



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE MEDICINA**

**TROMBOELASTOGRAMA CON ROTEM EN EL MANEJO DE  
LAS HEMORRAGIAS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE MÉDICA**

**AUTORA: MIRIAM MAGALY LÓPEZ NARVÁEZ**

**DIRECTOR: DR. VÍCTOR ANÍBAL IDROVO VÁSQUEZ**

**AZOGUES, ECUADOR**

**2024**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE MEDICINA**

**TROMBOELASTOGRAMA CON ROTEM EN EL MANEJO DE LAS  
HEMORRAGIAS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE MÉDICA**

**AUTOR: MIRIAM MAGALY LÓPEZ NARVÁEZ**

**DIRECTOR: DR. VÍCTOR ANÍBAL IDROVO VÁSQUEZ**

**AZOGUES - ECUADOR**

**2024**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



### Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

**Miriam Magaly López Narváez** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0302744172**.  
Declaro ser el autor de la obra: "**Tromboelastograma con Rotem en el manejo de las hemorragias**", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Azogues, **22 de diciembre de 2023**

F: 

**Miriam Magaly López Narváez**

**C.I. 0302744172**

Azogues, 22 de diciembre de 2023

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR / DIRECTOR

Presente

De mi consideración

Certifico que el presente trabajo denominado: **“Tromboelastograma con Rotem en el manejo de las hemorragias”**, realizado por **Miriam Magaly López Narváez** con documento de identidad **0302744172** previo a la obtención del título de médico/a, ha sido asesorado, supervisado y desarrollado bajo mi tutoría en todo su proceso, cumpliendo con la reglamentación pertinente que exige la Universidad Católica de Cuenca y los requisitos que determina la investigación científica; por lo que se encuentra apto para su presentación y defensa ante el respectivo tribunal. Por la atención que sepa dar a la presente me suscribo de usted con sentimientos de gratitud y estima.

Atentamente,



**DR. VÍCTOR ANÍBAL IDROVO VÁSQUEZ**  
**TUTOR/DIRECTOR**

[www.ucacue.edu.ec](http://www.ucacue.edu.ec)

## **DEDICATORIA**

A Dios y a la Virgen por bendecirme todos los días de mi vida y brindarme sabiduría, conocimiento y confianza para poder alcanzar un objetivo más en mi vida.

A mis queridos padres Luis y Faviola quienes han sido mi inspiración, mi guía para poder superarme día a día y que, gracias a su amor, su constante apoyo en este largo camino hacia convertirme en profesional, este logro es también de ustedes.

A mi querido esposo Jorge y mi hijo Edward por ser el pilar fundamental para alcanzar este gran sueño, por ser mis compañeros incondicionales en cada momento de mi vida y gracias por ser un motivo más para poder cumplir esta meta.

A mis queridos abuelitos Nicolas y María por siempre estar presente en cada paso, en cada derrota, en cada lagrima, por sus consejos, su paciencia, gracias a su confianza y amor puedo decir que logramos cumplir este hermoso sueño.

A mi querido hermano Elías por ser mi amigo y compañero incondicional en cada momento de mi vida y quien me ha apoyado desde siempre en mis estudios universitarios, que nunca me falte y me dure toda la vida.

A mis tías Nancy, Berta, Zoila y a mis tíos Marcelino, René por siempre estar pendientes de todo, gracias por su apoyo en todo este trayecto, los llevo siempre en mi corazón.

A mi querida amiga Jhoana que hizo más amena mi vida universitaria desde el primer día de universidad hasta el último, con quien he compartido muchas risas y lágrimas.

A mi tutor, Dr. Víctor Idrovo Vásquez, por haber aceptado la tutoría de esta tesis y por haberme brindado de su tiempo para que este trabajo se haga posible, por brindarme sus conocimientos y experiencias.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi Dios por bendecirme e iluminarme cada día de mi vida durante toda esta ardua carrera, por darme sabiduría y fuerzas para seguir adelante y no rendirme.

Gracias a mis padres Luis López y Faviola Narváez y a mis abuelitos Nicolas Narváez y María Sigüencia por ser mis pilares en todas esas decisiones que he tomado a lo largo de toda mi vida, por todo ese esfuerzo que han hecho día a día por mí, para que yo pueda llegar muy lejos, por darme palabras de aliento cuando ya sentía que todo se me derrumbaba, por esos consejos cuando más lo necesitaba, y por celebrar conmigo cada una de mis victorias, gracias a mi esposo Jorge y a mi hijo Edward por apoyarme y darme su amor y estar presentes en cada uno de mis triunfos, a mi querido hermano Elías por ser mi gran amigo y apoyarme siempre, a mis queridas tías Nancy, Berta, Zoila y a mis tíos Marcelino y René por todos aquellos consejos y ese gran apoyo que me han dado para poder seguir adelante en esta larga y hermosa carrera.

Gracias a mi amiga, Jhoana por apoyarnos mutuamente en todos esos obstáculos que íbamos descubriendo juntas, por compartir y darnos consejos en esas derrotas y victorias que se presentaron durante la carrera.

Gracias a todas esas personitas que estuvieron a lo largo de mi preparación académica, por todo ese lindo apoyo que me dieron y que siempre creyeron en mí.

Miriam Magaly López Narváez

## **Tromboelastograma con Rotem en el manejo de las hemorragias**

Miriam Magaly López Narváez, Víctor Aníbal Idrovo Vásquez

Universidad Católica Cuenca, [mmlopezn72@est.ucacue.edu.ec](mailto:mmlopezn72@est.ucacue.edu.ec)

### **I. RESUMEN**

El manejo temprano de coagulopatía a través de protocolos de transfusión en sangrado masivo, optimiza el pronóstico en las víctimas, el tromboelastograma rotacional analiza el proceso de formación del coágulo, mediante representación gráfica y numérica, evaluación de cinética, formación, estabilidad, solidez, y lisis de coágulos en sangre completa con principal ventaja tiempo de respuesta; se determinó mediante una revisión sistemática la importancia del ROTEM en el manejo de las hemorragias a la cabecera del paciente, se tomó como base la declaración PRISMA 2020. Una vez revisada la información se llegó a las conclusiones, donde se ha determinado algoritmos de hemorragias guiados por ROTEM, González et, aleatorizaron pacientes traumatizados para protocolo de transfusión masiva guiado por TEM y CCA, con resultado de 28 días, el algoritmo guiado por TEM significativamente mejoró la supervivencia a los 28 días en comparación con el algoritmo CCA (36.4 % muertes frente a 19.6 %;  $P = 0,049$ ), además existe estudios significativos AC5 (sensibilidad 70%, IC 95%, especificidad 86%, IC 95%), AC15 (sensibilidad 88%, IC 95% y especificidad 100%, IC 95%). Por tal motivo, se detalló la importancia dentro del manejo de las hemorragias y de esta forma dar a conocer que estas pruebas permiten una terapia transfusional más selectiva y eficiente, disminuyendo transfusiones de sangre, existe descenso en la mortalidad ( $P=0,04$ ), sin encontrarse diferencia en tasas de reintervención quirúrgica y de transfusión masiva, se manifiesta ventaja en su costo-beneficio usando algoritmos transfusionales basados en pruebas viscoelásticas, consiguiendo una mejora en los resultados en salud.

*Palabras clave:* tromboelastometría, ROTEM, hemorragias, terapia hemostática

I. ABSTRACT

Early management of coagulopathy through transfusion protocols in massive bleeding optimizes results in victims. Rotational thromboelastography (ROTEM) analyzes the blood clot formation process through graphical and numerical representation, evaluating kinetics, formation, stability, solidity, and clot lysis in whole blood. Its primary advantage is the rapid response time. A systematic review was conducted to determine the importance of ROTEM in the bedside management of hemorrhages, according to the PRISMA 2020 guidelines. After reviewing the information, conclusions were drawn. Algorithms for hemorrhage management guided by ROTEM were determined. González et al. randomized trauma patients for a massive transfusion protocol guided by thromboelastometry (TEM) and conventional coagulation assays (CCA). The results at 28 days revealed a significant improvement in survival with the TEM-guided algorithm compared to the CCA algorithm (36.4% deaths vs. 19.6%;  $P = 0.049$ ). Significant studies also exist for AC5 (sensitivity 70%, 95% CI, specificity 86%, 95% CI) and AC15 (sensitivity 88%, 95% CI, specificity 100%, 95% CI). Therefore, the importance of ROTEM in hemorrhage management was emphasized. These tests permit more selective and efficient transfusion therapy, reducing blood transfusions and mortality ( $P=0.04$ ). No differences were found in surgical reintervention rates and massive transfusion rates. There is a cost-benefit advantage in using viscoelastic-based transfusion algorithms, leading to improved health results.

*Keywords:* Thromboelastometry, ROTEM, hemorrhages, hemostatic therapy

# ÍNDICE

Declaratoria de autoría y responsabilidad .....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR / DIRECTOR .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
I. RESUMEN .....	V
I. ABSTRACT .....	VI
Índice .....	VII
Introducción .....	1
Metodología .....	3
Resultados .....	4
Discusión .....	13
Conclusión .....	16
Referencias .....	17
GLOSARIO .....	19
Anexos .....	20
ANEXO 1: PROTOCOLO .....	20
1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO DE TITULACIÓN .....	20
TÍTULO: .....	20
2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA .....	21
2.1. RESUMEN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	21
2.2. PALABRAS CLAVE .....	21
2.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....	21
2.4. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE .....	23
2.5. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	28
2.6. OBJETIVOS .....	29
2.6.1. GENERAL .....	29
2.6.2. ESPECÍFICOS .....	29
2.7. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA .....	29
2.8. RESULTADOS ESPERADOS .....	30
2.9. ASPECTOS BIOÉTICOS Y SOCIALES .....	31
3. DIFUSIÓN DE RESULTADOS .....	32

4. PLANIFICACIÓN (CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES) .....	32
5. PRESUPUESTO .....	33

## **Introducción**

En los últimos años ha existido víctimas con hemorragias tipo masivas, un aumento exponencialmente cobrando en todo el mundo la vida de varias personas, siendo el tratamiento detener el sangrado para evitar la necesidad de transfusión masiva que se asocia con alta morbilidad, los conceptos de la transfusión que se basa en proporciones no corrigen una coagulopatía, por lo tanto, no reducen la mortalidad en pacientes que presenten una hemorragia grave, solo llegan a identificar el motivo del sangrado (quirúrgico o clínico) para realizar intervenciones hemostáticas adecuadas para detener el sangrado. En consecuencia, algunos centros están utilizando un enfoque híbrido que comienza con un concepto de transfusión basado en proporciones hasta que los datos de coagulación estén disponibles y permitan una terapia hemostática dirigida más eficaz, pero sin tomar en cuenta que el tiempo es vida en un sangrado severo. (1,2,3)

En este caso, tenemos pruebas que se realizan en un laboratorio que incluyen TPT (tiempo de tromboplastina parcial activada), PT (tiempo de protrombina) INR (índice internacional normalizado), fibrinógeno tipo plasmático, recuento de plaquetas, sin embargo, las pruebas convencionales tienen un tiempo de respuesta muy extenso (30-90 min) para orientar a una decisión clínica. Por el contrario, tenemos un equipo ROTEM que permite una interacción entre varios componentes que van a participar en este proceso, como los inhibidores, factores de la coagulación, plaquetas, el sistema fibrinolítico, fibrinógeno, trabajaremos con sangre total, a continuación, evaluaremos en tiempo actual aquellas características de manera cinética y viscoelástica de un coagulo sanguíneo y una eventual lisis, que va a proporcionar resultados de la prueba dentro de los 10-15 minutos, y las amplitudes tempranas de firmeza de un coágulo se obtiene a los 5-10 minutos después de empezar la coagulación, ROTEM no solo va a permitir una respuesta en un tiempo corto comparando con las CCA, sino que este tipo de ensayo (como FIBTEM) va a predecir las hemorragias y las transfusiones en varios entornos clínicos. Se ha demostrado incluso que los algoritmos utilizados en el manejo de hemorragias guiados por ROTEM son eficaces para de esta manera reducir aquellas necesidades de una transfusión, costos de una atención médica y complicaciones. Existen varios ensayos tipo clínicos aleatorios (ECA), evaluaciones de tecnologías sanitarias, metanálisis y las que proporcionan evidencia de que al usar algoritmos guiados por ROTEM en pacientes que presenten hemorragia favoreció en una mejora de la seguridad y resultados del paciente, incluida la morbilidad perioperatoria. (4,5,6)

En 1948, Helmut Hartert instruyó con las pruebas viscoelásticas e inicia el progreso a la cabecera de un paciente con la monitorización de coagulación, su falta de uso permaneció hasta los años ochenta, donde desde aquel instante fue retomado por Kang, para de esta manera conducir las coagulopatías durante procesos quirúrgicos como cirugía cardíaca utilizando la circulación extracorpórea, en trasplante de hígado, también se ha venido utilizando en áreas como reanimación y anestesiología, principalmente en UCI y en cirugía de corazón, al ser manejado actualmente los equipos tromboelastógrafo o el tromboelastómetro rotacional, se ha convertido en una herramienta demasiado útil para manejo de hemorragias, dando resultados a través de un análisis utilizando parámetros por medio de programas computarizados. (3) (7,8,9)

ROTEM y TEG son ensayos tipo hemostáticos viscoelásticos que proporcionan una evaluación de forma gráfica de cinética de las fases de formación de un coágulo sanguíneo (el inicio, propagación, la fuerza y disolución) en sangre total. Por tanto, el tratamiento de las transfusiones masivas se va a basar en pruebas de coagulación diagnósticas fiables, sencillas y rápidas, la monitorización de los cambios de forma dinámica de la hemostasia con ROTEM puede admitir diferencia entre una causa quirúrgica de sangrado o una coagulopatía; y como hipótesis se va a poder orientar en la elección del tratamiento hemostático, y de esta forma reducir reoperaciones, complicaciones asociadas con un shock hipovolémico, y productos sanguíneos, y, en última instancia, influir en mortalidad. Siendo importante conocer este protocolo a la cabecera de un paciente en el servicio obstétrico (post parto, hemorragias), quirúrgico (cirugía vascular, trasplante de hígado), clínico (politraumatizados, hemorragia digestiva alta, hemorragia digestiva baja); la hemorragia es el mayor contribuyente de morbimortalidad durante el período perioperatorio. (10,11,12)

Bajo este contexto, la presente revisión sistemática tiene como objetivo principal determinar la importancia del tromboelastograma rotacional en el manejo hemostático y describir su uso de manera que el personal de prehospitalaria se familiarice aún más con este equipo que tiene como finalidad ayudar a salvar vidas, permite la creación de mejores protocolos de transfusión obteniendo una terapia de manera transfusional más dirigida y uniforme y un descenso en el consumo de hemoderivados, se ha visto que la información que actualmente se dispone es escasa, se aplicó un análisis para valorar la evidencia disponible, y su importancia al dar uso los algoritmos transfusionales basados en pruebas viscoelásticas, para conseguir una mejora en los resultados en salud.

## Metodología

Se ha realizado una revisión sistemática tipo descriptiva, en diversas fuentes de datos: PubMed, Redalyc, Scopus, SciELO, Google Scholar, Dialnet, Liliacs se utilizaron, los siguientes descriptores: “Test de coagulación/Coagulation test”, “Tromboelastograma con Rotem/Thromboelastogram with Rotem”, “Tromboelastograma rotacional en el manejo hemostático/Rotational thromboelastogram in hemostatic management”, “Tromboelastometría como técnica de monitorización/Thromboelastometry as a monitoring technique”. Se adjunto artículos que han sido publicados en período entre 2019 a 2023 en idioma inglés y español.

Este tipo de revisión sistemática es una estrategia para obtener de manera ordenada y sistemática estudios con resultados que estén relacionados con algún tema en específico de construcción de conocimiento.

La revisión se guio por una pregunta tipo orientadora, dada la población o el problema de interés, la intervención a realizar en el texto de nuestro estudio: ¿Por qué es importante el uso del tromboelastograma ROTEM a la cabecera de un paciente para el manejo de la hemorragia?

Luego se definió buscar estudios de forma primaria en algunas bases de datos tipo electrónicas: LILACS-Scopus en la Biblioteca de manera Virtual a nivel de Salud. Cuando se inició la búsqueda en DECS, (Ciencias de la Salud), los descriptores que se utilizaron, en el momento junto con la base, han sido: Coagulation tests/Tests de una coagulación; Thromboelastogram with Rotem/Tromboelastograma con Rotem; Rotational thromboelastogram in hemostatic management/Tromboelastograma rotacional en el manejo hemostático; Thromboelastometry as a monitoring technique/Tromboelastometría como técnica de monitorización, con el fin de garantizar una amplia búsqueda, se estableció un encuentro entre los descriptores empleando tipo de conexiones por medio de los Booleanos: AND y el OR. A partir de junio 2023 se inició con la recolección de esta información.

Aquellos criterios de inclusión fueron artículos completamente originales publicados entre 2019 y 2023 en inglés y español. Se excluyeron artículos de revisión, artículos de revistas, publicaciones no disponibles y artículos duplicados. La estrategia de búsqueda para cada base se describe a continuación.

**Tabla N. 1.** Bases de datos con su estrategia de búsqueda. ,Scopus, PubMed, SciELO, Redalyc, Google Académico, Dialnet, Liliacs.

Base de datos	Estrategias de búsqueda	Resultados
SCOPUS		
1° paso	Rotational AND Thromboelastometry Coagulopath.	7
2° paso	Managment guided by rotational thromboelastometry.	2
3° paso	Rotational AND thromboelastography AND coagulopathy.	1
PUBMED	Thromboelastography (TEG) or rotational thromboelastometry (ROTEM) to monitor haemostatic treatment in bleeding patients.	15
REDALYC		
1° paso	Tromboelastometría ROTEM.	3
2° paso	Tromboelastometría AND hemostasia.	1
3° paso	Tromboelastograma AND proceso quirúrgico.	1
SCIELO		
1° paso	Tromboelastometría Rotacional OR Rotem, electrocardiograma, coagulación.	12
GOOGLE ACADÉMICO	Tromboelastograma con Rotem AND Ventajas y Funcionamiento.	7
DIALNET	Tromboelastometría	1
LILIACS	Tromboelastometría AND coagulopatías.	1

*Fuente: López. M (2023)*

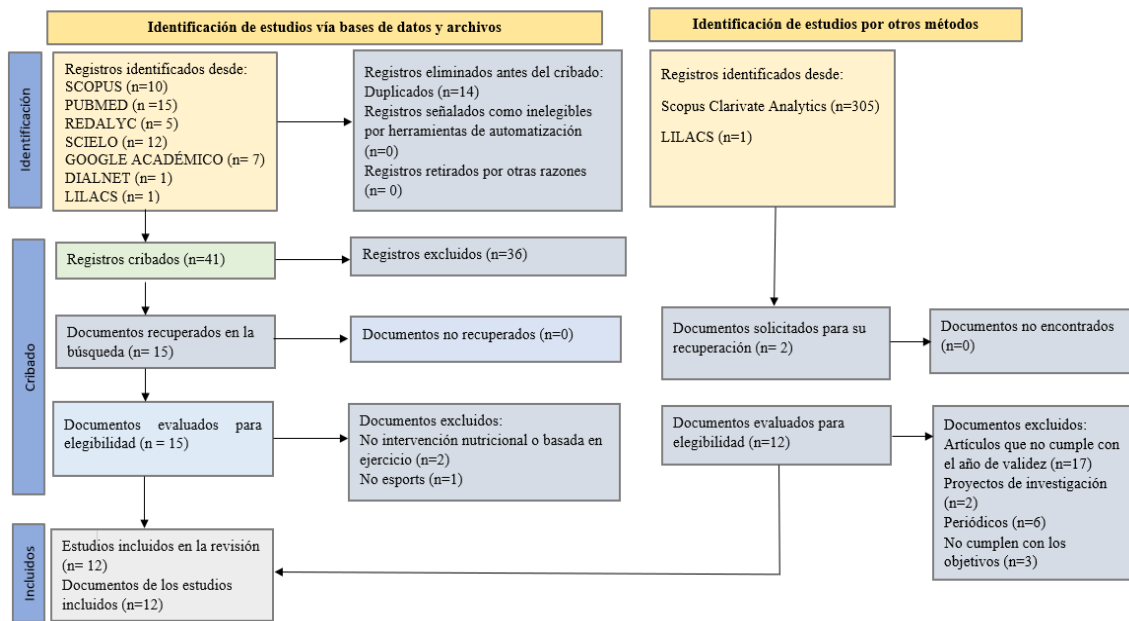
Se aplicó secuencialmente una estrategia de búsqueda, criterios de inclusión y de exclusión para seleccionar las publicaciones. Por lo tanto, los estudios recuperados se analizaron basándose en la información de su título y el resumen en su totalidad. Toda publicación científica seleccionada fue etiquetada con la letra "A" ordenada cronológicamente descendente y está ordenada en la tabla resumen que contiene la siguiente información: fuente de datos, tipo de revista, autor y año de la publicación, título de aquel artículo y finalmente objetivos. Los resultados se analizaron descriptivamente para mostrar una síntesis de los estudios a través de la comparación y resaltar únicamente diferencias y las similitudes.

## Resultados

Los resultados finales obtenidos según las búsquedas de estos artículos fueron 51 publicaciones, de los cuales 14 se duplicaban y 17 no cumplen con los años de validez, 6

eran artículos periodísticos, 2 proyectos de investigación, en consecuencia, se excluyó 39 publicaciones, quedando 15 artículos legibles en su totalidad, sin embargo, 3 no cumplieron con el objetivo de este estudio, por lo que solo se incluyeron 12, como se manifiesta en la Figura N.1.

**Figura N.1.** Selección de artículos utilizando diagrama de flujo. PRISMA.



*Fuente: López. M (2023)*

En una breve descripción de aquellos artículos que fueron de selección para el estudio sistemático, realizamos un análisis de forma estadística y los resultados son los siguientes: se observó que 42% de las publicaciones corresponden a la fuente Google Académico, 17% SciELO, el 9% a la base de datos Scopus, y en un 8% tenemos Redalyc, PubMed, Dialnet, y Liliacs. En cuanto a revistas, el 33% se publicó en base de datos Cochrane y revista de anestesiología, fueron publicadas en revistas internacionales, en la revista Elsevier y departamentos de medicina 17%. En 2019 hubo un 58% de las publicaciones, un 25% en el año 2020 y el 17% en 2021. Además de la fuente de datos, la revista con año de publicación, el artículo incluye autor, el título, sus objetivos, y los resultados como se revelan en la Tabla 2 a continuación.

**Tabla N.2.** Descripción de los artículos y su respectiva Base de Datos, el año de publicación, su autor, Idioma, tipo de revista.

N.	Base de Datos	Publicado en	Autor (s) y año de Publicación	Idioma	Título	Objetivos	Resultados
1	Google Académico	Biblioteca Cochrane	Harriet Hunt, Simon Stanworth, Tom Woolley, Nicola Curry (2019)	Inglés	“Tromboelastografía y tromboelastometría ROTEM para la coagulopatía a causa de traumatismos en pacientes adultos con trauma y hemorragia”	“Determinar la exactitud diagnóstica de la tromboelastografía y la tromboelastometría ROTEM para la CIT en pacientes adultos con traumatismos y hemorragia”	AC5: resultados de sensibilidad 70% (IC 95%: 47% a 87%) y especificidad 86% (IC 95%: 82% a 90%), AC10: resultados de exactitud tuvieron sensibilidad 100% (IC 95%: 94% a 100%) y especificidad 70% (IC 95%: 56% a 82%). Fig.1.
2	Google Académico	Lanzhou University Second Hospital, China	Luxia Jiang,, Kun Yang, Qiming Zhao, Jing Yu, Caie Li, (2019)	Inglés	“Thromboelastograph y or rotational thromboelastometry for bleeding management in adults undergoing cardiac surgery”	“Analizar ensayos para evaluar los efectos de los algoritmos de transfusión guiados por TEG o ROTEM”	Mortalidad: RR 0,83; IC 95%: 0,53 a 1,30; I2= 25%, P 0,04, reducción de sangrado DM: - 132,46, IC 95%: - 207,49,-57,43, I2 =53%, P <0,001, transfundir GR: 0.87, IC 95%; 0.83-0.91; I2 = 11 %, P <0,001) transfusión del

							plasma fresco congelado y 0,81 (IC 95 %: 0,74–0,90; = 0 %, P I2 <0,01). Fig.2.
3	Google Académico	Revista Coreana de Anestesiología	Klaus Gorlinger, Pérez Antonio, Dirkmann Daniel (2019)	Inglés	“Algoritmos basados en la evidencia para el tratamiento de la hemorragia guiado por tromboelastometría rotacional”	“Analizar los beneficios recogidos en la bibliografía referentes al uso del tromboelastograma frente a estudios de coagulación convencionales en el ámbito de la cirugía cardíaca”	Snegovskikh et al: pérdida de sangre, la transfusión de glóbulos rojos y PFC se redujo significativamente (P < 0,001), tasa de histerectomía (25,0% frente a 53,5%; P = 0,013), tasa de ingreso a UCI (3,6% frente a 53,5%; P = 0,013), tipo de entrada la UCI (3,6% frente a 53,5%; P= 0.013),43,1%; P < 0,001), y duración de hospitalización después del parto (4 frente a 5 días; P < 0,001).
4	Google Académico	ELSEVIER	Senned Karrar, Ted Reniers,	Inglés Español	“Transfusión guiada por	“Determinar el impacto de un protocolo de transfusión guiado por	Reducción significativa en la transfusión de GR (5 [3-8] v 2 [0-4], p < 0,001), concentrado de

			Anika Filius (2021)		tromboelastometría rotacional”	tromboelastometría rotacional (ROTEM) sobre el uso de productos sanguíneos”	plaquetas (2 (2-3) v 1 (1-2), p < 0.001) y el plasma (1.980ml (1.320-3.300) frente a 800ml (0-1.000) p < 0.001) se observó en cirugía electiva.
5	Google Académico	Asociación de anestesistas Gran Bretaña	Wikkelso A. Wetterlev J. Moller A. (2019)	Inglés	“Thromboelastograph y (TEG) or rotational thromboelastometry (ROTEM) to monitor haemostatic treatment in bleeding patients”	“Profundizar la tomboelastometría rotacional que redujeron significativamente la proporción de pacientes a los que se les transfundieron glóbulos rojos, plasma, y plaquetas”	Pacientes que necesitan los glóbulos rojos agrupados mostraron una reducción significativa 14% (RR (IC 95%) 0,86 (0,79–0,94), I2 = 0%) guiada por ROTEM, reducción significativa plasma fresco congelado (RR (IC 95%) 0,57 (0,33-0,96), I2 = 86% y plaquetas (RR (IC95%) 0,73 (0,60-0,88), I2 = 0%. Fig. 3.
6	SciELO	Biblioteca Cochrane	Anne Wikkelso, Jorn Wetterslev (2020)	Inglés Español	“Tromboelastometría Rotem para monitorizar o	“Evaluar los efectos beneficiosos y perjudiciales de la transfusión guiada por	El análisis secuencial ensayos (TSA) sobre el efecto de la transfusión hemostática guiada por ROTEM sobre necesidad

					tratamiento hemostático”	tromboelastometría (ROTEM) en adultos”	de eritrocitos dio como resultado RR (TSA alfa de 0,86 (IC 95%: 0,79 a 0,95; D 2 = 0%), I 2 = 0%), con proporción de eventos de control del 93,3%, la curva Z acumulativa en azul cruza el límite de monitoreo construido para un tamaño de información ajustado de 507 participantes, correspondiente a una RRR del 14 % con un poder del 80 % y un alfa de 0,05. Fig. 4.
7	SciELO	Departamento de Medicina de laboratorio y patobiología.	Torres Roman, Trujillo Puentes (2020)	Inglés	“Expanding clinical roles for thromboelastography and rotational thromboelastometry”	“Evaluar la evidencia que respalda los ensayos viscoelásticos en la evaluación de coagulopatías y el manejo de hemorragias para diversas indicaciones”	Algoritmo MTP guiado por TEM mejoró significativamente la supervivencia a los 28 días en comparación con el algoritmo CCA (36,4 % de muertes frente a 19,6 %; P = 0,049) y redujo las muertes dentro

							de las primeras 6 horas después de la llegada (7,1% en TEM frente a 21.8 % en ACC; p= 0.032).
8	SCOPUS	Base de datos Cochrane	Anne Juul wikkelse (2019)	Inglés Español	“The role of thromboelastometry in the assessment and treatment of coagulopathy in liver transplant patients”	“Que permite realizar el tromboelastograma”	ROTEM al ser analizado existe reducción de mortalidad de forma general (7.4% vs 3.9%; con RR 0,52; IC 95%: 0,28 - 0. 95; I2=0%.
9	REDALY C	Journal of Thoracic Disease	Jiang Luxia (2019)	Español	“Tromboelastografía o tromboelastometría rotacional para el tratamiento de hemorragias en adultos sometidos a cirugía cardíaca”	“Determinar el momento para utilizar el tromboelastograma”	Volumen de pérdida de sangre se redujo en 132 m en los estudios generales [diferencia de medias (DM): -132,46; IC del 95 %: -207,49, -57,43; I <sup>2</sup> = 53 %, P <0,01], y por 103 ml en los ECA (DM: -103,50, IC del 95 %: -156,52,

							-50,48; I <sup>2</sup> = 0 %, P <0,01).
10	DIALNET	Revista Médica de Costa Rica	Mata Chacón Daniela (2021)	Español	“SANGRADO MASIVO: USO DE TROMBOELASTOMETRÍA ROTACIONAL”	“Cuál es el porcentaje de pacientes que presenten sangrado masivo”	Alrededor del 25-35% de pacientes con hemorragia grave presentan coagulopatía al ingreso. El tratamiento temprano de los trastornos de la coagulación con regímenes de transfusión asociados con hemorragias mejora los resultados en las víctimas de traumatismos.
11	LILIACS	Bases de datos de referencias bibliográficas ELSEVIER	Rivero Rodríguez D, Miranda Hernández (2020)	Español	“Tromboelastometría e insuficiencia orgánica en pacientes traumatizados”	“Aparición de insuficiencia orgánica múltiple y las peores puntuaciones SOFA en pacientes con hiponormo e hipercoagulabilidad”	Las barras grises indican la aparición de insuficiencia orgánica múltiple y los puntos negros indican puntuaciones SOFA medianas y rangos intercuartílicos. P<0,01. P<0,05. Fig. 5.

12	PUBMED	Base de datos Cochrane	Afshari A. Wettersley J. (2019)	Español, inglés	“Tromboelastografía o tromboelastometría ROTEM para controlar el tratamiento hemostático versus atención habitual en adultos”	“Guiar la estrategia de transfusión, para diferentes funciones”	ROTEM tuvo un efecto estadísticamente significativo: RR 0,86; IC 95%: 0,79 a 0,94; I2 = 0%, plasma fresco tipo congelado (PFC) comparando con cualquier tipo de comparación de participantes que recibieron una transfusión de sangre en el grupo de glóbulos rojos (GRBC) RR 0,57; IC .95%:0,33 a 0,96; I(2) =86%, plaquetas RR 0,73; IC, 95%: 0.60 a 0,88; I(2) = 0%.
----	--------	---------------------------	---------------------------------------	--------------------	--	---	---

## Discusión

Los algoritmos de gestión de hemorragias guiados por ROTEM van a reducir eficazmente una cantidad de transfusiones, incluso costos de atención médica y complicaciones, mejorando la seguridad del paciente y la salud en general, se analizó un estudio en donde se incluyó pacientes con hemorragia por traumatismo, los resultados de los trazos de ROTEM se compararon con los de las pruebas de coagulación convencionales (CCA), González et al aleatorizaron a 111 pacientes traumatizados que cumplían con los criterios para la activación de un protocolo de transfusión masiva (MTP) a un algoritmo MTP guiado por TEG o uno guiado por CCA, con un resultado primario de 28 días, supervivencia. El algoritmo MTP guiado por TEG mejoró significativamente la supervivencia a los 28 días en comparación con el algoritmo CCA (36,4 % de muertes frente a 19,6 %;  $P = 0,049$ ) y redujo muertes dentro de las primeras 6 horas después de la llegada (7,1 % guiado por TEG frente a 21,8 % guiado por ACC;  $p=0.032$ ), los pacientes que fueron asignados al azar a TEM también significativamente recibieron menos unidades de plaquetas y plasma congelado que el grupo de CCA.

Se incluyeron 15 ECA (total  $n=1493$  pacientes), sus riesgos relativos (RR) fueron 0,89 (IC del 95 %: 0,80–0,98;  $I^2 = 0$  %,  $P = 0.02$ ) también para transfusión GR; 0,59, IC del 95 %: 0,42–0,82;  $I^2 = 55$  % ,  $P < 0,001$ , en cuanto a otro estudio estadísticamente analizado en el 2017 existe una reducción significativa del 14% (RR (IC 95%) 0,86 (0,79–0,94),  $I^2 = 0\%$ ) a favor de transfusión por equipo TEG o ROTEM, para transfundir plasma fresco tipo congelado 0,81 (IC del 95 %: 0,74–0,90;  $I^2 = 0$  %,  $P < 0,01$ ) comparando con otro análisis del 2017 existe una reducción significativa en la proporción de pacientes que necesitan plasma fresco congelado (RR (IC 95%) 0,57 (0,33-0,96),  $I^2 = 86\%$ ), y la proporción de pacientes que necesitan plaquetas (RR (IC95%) 0,73 (0,60-0,88),  $I^2 = 0\%$ ), 12 estudios han sido guiados por TEG y los 3 por ROTEM, once ensayos informaron sobre el sangrado encontrando efectos beneficiosos del algoritmo guiado por TEG/ROTEM, lo que indica una reducción del sangrado de 132 ml en los estudios generales (DM:  $-132,46$ ; IC del 95 %:  $-207,49$ ;  $-57,43$ ;  $I^2 = 53\%$ ,  $P < 0,01$ ) y 103 ml en ECA (DM:  $-103,50$ , IC del 95%:  $-156,52$ ,  $-50,48$ ,  $I^2 = 0\%$ ,  $P < 0,01$ ), Cotton et al, encontró que ROTEM pareció reducir la mortalidad general en comparación con la transfusión por cualquier otro método, (7.4% vs 3.9%; RR 0.52; IC 95%: 0.28 a 0.95;  $I^2 = 0\%$ ), y Johansson et al, muestra en su estudio reducción de mortalidad de 3,0% en el grupo reanimado mediante TEG, a continuación se demostró un efecto estadísticamente

significativo de ROTEM en comparación sobre la proporción de participantes a los que se les transfundió GRBC (conjunto de glóbulos rojos) RR 0.86; IC 95%: 0,79-0.94; I2= 0%, PFC (plasma fresco congelado) RR 0.57; IC 95%:0,33 -0.96; I2 = 86%, plaquetas RR 0.73; IC95%: 0,60 -0,88; I(2) = 0%. Sin embargo, por otro lado, tenemos un algoritmo MTP guiado por TEG que mejoró significativamente la supervivencia a los 28 días en comparación con el algoritmo CCA (36,4 % de muertes frente a 19,6 %; P = 0,049) y redujo las muertes dentro de las primeras 6 horas después de la llegada (7,1 % guiada por TEG frente a 21,8% guiada por ACC; p =0.032); los pacientes asignados al azar a TEG también recibieron significativamente menos unidades de plasma y plaquetas congeladas que el grupo de CCA, esto es alentador, se necesitan grandes ECA multicéntricos para determinar definitivamente la eficacia clínica de los VEA en la reanimación dirigida a objetivos después de un traumatismo grave.

Se analizó tres estudios que utilizaron ROTEM, variando el tiempo de 5,10,15 minutos, y el metanálisis y pruebas de heterogeneidad fueron válidos según ROTEM, dos estudios con RIQ (rango intercuartil) 4-24 y 22; también un intercuartil de 12-34, e intercuartil 17-43, valorando que AC5 tiene resultados con precisión: sensibilidad 70% (IC 95%: 47-87%), especificidad 86% (IC 95%:82-90%), un segundo estudio donde muestra sensibilidad 96% (IC 95%: 88 -100%) con especificidad 58% (IC 95%: 44-72%), AC10 tienes resultados similares: sensibilidad 100% (IC95%: 94-100%) y especificidad 70% (IC95%: 56-82%) y finalmente AC15 tiene resultados: sensibilidad 88% (IC 95%: 69-97%), con especificidad 100% (IC 95%: 94% a 100%).

Todas aquellas pruebas clásicas utilizadas para el diagnóstico de coagulopatía en momentos de emergencia tienen varias limitaciones, va incluido el tiempo largo para el análisis y retorno de los resultados, la falta de información sobre algunos trastornos de la coagulación (ejemplo trombólisis), la falta de suministro de sangre viva, y la escasa habilidad para orientar una transfusión de hemoderivados ya que no son diseñados para eso, la tromboelastometría es una herramienta que nos permite lograr resultados mucho más rápidos al crear una visualización de un trazo que va a constar de parámetros medidos numéricamente, cada uno con rango de referencia, para ayudar a analizar las coagulopatías o defectos de coagulación específicos, como hipofibrinogenemia, la hiperfibrinolisis, efecto de heparina, la deficiencia de factores que pueden desencadenar un tipo sangrado pre-intra o posoperatorio, los dispositivos TEG y ROTEM se encuentra bastante limitada en España, en urgencia, por un bajo índice de formación a los

profesionales en su manejo como por la financiación económica, siendo utilizados de manera más rutinaria en otros países americanos como Canadá, EEUU y regiones europeas como Suecia o Dinamarca.

Una revisión de la literatura mostró que los pacientes que recibieron una transfusión guiada por tromboelastometría tuvo transfusiones de GR, PFC, plaquetas mucho más bajas en comparación las que son guiadas por criterio clínico o pruebas de laboratorio convencionales, existen estudios también en donde la mortalidad se redujo, pero sin diferencia en la tasa de reintervención tipo quirúrgica y en transfusión de forma masiva. Además, otras publicaciones han detallado la superioridad costo-beneficio de los algoritmos de transfusión basado en las pruebas viscoelásticas, bajo este contexto, en los últimos años se ha desarrollado diversas investigaciones en este tema con la única finalidad de que la población se llegue a familiarizar con esta técnica, mediante ROTEM a la cabecera de un paciente se medirán in vitro aquellas propiedades viscoelásticas del coágulo de manera global y dinámica, agrupando diferentes etapas de la fibrinólisis y coagulación para guiar el tratamiento de la coagulopatía encontrada.

## Conclusión

Se determinó la importancia de utilizar el tromboelastograma rotacional en el manejo de las hemorragias en adultos, los resultados son datos de precisión de la prueba, sensibilidad 96% y especificidad 86% y su intervalo de confianza del 95%, ROTEM no solo tiene un tiempo de respuesta corto comparado con las pruebas convencionales estándar, sin embargo se tiene pruebas como FIBTEM, son mejores para predecir los requerimientos de sangrado y transfusión en diferentes situaciones clínicas (DM -11,66 s, IC del 95 %: -22,59 a -0,73,  $p = 0,04$ ), el alto valor predictivo negativo 90–97% del uso de ROTEM permitirá descartar causas de tipo hemorrágica, el algoritmo es restrictivo y solo considera intervenciones hemostáticas con un elevado potencial hemostático, evadiendo eventos tromboembólicos y la conclusión es que, en comparación con otros ensayos de viscoelasticidad estándar la mayor ventaja es el tiempo de respuesta.

Se analizó el algoritmo MTP guiado por TEG que mejoró significativamente la supervivencia a los 28 días en comparación con el algoritmo de las pruebas convencionales (36,4 % de muertes frente a 19,6 %;  $P = 0,049$ ) y redujo las muertes dentro de las primeras 6 horas después de la llegada (7,1% guiada por TEM frente a 21,8% guiado por ACC;  $p = 0,032$ ), teniendo como resultados que los pacientes asignados al azar a TEM también recibieron significativamente menos unidades de plasma y plaquetas congeladas que el grupo de CCA. Aunque esto es alentador, se necesitan grandes ECA multicéntricos para determinar definitivamente la eficacia clínica de los VEA en la reanimación dirigida a objetivos después de un traumatismo grave, se ha analizado estudios que estas pruebas permiten una terapia transfusional más selectiva y eficiente, también por otro lado, la mortalidad se redujo, disminuyeron las transfusiones de sangre, pero sin diferencia en la tasa de reintervención tipo quirúrgica y en transfusión de forma masiva. Además, otras publicaciones han detallado la superioridad costo-beneficio de los algoritmos de transfusión basado en las pruebas viscoelásticas para mejorar la salud. Suele ser importante conocer en otro campo como lo es en la anestesiología que va a optimizar un cierto manejo tipo perioperatorio con un mayor conocimiento de los eventos que suelen ocurrir en un paciente, y poder ofrecer un mejor manejo transoperatorio y terapias dirigidas que puedan reparar los defectos hemostáticos que se lleguen a presentar.

## Referencias

1. Harriet Hunt, Simon Stanworth, Tom Woolley, Nicola Curry. R Harriet Hunt, Simon Stanworth, Tom Woolley, Nicola Curry . Tromboelastografía y tromboelastometría ROTEM para la coagulopatía a causa de traumatismos en pacientes adultos con trauma y hemorragia. Biblioteca Cochrane (2019) Octubre 2 (2).
2. Caie Li, Qiming Zhao, Kun Yang, Luxia Jiang, Jing Yu. “Thromboelastography or rotational thromboelastometry for bleeding management in adults undergoing cardiac surgery” Google Académico (2019) Julio 1(2).
3. Klaus Gorlinger, Pérez Antonio, Dirkmann Daniel. Algoritmos basados en la evidencia para el tratamiento de la hemorragia guiado por tromboelastometría rotacional. Google Académico. 2019.
4. Senned Karrar, Ted Reniers. Transfusión guiada por tromboelastometría rotacional. ELSEVIER. 2021.
5. Wikkelso A. Wetterlev J. Moller A. Thromboelastography (TEG) or rotational thromboelastometry (ROTEM) to monitor haemostatic treatment in bleeding patients. Asociación de anestesiología. 2019.
6. Anne Wikkelso, Jorn Wetterslev. Tromboelastometría Rotem para monitorizar o tratamiento hemostático. SCIELO. 2020 2(1).
7. Torres Roman, Trujillo Puentes. Expanding clinical roles for thromboelastography and rotational thromboelastometry. SCIELO. 2020 3(1).
8. Anne Juul wikkello. The role of thromboelastometry in the assessment and treatment of coagulopathy in liver transplant patients. SCOPUS. 2019.
9. Jiang Luxia. Tromboelastografía o tromboelastometría rotacional para el tratamiento de hemorragias en adultos sometidos a cirugía cardíaca. REDALYC. 2019.
10. Mata Chacón Daniela. SANGRADO MASIVO: USO DE TROMBOELASTOMETRÍA ROTACIONAL. DIALNET 2021.
11. Rivero Rodríguez D, Miranda Hernández. Tromboelastometría e insuficiencia orgánica en pacientes traumatizados. LILIACS. 2020.
12. Afshari A. Wettersley J. Tromboelastografía o tromboelastometría ROTEM para controlar el tratamiento hemostático versus atención habitual en adultos. PUBMED. Base de datos Cochrane. 2019.
13. Rodríguez Martín I. Resultados en Salud tras la implementación de la tromboelastometría rotacional en pacientes sometidos a cirugía cardiovascular. Revista De Bioquímica Médica y Biología Molecular. 2019 Septiembre; 2(1).

14. Weston Smith N, Pritchett. World Federation Of Societies Of Anaesthesiologists. [Online].; 2021 [cited 2023 Septiembre 15. Available from: <https://resources.wfsahq.org/atotw/tests-de-coagulacion-point-of-care-ensayos-hemostaticos-viscoelasticos/>.
15. Muñoz Arduengo L. Implantación del tromboelastograma en cirugías cardiacas. Marqués De Valdecilla. Cantabria. 2019 Agosto; 4(15).
16. Hernández Perez AL, Ramírez Morales K, Lagarda CJ. Tromboelastometría para cirugía general. SCIELO. 2022 Enero-Marzo; 45(1).
17. Prado Fonseca J. Programa de Estudios de Posgrado- Costa Rica. [Online].; 2023 [cited 2023 Septiembre 15. Available from: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/89349/TESIS%20SAUL%20PRADO%20FONSECA%20ESPECIALIDAD%20EN%20MEDICINA%20DE%20EMERGENCIAS%20UCR%202023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
18. Narváez P. Escuela de Emergencias Médicas. [Online].; 2022 [cited 2023 Septiembre 15. Available from: <https://www.emergerecuador.com/chitosam-innovacion-en-el-control-de-hemorragias/>.
19. Sulaiman M. Resumen de la Investigación en tromboelastografía. Revista Colombiana de Anestesiología. 2019 Mayo; 3(1).
20. Soria Lozano MDM. Tromboelastometría y tromboelastografía como técnica de monitorización en pacientes con riesgo de sangrado. Revista Electrónica de PortalesMedicos. 2022 Enero; 17(1).
21. Pereira Cezar R, Amorim T. The role of thromboelastometry in the assessment and treatment of coagulopathy in liver transplant patients. SCOPUS. 2019 ABRIL; 15(2).
22. López M. Tromboelastografía y tromboelastometría para el monitoreo del tratamiento en pacientes con sangrados en diferentes escenarios clínicos. GOOGLE ACÁDEMICO. 2019 Marzo; 22(13).
23. Carrillo Esper R, Mejía L, Pérez Calatayud Á. Rotational thromboelastometry. The electrocardiogram of coagulation. SCIELO. 2022 Julio-Septiembre ; 45(3).
24. Mata Chacón D. Sangrado masivo, uso de Tromboelastometría y tromboelastografía rotacional. Revista Médica de Costa Rica y Centroamerica. 2019 Abril; 3(2).
25. Mejía Luis,. Thromboelastometry. SCIELO. 2022 Julio-Septiembre ; 45(1)

## **GLOSARIO**

**TEG:** Tromboelastografía.

**TEM:** Tromboelastograma rotacional.

**CCA:** Pruebas de coagulación convencionales.

**MTP:** Protocolo de transfusión masiva.

**SLCT:** pruebas de coagulación de laboratorio estándar.

**ECA:** ensayos clínicos aleatorios.

**TPT:** tiempo de tromboplastina parcial activada

**TP:** tiempo de protrombina.

**INR:** Índice internacional normalizado.

**LAP:** activador de plasminógeno.

**PV:** pruebas viscoelásticas.

**CIT:** coagulopatía inducida por trauma.

**RR:** Riesgo relativo.

**TSA:** análisis secuencial de ensayos.

**GR:** glóbulos rojos.

**RIQ:** Rango intercuartil.

## ANEXOS

### ANEXO 1: PROTOCOLO

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA, CAMPUS AZOGUES

PROTOCOLO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN

#### 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

<b>TÍTULO:</b>	
<i>“Tromboelastograma con ROTEM en el manejo de las hemorragias”.</i>	
<b>UNIDAD ACADÉMICA:</b>	
Salud y Bienestar	
<b>CARRERA:</b>	
Medicina	
<b>RESPONSABLE(S) DEL PROYECTO:</b>	
<i>Est. Miriam Magaly López Narváez</i>	
<i>Tutor: Dr. Víctor Aníbal Idrovo Vásquez</i>	
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA</b>	
<i>Para información sobre líneas de investigación, debe consultar en Líneas de Investigación Institucionales, puestas en vigencia mediante la Resolución Nro. C.U. 866-2020-UCACUE (29 de abril de 2020).</i>	
Línea de Investigación:	
Línea 12: Salud y el Bienestar por los ciclos de vida.	
Sublínea: Promoción de la salud y prevención.	
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO</b>	
Duración del proyecto en meses:	<i>6 meses</i>
<b>FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO</b>	
Monto total del financiamiento para ejecutar el PROYECTO en dólares de los Estados Unidos de Norteamérica (USD)	300 \$ (USD)

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

---

### 2.1. RESUMEN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Antecedentes:** *El manejo temprano de coagulopatía a través de protocolos de transfusión en sangrado tipo masivo, perfecciona el pronóstico en víctimas, tromboelastograma rotacional analiza el proceso de la formación del coágulo con representación gráfica y numérica, evaluación de la cinética, formación, estabilidad, solidez, y lisis subsecuente de coágulos en sangre entera.*

**Objetivos:** *Determinar mediante una revisión sistemática la importancia del tromboelastograma rotacional en el manejo de las hemorragias a la cabecera del paciente.*

**Métodos:** *Se desarrollará una revisión sistemática de carácter descriptivo, en la cual se tomará como base de declaración de PRISMA 2021.*

**Resultados esperados:** *Una vez revisada la información se espera llegar a las conclusiones de los objetivos planteados y se conocerá cual es la funcionalidad del tromboelastograma rotacional en el manejo de las hemorragias en adultos, y de esta manera tener un punto de vista general con respecto a este dispositivo que actualmente mejora en monitorización y conocimiento de la coagulopatía asociada a diferentes patologías clínicas.*

*Por tal motivo, se tiene planeado describir la importancia que tiene este test dentro del manejo de las hemorragias y de esta forma dar a conocer que estas pruebas permiten una terapia transfusional más selectiva y eficiente, también por otro lado, va a disminuir las transfusiones de sangre, descenso en la mortalidad, sin encontrarse diferencia en las tasas de reintervención quirúrgica y de transfusión masiva, incluso se manifestará una ventaja en su costo-beneficio en el uso de algoritmos transfusionales basados en las pruebas viscoelásticas, consiguiendo mejora en los resultados en salud.*

### 2.2. PALABRAS CLAVE

*Tromboelastometría, ROTEM, hemorragias, terapia hemostática.*

### 2.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

*En los últimos años ha incrementado el número de víctimas con hemorragias masivas cobrando la vida de muchas personas alrededor de todo el mundo, en este caso, al ser*

*utilizadas las pruebas de laboratorio que incluyen tiempo de tromboplastina parcial activada (TPT), tiempo de protrombina (TP), índice internacional normalizado (INR), recuento de plaquetas y fibrinógeno plasmático, sin embargo, el tiempo de respuesta de las pruebas convencionales es muy largo (30-90 min) para guiar una decisión clínica, por el contrario, tenemos un equipo ROTEM para el manejo de las hemorragias, es fundamental conocer la monitorización en un proceso perioperatoria de coagulación siendo vital evaluar todos los riesgos de una hemorragia, diagnosticar algún tipo de deficiencia que se asocie con la misma, y poder guiar la terapia hemostática en procedimientos quirúrgicos, este equipo permite describir la interacción entre varios componentes que participen en este proceso, como inhibidores y factores de la coagulación, plaquetas, el sistema fibrinolítico, fibrinógeno, se trabaja con sangre entera en condiciones de bajas fuerzas de flujo, y evalúan en tiempo real características cinéticas y viscoelásticas del coágulo y eventual lisis del mismo, consiste también en la simulación del flujo venoso obteniendo una evaluación de cinética de las diferentes etapas del coágulo sanguíneo, midiendo resistencia y estabilidad del coágulo y representándolo en una gráfica, este proceso se utiliza en procesos quirúrgicos de mayor complejidad: sangrado crítico (paciente politraumatizado), cirugía cardiovascular, trasplante de hígado, hemorragia post parto, otros. (1) (2)*

*Se dispone actualmente de sistemas tipo analíticos que van a permitir monitorizar la coagulación y manejar trastornos hemostáticos que se producen en el lugar de asistencia de un paciente, los mismos que permiten un conocimiento real del estado de la coagulación proporcionando de esta forma la posibilidad de realizar una terapia hemostática de manera más dirigida. (3)*

*El sangrado excesivo en el proceso perioperatorio y postoperatorio inmediato es una complicación compleja por sus implicaciones en la morbimortalidad frecuentemente a corto y a largo plazo, este sangrado requiere de reexploración, de este modo, la tasa de reintervención por el sangrado en estos pacientes oscila entre 3% y 5% e incrementa hasta 7% en caso de una cirugía valvular. Además, los pacientes que se someten a reintervención presentan una evolución postoperatoria que se caracteriza por aumento de complicaciones, por mayor consumo de productos tipo hemoderivados, por estancias en UCI mucho más prolongadas y por una mayor tasa de mortalidad. Tromboelastometría, elaborada por equipo de ROTEM, la sangre, anticoagulada con citrato, se sitúa en cubeta en la cual se introduce un eje rotatorio con sensor. La sangre*

*se va a mezclar con un reactivo activador de coagulación y se forma el coágulo a la vez que el eje gira, el sensor recoge la medida de la elasticidad del coágulo adquiriendo datos sobre su formación, la pérdida de elasticidad a medida que se va formando el coágulo conduce a un cambio en la rotación del eje, plasmándose los resultados gráficamente en el llamado tromboelastograma para un diagnóstico y tratamiento eficaz.*

(3) (4)

*Bajo este contexto, la presente revisión sistemática se realiza con la finalidad de presentar cual es la funcionalidad al utilizar el tromboelastograma rotacional en el manejo hemostático en adultos, y de esta manera tener un punto de vista mucho más general con respecto a este dispositivo que actualmente mejora en la monitorización y conocimiento de la coagulopatía asociada a diferentes patologías clínicas como quirúrgicas (como cardiovascular), que permita la creación de mejores protocolos de transfusión, con el objetivo de lograr una terapia transfusional más uniforme y dirigida y una reducción del consumo de productos hemoderivados, se ha visto que la información que actualmente se dispone es escasa, razón por lo que se vio la necesidad de desarrollar esta revisión para que de esta manera se pueda disponer datos actualizados que puedan conocer la realidad de nuestro medio.*

*El objetivo de esta revisión sistemática es determinar la importancia del tromboelastograma rotacional en el manejo de las hemorragias y describir su uso de manera que el personal de prehospitalaria se vaya familiarizando aún más con este producto que tiene como finalidad ayudar a salvar vidas.*

*Así, se ha planeado que la divulgación de los resultados obtenidos de esta revisión sistemática sea difundida de manera científica y a la población en general a través de su debida publicación en una revista de impacto científico como artículo de investigación el cual pretende que los datos que sean encontrados beneficien en su totalidad a la comunidad.*

#### **2.4. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE**

*Como preámbulo general, la hemorragia se puede considerar la causa principal de muerte en pacientes traumatizados, por lo tanto, un 20-40% fallecen y 25% con trauma se presentan con alguna coagulopatía en el servicio de emergencias, previamente el 66% que presenten hipotermia, la misma que presenta inhibición de actividad de las proteínas de coagulación, así como la inhibición de la función de plaquetas. En caso de acidosis,*

*cuando se tiene valores de pH inferior a 7.2, directamente se reduce la actividad de las vías extrínseca e intrínseca de coagulación, además disminuye la función plaquetaria. (13, 14)*

*En 1948 nace el concepto de test viscoelástico por Helmut Hartert e inicia el desarrollo de monitorización de la coagulación a la cabecera del paciente, pero prácticamente ha permanecido en desuso hasta mediados de los años ochenta se ha retomado por Kang et al. para manejar la coagulopatía durante el trasplante hepático y en cirugía cardíaca con circulación extracorpórea, desde aquel instante ha ganado terreno en muchos campos de la medicina, en servicios de reanimación y anestesiología especialmente, en UCI y en Cirugía Cardíaca, debido a nuevos equipos (tromboelastógrafos y tromboelastómetros rotacionales) y a un análisis de parámetros a través de programas informatizados, este tipo de dispositivo ha llegado a ser una herramienta útil en el manejo del sangrado.(15)*

*Actualmente cada vez, existe evidencia de que la tromboelastometría proporciona una definición tipo clínica mucho más relevante con parámetro característico de fuerza del coágulo para así predecir, con más precisión, la necesidad de la transfusión de un producto sanguíneo, hay ensayos que describen reducción en cantidad de transfusión de un producto sanguíneo alogénico en los pacientes con trauma o trasplante de hígado continuando con algoritmos de manejo de coagulación guiados por ROTEM en comparación con las pruebas de laboratorio estándar.(15)*

### ***Técnica de la Tromboelastograma***

*Se basa en una cubeta tipo cilíndrica fija y un eje de forma vertical que suele oscilar permanentemente, el eje se sostiene por el rodamiento y va a rotar de izquierda a derecha (ángulo 4.75 °), va ser impulsada esta rotación por un motor que conecta al mismo por medio de un resorte elástico, para medir, firmemente se colocará un pistón de plástico descartable sobre aquel eje y se vierte una muestra de sangre citratada en la cubeta que está en el canal de medición, quedando de esta forma el pistón sumergido en la sangre; ópticamente se va a detectar la rotación por medio de una placa tipo espejo en un extremo superior del eje, un diodo como la fuente de luz y un sensor que sea sensible a la luz, el resultado si no hay alguna coagulación, el movimiento no se va a llegar a obstruir, por otro lado, si se forma algún coágulo, éste se va a adherir a la superficie de la cubeta y del pistón, conectando con variable firmeza así obstruyendo el movimiento; el resultado*

va ser un equilibrio entre la tensión del resorte y la del coágulo, a medida que el coágulo se haga más firme, se va a reducir la amplitud de la rotación del eje. (16)

### **Fases de la coagulación**

**Primera fase o llamada hemostasia primaria vascular tipo plaquetaria.** Es la etapa en la que participan las plaquetas mediante las siguientes fases: 1. Adhesión plaquetaria que se une al colágeno subendotelio tipo vascular mediante receptores de membrana. 2. Activación plaquetaria la cual se hace a través de la síntesis del tromboxano A<sub>3</sub> y prostaglandinas. 3. Agregación plaquetaria por medio del factor de Von Willebrand y adenosín difosfato (ADP), formando así el tapón hemostático primario. (17)

**Segunda fase plasmática o amplificación.** La etapa de amplificación va ser dependiente de la presencia de la membrana plaquetaria activada y de la interacción de éstas con los factores de la coagulación. Se va a formar la trombina (factor II), juntamente con el calcio (factor IV) y los fosfolípidos (que van a provenir de la plaqueta), activamente va a participar en un proceso de retroalimentación para activar los factores XI, IX, VIII, V y acelerar la activación plaquetaria. Esta fase se caracteriza también por activar el sistema de retroalimentación negativa por medio de los anticoagulantes naturales TFPI (inhibidor de activación del complejo FT/FVIIa), antitrombina y proteína C, con función reguladora de procesos procoagulantes. (18)

**Tercera fase trombotrombolítica.** En esta última etapa de coagulación se va a producir la destrucción del coágulo. La coagulación va a estar regulada por los anticoagulantes naturales: proteína C y proteína S (que van actuar como cofactor) inactivando el FVIII y FV; la antitrombina, inhibiendo principal al FXa y la trombina, en menor grado, tenemos los factores IXa, XIa y XIIa e inhibidor del factor tisular. Por último, la restauración de la permeabilidad tipo vascular se determina por la fibrinólisis: la plasmina, proteína final de la vía fibrinolítica, degrada así la fibrina, aparece los productos de degradación de la fibrina y dímero-D. La generación de la plasmina desde el plasminógeno se estimula por el activador tisular del plasminógeno y la reacción va a estar limitada por un inhibidor LAP (activador del plasminógeno), por la a<sub>2</sub>-antiplasmina y el inhibidor de la fibrinólisis activable por la trombina (a través del complejo trombina-trombomodulina), que actúan a un nivel distal. (19)

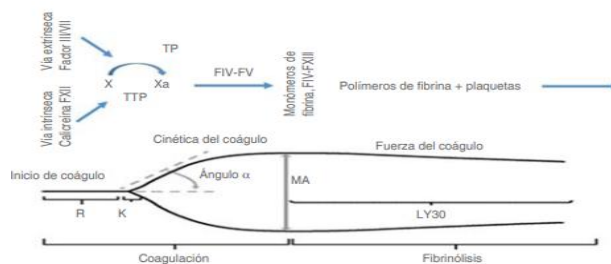


**MA. Máxima amplitud:** Se mide en mm y valora la máxima medida del trombo y depende de la interacción de la fibrina con las plaquetas, valor normal es de 55 – 73 mm. (8)

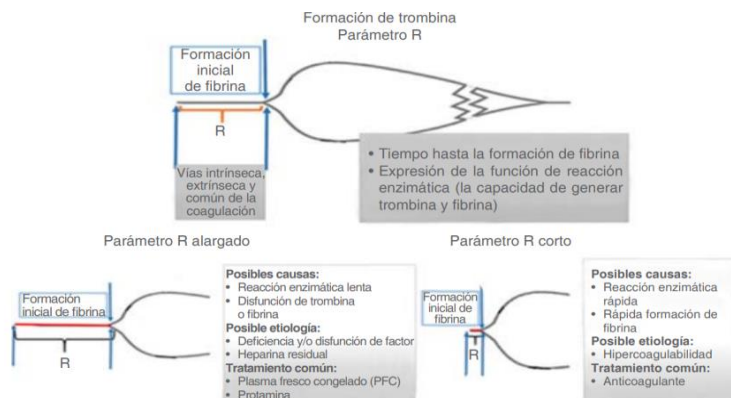
**LY30.** Medida en porcentaje que indica qué proporción del coágulo ha presentado fibrinólisis en un determinado tiempo, en 30 minutos, valor normal 0–8%. Valores mayores de 8% presenta en los estados de hiperfibrinólisis tanto primaria como secundaria. (8)

**G. Parte de la máxima amplitud producto de la siguiente fórmula:**  $5000 \text{ ma} / (100 - \text{ma})$ , indica la firmeza de un coágulo. (8)

**IC. Índice de coagulación:** Es un valor en números que pueden ser negativos y positivos, su intervalo va desde -3, +3, por debajo indica la hipocoagulabilidad y superior hipercoagulabilidad. (8) (10)

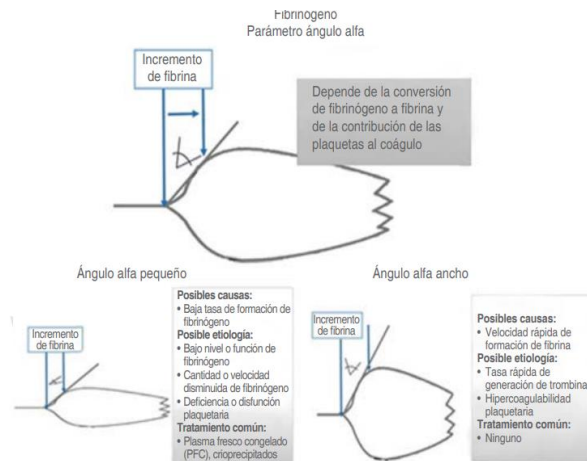


Soria Lozano MDM, 2022.



Soria Lozano MDM, 2022.

**Parámetro R** mide el inicio de la coagulación, que corresponde con el tiempo parcial de tromboplastina (TTP) y tiempo de tromboplastina (TP) de las pruebas de laboratorio convencionales. (21,22)



Soria Lozano MDM, 2022.

*Ángulo alfa evalúa la función del fibrinógeno, inicia donde termina el parámetro K y termina donde se inicia la amplitud del MA. ROTEM utiliza una pipeta electrónica; para usos en cirugía cardíaca, hepática, transfusión y sangrado obstétrico, en la cual se diferencia la anomalía en el sistema de coagulación dependiendo de la interpretación gráfica. (23)*

*La importante ventaja de PV (pruebas viscoelásticas) es poder visualizar y cuantificar las etapas de la coagulación sanguínea incluidas las fases de propagación, estabilización y disolución del coágulo formado bajo condiciones de low shear stress. Metaanálisis de estos resultados provee datos detallados de la cinética de generación de fibrina, firmeza del coágulo y fibrinólisis, permitiendo así evaluar la funcionalidad tipo global del coágulo y el monitoreo del tratamiento hemostático en diversos escenarios clínicos, como desórdenes hemorrágicos genéticos, la hemofilia, o aquellos adquiridos en pacientes sometidos a cirugía cardíaca, trasplante hepático o injuria sufrida por un trauma, sepsis, hemorragia obstétrica, evaluación perioperatoria de riesgo tromboembólico, manejo de la anticoagulación en pacientes con sistemas mecánicos de soporte respiratorio, circulatorio o anticoagulante directos orales (DOACs).(24, 25)*

## 2.5. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

*¿Por qué es importante la utilización del tromboelastograma con ROTEM a la cabecera del paciente en el manejo de hemorragias?*

## 2.6. OBJETIVOS

### 2.6.1. GENERAL

*Determinar mediante una revisión sistemática la importancia del tromboelastograma con ROTEM en el manejo de las hemorragias a la cabecera del paciente empleando métodos de investigación de aspecto cualitativo de artículos científico.*

### 2.6.2. ESPECÍFICOS

- *Identificar la importancia del tromboelastograma rotacional en el manejo de las hemorragias.*
- *Describir cuales son las pruebas de hemostasia y el tiempo utilizado para las mismas.*
- *Determinar la diferencia entre las pruebas convencionales de laboratorio y el equipo ROTEM.*

## 2.7. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

*El presente estudio es una revisión sistemática de carácter descriptivo con enfoque cualitativo en la cual se tomó como base la declaración de PRISMA 2020 en la preparación de esta revisión.*

*Para llevar a cabo la investigación se hará énfasis en 3 palabras clave principalmente “Tromboelastograma rotacional, hemorragias y terapia hemostática”, mismas que serán incluidas en la búsqueda de información, haciendo uso principalmente de los operadores booleanos “AND” y “OR”, pues de esta forma se podrá encontrar mayor cantidad de información respecto a los intereses de búsqueda de este estudio. Con respecto a las bases de datos que serán utilizadas en este trabajo, se utilizó principalmente aquellas ofertadas por la biblioteca de la Universidad Católica de Cuenca, destacándose las siguientes: Scopus, PubMed, Redalyc.org, SciELO, Google Académico, Dialnet.*

*Dentro de los criterios de inclusión, se debe incluir artículos que hayan sido publicados en los últimos 5 años tomando como referencia desde el año 2019 hasta la actualidad en idiomas tanto español como en inglés, artículos científicos de tipo explicativo, descriptivo, correlacional, la población de estudio estará conformada por adultos de 18 años en adelante, el área de estudio se enfocará en la promoción y prevención de enfermedades y finalmente la ubicación geográfica será el Ecuador y Latinoamérica.*

*Para los criterios de exclusión en cambio, se va a contemplar lo siguiente: publicaciones anteriores al año 2019; idiomas extranjeros, poblaciones de edades menores a 18 años;*

*áreas de la salud ajenas a la promoción y prevención de enfermedades y ubicaciones geográficas fuera de América Latina.*

*La extracción de los datos se realizará a través de artículos científicos, que contenga la información más relevante para la elaboración de esta revisión sistemática, dividiendo cada uno de ellos con los siguientes componentes: autor(es), título, revista, año de publicación, resumen y conclusión, de esta forma, se agilizará también el proceso de evaluación de calidad de los artículos escogidos, puesto que se podrá ver fácilmente a qué revista pertenecen y en qué año fueron publicados, 2 aspectos fundamentales para corroborar la confianza de la información que se está consultando, así como qué tan novedosa y actual resulta. Con el uso de las palabras claves se prevé que la elegibilidad de los documentos será más sencilla, pues sumado a los operadores booleanos previamente descritos, así como el uso de las bases de datos que se emplearán para este trabajo, los datos extraídos serán fidedignos para el problema que se planteó en un inicio y la información recolectada mediante la revisión sistemática será sintetizada y organizada.*

*Se empleará principalmente la estadística descriptiva, obteniendo información en base a registros nacionales e internacionales del Ecuador, mediante el método de búsqueda se escogió la información relacionada al tema principal de diversas fuentes bibliográficas y finalmente se analizó de manera meticulosa y se seleccionó los artículos, pues se considera que este tipo de recursos logran informar de manera clara y concisa los aspectos más relevantes de los resultados a los que el estudio llegó, facilitando su comprensión.*

## **2.8. RESULTADOS ESPERADOS**

*Una vez que se ha analizado la información se espera poder llegar a cumplir con los objetivos que se han planteado desde un inicio, así, se espera que en el manejo de hemorragias se mantenga la utilización de las pruebas viscoelásticas a la cabecera del paciente (tromboelastometría rotacional), como forma de monitorización de la hemostasia.*

*Por tal motivo se tiene planeado describir la importancia que tiene este test dentro del manejo de las hemorragias y de esta forma dar a conocer que estas pruebas permiten una terapia transfusional más selectiva y eficiente, se espera también por otro lado, disminuir las transfusiones de glóbulos rojos, plaquetas y plasma fresco, un descenso en*

*la mortalidad, sin encontrarse diferencia en las tasas de reintervención quirúrgica y de transfusión masiva, incluso se detalla la superioridad en relación costo-beneficio en el uso de algoritmos transfusionales basados en pruebas viscoelásticas, consiguiendo una mejora de resultados en salud.*

## **2.9. ASPECTOS BIOÉTICOS Y SOCIALES**

*Propósito y descripción de la investigación: el propósito de la presente investigación se centra en conocer la importancia que tiene el tromboelastograma rotacional a la cabecera del paciente, con el fin de servir como herramienta informativa y de concientización para la comunidad científica y ciudadanía en general.*

*Procedimientos y participación: al tratarse de una revisión sistemática y teniendo en cuenta que los artículos de los cuales se extrajo la información contaban con los permisos y consentimientos correspondientes, el presente estudio respeta la libertad de decisión de los partícipes que indirectamente formaron parte de este estudio.*

*Beneficios: la información expuesta referente a la importancia del tromboelastograma con Rotem en la población adulta, centrándose en el contexto ecuatoriano, será útil como punto de partida no sólo de fuente de información que sintetiza los estudios de esta temática en Ecuador, sino también traerá consigo un acercamiento a la realidad de cientos de afectados que por persistencia de no utilizar este tipo de pruebas viscoelásticas, no ven que a su vez también va a contribuir a la formulación de estrategias capaces de promover y prevenir hemorragias masivas en pacientes sometidos a cirugías.*

*Riesgos y molestias: ninguna persona fue sometida a algún tipo de peligro, riesgo físico o emocional, por lo que este trabajo no cuenta con ningún riesgo.*

*Privacidad: los estudios revisados para esta investigación trabajan con muestras de participantes anónimos, de quienes no figura información personal de ninguna índole, por lo que se protegió la privacidad de cada uno de los partícipes.*

*Remuneración: no existió ningún beneficiario económico por la participación indirecta en este estudio.*

*Con lo expuesto anteriormente, y tras considerar los aspectos éticos dictados por la Declaración de Helsinki y lo contemplado en el Reglamento de los Comités de Ética de Investigación en Seres Humanos del Ministerio de Salud Pública del Ecuador, se puede*

*afirmar que los aspectos bioéticos y sociales se respetan a cabalidad para el desarrollo de este trabajo investigativo.*

*Así mismo, al no existir una colaboración con terceros, se afirma que este trabajo no tiene conflictos de interés de ninguna índole.*

### 3. DIFUSIÓN DE RESULTADOS

*Al tratarse de una revisión sistemática, se plantea que la difusión de resultados se realice principalmente a través de su publicación como un artículo de revisión en una revista de carácter médico, con la finalidad de que la comunidad científica, y la población en general, tengan acceso a los datos encontrados en el presente estudio, se aspira también conseguir dicho cometido mediante la debida validación de este estudio tras su presentación y exposición como facultad de Medicina de la Unidad de Salud y Bienestar de la Universidad Católica de Cuenca Campus Azogues.*

### 4. PLANIFICACIÓN (CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES)

ACTIVIDADES	Junio 2023				Agosto 2023				Septiembre 2023				Octubre 2023				Noviembre 2023				Diciembre 2023			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Presentación del tema a Unidad de Titulación de la Carrera	X																							
Registro y Aprobación de tema en Consejo Directivo			X																					
Elaboración del Protocolo									X	X	X													
Búsqueda bibliográfica ampliada													X											
Análisis e interpretación de los resultados														X	X									
Redacción del informe final																	X	X						



Autofinancia do	Internet (horas)			\$15 (USD)
Autofinancia do	Esferográficos	3 (Tres)		\$1,50 (USD)
Autofinancia do	Carpetas	5(Cinco)		\$3 (USD)
Autofinancia do	Varios (Publicación en revista)	1(uno)		\$30 (USD)
<b>TOTAL</b>	--	--		<b>649,50 USD</b>

FIG. 1.

**ROTEM CA5**

Study	TP	FP	FN	TN	Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)	Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)
Davenport 2011a	16	38	7	239	0.70 [0.47, 0.87]	0.86 [0.82, 0.90]		
Woolley 2012	54	22	2	31	0.96 [0.88, 1.00]	0.58 [0.44, 0.72]		

**ROTEM CA10**

Study	TP	FP	FN	TN	Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)	Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)
Woolley 2012	56	16	0	37	1.00 [0.94, 1.00]	0.70 [0.56, 0.82]		

**ROTEM CA15**

Study	TP	FP	FN	TN	Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)	Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)
Rugeri 2007	22	0	3	63	0.88 [0.69, 0.97]	1.00 [0.94, 1.00]		

FIG. 2.

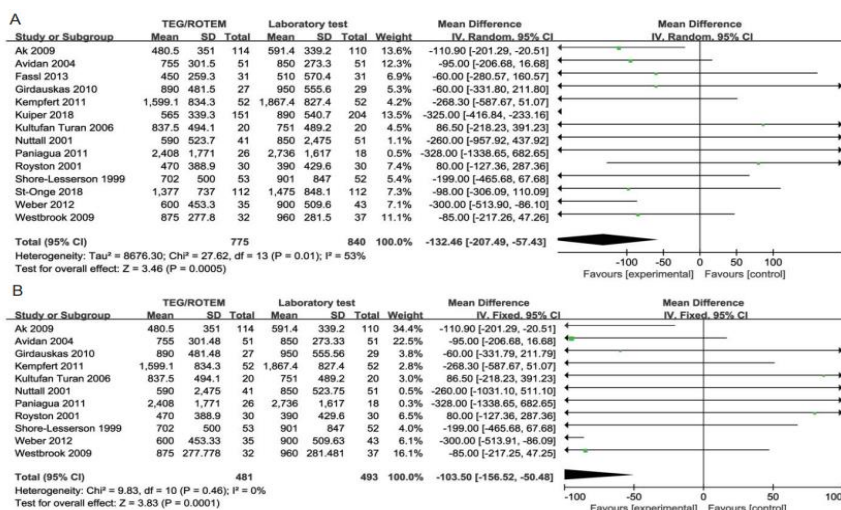


FIG.3.

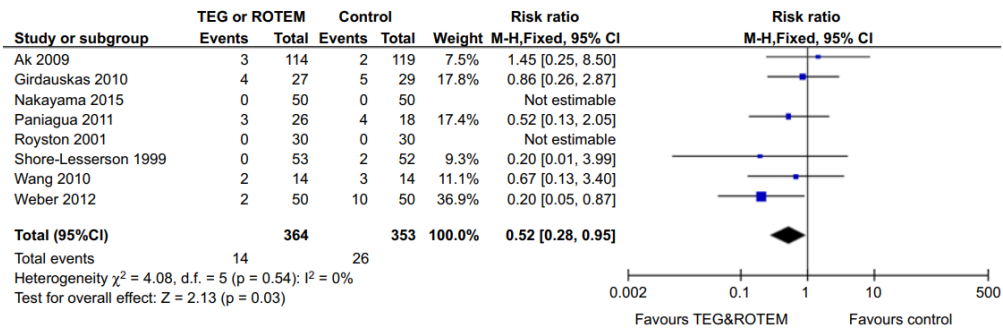


Figure 3 Forest plot of primary outcome: mortality at longest follow-up.

FIG.4.

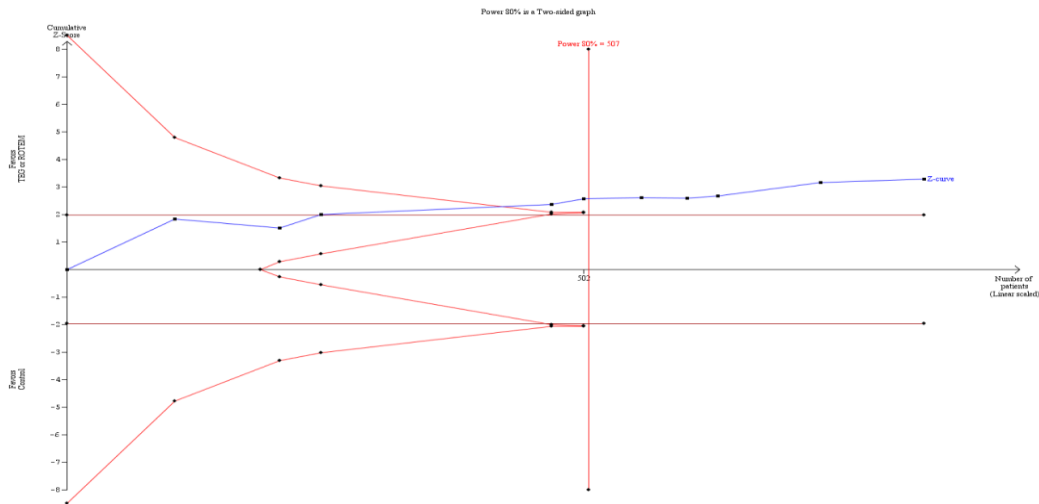
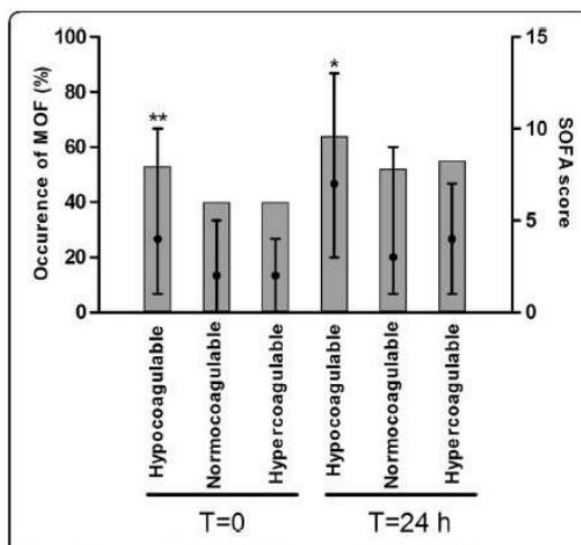


FIG.5.





**Miriam Magaly López Narváez** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0302744172**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **"Tromboelastograma con Rotem en el manejo de las hemorragias"** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, **22 de diciembre de 2023**

F: ..... 

**Miriam Magaly López Narváez**

**C.I. 0302744172**