII, DIII, aVR, aVL y aVF.
- Ritmo de taquicardia de complejo ancho, definida por: frecuencia cardiaca  $\geq 100$  lpm y QRS  $\geq 0.12$  segundos durante al menos 3 complejos consecutivos.
- Diagnóstico electrofisiológico disponible.

#### **Criterios de exclusión**

- ECG con taquicardia polimórfica.



- ECG con interferencia en el trazado.

### **Muestra:**

Se calculó una muestra de 140 trazados electrocardiográficos, de los cuáles se obtuvieron al menos 280 lecturas, las cuáles fueron la unidad de análisis. Se calculó la muestra con prevalencia de 80% de TV, desempeño de la prueba con sensibilidad 87,2% y especificidad 90,8%.

### **6.3. Selección de intérpretes:**

**Instrucciones previas a la interpretación:** Se hizo una convocatoria entre médicos generales de servicios de urgencias, UCI y UCIN del Hospital Universitario San Jorge de Pereira, y residentes de especialidades de medicina interna y cuidado crítico de la Universidad Tecnológica de Pereira. La participación fue voluntaria.

Los intérpretes recibieron la descripción general de los criterios del algoritmo de las extremidades y su aplicación en una conferencia formal; además se entregó la copia de un taller que explicaba cómo se aplica cada uno de los 3 criterios de acuerdo con el artículo original y una figura con el algoritmo, que podía ser consultados durante la lectura de los ECG (Apéndice). Posteriormente se hizo un breve entrenamiento comunitario con 5 trazados de ECG para aclarar posibles errores. Finalmente se entregó 2 trazados de ECG que debían ser interpretados correctamente. A los participantes se les aplicará los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

#### **Criterios de inclusión**

- Médicos generales de servicios de urgencias, UCI y UCIN, residentes de especialidades de medicina interna y cuidado crítico de la ciudad de Pereira que asistan a la convocatoria de forma voluntaria.
- Asistencia a la conferencia y entrenamiento en la aplicación de algoritmo de las extremidades.
- Ser considerados competentes por los investigadores para aplicar el algoritmo de extremidades.

#### **Criterios de exclusión**

- Asistencia incompleta a la conferencia y entrenamiento en la aplicación de algoritmo de las extremidades.

#### **Índices de la prueba y criterios de estandarización:**

Se dio la indicación de marcar con SI a los ECG correspondientes a TV y NO a los correspondientes a TSV de acuerdo con la interpretación utilizando el algoritmo de extremidades. Se hizo entrega de los ECG identificados y en orden numérico 1,2,3...10 que era el orden en que se interpretarían. Adicionalmente se dio la indicación de anotar el criterio del algoritmo de derivaciones de las extremidades con el cuál se identificó la TV en caso de haber respondido “SI”.

Las respuestas de los participantes se compararon con el diagnóstico realizado en el estudio electrofisiológicos.

#### **6.4. Sesgos**

- Sesgo de muestreo: Ya que no se analizó toda la población de ECG con taquicardia de complejo ancho. Se calculó una muestra representativa según

frecuencia de presentación de la condición, sensibilidad y especificidad del algoritmo de estudio.

- Sesgo debido al encuestado: Ya que se analizó la lectura de ECG realizado por participantes seleccionados de una muestra por conveniencia, la información puede ser incorrecta, este sesgo se corrigió con la conferencia y entrenamiento en la aplicación de algoritmo de las extremidades.

### **6.5. Población**

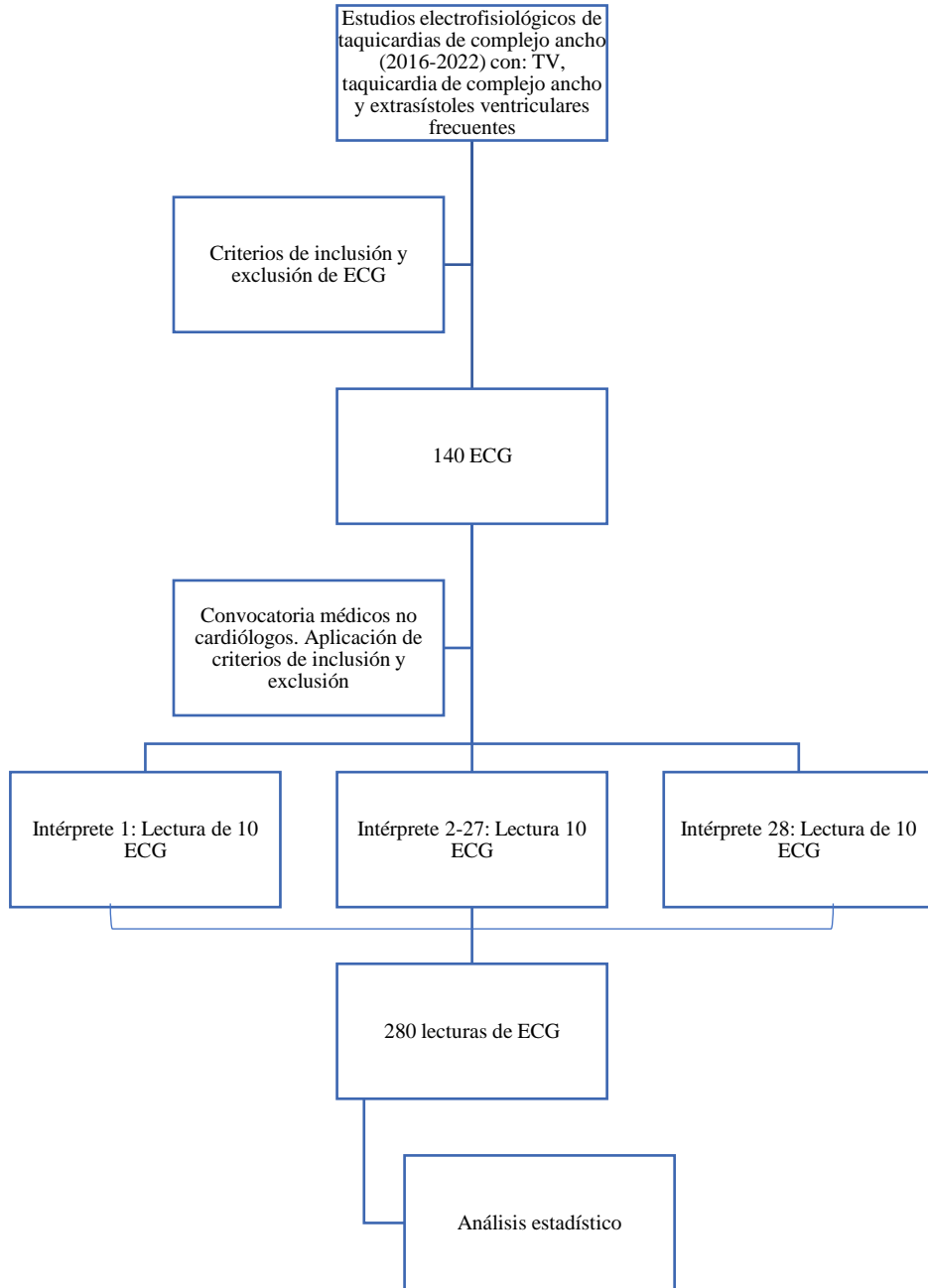
Lectura de los trazados electrocardiográficos con taquicardia de complejo ancho por médico no experto. Se entregó a cada participante 10 trazados que interpretaron utilizando el algoritmo de extremidades, de esta forma se reclutaron al menos 28 intérpretes entre quienes cumplieron los criterios de inclusión y exclusión para obtener 280 unidades de análisis.

### **6.6. Variables**

Las variables para evaluar fueron las lecturas de cada ECG por cada participante según la convención indicada, y en los casos específicos de TV se adicionó la variable de criterio del algoritmo de derivaciones de las extremidades con el cuál se llegó al diagnóstico.

La variable correspondiente a la interpretación de ECG fue nominal dicotómica donde SI correspondió a ritmo de TV y NO a TSV; adicionalmente se registró el criterio del algoritmo de las extremidades con el cuál se hizo el diagnóstico de TV en números: 1, 2 o 3 que corresponde con los criterios del algoritmo de extremidades.

## Protocolo del estudio



**Figura 6.** Protocolo metodológico.

Abreviaturas: ECG electrocardiograma, TV taquicardia ventricular.

## **6.7. Análisis estadístico**

Se generó una base de datos con la lectura de ECG de taquicardias de complejo ancho por médicos no expertos y se comparó con el diagnóstico electrofisiológico que es la prueba de oro utilizando el software STATA.

Se hizo un análisis exploratorio para identificar errores; posteriormente el análisis univariado de las variables correspondientes con trazados de ECG y lectores.

Se determinó fiabilidad o replicabilidad del algoritmo de extremidades por el método de alfa Cronbach, el cual se interpretó como aceptable si el alfa Cronbach era  $> 0,7$ .

Se generó una tabla 2 por 2 con las lecturas de ECG, para el cálculo de desempeño diagnóstico comparado con el resultado de la prueba de oro. Se calculó rendimiento del algoritmo en términos de exactitud, sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo, valor predictivo positivo, LR+ y LR-.

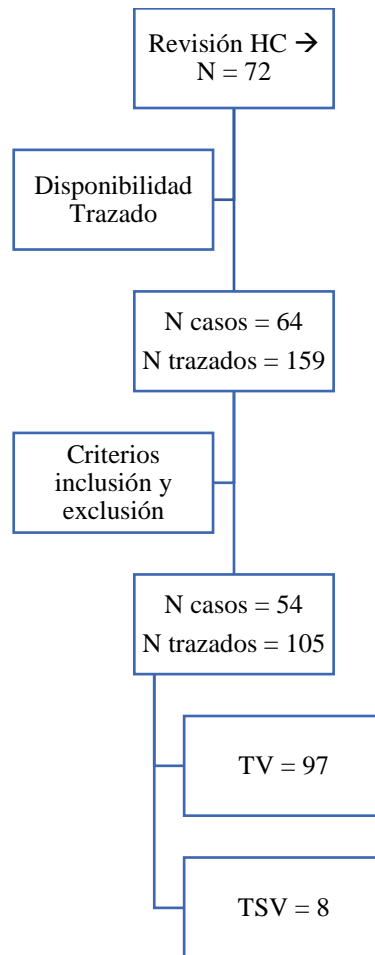
Se hizo un análisis cruzando diferentes variables, en búsqueda de resultados significativos.

## 7. Resultados

### 7.1. Análisis univariado:

#### 7.1.1. Características de trazados electrocardiográficos:

En el periodo de tiempo de enero de 2016 a noviembre de 2022 se realizaron 72 estudios en el laboratorio de electrofisiología de la Clínica Comfamiliar de Pereira con hallazgos de taquicardia de complejo ancho, 54 casos cumplían los criterios de inclusión, de los que se obtuvieron 105 trazados independientes (Figura 7).



**Figura 7.** Proceso de selección de trazados electrocardiográficos.

Abreviaturas: HC Historia clínica, TSV Taquicardia supraventricular, TV Taquicardia ventricular.

Las características demográficas de los casos se presentan en la tabla 3. La edad promedio de los casos era 51.9 años con edad mínima de 26 años y máxima de 82 años, predominó el género femenino que correspondía con 53.7% de los casos, la principal indicación de la realización de los estudios electrofisiológicos fue el estudio de extrasístoles 55.5%.

Con respecto a los casos de TV, el origen reportado fue en el septo en 48%, un lugar diferente al septo en 48% y no reportado en 4% de los casos.

<b>Tabla 3. Características de los casos de taquicardia de complejo ancho</b>			
<b>Característica</b>	<b>Casos de TV</b>	<b>Casos de TSV</b>	<b>Total</b>
	(N=50)	(N=4)	(N=54)
Promedio de edad- años (min-max)	52,14 (26-82)	48,5 (45-56)	51,9 (26-82)
Género femenino - no. (%)	28 (56)	1 (25)	29 (53,7)
<b>Característica del estudio electrofisiológico</b>			
Indicaciones de estudio - no. (%)			
Extrasístoles	30 (60)	0 (0)	30 (55,5)
Episodio previo de TV	19 (38)	0 (0)	19 (35,2)
Descarga de CDI	1 (2)	0 (0)	1 (1,9)
Taquicardia de complejo ancho	0 (0)	4 (100)	4 (7,4)
<b>Origen de TV - no. (%)</b>			
Septal	24 (48)	NA	NA
No septal	24 (48)	NA	NA
No reportado	2 (4)	NA	NA

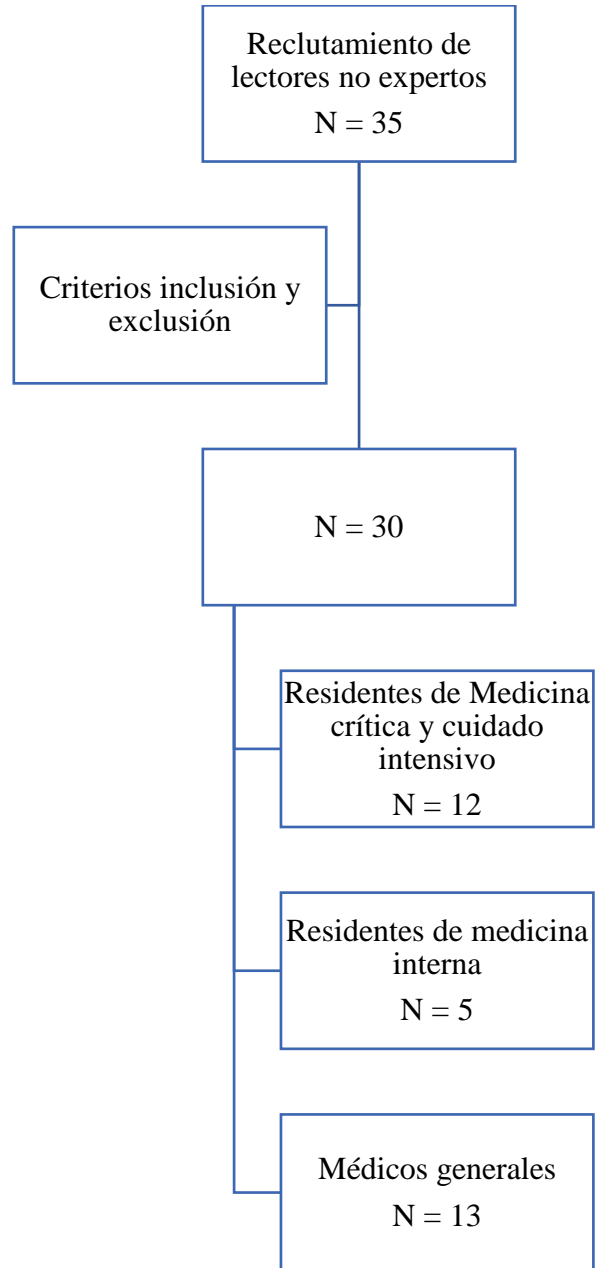
Abreviaturas: CDI cardiodesfibrilador implantable, NA no aplica, TSV taquicardia supraventricular, TV taquicardia ventricular.

Los trazados que fueron seleccionados para lectura fueron duplicados o triplicados, de forma tal que el número final de trazados fue 300, 272 (90,7%) correspondientes con diagnóstico de TV y 28 (9,3%) con TSV.

### **7.1.2. Características de lectores:**

Se seleccionaron 30 lectores, distribuidos de la siguiente forma: 12 residentes de cuidado intensivo, 5 residentes de medicina interna y 13 médicos generales (Figura 8). Con respecto

al criterio con el cual los lectores hicieron el diagnóstico de taquicardia de complejo ancho, se muestra en la tabla 3, hubo predominio de uso del criterio 1 (51,1%) (Tabla 4).



**Figura 8.** Selección de población de lectores.



Diagnóstico correcto TV	178 (100)
1*	91 (51,1)
2**	17 (9,6)
3***	70 (39,3)

\*R monofásica en aVR.

\*\*QRS predominantemente negativo en DI, DII y DIII.

\*\*\* QRS opuesto y monofásico entre derivaciones de pared superior e inferior.

Abreviaturas: TV taquicardia ventricular.

### 7.1.3. Replicabilidad:

Se calculó el coeficiente de replicabilidad del algoritmo de extremidades para reconocer TV entre lectores no expertos, obteniéndose un valor de 0,4001.

### 7.1.4. Análisis multivariante de componentes principales:

Se hizo un análisis por componentes principales, donde las variables de entrada eran la diferenciación del criterio del algoritmo de extremidades con el cuál se hacía diagnóstico de TV, se obtuvieron 2 componentes significativos de acuerdo con lo que se muestra en la rotación de la matriz de varianza - covarianza (Tabla 5). La tabla 6 muestra la importancia de cada componente (definido por coeficiente  $> 0,35$ ).

Variables	Componente	
	1	2
Criterio 1: R monofásica en aVR	-0,71	
Criterio 2: QRS predominantemente negativo en DI, DII y DIII		0,91
Criterio 3: QRS opuesto y monofásico entre derivaciones de pared superior e inferior	0,69	

	Componente 1	Componente 2
Desviación estándar	1,39	1,1
Proporción de varianza	0,46	0,36
Proporción acumulada	0,46	0,83

El análisis por componentes principales identificó 2 componentes que explicaban el 83,3% de la varianza de los datos, el componente (1) explica 46,6% y el componente (2) el 36,7%.

## 7.2. Análisis bivariado

### 7.2.1. Desempeño diagnóstico:

Con el algoritmo de extremidades, los médicos no expertos identificaron correctamente el 65% de trazados de taquicardias de complejo ancho, y el 35% de los trazados fueron clasificados de forma incorrecta.

El algoritmo de extremidades tiene una sensibilidad de 65,4% y especificidad 60,71%. Con respecto a los valores predictivos fueron dicotómicos, con VPP fuerte de 94,18% y VPN pobre 15,32%, el LR+ fue 1,66 y el LR- 0,56. El valor de p para estos resultados fue estadísticamente significativo ( $p=0,012$ ) (Tabla 7).

<b>Tabla 7. Desempeño diagnóstico de algoritmo de las extremidades</b>								
	<b>Exactitud</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>Especificidad</b>	<b>Valor predictivo positivo</b>	<b>Valor predictivo negativo</b>	<b>LR+</b>	<b>LR-</b>	<b>p</b>
<b>Total lecturas - %</b>	65	65,40	60,71	94,18	15,32	1,66	0,56	0,012

Abreviaturas: LR+ razón de verosimilitud positiva, LR- razón de verosimilitud negativa.

### 7.2.2. Desempeño diagnóstico analizado por subgrupos:

Se hizo análisis de las lecturas de los ECG por grupos de forma estratificada para identificar resultados significativos. En el análisis por tipo de lector, se encontró un mejor desempeño entre residentes de medicina interna con sensibilidad de 77,78%, especificidad de 40%, VPP de 92,11%, VPN de 16,67%, LR+ 1,29 y LR- 0,55; mientras que el grupo de

médico general tuvo menor desempeño con sensibilidad de 56,3%, especificidad de 72.73%, VPP de 95,71%, VPN de 13,33%, LR+ 2,06 y LR- 0,6 (Tabla 8).

	<b>Exactitud</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>Especificidad</b>	<b>Valor predictivo positivo</b>	<b>Valor predictivo negativo</b>	<b>LR+</b>	<b>LR-</b>	<b>p</b>
Residente MCCI	69,17	70,37	58,33	93,83	17,95	1,68	0,5	-
Residente MI	74	77,78	40,00	92,11	16,67	1,29	0,55	-
Médico general	57,79	56,30	72.73	95,71	13,33	2,06	0,6	-

Abreviaturas: LR+ razón de verosimilitud positiva, LR- razón de verosimilitud negativa.

Con respecto a la secuencia de lectura de los trazados se encontró mejoría del desempeño en la lectura del ECG número uno comparado con el número 10. La sensibilidad, especificidad, VPP, VPN, LR+ y LR- de las lecturas de trazado uno fueron 51.85%, 66.67%, 93.33, 13.33%, 1,55 y 0,72 respectivamente; y del trazado diez fueron 80%, 40%, 86,96%, 28,57%, 1,33 y 0,5 respectivamente (Tabla 9).

<b>Secuencia de lectura - %</b>	<b>Exactitud</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>Especificidad</b>	<b>Valor predictivo positivo</b>	<b>Valor predictivo negativo</b>	<b>LR+</b>	<b>LR-</b>	<b>p</b>
Trazado #1	53,33	51.85	66.67	93.33	13.33	1,55	0,72	-
Trazado #10	73,33	80,00	40,00	86,96	28,57	1,33	0,5	-

Abreviaturas: LR+ razón de verosimilitud positiva, LR- razón de verosimilitud negativa.

Se analizó, en los casos de TV el criterio del algoritmo con el cuál se llegó al diagnóstico sin encontrar cambio en el rendimiento relacionada con esta variable. Igual hallazgo se obtuvo al analizar por la variable de indicación de realización del estudio.

## 8. Discusión

Las taquicardias de complejo ancho tienen el potencial de desencadenar inestabilidad hemodinámica y muerte súbita, principalmente si el origen es en los ventrículos por lo que es importante identificar aquellas de origen ventricular. Las TV son manifestación de enfermedad cardiovascular (15), una de ellas, la enfermedad cardíaca isquémica es la principal causa de muerte en Colombia (34) (35). La cuenta de alto costo en Colombia, informa que la enfermedad cardiovascular “es relativamente baja en comparación a la tendencia mundial y en Estado Unidos, aun así hace 10 años tiene tendencia al aumento” (36) (37) (38).

El algoritmo de extremidades es una herramienta desarrollada por Chen y cols. para diferenciar el origen de las taquicardias de complejo ancho entre supraventricular y ventricular (3); es más sencilla de aplicar por lo que puede ser útil en casos en los que el profesional médico encargado de hacer el diagnóstico no sea experto y así evitar errores de diagnóstico.

Los errores médicos son un problema de salud pública y una causa importante de muerte, en este caso los errores son causados por una acción equivocada, diferente a la omisión, (39) ya que no se cuenta con una herramienta para llegar al diagnóstico de forma apropiada.

La preparación médica de personal no experto debe ser mejorada, como medio para fortalecer la estrategia de atención primaria en salud, principalmente en la región de las Américas donde existe inequidad en el acceso a los sistemas y servicios de salud. Es por esto, que los conocimientos y habilidades de los profesionales de forma universal y equitativa son un desafío para la salud (40) (41). Bajo esta premisa se desarrolló una investigación para determinar el rendimiento diagnóstico de una metodología entre médicos no expertos.

Al hacer la revisión de la literatura previa se definió que los estudio de Szelényi y May, eran similares al propuesto en esta investigación para desarrollar la discusión, pero del primer estudio se consideraron los resultados de los lectores no expertos; adicionalmente se descartó el estudio de Baxi ya que evaluaba el rendimiento de lectores y no de los algoritmos. No es posible comparar los resultados de este estudio con modelos matemáticos ya que estos todavía no han sido validados.

#### Hallazgos:

Los registros electrocardiográficos corresponden a los casos atendidos en un laboratorio de electrofisiología de la ciudad de Pereira, donde se atendieron 72 casos de taquicardias de complejo ancho, no se disponen de los datos de frecuencia en la población general, pero se infiere que el número de casos es menor a lo reportado de TV en poblaciones de urgencias, UCI y UCI cardiovascular, de acuerdo con la literatura disponible (18) (19) (20).

La distribución etiológica, entre supraventricular y ventricular, de los registros electrocardiográficos del presentes estudio, fue similares a la distribución de esta condición, ya que predomina el origen ventricular, por lo que los resultados encontrados pueden ser más próximos al comportamiento diagnóstico de la población de estudio (12). Aun así, dicha distribución no permitió tener una muestra homogénea de ECG lo que explicó algunos de los resultados.

La distribución de lectores de trazados electrocardiográficos es similar a la de estudio de May y cols. (4) y diferente al de Szelény y cols, ya que estos últimos incluían lectores con una formación académica que los clasifica como expertos: cardiólogos (12). El tener una muestra de lectores no experto en su totalidad, permitió identificar el desempeño de la prueba dentro de una población de lectores más homogénea.

### Replicabilidad del método:

Por la metodología planteada en este estudio, no se calculó el acuerdo interobservador por medio del kappa estadística, como forma de definir cambios en el rendimiento de la metodología entre observadores atribuibles a la subjetividad (42). Se calculó un índice de replicabilidad que fue inapropiado para el algoritmo de extremidades, lo que quiere decir que los resultados dependían importantemente del lector (43).

### Hallazgos adicionales del análisis descriptivo:

El análisis de componentes principales arrojó dos componentes emergentes del algoritmo de extremidades. El componente 1 compuesto por los criterios 1 y 3 (complejo QRS monofásico en aVR y complejos QRS monofásicos opuestos en las extremidades) que explica 46% de los diagnósticos de TV. El componente 1 es dependiente de la identificación de complejos QRS monofásicos, en este sentido, los creadores del algoritmo han reportado previamente que hay tendencia a sobreestimar este hallazgo en aVR (3) y como reporte subjetivo del actual estudio, se notó dificultad en identificar dichos complejos, esto es debido a la ausencia de una clara línea de base en algunos de los trazados y mala calidad de otros.

Por el contrario, el componente 2 se compone del criterio 2 del algoritmo (DI, DII y DIII predominantemente negativo), y explica el 36% de los diagnósticos de TV.

Siendo así, la unión de los componentes 1 y 2, tienen una capacidad predictiva para diagnóstico de TV de 83%. Se postulan posibles explicaciones de ese hallazgo como: limitación en la identificación de complejos QRS monofásicos y otro, previamente reportado, que es la limitación del algoritmo en casos de TV originadas cerca del haz de His (29). Este tipo de análisis no ha sido reportado por otros autores en el caso de taquicardias de complejo ancho.

### Desempeño diagnóstico:

El desempeño diagnóstico del algoritmo de extremidades al ser aplicado por personal no experto, en general, es inferior al reportado en los estudios previos: 1) al del algoritmo de extremidades en el estudio original donde los intérpretes eran expertos y 2) entre no expertos con otros métodos previamente estudiados.

Con respecto al rendimiento del algoritmo de extremidades en no expertos, comparado con el estudio de los autores que lo crearon donde los lectores eran médicos electrofisiólogos, la exactitud, sensibilidad y especificidad es inferior. Este hallazgo es similar a lo descrito en estudios previos con lo que se corrobora que el rendimiento difiere entre personal experto y no experto (12) (4) (3).

La exactitud o porcentaje de ECG correctamente identificados con el algoritmo de extremidades en personal no experto (65%) es superior al de Brugada (57,5%) y similar al de Vereckei (67,8%) (4).

La sensibilidad del algoritmo de extremidades entre personal no experto (65%) es inferior al reportado con el algoritmo de Brugada (88,9%), Vereckei (92,2%) y RWPT (82,9%) por otros autores, lo que condiciona a errar en el diagnóstico de TV. Aun así, la especificidad de la prueba (60,71%) es superior al algoritmo de Vereckei (32,1%), similar a Brugada (59,2%) e inferior a RWPT (74,2%), sin ser óptimo (12) (4).

El valor predictivo positivo del algoritmo de extremidades entre personal no experto fue superior al de los otros algoritmos (94%) lo que habla de una probabilidad alta de identificar a los paciente con TV con el algoritmo de extremidades (44) (45). Por el otro lado el valor predictivo negativo fue bajo, por lo que un resultado negativo del algoritmo de extremidades tiende a errar en el diagnóstico de TSV como TV, lo que llevaría a tomar decisiones

terapéuticas a favor de la TV; es decir, al tratar TSV como TV y no al contrario. Se puede inferir, que con este comportamiento es menos probable inducir la inestabilidad eléctrica y desenlaces fatales como la muerte al hacer intervenciones terapéuticas con bloqueantes del nodo AV en los casos errados (33).

El LR+ y LR- del algoritmo de extremidades entre personal no experto es de 1,66 y 0,56 respectivamente, similar a lo descrito por May y cols. con los algoritmos de Brugada (2,18 y 0,19 respectivamente) y Vereckei (1,36 y 0,24 respectivamente) (4).

#### Análisis por subgrupos:

Los análisis por subgrupos de lectores permiten diferenciar que dentro de la población no experta, también se puede hacer una diferenciación en el desempeño que favorece, en este caso, a los residentes de medicina interna, quienes tiene un mejor desempeño haciendo diagnóstico de TV, hallazgo similar al análisis por subgrupos en el caso del estudio de Szelény y cols. (12), donde los lectores con mayor nivel educativo se desempeñaban mejor con los algoritmos de Vereckei y RWPT. Sin embargo, estos hallazgos no fueron estadísticamente significativos.

Dentro de los hallazgos relevantes, se encuentra una mejoría en el desempeño del algoritmo, a medida que se hacen más lecturas, es así como la variable de sensibilidad aumenta de 51,85% a 80% de la lectura 1 a la lectura 10 lo que evidencia un efecto positivo del aprendizaje repetitivo que puede ser potenciado al hacer más lectura en el entrenamiento de personal no experto. Aun así, este hallazgo no logró mostrar poder estadístico por un bajo número de la muestra.

El aprendizaje médico, es abrumador por la cantidad de conocimientos que se está obligado a aprender, aun así, el método repetitivo en el ambiente de taquicardias de complejo ancho



puede ser una estrategia adecuada y efectiva que facilitaría la capacitación de personal no experto (46).

#### Implicaciones en la práctica clínica:

Los hallazgos de esta investigación permiten determinar que el algoritmo de extremidades tiene una capacidad para predecir la presencia de TV de 83%, además es posible identificar que el reconocimiento de los complejos QRS monofásicos en los trazados de ECG tiene limitaciones técnicas que se deben tratar de superar.

Por otro lado, el algoritmo de extremidades al ser aplicado por personal no experto para identificar el origen de las taquicardias de complejo ancho identifica paciente con TV. Aún así el rendimiento es dependiente del lector, este hallazgo se corrobora con baja replicabilidad.

El bajo de rendimiento del algoritmo se puede llegar a superar si los intérpretes hacen la lectura de un número mayor de trazados, ya que esto se mejora la sensibilidad hasta 80%. Se podría aumentar más la sensibilidad haciendo un mejor entrenamiento y una lectura de un número mayor de ECG de complejo ancho.

## **9. Aspectos bioéticos**

De acuerdo con la resolución N. 8430 del ministerio de salud de Colombia, la investigación es una “Investigación sin riesgo” ya que la técnica propuesta es de tipo documental retrospectiva y no se realizará ninguna intervención en las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos.

## 10. Conclusiones

- El algoritmo de extremidades tiene una capacidad predictiva para el diagnóstico de TV de 83%.
- La información disponible sobre el desempeño diagnóstico de algoritmos electrocardiográficos para taquicardias de complejo ancho en población no experta es limitada, el estudio actual es el primero en explorar el algoritmo de extremidades en dicho escenario.
- El desempeño diagnóstico del algoritmo de extremidades entre personal no experto es inferior al de personal experto. Este comportamiento es similar al desempeño de otros algoritmos evaluados previamente.
- El número de trazados electrocardiográficos adecuadamente clasificados con el algoritmo de extremidades por personal no experto es de 65%.
- El valor predictivo positivo del algoritmo de extremidades entre personal no experto es alto, por lo que un resultado positivo para TV se relaciona fuertemente con la presencia de dicha condición.
- Al igual que en estudio previos, el nivel educativo o nivel de experticia en la población estudiada influye en el desempeño del algoritmo de extremidades. De este modo, los lectores que se encontraban estudiando para una especialidad médica tienen mejor desempeño.
- La lectura repetitiva entre personal no experto, de los trazados de taquicardias de complejo ancho hace que la sensibilidad de dicha metodología aumente.

## **11. Limitaciones**

- Las taquicardias de complejo ancho son infrecuentes, aun así, su letalidad es alta cuando se trata de TV. Este hecho hizo difícil la recolección de un mayor número de trazados. Ya que, aun teniendo la muestra calculada, no fue suficiente para determinar poder estadístico al hacer los análisis en subgrupo.
- La muestra de ECG era heterogénea, lo que no es favorable para calcular sensibilidad y especificidad.
- La metodología llevada a cabo no permitió calcular acuerdo interobservador por lo que esta variable no se pudo comparar con otros estudios.
- A pesar de que se trató de evitar sesgo al seleccionar la muestra de lectores, a través de intervenciones formativas y de evaluación, pueden no haber sido suficientes y explicar baja replicabilidad.

## 12. Recomendaciones

- Aumentar el número de trazados electrocardiográficos para así poder explorar el rendimiento del algoritmo de extremidades, además de hacer análisis entre grupos.
- Hacer una intervención previa a la lectura de ECG más intensiva para evitar el sesgo de selección de muestra de lectores.
- Realizar la lectura de un número mayor de 10 ECG para determinar el comportamiento del rendimiento del algoritmo entre más repeticiones se hagan y corroborar si hay mejoría en la sensibilidad.
- Buscar una metodología precisa para determinar patrón monofásico del QRS en los trazados electrocardiográficos.

### 13. Referencias:

1. Garmel GM. Wide Complex Tachycardias: Understanding this Complex Condition: Part 1 - Epidemiology and Electrophysiology. *The western journal of emergency medicine*. 2008;9(1):28-39.
2. Kashou AH, Noseworthy PA, DeSimone CV, Deshmukh AJ, Asirvatham SJ, May AM. Wide Complex Tachycardia Differentiation: A Reappraisal of the State-of-the-Art. *Journal of the American Heart Association*. 2020;9(11):e016598.
3. Chen Q, Xu J, Gianni C, Trivedi C, Della Rocca DG, Bassiouny M, et al. Simple electrocardiographic criteria for rapid identification of wide QRS complex tachycardia: the new limb lead algorithm. 2020;17(3):431-8.
4. May AM, Brenes-Salazar JA, DeSimone CV, Vaidya VR, Ternus BW, Hodge DO, et al. Electrocardiogram algorithms used to differentiate wide complex tachycardias demonstrate diagnostic limitations when applied by non-cardiologists. 2018;51(6):1103-9.
5. Brugada P, Brugada J, Mont L, Smeets J, Andries EW. A new approach to the differential diagnosis of a regular tachycardia with a wide QRS complex. *Circulation*. 1991;83(5):1649-59.
6. Vereckei A, Duray G, Szénási G, Altemose GT, Miller JM. New algorithm using only lead aVR for differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia. *Heart rhythm*. 2008;5(1):89-98.
7. Jastrzebski M, Kukla P, Czarnecka D, Kawecka-Jaszcz K. Specificity of the wide QRS complex tachycardia algorithms in recipients of cardiac resynchronization therapy. *Journal of electrocardiology*. 2012;45(3):319-26.
8. Berg KM, Soar J, Andersen LW, Böttiger BW, Cacciola S, Callaway CW, et al. Adult advanced life support: 2020 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. 2020;142(16\_suppl\_1):S92-S139.
9. Evenson CM, Kashou AH, LoCoco S, DeSimone CV, Deshmukh AJ, Cuculich PS, et al. Conceptual and literature basis for wide complex tachycardia and baseline ECG comparison. 2021.
10. Wellens HJ, Bär FW, Lie K. The value of the electrocardiogram in the differential diagnosis of a tachycardia with a widened QRS complex. *Am J Med*. 1987;64:27-33.
11. Zakka P, Refaat MM. A scoring algorithm in wide complex tachycardia: Ventricular tachycardia or not ventricular tachycardia? 2019.
12. Szelényi Z, Duray G, Katona G, Fritúz G, Szegő E, Kovács E, et al. Comparison of the “real-life” diagnostic value of two recently published electrocardiogram methods for the differential diagnosis of wide QRS complex tachycardias. 2013;20(11):1121-30.
13. Baxi RP, Hart KW, Vereckei A, Miller J, Chung S, Chang W, et al. Vereckei criteria used as a diagnostic tool by emergency medicine residents to distinguish between ventricular tachycardia and supra-ventricular tachycardia with aberrancy. *Journal of cardiology*. 2012;59(3):307-12.
14. Abualsuod AM, Miller JM. Removing the complexity from wide complex tachycardia. *Trends in cardiovascular medicine*. 2022;32(4):221-5.
15. Zeppenfeld K, Tfelt-Hansen J, de Riva M, Winkel BG, Behr ER, Blom NA, et al. 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *European heart journal*. 2022;43(40):3997-4126.
16. Goldberger A. *Goldberger's Clinical Electrocardiography*: Elsevier; 2018.
17. Alblaihed L, Al-Salamah T. Wide Complex Tachycardias. *Emergency medicine clinics of North America*. 2022;40(4):733-53.
18. Dresen WF, Ferguson JD. Ventricular Arrhythmias. *Cardiology clinics*. 2018;36(1):129-39.

19. Annane D, Sébille V, Duboc D, Le Heuzey JY, Sadoul N, Bouvier E, et al. Incidence and prognosis of sustained arrhythmias in critically ill patients. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2008;178(1):20-5.
20. Reinelt P, Karth GD, Geppert A, Heinz G. Incidence and type of cardiac arrhythmias in critically ill patients: a single center experience in a medical-cardiological ICU. *Intensive care medicine*. 2001;27(9):1466-73.
21. Sandler IA, Marriotr HJ. The differential morphology of anomalous ventricular complexes of RBBB-type in lead V1: ventricular ectopy versus aberration. 1965;31(4):551-6.
22. Masood A, Mohammad S, Mohammad J, Caceres J, Patrick J TJAoim. Wide QRS complex tachycardia: reappraisal of a common clinical problem. 1988;109(11):905-12.
23. Dongas J, Lehmann MH, Mahmud R, Denker S, Soni J, Akhtar M. Value of preexisting bundle branch block in the electrocardiographic differentiation of supraventricular from ventricular origin of wide QRS tachycardia. *The American journal of cardiology*. 1985;55(6):717-21.
24. Griffith MJ, Garratt CJ, Mounsey P, Camm AJ. Ventricular tachycardia as default diagnosis in broad complex tachycardia. *Lancet (London, England)*. 1994;343(8894):386-8.
25. Pava LF, Perafán P, Badiel M, Arango JJ, Mont L, Morillo CA, et al. R-wave peak time at DII: a new criterion for differentiating between wide complex QRS tachycardias. *Heart rhythm*. 2010;7(7):922-6.
26. Jastrzębski M, Moskal P, Kukla P, Fijorek K, Kisiel R, Czarnecka D. Specificity of wide QRS complex tachycardia criteria and algorithms in patients with ventricular preexcitation. *Annals of noninvasive electrocardiology : the official journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc*. 2018;23(2):e12493.
27. Pachón M, Arias MA, Salvador-Montañés Ó, Calvo D, Peñafiel P, Puchol A, et al. A scoring algorithm for the accurate differential diagnosis of regular wide QRS complex tachycardia. *Pacing and clinical electrophysiology : PACE*. 2019;42(6):625-33.
28. Chen Q, Mohanty S, Rocca DD, Trivedi C, Gianni C, Tapia A, et al. A new, simple ecg algorithm for the rapid identification of ventricular tachycardia based on opposing qrs complexes on limb leads. 2019;73(9\_Supplement\_1):319-.
29. Abedin Z. Differential diagnosis of wide QRS tachycardia: A review. *Journal of arrhythmia*. 2021;37(5):1162-72.
30. Kashou AH, DeSimone CV, Hodge DO, Carter R, Lin G, Asirvatham SJ, et al. The ventricular tachycardia prediction model: Derivation and validation data. *Data in brief*. 2020;30:105515.
31. Kashou AH, LoCoco S, McGill TD, Evenson CM, Deshmukh AJ, Hodge DO, et al. Automatic wide complex tachycardia differentiation using mathematically synthesized vectorcardiogram signals. *Annals of noninvasive electrocardiology : the official journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc*. 2022;27(1):e12890.
32. Littmann L, Olson EG, Gibbs MA. Initial evaluation and management of wide-complex tachycardia: A simplified and practical approach. *The American journal of emergency medicine*. 2019;37(7):1340-5.
33. McGill TD, Kashou AH, Deshmukh AJ, LoCoco S, May AM, DeSimone CV. Wide complex tachycardia differentiation: An examination of traditional and contemporary approaches. *Journal of electrocardiology*. 2020;60:203-8.
34. social Mdsyp. Salud pública - Ministerio > Prevención de enfermedades NO transmisibles > Enfermedades cardiovasculares 2023 [cited 2023 12 septiembre]. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PENT/Paginas/enfermedades-cardiovasculares.aspx>.
35. Cortés Fuentes L, Alvis Estrada L, Alvis Guzmán NJRSU. Mortalidad por enfermedades cardiovasculares y su impacto económico en Colombia, 2000-2010. 2016;32(2):208-17.

36. costo MdsypsCda. Día mundial del corazón 2022 2022 [updated 29 septiembre 2022]. Available from: <https://cuentadealtocosto.org/general/dia-mundial-del-corazon-2022/>.
37. Andersson C, Vasan RS. Epidemiology of cardiovascular disease in young individuals. *Nature reviews Cardiology*. 2018;15(4):230-40.
38. Mensah GA, Roth GA, Fuster V. The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors: 2020 and Beyond. *Journal of the American College of Cardiology*. 2019;74(20):2529-32.
39. Rodziewicz TL, Houseman B, Hipskind JE. Medical Error Reduction and Prevention. StatPearls. StatPearls Publishing Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.; 2023.
40. Organización Panamericana de la salud OJW, DC: OPS. La Acreditación de Programas de Formación en Medicina y la orientación hacia la APS [Internet]. 2010.
41. Toribia Perdomo Victoria I, Martínez Delgado DA, González Cárdenas LT, Díaz Lemus M, O Farrill Fernández M, Paredes Esponda EJRCdMGI. Desarrollo de recursos humanos para la gestión de sistema y servicios en la atención primaria de salud. 2015;31(3):0-.
42. Viera AJ, Garrett JM. Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Family medicine*. 2005;37(5):360-3.
43. Oviedo HC, Campo-Arias AJRcdp. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. 2005;34(4):572-80.
44. Fletcher GS. Epidemiología Clínica-: Elementos Essenciais: Artmed Editora; 2021.
45. Zimmerman M. Positive Predictive Value: A Clinician's Guide to Avoid Misinterpreting the Results of Screening Tests. *The Journal of clinical psychiatry*. 2022;83(5).
46. Augustin M. How to learn effectively in medical school: test yourself, learn actively, and repeat in intervals. *The Yale journal of biology and medicine*. 2014;87(2):207-12.



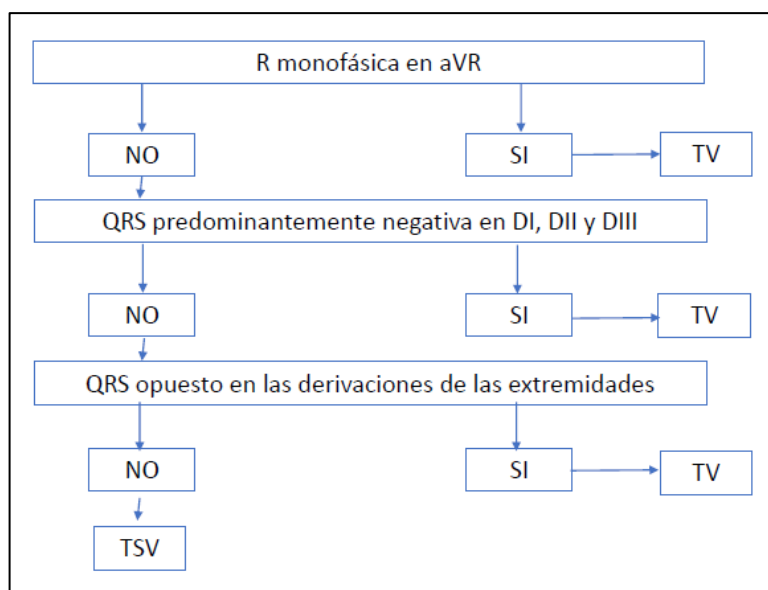
## 14. Apéndice

### 14.1. Taller: Inducción a la aplicación del algoritmo de extremidades para identificar el origen de las taquicardias de complejo ancho.

Este taller es una herramienta educativa cuyo objetivo es entrenar al lector en la aplicación del “**Algoritmo de derivaciones de extremidades**”, cuya utilidad es identificar el origen de las taquicardias de complejo ancho y que tiene resultados que son favorables en términos de: exactitud de 88,1% (IC 95% (85-90,7)), S 87,2% y E 90,8% para el diagnóstico de taquicardia ventricular (TV).

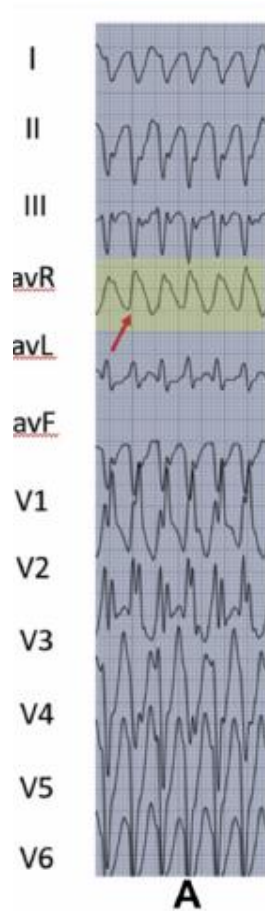
El electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones es una herramienta útil para identificar la TV cuando se enfrenta a una taquicardia con complejo QRS ancho. Este algoritmo se basa en el análisis de la actividad eléctrica cardíaca en las derivaciones de las extremidades en el plano frontal.

En el siguiente gráfico se presentará y explicará la forma en que se aplica el algoritmo de las extremidades:



A continuación, se presentarán ejemplos de ECG con ritmo de TV en los que se cumple cada uno de los criterios del algoritmo de derivación de extremidades.

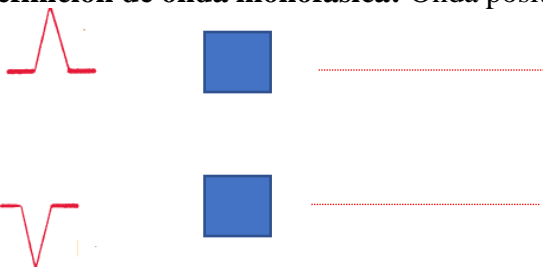
**Criterio 1.** Observe si presenta onda R monofásica en la derivación aVR. Si la presenta, se realiza diagnóstico de TV.



Si el criterio 1 es positivo no debe continuar aplicando el algoritmo ya que está ante el diagnóstico de una TV, en caso contrario continúe con el siguiente criterio.

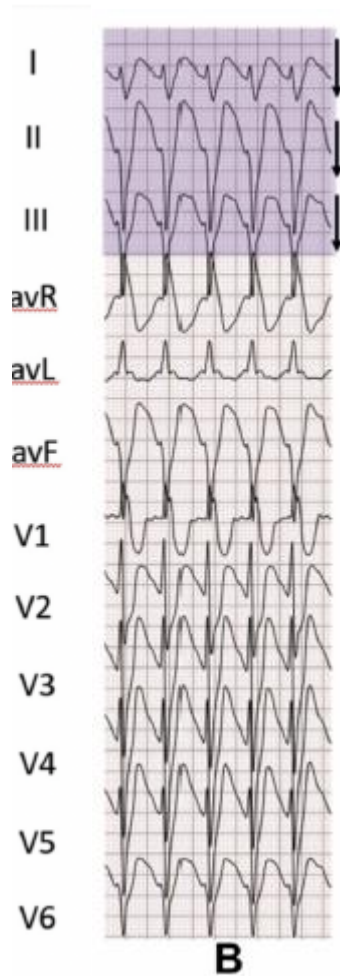
**Nota:**

**Definición de onda monofásica:** Onda positiva o negativa que no atraviesa la línea de base.



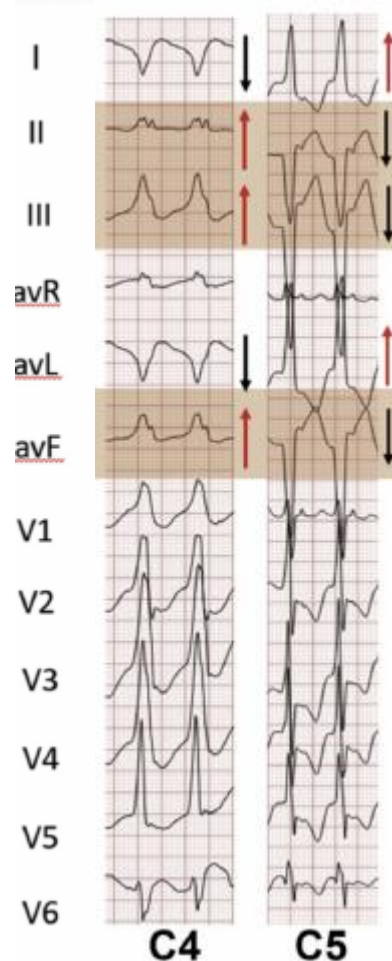
Línea de base: Punteada, A: Onda monofásica (+), B: Onda monofásica negativa.

**Criterio 2.** Observe si los complejos QRS son predominantemente negativos (onda QS, Qr, rS, Qrs, qrS, rSr) en las derivaciones DI, DII y DIII. En caso de que presente este hallazgo, se realiza diagnóstico de TV.



Si el criterio 2 es positivo no debe continuar aplicando el algoritmo ya que está ante el diagnóstico de una TV, en caso contrario continúe con el siguiente criterio.

**Criterio 3.** Determine si los complejos QRS son opuesto en las derivaciones de las extremidades: QRS monofásico (QS o R) concordante en las 3 derivaciones inferiores (DII, DIII y aVF) y QRS monofásico concordante en 2 o 3 de las derivaciones de las extremidades restantes (DI, aVL y aVR) con una polaridad opuesta a la de las derivaciones inferiores. Es decir, se realiza diagnóstico de TV si hay discordancia en la polaridad entre las derivaciones inferiores (DII, DIII y aVF) y las otras 2 o 3 derivaciones de las extremidades (DI, aVL y aVR). Por ejemplo si las derivaciones inferiores (DII, DIII y aVF) son positivas (Patrón de onda R) y las otras 2 o 3 derivaciones de las extremidades (DI, aVL y aVR) son negativas (patrón QS) se realiza diagnóstico de TV (ver trazado C4), igualmente si ocurre al contrario, es decir si las derivaciones inferiores (DII, DIII y aVF) son negativas (Patrón QS) y las otras 2 o 3 derivaciones de las extremidades (DI, aVL y aVR) son positivas (patrón R) también se realiza diagnóstico de TV (ver trazado C5).



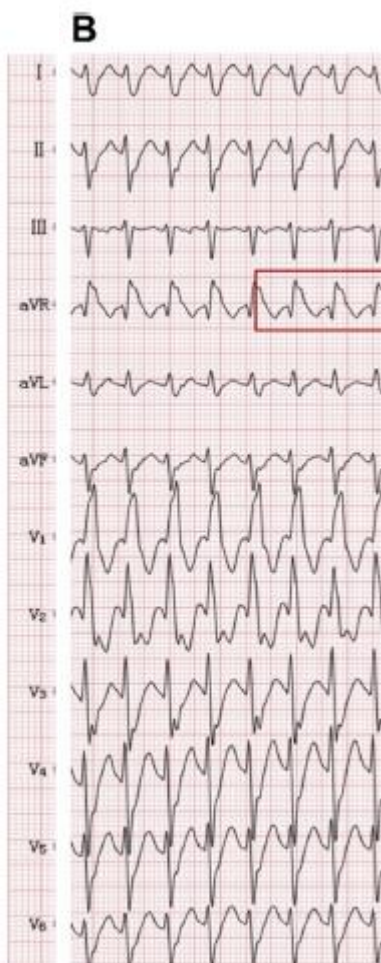
Si el criterio 3 es positivo está ante el diagnóstico de una TV, de lo contrario es una taquicardia de complejo ancho de origen supraventricular.

A continuación, se presentan dos ECG con taquicardia de complejo ancho; aplicando el algoritmo de derivación de extremidades, usted debe determinar si se trata de una TV, en ese caso deberá marcar con una **X** en el espacio del **SI** o si se trata de una TSV deberá marcar con una **X** en el espacio del **NO**. Además, en el caso de que se trate de una TV, debe señalar el criterio del algoritmo con el cual realizó el diagnóstico.

**Trazado 1.**

Respuesta: SI  
NO

(Con cuál criterio hizo el diagnóstico? 1 2 3)

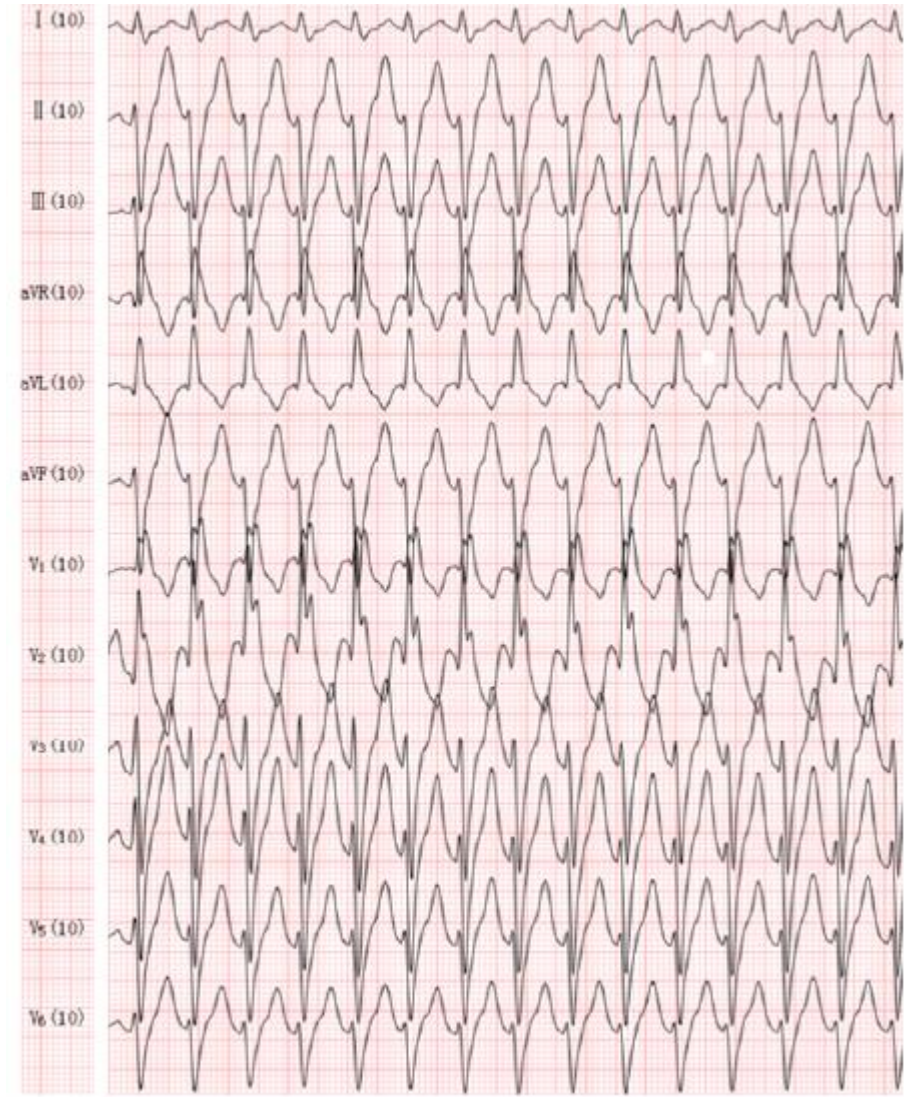


Respuesta: TV con criterio 2.

**Trazado 2.**

Respuesta: SI  
NO

(Con cuál criterio hizo el diagnóstico? 1 2 3)



Respuesta: TSV.

## 14.2. Certificados de avales de bioética



**Comfamiliar**  
RISARALDA

3014

Respuesta a oficio: Ninguno

Pereira 12 de diciembre 2022

LUZ DANIELA GÓMEZ SUTA  
Investigadora principal  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
[luzgomez@utp.edu.co](mailto:luzgomez@utp.edu.co)

Asunto: respuesta sobre evaluación de su proyecto

El comité de investigación en salud evaluó las recomendaciones realizadas a su proyecto titulado "Desempeño diagnóstico en la práctica clínica del algoritmo de derivaciones de las extremidades al ser aplicado por personal no cardiólogo para determinar el origen de las taquicardias de complejo ancho" durante la sesión del día 10 de noviembre 2022, hemos identificado que cumple con la viabilidad técnica, metodológica y logística para ser ejecutado dentro de la Clínica Comfamiliar con previa autorización del comité de ética en investigación en salud de la institución.

La decisión de este comité es "APROBADO"



Gloria Liliana Porras Hurtado  
MD PhD  
Líder de Investigación en salud  
Clínica Comfamiliar  
Risaralda  
PBX (6): 3135700 extensión 2395

Sede Administrativa: Avenida Circunvalar 3-01 Pereira Risaralda  
PBX: 313 5600 FAX:313 5670 - Clínica Comfamiliar: PBX:313 8700

✉ [comfardad@comfamiliar.com](mailto:comfardad@comfamiliar.com) 🌐 [www.comfamiliar.com](http://www.comfamiliar.com)

VIGILADO SuperSubsidio 

Código	123-456
Versión	2
Fecha	2020-06-04
Página	1 de 1

NOTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO SIN RIESGO  
CODIGO DE AVAL: 13 - 280222

Pereira, 28 de febrero de 2022.

Señores(as)

Luz Daniela Gómez Suta - Aspirante especialista  
Ph.D. José William Martínez - Director metodológico  
MSc. Alex Arnulfo Rivera Toquica - Director temático  
Investigadores Principales.

Referencia: Proyecto "Desempeño diagnóstico en la práctica clínica del algoritmo de derivaciones de las extremidades al ser aplicado por personal no cardiólogo para determinar el origen de las taquicardias de complejo ancho".

El Comité de Bioética de la Universidad Tecnológica de Pereira, en reunión ordinaria efectuada el lunes 28 de febrero de 2022, según acta No. 03, punto 4, numeral 4.3, ha aprobado el *proyecto "Desempeño diagnóstico en la práctica clínica del algoritmo de derivaciones de las extremidades al ser aplicado por personal no cardiólogo para determinar el origen de las taquicardias de complejo ancho"*, clasificado como investigación SIN RIESGO. El CBE-UTP deja constancia de lo siguiente:

- Los autores del proyecto están calificados para ejecutarlo.
- El proyecto posee las condiciones bioéticas y científicas adecuadas, está justificado y carece de riesgo para los seres humanos de los cuales se obtiene información.
- Por ser una investigación sin riesgo sólo requiere la autorización de la(s) institución(es) responsable(s) de la custodia de la información requerida en la investigación.
- Los autores están comprometidos en que cualquier cambio substancial en el proyecto original debe ser reportado al CBE-UTP, tan pronto como sea posible por el investigador principal, para las consideraciones y pronunciamientos pertinentes.

El CBE-UTP se acoge a las normas y estándares éticos, legales y jurídicos vigentes para la investigación en seres humanos (resolución 8430 de 1993, resolución 2378 de 2008 y Declaración de Helsinki). El CBE-UTP cuenta con 9 miembros activos y considera quórum a la presencia de la mitad más uno de sus miembros.

Atentamente,



**Rodolfo Adrián Cabrales Vega**  
Presidente Comité de Bioética  
Universidad Tecnológica de Pereira





**EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO  
HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN JORGE PEREIRA  
DOCENCIA Y SERVICIO**

Pereira, Noviembre 1 de 2022

**Señores:**  
Luz Daniela Gómez Suta,  
José William Martínez,  
Alex Amulfo Rivera Toquica,  
Universidad Tecnológica de Pereira,  
Pereira

**Asunto:** Aval de investigación

Cordial saludo

De acuerdo a procedimiento del comité de investigación y extensión de la ESE Hospital Universitario San Jorge de Pereira, se revisó la documentación relacionada con el proyecto "Desempeño diagnóstico en la práctica clínica del algoritmo de derivaciones de las extremidades al ser aplicado por personal no cardiólogo para determinar el origen de las taquicardias de complejo ancho.". Una vez hecha la revisión del documento se tienen las siguientes apreciaciones.

Items-Observaciones	
Grupo de Investigación Objetivos e Hipótesis	<p>Grupo de Investigación de medicina interna.</p> <p>Objetivo general: Evaluar el desempeño diagnóstico en la práctica clínica del algoritmo de derivaciones de las extremidades para diferenciar entre taquicardia de complejo ancho de origen supraventricular o ventricular por personal no cardiólogo.</p> <p>Objetivos específicos: Identificar sensibilidad, especificidad y valores predictivos del algoritmo de derivaciones de las extremidades en el diagnóstico de taquicardias de complejo ancho. Determinar el desempeño diagnóstico en subgrupos de participantes de acuerdo al servicio de trabajo y tiempo de desempeño en el cargo, del algoritmo de derivaciones de las extremidades en el diagnóstico de taquicardias de complejo ancho.</p>
Tipo de Estudio y población de estudio	<p>Tipo de estudio: Estudio de tipo transversal donde se comparará el desempeño diagnóstico en términos de sensibilidad, especificidad, valores predictivos y exactitud de una metodología diagnóstica para taquicardias de complejo ancho en médicos cardiólogos y médicos no cardiólogos.</p> <p>Población: Lectura de los trazados electrocardiográficos con taquicardia de complejo ancho por médico no cardiólogo.</p> <p>Diseño metodológico: Muestra: Se calcula una muestra de 140 electrocardiogramas con prevalencia 80% de taquicardia ventricular, desempeño de la prueba con sensibilidad 87,2% y especificidad 90,8%.</p>

Cra 3 Calle 25 esquina Pereira  
Comutador 3119058, Fax 3208711  
[www.husj.gov.co](http://www.husj.gov.co)  
sanjorge@husj.gov.co



**EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO  
HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN JORGE PEREIRA  
DOCENCIA Y SERVICIO**

	<p>Los electrocardiogramas se obtendrán de registros laboratorios de electrofisiología; además se hará búsqueda activa de los mismos en los servicios de urgencias y UCI de instituciones de salud de la ciudad de Pereira.</p>
<p><b>Definición de Variables</b></p>	<p>Cada electrocardiograma debe ser interpretado por al menos dos participantes. Se identificará con letras a cada participante y con números a cada electrocardiograma, los cuales se entregarán impresos a los participantes. Las variables para evaluar serán las lecturas de cada electrocardiograma por cada participante según la convención indicada, y en los casos específicos de taquicardia ventricular se adicionará la variable del paso del algoritmo de derivaciones de las extremidades con el cuál se llegó al diagnóstico.</p> <p>Variables adicionales como servicio de trabajo (UCI o urgencias) y tiempo de desempeño en el cargo (medido en años) se recolectarán de cada uno de los participantes.</p>
<p><b>Recolección de Datos</b></p>	<p>Se aplicará el algoritmo de derivaciones de extremidades compuesto por 3 pasos, por personal no cardiólogo: médicos generales de diferentes centros de salud; se obtendrá una muestra por conveniencia. Previo a la lectura de los electrocardiogramas, cada participante no cardiólogo recibirá un entrenamiento a través de un taller donde se explique la utilidad y modo de uso del algoritmo de derivaciones de las extremidades de acuerdo con el artículo original; con ejemplos de taquicardias de complejo ancho de origen ventricular y supraventricular.</p> <p>Se dará la indicación de marcar con SI a los electrocardiogramas correspondientes a taquicardia ventricular y NO a los correspondientes a taquicardia supraventricular, adicionalmente deberán anotar el paso del algoritmo de derivaciones de las extremidades con el cuál se identificó la taquicardia ventricular en caso de haber respondido "SI".</p> <p>Posteriormente los participantes harán la lectura de los electrocardiogramas usando el algoritmo de derivaciones de las extremidades. Las respuestas de los participantes se compararán con la interpretación de cardiólogos expertos, siendo este concepto el estándar de oro. La interpretación por expertos se realizará de forma inicial por 2 observadores y en caso de discrepancia se solicitará la interpretación de un tercer experto para determinar el ritmo del electrocardiograma.</p>
<p><b>Plan de análisis</b></p>	<p>Se generará una base de datos con la lectura de electrocardiogramas de complejo ancho por médicos cardiólogos y por médicos no cardiólogos, la interpretación realizada por los</p>

Cra 3 Calle 26 esquina Pereira  
Commutador 3119068, Fax 3208711  
[www.husj.gov.co](http://www.husj.gov.co)  
[sanjorge@husj.gov.co](mailto:sanjorge@husj.gov.co)



EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO  
HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN JORGE PEREIRA  
DOCENCIA Y SERVICIO

	<p>médicos cardiólogos se considerará como la prueba de oro. Se evaluará el resultado de estos para hacer el cálculo de sensibilidad, especificidad, valores predictivos y concordancia</p> <p>La variable correspondiente a la interpretación de electrocardiograma será nominal dicotómica donde SI corresponderá a ritmo de taquicardia ventricular y NO a taquicardia supraventricular; adicionalmente se registrará del paso del algoritmo de las extremidades con el cual se hizo el diagnóstico de taquicardia ventricular</p> <p>Se hará un análisis exploratorio para identificar errores y variables extremas para ajuste de datos; posteriormente análisis univariado de las variables de interés de forma independiente: ritmo del electrocardiograma comparado con resultado según estándar de oro para calcular eficacia del algoritmo en términos de sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo, valor predictivo positivo, LR+ y LR-; se medirá la concordancia entre interpretaciones usando índice kappa.</p>
Aspectos Bioéticos	<p>De acuerdo con la resolución N. 8430 del ministerio de salud de Colombia, la presente propuesta de investigación es una "investigación sin riesgo" ya que la técnica propuesta es de tipo documental retrospectiva y no se realizará ninguna intervención en las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos.</p>
Cronograma -Presupuesto	<p>Cuenta con Cronograma El presupuesto se cubre en su totalidad por los investigadores principales.</p>

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, el comité certificado que considera este proyecto aprobado.

Para constancia se firma el presente certificado,

  
ALBERTH CRISTIAN HERRERA GIRALDO  
COORDINADOR INVESTIGACIONES

  
CLAUDIA ESPERANZA CASTAÑO  
COORDINADORA DOCENCIA SERVICIO

  
ELSA PATRICIA GONZÁLES ZULUAGA  
SUBGERENTE ASISTENCIAL

Cra 3 Calle 28 esquina Pereira  
Commutador 3119058, Fax 3206711  
[www.husj.esv.co](http://www.husj.esv.co)  
[sanjorge@husj.gov.co](mailto:sanjorge@husj.gov.co)