



Utilidad de las pruebas viscoelásticas en el paciente de trauma

Utility of viscoelastic tests in trauma patient



¹ **Dra. María Fernanda Campos Zamora**

Hospital del Trauma, San José, Costa Rica

 <https://orcid.org/0000-0002-3072-9586>

² **Dr. Adrián Sánchez Vásquez**

Hospital del Trauma, San José, Costa Rica

 <https://orcid.org/0000-0002-2611-5821>

³ **Dra. Joannee Sarai Barboza Ortega**

Hospital del Trauma, San José, Costa Rica

 <https://orcid.org/0000-0002-3944-7083>

Recibido
30/03/2023

Corregido
25/05/2023

Aceptado
20/06/2023

RESUMEN

La coagulopatía inducida por trauma es una complicación que sufren los pacientes politraumatizados con lesiones severas, la cual provoca tempranamente una hemorragia intensa, y en su fase tardía alteraciones de tipo tromboticas. Es una patología que debe reconocerse oportunamente, y es necesario darle un tratamiento inmediato y dirigido a las fases del proceso de la coagulación en las que se presenta el problema; de lo contrario, el paciente tiene una alta probabilidad de fallecer. Las pruebas viscoelásticas son un examen de tipo hematológico, en las cuales se hace una valoración de tipo gráfica de la coagulación, aportando información en tiempo real del estado hemostático del paciente en forma cinética, secuencial e incluye cambios dinámicos que puedan surgir durante el proceso. Emite un reporte muy rápido en comparación a las pruebas convencionales de la coagulación, y facilita la elección individualizada de componentes sanguíneos que se deben transfundir. Con esta revisión, se demuestra que la utilidad de las pruebas viscoelásticas en el abordaje de un paciente politraumatizado son beneficiosas, porque facilitan al médico a tomar decisiones en la reanimación del paciente de una manera rápida y segura, logrando una adecuada estabilización y, finalmente, evitando complicaciones.

PALABRAS CLAVE: pruebas viscoelásticas; trauma; coagulopatía; tromboelastografía; tromboelastrometría.

ABSTRACT

Trauma-induced coagulopathy is a complication suffered by polytraumatized patients with severe injuries, causing intense bleeding early, and thrombotic alterations in its late phase. It is a pathology that must be recognized quickly, and give a targeted treatment at the phases of the



coagulation process in which the problem occurs, otherwise the patient has a high probability of dying. Viscoelastic tests are a hematological type test, in which a graphic type assessment of coagulation is made, providing real-time information on the patient's hemostatic state in a kinetic, sequential manner and includes dynamic changes that may arise during the process. It provides a very fast report compared to conventional coagulation tests, and facilitates the individualized choice of blood components to be transfused. With this review, it's shown the usefulness of viscoelastic tests in the approach to a polytraumatized patient, because it makes it easier for the physician to make decisions on resuscitation of the patient quickly and safely, achieving adequate stabilization and finally avoiding complications.

KEYWORDS: viscoelastic test; trauma; coagulopathy; thromboelastography; thromboelastometry.

¹ Médica general, graduada de la Universidad de Iberoamérica (UNIBE). Código médico: [MED15810](#). Correo: fercampos_16@hotmail.com

² Médico general, graduado de la Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED). Código médico: [MED13137](#). Correo: asanchezv90@gmail.com

³ Médica general, graduada de la Universidad de Iberoamérica (UNIBE). Código médico: [MED14677](#). Correo: saray2790@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Las pruebas viscoelásticas son exámenes sanguíneos de tipo hemostáticos que evalúan las propiedades físicas de la sangre. Entre estas pruebas se encuentran la tromboelastografía (TEG) y la tromboelastometría rotacional (ROTEM), esta última es una versión modificada (9). La tromboelastografía se describió por primera vez en 1948 por Hartert, en Alemania (10).

En esta revisión bibliográfica se describen los dos tipos de pruebas de tipo viscoelásticas existentes, las cuales son de gran utilidad en el abordaje y la reanimación de los pacientes politraumatizados con lesiones severas, que desarrollan una coagulopatía inducida por trauma. El uso de estos ensayos permite la valoración del estado hemostático en tiempo real de un paciente, favorecen al médico al reconocer la necesidad de una transfusión masiva, dirigir la terapia de manera individualizada, y hasta predecir complicaciones de tipo trombóticas y hasta la mortalidad asociada (7).

El objetivo de esta revisión está en evaluar las pruebas viscoelásticas, los cuales, en la actualidad, reemplazan las pruebas de

coagulación convencionales en cuanto a su eficacia, ya que aportan información más detallada y que le permiten guiar al médico tratante las transfusiones individualizadas a indicar en el momento de la reanimación. De esta manera, se disminuye el uso indiscriminado de cristaloideos o incluso de componentes sanguíneos innecesarios, evitándole al paciente una serie de consecuencias de tipo cardiaco, pulmonar, gastrointestinales y hasta empeorar el estado de la coagulación por un efecto de hemodilución.

MÉTODO

Para la elaboración de este artículo se realizó una búsqueda de temas relacionados con utilidad pruebas viscoelásticas en traumas en las bases de datos Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE/PUBMED), UpToDate, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Elsevier, MEDLINE y Dynamed, utilizando como parámetros de búsqueda las siguientes palabras clave: "pruebas viscoelásticas, trauma, tromboelastografía o tromboelastometría". Los criterios de inclusión utilizados en dicha búsqueda

bibliográfica corresponden a un rango de fechas entre 2018-2022, así como idioma de publicación español e inglés. Se seleccionaron 15 referencias bibliográficas para la elaboración del presente artículo.

COAGULOPATÍA INDUCIDA POR TRAUMA

La coagulopatía inducida por trauma (CIT) es una alteración que comienza con una lesión en el tejido simultáneo a un estado de shock, y está mediado por varios mecanismos que alteran el proceso normal de hemostasia (4), provocando una hemorragia inmediata al trauma y que de manera tardía ocasiona complicaciones tromboticas (5,6). Es una patología compleja, porque desencadena distintas alteraciones a la vez, entre ellas lesión endotelial, alteraciones en la cascada de la coagulación, activación fibrinolítica, alteración de la función normal de las plaquetas y función anormal inmunitaria (7). Las muertes asociadas a trauma se han clasificado en: inmediata, que se da minutos después del evento, temprana y tardía. El 50% de las muertes se da en la etapa temprana, correspondiente a las 24 horas siguientes al trauma producto de hemorragias. Las muertes tardías se asocian a fallas multiorgánicas, que se desencadenan del shock hemorrágico dado en la etapa temprana (6). Toda aquella coagulopatía que se identifica posterior al trauma sufrido es un indicador de lesión severa, y pronostica la necesidad de transfusiones y un posible desenlace en muerte si no se identifica y trata tempranamente (1). La CIT se determina por un INR mayor 1.2 en pruebas de coagulación normal, y por TEG o ROTEM mediante la presencia de hipofibrinogenemia y trombocitopenia (6).

PRUEBAS VISCOELÁSTICAS

La TEG es la prueba que más comúnmente se utiliza, y existen 2 formas: la TEG convencional y la TEG rápida (r-TEG) (11). La r-TEG utiliza como activador el kaolin, y también se le agrega factor tisular como un segundo activador, para generar un trazo mucho más rápido que la TEG convencional (7).

Ambas pruebas permiten la valoración gráfica de la cinética, de forma secuencial e incluyendo cambios dinámicos de las diferentes características viscoelásticas del componente sanguíneo total, aportando información relacionada a la velocidad con que inicia la formación de la coagulación, crecimiento del coágulo, la fuerza que adquiere y hasta su lisis (9,12).

El proceso de coagulación en las pruebas viscoelásticas se divide en 4 etapas: iniciación del coágulo, propagación del coágulo, fuerza del coágulo y fibrinólisis (6). Le benefician al médico tratante reconocer rápidamente la coagulopatía traumática que presenta el paciente en el momento de la reanimación, y con esto dirigir el tratamiento con base en sus necesidades (9).

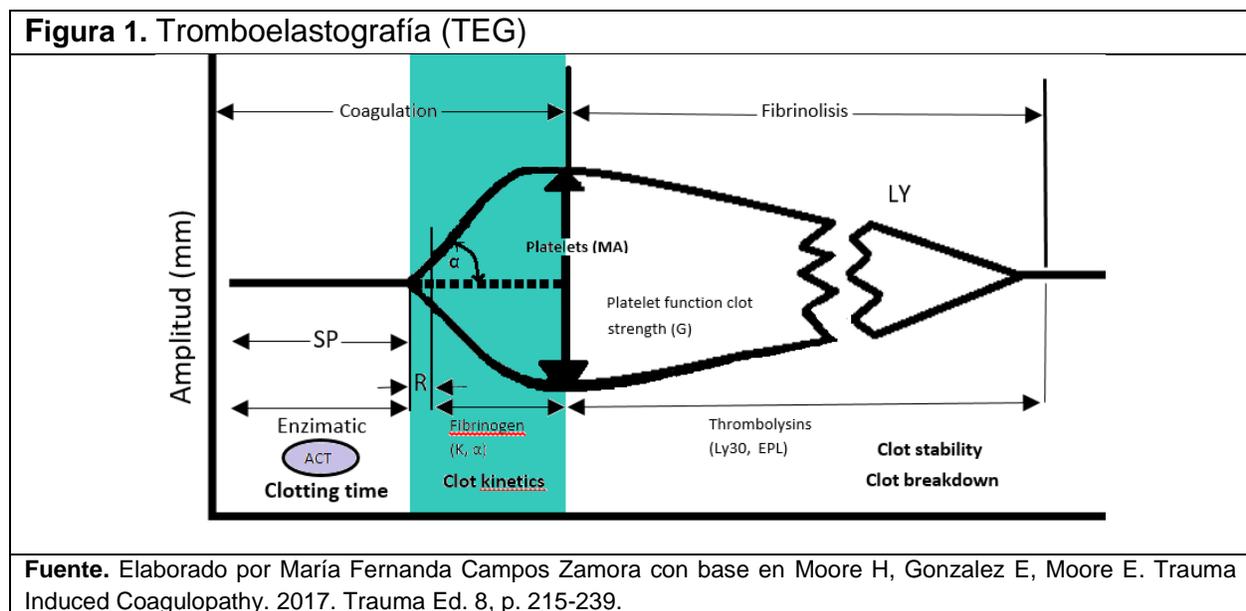
Ambas pruebas dan la misma información en relación a la fuerza y la cinética del proceso de coagulación; además, ambas son pruebas independientes a un operador, por lo que van a generar resultados más equilibrados. Algunas diferencias entre una prueba y otra están en que cada una tiene un modo operativo distinto, y que utilizan nomenclatura diferente, pero calculando los mismos parámetros (8).

INTERPRETACIÓN

El reporte de ambas pruebas arrojará varios parámetros, y con estos caracterizará el estado de coagulación que presenta el

paciente. En relación con la TEG, se utiliza la siguiente nomenclatura (ver figura 1):

- **R-time (tiempo R):** representa el tiempo de reacción, es decir, el periodo que va desde que inicia la prueba hasta que se empieza a formar una red de fibrina rígida y con una amplitud de 2mm. A este parámetro también se le conoce como tiempo de inicio del coágulo, se mide en minutos (10). Puede alterarse por causas hereditarias, como por la hemofilia, y causas adquiridas como el uso de warfarina como anticoagulante crónico (7).
- **K-time (tiempo K):** es una medida de tiempo, va desde el tiempo R hasta el momento en que la fibrina del coágulo tiene el tamaño suficiente y la firmeza para producir una amplitud de 20 mm (13). Se dice que esta fase es congruente con la fase de propagación de la cascada de la coagulación, porque se valora la fortaleza del coagulo a partir de factores enzimáticos. El tiempo K para poderse reportar adecuadamente, necesita alcanzar una amplitud de 20 mm, y en casos donde hay una coagulopatía severa, esta variable no se expresará, porque no llega a la amplitud mínima requerida. Por esto, algunos ensayos ya no utilizan este parámetro como parte de la guía del tratamiento (10). Se prolonga ante la presencia de la deficiencia de factores de coagulación, hipofibrinogenemia y trombocitopenia (7).
- **Ángulo α :** se utiliza para determinar la concentración y función de la fibrina en el coágulo. Si el ángulo es bajo, representa trombocitopenia o hipofibrinogenemia; por el contrario, si es alto, se debe a un estado de hipercoagulación (7).
- **MA (amplitud máxima):** representa la fuerza máxima que alcanza el coágulo a través de la interacción de las plaquetas con la fibrina (13). Permite valorar la función de las plaquetas y su recuento, y también la actividad del fibrinógeno (10). Se aumenta por estados de hipercoagulabilidad, y descende por hipofibrinogenemia, disfunción o disminución del recuento de las plaquetas (7).
- **G:** representa la elasticidad, indicando la estabilidad del coágulo (10).



- **LY30 (lisis a los 30 minutos):** se calculan 30 minutos después de que se alcance la amplitud máxima, y determina la fibrinólisis. Algunos ensayos reportan LY60, calcula el tiempo de la lisis, pero a los 60 minutos (10).

El ROTEM utiliza parámetros con otras nomenclaturas, pero que determinan las mismas características del coágulo como lo hacen las variables de la TEG (6) (ver figura 2):

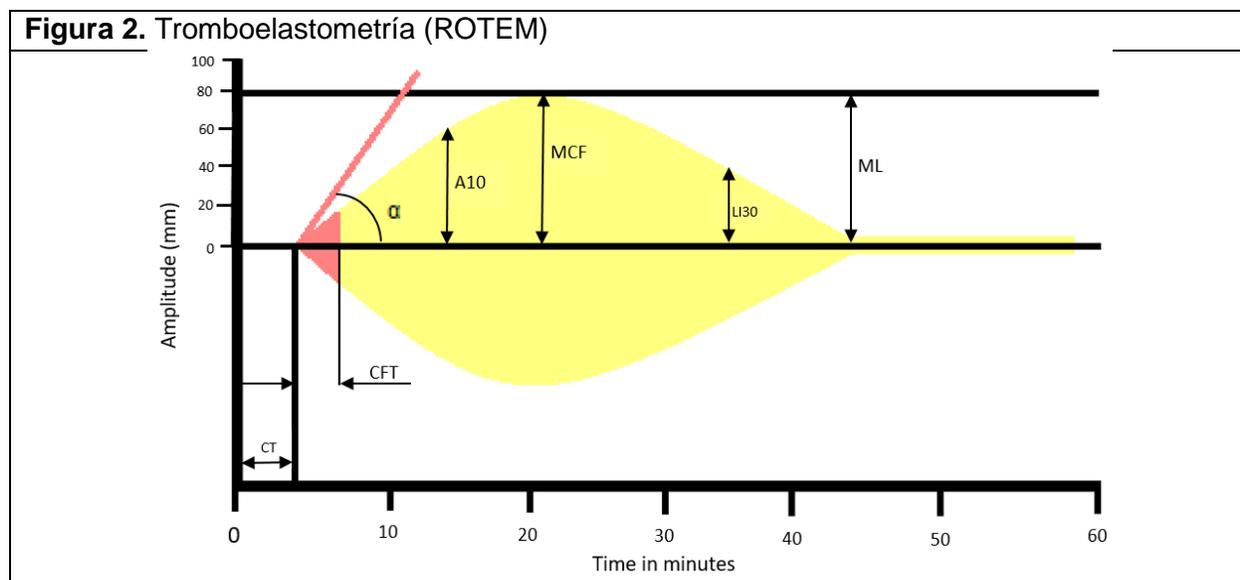
- **CT:** tiempo de coagulación.
- **CFT:** tiempo de formación del coágulo.
- **α :** pendiente de la tangente amplitud de 2mm.
- **A10:** amplitud 10 minutos después del tiempo de coagulación.
- **MCF:** firmeza máxima del coágulo.
- **LI30:** lisis 30min después del tiempo de coagulación.
- **ML:** lisis máxima.

REANIMACIÓN DEL PACIENTE

Durante muchos años, la reanimación de los pacientes politraumatizados se centraba en

iniciar medidas de fluidoterapia con uso de cristaloides o coloides (9). Administrarles fluidos a los pacientes con hemorragia no tiene ningún beneficio terapéutico intrínseco, más que lograr expandir el volumen intravascular, pero de una forma transitoria (14). Muchos de los pacientes a los cuales se reanima con la infusión de fluidos en grandes volúmenes responden negativamente, porque puede empeorar la coagulopatía, aumentar la presión arterial simultánea a un aumento en la hemorragia, y complicar al paciente con un edema agudo de pulmón o un síndrome compartimental abdominal (13,14). En la actualidad se establece que todo a paciente politraumatizado y que está hemodinámicamente con datos de inestabilidad, se le permite la administración máxima de 3 litros de cristaloides, y se limitó a que deben aplicarse en las primeras 6 horas de su ingreso al hospital (14).

En estudios retrospectivos, se indicó que a los pacientes de trauma que ingresaron a una sala de reanimación, y con inestabilidad hemodinámica se les inició una transfusión



Fuente. Elaborado por María Fernanda Campos Zamora con base en Moore H, Gonzalez E, Moore E. Trauma Induced Coagulopathy. 2017. Trauma Ed. 8, p. 215-239.

con glóbulos rojos empacados, plasma fresco congelado y plaquetas en una proporción 1:1:1, siendo seguro, y disminuyó la mortalidad a corto plazo (14). La administración de hemocomponentes en esta proporción es con el fin de suministrarle al paciente sangre completa, mientras se localiza y controla la hemorragia, y se toman las muestras para iniciar las pruebas viscoelásticas para dirigirle las transfusiones de los componentes necesarios (13).

Una vez procesadas las pruebas viscoelásticas, se seleccionan los componentes sanguíneos con base en los resultados, para transfundirle al paciente lo necesario. En un metaanálisis de varios ensayos controlados aleatorios se hizo evidente que en las transfusiones guiadas por TEG o ROTEM se asociara una disminución en la cantidad de transfusiones de hemoderivados y mejorara significativamente la morbilidad de los pacientes (13).

En la fase de iniciación del coágulo, si en la TEG el R-time (> 120 segundos) o ACT (igual a R-time) tienen alteración, y en ROTEM el CT >80 segundos, se debe

transfundir plasma fresco congelado y complejo de protrombina concentrado. En la fase de propagación del coágulo, si se valora el tiempo hasta la firmeza estándar del coágulo y hay alteración en la TEG en K-time (> 4) y en ROTEM CFT, se debe transfundir crioprecipitados; y si se valora la velocidad de aumento del coágulo y hay alteración en la TEG del ángulo α (< 45) y en ROTEM α (< 64.5) o CA5, se deben transfundir crioprecipitados. En la fase de fuerza del coágulo, si hay alteración en la TEG en MA (<50) y en ROTEM en MCF (< 64.5), se deben transfundir plaquetas, crioprecipitados y desmopresina. Y en la última fase, la fibrinólisis, si hay alteración en LY30 (>3-15%) en TEG o en LI30 (< 85%) en ROTEM, de debe administrar ácido tranexámico. (18) En la tabla 1 se resumen las diferentes fases del proceso de coagulación, el principal componente sanguíneo que conforma cada fase, el parámetro en TEG o ROTEM, que miden cada fase y el tratamiento dirigido (6,15).

Fase	Medición	Parámetros	Tratamiento
Iniciación de coagulación	Tiempo de formación del primer coágulo	TEG: R-time, ACT ROTEM: CT	Plasma fresco congelado
Propagación del coágulo	Tiempo hasta alcance de firmeza del coágulo	TEG: K-time ROTEM: CFT	Fibrinógeno
	Tasa de aumento del coágulo	TEG: ángulo α ROTEM: α , CA5	Fibrinógeno
Fuerza del coágulo	Fuerza máxima del coágulo	TEG: MA ROTEM: MCF	Plaquetas, crioprecipitados, desmopresina
Fibrinólisis	Degradación del coágulo	TEG: LY30 ROTEM: LI30	Ácido tranexámico

Abreviaturas. Ver apartado de interpretación.
Fuente. Elaborado y traducido por María Fernanda Campos Zamora con base en Sayce A, Neal M y Leeper C. Viscoelastic monitoring in trauma resuscitation. 202., The Journal of AABB, p. 36-42.

PRUEBAS DE COAGULACIÓN CONVENCIONALES VERSUS PRUEBAS VISCOELÁSTICAS

Las pruebas de coagulación tradicionales se tornaron altamente limitadas en la actualidad para la valoración de un paciente de trauma y en estado crítico, dado que estos pacientes sufren cambios dinámicos en la coagulación (5). En un ensayo aleatorio prospectivo realizado en pacientes de trauma y que sufrieron una coagulopatía inducida por trauma, se demostró que las pruebas de coagulación normal: tiempo de protrombina (TP), tiempo parcial de tromboplastina (TTP), índice internacional normalizado (INR), recuento plaquetario y el fibrinógeno son inferiores con respecto a las pruebas viscoelásticas por varias razones (8). El TP es un parámetro que permite valorar únicamente los cambios en la vía extrínseca de la coagulación, mientras que el TTP valora la vía intrínseca, con los ensayos viscoelásticos se valora el proceso de coagulación de forma completa e identifican cambios simultáneos que ocurren desde el inicio hasta la fibrinólisis (5).

En un estudio (González *et al.*) se compararon los resultados de los protocolos de transfusiones masivas guiadas por pruebas de coagulación convencionales versus las pruebas viscoelásticas, y se encontró que los pacientes a que se les guio la terapia con TEG o ROTEM tuvieron una tasa de mortalidad del 19.6%, y los pacientes por pruebas de coagulación normales una tasa del 36.4%, y se atribuyó al manejo rápido brindado a las hemorragias tempranas presentadas postrauma (7).

Además, las pruebas de coagulación convencionales tardan entre 30 a 60 minutos en arrojar un resultado, mientras que una tromboelastografía en 5 minutos genera un reporte inicial y en 15 minutos un reporte

final (16), y en un paciente de trauma con una hemorragia importante se necesita acortar el tiempo para tomar decisiones con un tratamiento que lo estabilice.

Las pruebas viscoelásticas pueden reconocer si el paciente sufre de un estado de hipocoagulabilidad, hipercoagulabilidad y en ocasiones estados mixtos, mientras que las pruebas de coagulación convencionales muestran alteraciones, pero de una forma muy generalizada (6,12). En algunos informes de casos de pacientes de trauma en estado hiperfibrinolítico, se demostró esta alteración mediante una tromboelastografía, mientras que el TP y el TTP se encontraban dentro de rangos normales (9). Las pruebas de coagulación convencionales son incapaces de reconocer un estado de hipercoagulabilidad, incluyendo la prueba de laboratorio dímero D, porque ellas solo traducen si se formó un coágulo convencional o no. Además, la TEG y ROTEM pueden medir la fibrinólisis completa en 30 minutos mediante las variables LY30 en TEG y LI30 en ROTEM, otras pruebas de coagulación son limitadas para esta medición.

Las pruebas viscoelásticas van a facilitarle al médico la necesidad de indicar de manera adicional la administración de tratamiento de reversión de anticoagulantes orales en pacientes que están en tratamiento crónico, y de ser así optimizar la hemostasia (12).

Con las pruebas tradicionales, factores relevantes y que usualmente están asociados en un paciente de trauma como la hipotermia o la acidosis, no les afecta en su procesamiento, porque los tiempos de coagulación se realizan con un pH controlado y a una temperatura de 37° (2); al contrario, con los ensayos viscoelásticos, cuando se procesan las muestras incorporan los cambios bioquímicos reales

que tiene la sangre del paciente, ofreciendo resultados más precisos (5).

A pesar de que las pruebas convencionales de coagulación son más sencillas de interpretar por los médicos y están a la disposición de la mayoría de los centros médicos, estas no permiten la valoración completa ni adecuada de la CIT, y la sensibilidad y la especificidad son limitadas para pronosticar la respuesta a las medidas de reanimación dadas al paciente (6).

LIMITACIONES

Las pruebas viscoelásticas son una alternativa muy útil para el diagnóstico oportuno de alteraciones en la coagulación de un paciente de trauma; sin embargo, en la actualidad cuentan con diversas limitaciones. La TEG o ROTEM se limitan a valorar alteraciones en la coagulación secundarias, como en los casos de trauma, pero no permiten la valoración de coagulopatías primarias, ya que no reportan valores relevantes como es el factor de Von Willebrand y el factor tisular (2,6). Además, no especifica si hay alteraciones plaquetarias, como una trombocitopenia o alteraciones en la función de las plaquetas (9,6).

Pacientes que están bajo efecto del etanol pueden afectar las mediciones generadas por los ensayos viscoelásticos (6).

Por otra parte, los resultados se pueden alterar por el sexo y la edad del paciente. En pacientes geriátricos que tienen comorbilidades y usualmente polifarmacia, son 2 condiciones que tienen a generar alteraciones en los resultados (4).

Finalmente, las pruebas viscoelásticas ya se encuentran incorporadas en las recomendaciones de Soporte Vital Avanzado de Trauma por el Colegio Americano de Cirujanos, y recomiendan la disponibilidad de estas pruebas en todos los

centros de trauma nivel 1 y 2 en Estados Unidos para el manejo de los pacientes politraumatizados. El problema recae en que solo el 9-18% de los centros médicos lo incorporaron en el protocolo de transfusión, y se debe a la limitación del personal para la interpretación de estas pruebas, principalmente por el poco uso que le dan y que no se encuentran familiarizados (6).

CONCLUSIONES

Las pruebas viscoelásticas son necesarias para ofrecer un tratamiento individualizado a los pacientes politraumatizados, permitiendo reconocer la alteración específica de la coagulación, para posteriormente dirigir las transfusiones por objetivos y, a la vez, suministrar tromboprolifaxis, o en algunos casos hasta tratamientos de reversión de anticoagulantes de uso crónico del paciente, para llevar a un estado normal de la coagulación. Por lo tanto, realizar una TEG o ROTEM en pacientes politraumatizados debe ser parte del abordaje para reanimar hemodinámica y hemostática, y finalmente evitar complicaciones o la muerte por una coagulopatía postraumática no reconocida a tiempo o tratada inadecuadamente.

REFERENCIAS

1. Kutcher M, Cohen M. Coagulopathy in trauma patients. UpToDate [Internet]. 2022 [citado el 23 enero 2023]. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/coagulopathy-in-trauma-patients>
2. Sepúlveda P, Salgado A, Barriga J, et al. Utilidad del tromboelastograma en pediatría: Correlación con pruebas habituales de la coagulación. Rev. Chil. Pediatr [Internet]. 2019 [citado el 15 diciembre 2022];90(6). DOI: 10.32641/rchped.v90i6.930. Disponible en: <https://www.revistachilenadepediatria.cl/index.php/rchped/article/view/930/1223>

3. Zhu Z, Yu Y, Hong K, et al. Utility of viscoelastic hemostatic assay to guide hemostatic resuscitation in trauma patients: a systematic review. *World Journal of Emergency Surgery* [Internet]. 2022 [citado el 23 enero 2023];17(48). Disponible en: <https://wjeb.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13017-022-00454-8>
4. Sumislawki J, Christie A, Kornblith L, et al. The American Journal of Surgery [Internet]. 2019 [citado el 15 diciembre 2022];217(6):1037-1041. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2019.01.014. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002961018304124>
5. Keeffe T. Coagulopatía en el paciente en estado crítico. En Cameron J, editor. *Terapias Quirúrgicas Actuales*. Ed 13. España: Elsevier; 2021. p. 1251-1259.
6. Sayce A, Neal M, Leeper C. Viscoelastic monitoring in trauma resuscitation. *The Journal of AAB* [Internet]. 2020 [citado el 15 diciembre 2022]; 60:33-51. DOI: 10.1111/trf.16074. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/trf.16074>
7. Taylor J, Cotton B. Problemas de coagulación en el paciente traumatizado. En: Cameron J, editor. *Terapias Quirúrgicas Actuales*. 13 ed. España; Elsevier; 2021. p. 1251-1259.
8. Harrison P, Lowe G. Platelet function testing. *UpToDate* [Internet]. 2022 [citado el 23 enero 2023]. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/platelet-function-testing>
9. Martínez J, Petrone P, Axelrad A, et al. Comparación entre tromboelastografía y test de coagulación convencionales: ¿deberíamos abandonar los test de coagulación convencional en el paciente politraumatizado?. *Cirugía Española* [Internet]. 2018 [citado el 15 diciembre 2022];96(7):443-449. DOI: 10.1016/j.ciresp.2018.04.003. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0009739X18301180>
10. Moore H, Gonzalez E, Moore E. Trauma-Induced Coagulopathy. En: Moore E, Feliciano D, Mattox K, editors. *Trauma*. Ed. 8. Madrid: Mc Graw-Hill Education; 2017. p. 215-239.
11. Saydi J, Aribindi V, Todd R. Surgical Critical Care. En: Townsend C, Beauchamp D, Evers M, Mattox K, editors. *Sabiston Tratado de Cirugía*. Ed. 21. Barcelona: Elsevier; 2022. p. 521- 545.
12. Cannon J. Hemorrhagic Shock. *The New England Journal of Medicine* [Internet]. 2018 [citado el 15 diciembre 2022];378(4):370-379. DOI: 10.1056/NEJMra1705649. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmra1705649>
13. Schmidt A, Israel A, Refaai M. The utility of thromboelastography to guide blood product transfusion. *Am J Clin Pathol* [Internet]. 2019 [citado el 15 diciembre 2022];XX:1-16. DOI: 10.1093/AJCP/AQZ074. Disponible en: <https://academic.oup.com/ajcp/article/152/4/407/5526928>
14. Prasad P. Hemorrhagic Shock. *Dynamed* [Internet]. 2023 [citado el 27 enero 2022]. Disponible en: <https://www.dynamed.com/condition/hemorrhagic-shock/about>
15. Molina J, Delgado N, Leal S. Principales alteraciones de la hemostasia en el paciente crítico. En: Cárdenas A, Guiseris J, editores. *Tratado de Medicina Intensiva*. Ed. 2. España: 2022. p. 564-571.
16. Grossman S. Trastornos de la hemostasia. En: Grossman S, Porth C, editors. *Fisiopatología*. Ed 9. Barcelona: Wolters Kluwer; 2014. p. 648-664.
17. Peng H, Nascimento B, Tien H, et al. A comparative study of viscoelastic hemostatic assays and conventional coagulation tests in trauma patients receiving fibrinogen concentrate. *Clinica Chimica Acta* [Internet]. 2019 [citado el 15 diciembre 2022];495:253-262. DOI: 10.1016/j.cca.2019.04.066. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0009898119318169>
18. Baksaas-Aasen K, Van Dieren S, Balvers K, et al. Data-driven Development of ROTEM and TEG Algorithms for the Management of

- Trauma Hemorrhage. *Annals of Surgery* [Internet]. 2018 [citado el 15 diciembre 2022];XX(XX):1-8. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002825. Disponible en: https://journals.lww.com/annalsofsurgery/Abstract/2019/12000/Data_driven_Development_of_ROTEm_and_TEG.36.aspx
19. Pressly M, Parker R, Neal M, et al. Accelerating availability of clinically-relevant parameter estimates from thromboelastogram point-of-care device. *Trauma Acute Care Surg* [Internet]. 2019 [citado el 15 diciembre 2022];88(5):654-660. DOI: 10.1097/TA.0000000000002608. Disponible en: https://journals.lww.com/jtrauma/Abstract/2020/05000/Accelerating_availability_of_clinically_relevant.11.aspx
20. Davidson J, Rahim S, Hanks S, et al. Society of Interventional Radiology Consensus Guidelines for the Periprocedural Management of Thrombotic and Bleeding Risk in Patients Undergoing Percutaneous Image-Guided Interventions—Part I: Review of Anticoagulation Agents and Clinical Considerations. *J Vasc Radiol* [Internet]. 2019 [citado el 15 diciembre 2022];30:1155-1167. DOI: 10.1016/j.jvir.2019.04.016. Disponible en: [https://www.jvir.org/article/S1051-0443\(19\)30406-3/fulltext](https://www.jvir.org/article/S1051-0443(19)30406-3/fulltext)
21. Ziegler B, Voelckel W, Zipperle J, et al. Comparison between the new fully automated viscoelastic coagulation analysers TEG 6s and ROTEM Sigma in trauma patients. *Eur J Anaesthesiol* [Internet]. 2019 [citado el 15 diciembre 2022];36:834-842. DOI: 10.1097/EJA.0000000000001032. Disponible en: https://journals.lww.com/ejanaesthesiology/Fulltext/2019/11000/Comparison_between_the_new_fully_automated.6.aspx
22. Peng H, Nascimento B, Beckett A. Thromboelastography and Thromboelastometry in Assessment of Fibrinogen Deficiency and Prediction for Transfusion Requirement: A Descriptive Review. *Hindawi* [Internet]. 2018 [citado el 15 diciembre 2022];2018:1-25. DOI: 10.1155/2018/7020539. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2018/7020539/>
23. Juffermans N, Wirtz M, Balvers K, et al. Towards patient-specific management of trauma hemorrhage: the effect of resuscitation therapy on parameters of thromboelastometry. *Journal of Thrombosis and Haemostasis* [Internet]. 2019 [citado el 15 diciembre 2022];17:441-448. DOI: 10.1111/jth.14378. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jth.14378>
24. Baksaas-Aasen K, Gall L, Stensballe J, et al. Viscoelastic haemostatic assay augmented protocols for major trauma haemorrhage (ITACTIC): a randomized, controlled trial. *Intensive Care Med* [Internet]. 2020 [citado el 15 diciembre 2022];47(1):49-59. DOI: 10.1007/s00134-020-06266-1. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00134-020-06266-1>