

Determinación del perfil de coagulación en pacientes post-trauma en Guatemala: análisis descriptivo de la viscoelasticidad sanguínea en pacientes con lesiones traumáticas

José Alejandro Cabrera Benítez¹, María Alejandra Blanco Cruz¹,
Gustavo Alberto Recinos Lemus²

¹Estudiante de Medicina, Universidad Francisco Marroquín

²Cirugía General. Hospital General de Accidentes, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

Fecha de envío: 10/10/2021

Fecha de aceptación: 10/11/2021

Fecha de publicación: 31/12/2021

Citación: Cabrera Benítez, J.A., Blanco Cruz, M.A., Recinos Lemus, G.A. Determinación del perfil de coagulación en pacientes post-trauma en Guatemala: análisis descriptivo de la viscoelasticidad sanguínea en pacientes con lesiones traumáticas. *Rev. Fac. Med.* 2021; 1(31), II Época, Jul-Dic. pp. 14-30

Tipo de revisión: con revisión por dos pares revisores externos

DOI: <https://doi.org/10.37345/23045329.v1i31.75>

Correo electrónico: jacb5595@ufm.edu , mariablanca@ufm.edu

ISSN: 2304-5353 (digital), 2304-5329 (impreso).

RESUMEN

Introducción: Cada año mueren seis millones de personas a causa de una lesión traumática, 40% de estas muertes se deben a la hemorragia post-trauma, siendo la primera causa de muerte prevenible a nivel mundial. La presencia y persistencia de la hemorragia conduce a la coagulopatía inducida por trauma (TIC), la cual juega un papel importante en la morbimortalidad de estos pacientes. La detección temprana y tratamiento adecuado de la TIC tiene el potencial de reducir la mortalidad de los pacientes en esta población. **Objetivo:** Analizar datos de tromboelastografía para determinar perfil de coagulación y correlacionar con uso de hemoderivados y mortalidad. **Metodología:** Se realizó un estudio retrospectivo con los datos de pacientes post-trauma a quienes se les realizó tromboelastografía en el Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social del año 2018 al año 2020. Se realizó evaluación y revisión de las variables del tromboelastograma (TEG®), perfil de coagulación por tromboelastografía, mortalidad, ingreso a cuidados intensivos, intervención quirúrgica, tiempo de estancia hospitalaria, cantidad y tipo de hemoderivados utilizados como terapia transfusional. **Resultados:** 384 pacientes se clasificaron

como perfil fibrinolítico, hipocoagulable, hipercoagulable, hemorrágico o normal según los resultados del TEG®. Del total de participantes, el 70.6% presentó alguna alteración de la coagulación, y el 29.4% cumplió criterios de normalidad. La mortalidad promedio en el estudio fue del 32.8%, la mayor reportada en pacientes con perfil hipocoagulable, 49.4%, seguido de hemorrágicos, 37%, hipercoagulables, 28.9%, normales, 27.4%, y finalmente el fibrinolítico, 18.6%. Además, se analizó la terapia transfusional utilizada, siendo la concentración de hematíes la terapia más común con un 61.1%, seguida del plasma fresco congelado con un 28.7% y las plaquetas con un 10.2%. **Conclusión:** La tromboelastografía es útil para la clasificación del perfil de coagulación del paciente post-trauma y es un estudio de laboratorio que permite determinar los hemoderivados que un paciente traumatizado requiere para reducir la tasa de mortalidad.

Palabras clave: Tromboelastografía, TEG, Haemonetics, Trauma, Terapia transfusional, Mortalidad, Hemorragia, Hipocoagulable.

Determination of the coagulation profile in post-trauma patients in Guatemala: descriptive analysis of blood viscoelasticity in patients with traumatic injuries

ABSTRACT

Introduction: Every year six million people die from a traumatic injury, 40% of these deaths are due to post-trauma hemorrhage, being the first preventable cause of death worldwide. The presence and persistence of bleeding leads to trauma-induced coagulopathy (TIC), which plays an important role in the morbidity and mortality of these patients. Early detection and appropriate treatment of TIC has the potential to reduce patient mortality in this population. **Objective:** Analyze thromboelastography data to determine coagulation profile and correlate to the use of blood products and mortality, **Methodology:** A retrospective study was carried out with the data of post-trauma patients who underwent thromboelastography at the General Accidents Hospital of the Guatemalan Institute of Social Security (Instituto Guatemalteco de Seguridad Social) from 2018 to 2020. Evaluation and review of the thromboelastograph (TEG®), coagulation profile by thromboelastography, mortality, admission to intensive care, surgical intervention, length of hospital stay, amount and type of blood products used as transfusion therapy variables were carried out. **Results:** 384 patients were classified as having a fibrinolytic, hypocoagulable,

hypercoagulable, hemorrhagic or normal profile according to their TEG® results. Of the total number of participants, 70.6% presented some coagulation disorder, and 29.4% met normal criteria. The average mortality in the study was 32.8%, with the highest mortality reported in patients with a hypocoagulable profile, 49.4%, followed by hemorrhagic, 37%, hypercoagulable, 28.9%, normal, 27.4%, and finally fibrinolytic profile, 18.6%. In addition, the transfusion therapy used was analyzed, being the concentration of red blood cells the most common therapy with 61.1%, followed by fresh frozen plasma with 28.7% and platelets with 10.2%. **Conclusion:** Thromboelastography is useful for classifying the coagulation profile of the post-trauma patient and is a laboratory study that allows determining the blood products that a trauma patient requires in order to reduce their mortality rate.

Key words: thromboelastography, TEG, haemonetics, trauma, transfusion therapy, mortality, hemorrhage, hypocoagulable.

INTRODUCCIÓN

Anualmente 6 millones de personas mueren en el mundo secundario a lesiones traumáticas ¹. En el año 2014, la Organización Panamericana de la Salud reportó que los homicidios, los accidentes de transporte terrestre y las lesiones por arma de fuego no intencionales fueron las tres mayores causas de muerte en Guatemala dentro del rango de edades de 15 a 29 años ². El trauma inicial, combinado con la hemorragia provoca alteraciones y consumo de los factores de coagulación y plaquetas, generando la coagulopatía inducida por trauma (TIC), por sus siglas en inglés, la cual se evidencia en el 25-35% de los pacientes post-trauma ³. Esta coagulopatía es la causante directa de hasta el 50% de las muertes por hemorragia en pacientes post-trauma ⁴.

La coagulopatía inducida por trauma es una combinación de la coagulopatía traumática aguda (ATC), por sus siglas en inglés, y la coagulopatía asociada a la resucitación ⁵. La ATC se manifiesta en las etapas tempranas del trauma y se presenta en 3 fases: activación y consumo de los factores de coagulación, dilución de los factores de coagulación y el estado protrombótico por compensación patológica de la coagulopatía ^{6,7,8,9}. Se ha demostrado que la detección temprana de la coagulopatía asociada a trauma permite intervenir de manera adecuada y evitar desenlaces no deseados ¹⁰. Los estudios que tradicionalmente se han utilizado para el diagnóstico de la

coagulopatía inducida por trauma (TIC), son los tiempos de coagulación (tiempo de protrombina, International Normalized Ratio (INR) y tiempo de tromboplastina parcial), fibrinógeno, recuento total de plaquetas, entre otros. Sin embargo, los tiempos de coagulación únicamente miden la fase inicial de la coagulación, sin tomar en cuenta el papel de las plaquetas y la fibrina, así como la estabilidad del coágulo ⁸. Debido a esta, estudios viscoelásticos, validados por más de 20 estudios en las últimas décadas, como la tromboelastografía (TEG®, Haemonetics Corporation, USA) han surgido como una alternativa en este ámbito ^{11,12,13}. Adicionalmente, se demostró que el tratamiento guiado por TEG® disminuye la duración de la estadía en cuidados intensivos ¹⁴.

La tromboelastografía (TEG®) es un método diagnóstico desarrollado en Alemania ¹⁵. El TEG® es un estudio que analiza la viscoelasticidad sanguínea y brinda una gráfica funcional sobre la dinámica de la formación del coágulo y su lisis ¹⁵. Se han descrito cinco parámetros principales para describir los resultados del TEG®. El tiempo de reacción (R), el tiempo de coagulación (K), el ángulo alfa (a), la amplitud máxima (MA) y la lisis del coágulo (LY30) ¹⁶. Los parámetros permiten clasificar al paciente traumatizado en 3 posibles estados: un estado de hipercoagulación, hipocoagulación o fibrinolítico. Dado a que se conoce la capacidad de revertir la coagulopatía con productos hemáticos se han implementado protocolos masivos de transfusión (PMT). Sin embargo, el tratamiento de la ATC es inconsistente en los centros especializados en trauma, a pesar de que se ha demostrado que la implementación y seguimiento de algoritmos estandarizados se asocian a mejores pronósticos ¹⁷. Ha sido demostrado que el uso de TEG® como guía en los protocolos masivos de transfusión produce una disminución significativa en la mortalidad y permite una menor utilización de derivados sanguíneos por medio de una terapia transfusional más dirigida a las alteraciones del paciente ^{3,12}.

En el Banco de Sangre del Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social se cuenta con el TEG® 5000 Thromboelastograph® (Haemonetics Corporation, USA) desde el año 2017. La información recopilada sobre el comportamiento de las variables de TEG® en los pacientes post-trauma en Guatemala fue analizada y se realizó una caracterización sobre el comportamiento de la coagulación en estos pacientes, así como su impacto en la mortalidad y en la utilización de hemoderivados como tratamiento.

Se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura en Guatemala, la cual no demostró artículos relacionados al estado viscoelástico y tipo de coagulopatía en el paciente post trauma, por lo que se considera que este estudio podrá emplearse para la creación de protocolos y mejoras en tratamientos existentes.

METODOLOGÍA

Posterior a la autorización de la Unidad de Capacitación y Desarrollo del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), se utilizó la base de datos del Banco de Sangre del Hospital General de Accidentes. Se recopilaron datos del TEGÒ 5000 Thromboelastograph (Haemonetics Corporación, USA), los cuales fueron ingresados a una tabla digital de recolección de datos en Microsoft Excel. Luego se clasificó a los pacientes de acuerdo a su perfil de coagulación utilizando los valores de referencia sugeridos por Haemonetics Corporation (USA). Para finalizar, se llevó a cabo el análisis estadístico de los datos por medio del software estadístico SPSSÒ y se realizó estadística descriptiva y gráficas para reportar las distintas variables recolectadas.

Ética de la Investigación

Previo a la recolección de los datos del presente estudio, se obtuvo la aprobación del protocolo de investigación por parte del comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Francisco Marroquín. Posteriormente se solicitó la autorización de este al Departamento de Capacitación y Desarrollo del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), tras contar con la autorización, se procedió a recolectar y analizar los datos. Debido a que el estudio es de tipo retrospectivo y se omitieron los datos personales de los pacientes para mantener su confidencialidad, no fue necesario el uso de consentimiento informado.

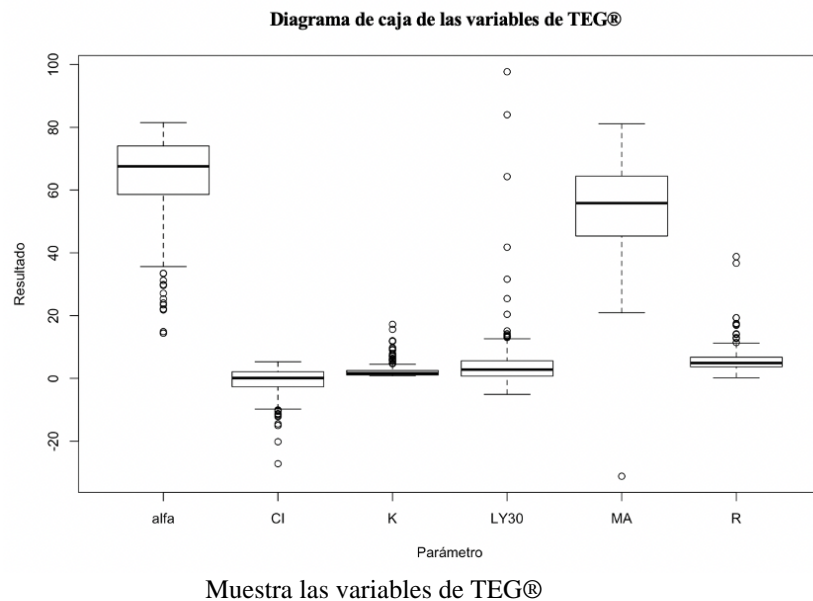
RESULTADOS

Un total de 384 pacientes cumplieron los criterios de inclusión del estudio, 305 (79.4%) pacientes son de género masculino y 79 (20.6%) de género femenino, la edad media de los participantes del estudio fue de 51.75 años, con una mediana de 49 años, edad mínima de 19 años y máxima de 100 años.

Los resultados del análisis de las variables de tromboelastografía demostraron un valor medio de R de 5.63min (desviación estándar: ± 3.58), valor medio K de 2.22min (desviación estándar:

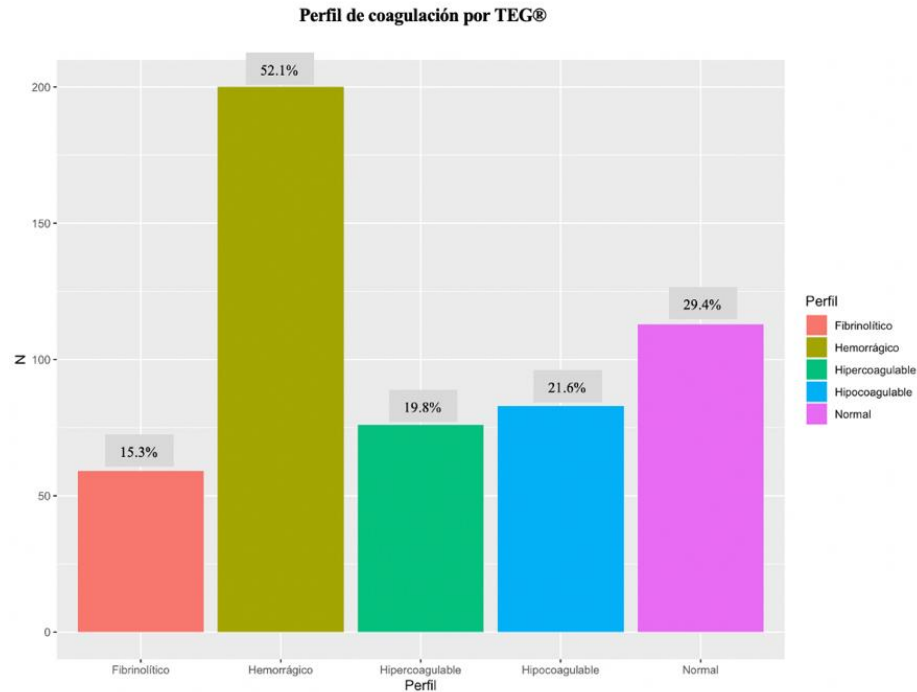
± 2.07), media del ángulo alfa (α) de 64.27° (desviación estándar: ± 13.13), media de MA de 54.01mm (desviación estándar: ± 13.58), media de LY30 de 4.35mm (desviación estándar: ± 8.22) y media de CI de -0.78 (desviación estándar: ± 4.17), figura 1. Esto clasifica al paciente post-trauma promedio dentro del perfil de TEG® normal, de acuerdo con el algoritmo de análisis provisto por el personal de Banco de Sangre, así como los valores normales de CI ¹⁸.

Figura 1. Diagrama de caja de las variables de TEG®



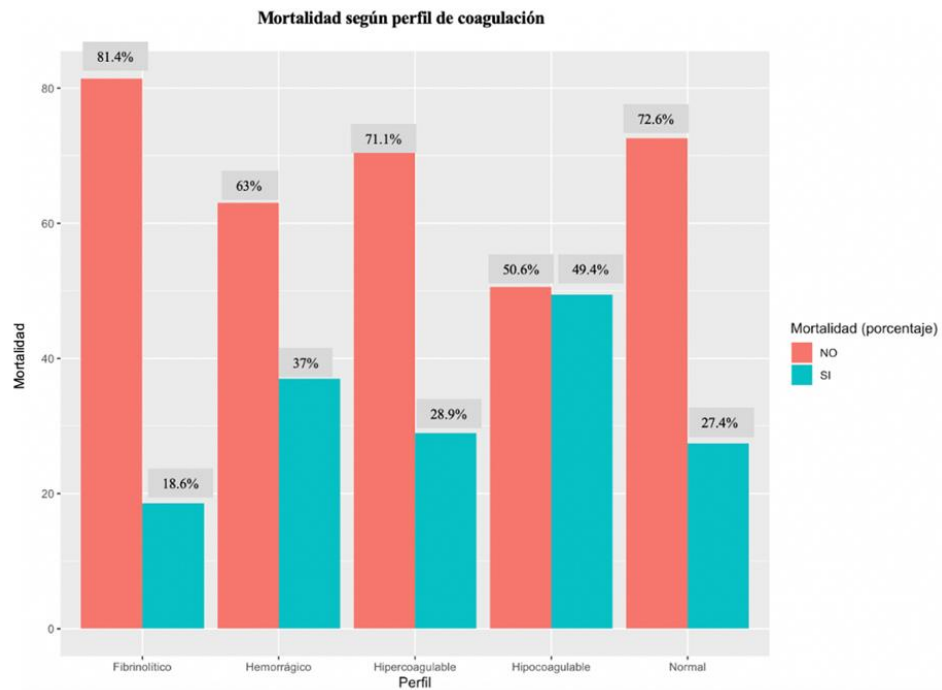
Se clasificaron los resultados de TEG® de los pacientes en perfil fibrinolítico 59 pacientes (15.3%), hipocoagulable 83 pacientes (21.6%), hipercoagulable 76 pacientes (19.8%), hemorrágico 200 pacientes (52.1%) o normal 113 pacientes (29.4%), figura 2. Del total de 384 participantes, 271 resultados (70.6%) de TEG® tenían alguna alteración, con 113 resultados (29.4%) catalogados como normales.

Figura 2: Perfil de coagulación por TEG®



Se muestra el perfil de coagulación

La mortalidad promedio en el estudio fue de 32.8%, con la mortalidad más alta reportada en los pacientes con perfil hipocoagulable 49.4%, seguido del hemorrágico 37%, hipercoagulable 28.9%, normal 27.4%, y por último el fibrinolítico 18.6%. La gráfica de mortalidad según el perfil de coagulación se muestra en la figura 3. Adicionalmente se analizó la terapia transfusional utilizada, siendo los paquetes globulares la terapia más común 61.1%, seguido del plasma fresco congelado 28.7% y plaquetas 10.2%.

Figura 3: Mortalidad según perfil de coagulación

Se muestra la mortalidad según el perfil de coagulación.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente estudio se analizó el perfil de coagulación de acuerdo con las variables del TEG® de pacientes post-trauma. Se utilizó el algoritmo de análisis de variables de TEG® empleado por el Banco de Sangre del Hospital al momento de la recolección de datos, dicho algoritmo fue provisto por Haemonetics Corporation, USA al personal del Hospital. Se decidió utilizar este algoritmo con el propósito de realizar un análisis de los resultados que demuestre de forma concreta los desenlaces logrados por los protocolos y criterios diagnósticos en uso actualmente. Sin embargo, la revisión bibliográfica demostró alta variabilidad en los puntos de corte de las variables y dicho algoritmo no se encuentra validado por evidencia que respalde su uso como guía de manejo clínico de los pacientes. De acuerdo con este algoritmo de análisis, en el estudio se determinó que el 70.6% de los pacientes presentó alguna alteración en la coagulación y el 29.4% un estudio catalogado como normal. La alta tasa de alteraciones de la coagulación se puede atribuir de forma directa al trauma y la coagulopatía secundaria al mismo. La mortalidad promedio del estudio fue del 32.8%. Consideramos que la implementación y uso temprano del TEG® podría

disminuir estas tasas, como demostrado por González et al ³. Este método de análisis de la coagulación puede ser realizado de forma inmediata, detectando de forma más temprana la coagulopatía y guiando la terapia transfusional acorde a los requerimientos del paciente.

La pérdida sanguínea provocada por el trauma inicial es la causa del perfil de coagulación más frecuente, el perfil hemorrágico. La mortalidad asociada a este perfil fue del 37%. Esto sugiere que la intervención temprana impide la progresión de la coagulopatía y disminuye la mortalidad en los pacientes post-trauma. Si la meta de control de la hemorragia no se lleva a cabo de forma satisfactoria durante la primera fase de la ATC, la progresiva disminución de materia prima de la coagulación conduce hacia el segundo perfil de coagulación patológico más común, el perfil hipocoagulable. La progresión del paciente hacia el perfil hipocoagulable puede ser debido a la severidad de la lesión inicial, el retraso de tratamiento adecuado, o a una dilución de los factores de coagulación y plaquetas por el uso de cristaloides de forma agresiva ⁸. El perfil hipocoagulable se caracteriza por una disminución global de la capacidad de coagulación sanguínea. La alta incidencia de este perfil en el paciente post-trauma en Guatemala es alarmante, ya que es el perfil que se asoció a la más alta tasa de mortalidad con un 49.4%. La reversión del perfil hipocoagulable se modifica con el uso oportuno de terapia transfusional, una alta tasa de mortalidad sugiere una oportunidad de mejora en los protocolos transfusionales utilizados actualmente.

El tercer perfil de coagulación más frecuente en el presente estudio es el hipercoagulable, este perfil representa la tercera fase descrita en la coagulopatía traumática aguda. La sobre activación patológica de la cascada de coagulación se encuentra relacionada a la severidad de la lesión de los tejidos, como demostrado por Cardenas et al ¹⁹. Mientras más severa la lesión, mayor es el grado de exposición del factor tisular a los factores de coagulación y la respuesta inflamatoria mediada por citoquinas, conduciendo a un estado protrombótico con elevado riesgo de complicaciones trombóticas ^{9,19,20}.

El perfil de coagulación encontrado con menor frecuencia en el estudio fue el fibrinolítico con un 15.3%. El perfil fibrinolítico representa un componente importante de la coagulopatía traumática aguda, el cual se ha demostrado que juega un papel importante en la mortalidad de los pacientes ^{21,22,23,24}. Sin embargo, en el presente estudio se encontró una mortalidad asociada a este perfil de

coagulación del 18.6%, la más baja documentada. Este hallazgo sugiere que la mortalidad del paciente post-trauma en Guatemala depende en un menor grado del nivel de fibrinólisis, posiblemente por un uso deficiente de hemoderivados. Se requiere de más evidencia para determinar la utilidad del uso de ácido tranexámico en el paciente post-trauma guatemalteco, ya que los hallazgos de este estudio sugieren que podría tener un menor efecto que el encontrado en los estudios previos.

Los resultados del presente estudio difieren con la literatura publicada, ya que el perfil de coagulación asociado a una mayor mortalidad en la literatura es el perfil fibrinolítico. Sin embargo, en el estudio se evidenció una mayor mortalidad en los participantes con perfil hipocoagulable y hemorrágico. Estos hallazgos pueden ser debido a que la bibliografía revisada, en su mayoría, es proveniente de países con protocolos masivos de transfusión establecidos. Estos protocolos permiten revertir la coagulopatía y disminuir de forma significativa la mortalidad por el perfil hemorrágico e hipocoagulable. Adicionalmente, se documentó una terapia transfusional con distinta proporción de productos hemáticos utilizados a la recomendada por la literatura. A pesar de que las guías de transfusión más recientes recomiendan una proporción de PG:PFC:PLQ de 1:1:1 ²¹, en este estudio se demostró una proporción de 6:3:1. Esto demuestra un desfase entre lo recomendado por la literatura y lo que se realiza en el cuidado agudo del paciente post-trauma en Guatemala. Estos hallazgos se pueden deber a una combinación de factores, tales como el déficit de productos transfusionales, falta de protocolos de transfusión preestablecidos y deficiencia en la actualización del personal.

CONCLUSIONES

El uso del tromboelastograma en el paciente post-trauma en Guatemala tiene relevancia clínica y diagnóstica. El uso de este método diagnóstico en conjunto con una intervención oportuna posee un alto potencial de disminuir la mortalidad en esta población.

El análisis de los hallazgos de la tromboelastografía demostró que el paciente post-trauma promedio se encuentra dentro del perfil de TEG® normal. Sin embargo, se documentó una alta incidencia de alteraciones en la coagulación, asociado a un incremento gradual de la mortalidad en relación con la progresión de la historia natural de la ATC. Del total de participantes, el 70.6%

tenían alguna alteración, con el 29.4% catalogados como normales. La mortalidad promedio del estudio fue de 32.8%, con la mortalidad más alta reportada en los pacientes con perfil hipocoagulable 49.4%, seguido del hemorrágico 37%, hipercoagulable 28.9%, normal 27.4%, y por último el fibrinolítico 18.6%. La terapia transfusional utilizada con mayor frecuencia en esta población son los paquetes globulares 61.1%, seguido del plasma fresco congelado 28.7% y plaquetas 10.2%.

Los hallazgos del estudio sugieren que el análisis detallado de la coagulación, asociado a una intervención temprana y adecuada para impedir la progresión de la coagulopatía, tienen el potencial de reducir la mortalidad en los pacientes post-trauma en Guatemala.

LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la realización del estudio, se evidenciaron múltiples dificultades metodológicas. Entre ellas se encuentra la dificultad de recolección de datos debido a que los datos del Laboratorio y Banco de Sangre no se encuentran unificados dentro de un mismo sistema electrónico. Adicionalmente se demostró dificultad de acceso a las bases de datos por efecto de la pandemia actual y las restricciones de acceso a los hospitales que la acompañan. Se encontraron múltiples instancias en las que el número de identificación del paciente fue transcrito de forma errónea, ya sea al realizar la solicitud, o al momento de transcribir la solicitud al sistema de Banco de Sangre y Laboratorio. Se considera que esto es debido a que las solicitudes no son realizadas de forma electrónica. Adicionalmente, la bibliografía que respalda el uso del algoritmo de análisis de los resultados de TEG® provisto por el personal de Banco de Sangre no pudo ser encontrada, a pesar de múltiples intentos de contacto con representantes de Haemonetics Corporation.

Para futuras investigaciones, se recomienda evaluar el efecto del ácido tranexámico en esta población, así como la evaluación y comparación de distintos protocolos de terapia transfusional, transfusiones masivas y guías transfusionales guiadas por TEG® con el objetivo de disminuir la mortalidad en los pacientes post-trauma en Guatemala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brohi, K., Eaglestone, S. Traumatic coagulopathy and massive transfusion: improving outcomes and saving blood. *Programme Grants for Applied Research*, 2017, Nov.; No. 5.19, 1–74. <https://doi.org/10.3310/pgfar05190>
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK464933/>
2. Organización Panamericana de la Salud. Estado de salud de la población : mortalidad en la región de las Américas. *Salud en las Américas +2017*. 15a. ed., Washington, D.C., 2017. <https://www.paho.org/salud-en-las-americas-2017/ro-mortality-es.html>
3. Gonzalez, E., Moore, E. E., Moore, H. B., Chapman, M. P., Chin, T. L., Ghasabyan, A., Wohlaer, M. V., Barnett, C. C., Bensard, D. D., Biffl, W. L., Burlew, C. C., Johnson, J. L., Pieracci, F. M., Jurkovich, G. J., Banerjee, A., Silliman, C. C., & Sauaia, A. Goal-directed hemostatic resuscitation of trauma-induced coagulopathy a pragmatic randomized clinical trial comparing a viscoelastic assay to conventional coagulation assays. *Annals of Surgery*, 2016, June; 263(6): 1051–1059. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001608>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26720428/>
4. Duchesne, J. C., McSwain, N.E., Cotton, B. A., Hunt, J.P., Dellavolpe, J., Lafaro, K., Marr, A.B., Gonzalez, E.A., Phelan, H.A., Bilski, T., Greiffenstein, P., Barbeau, J. M., Rennie, K.V., Baker, C.C., Brohi, K., Jenkins, D.H., & Rotondo, M. Damage control resuscitation: The new face of damage control. *Journal of Trauma*, 2010, Oct.; 69(4): 976–990. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181f2abc9>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20938283/>
5. Smith, S. A. The cell-based model of coagulation: State-Of-The-Art Review. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 2009, February; 19(1): 3–10. <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2009.00389.x>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19691581/>

6. Ruiz, C., & Andresen, M. Treatment of Acute Coagulopathy Associated with Trauma. *ISRN Critical Care*, 2013, 1–7. <https://doi.org/10.5402/2013/783478>
<https://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/783478/>
7. Kushimoto, S., Kudo, D., & Kawazoe, Y. Acute traumatic coagulopathy and trauma-induced coagulopathy: An overview. *Journal of Intensive Care*, 2017, January; 5(1), 6 1–7. <https://doi.org/10.1186/s40560-016-0196-6>
<https://jintensivecare.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40560-016-0196-6>
8. Fries, D., & Martini, W.Z. Role of fibrinogen in trauma-induced coagulopathy. *British Journal of Anaesthesia*, 2010, August; 105(2): 116–121. <https://doi.org/10.1093/bja/aeq161>
[https://www.bjanaesthesia.org/article/S0007-0912\(17\)33529-8/pdf](https://www.bjanaesthesia.org/article/S0007-0912(17)33529-8/pdf)
9. Cap, A., & Hunt, B. Acute traumatic coagulopathy. *Current Opinion in Critical Care*, 2014, December; 20(6): 638–645. <https://doi.org/10.1097/MCC.000000000000158>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25340382/>
10. Da Luz, L.T., Nascimento, B., Shankarakutty, A.K., Rizoli, S., & Adhikari, N.K.J. Effect of thromboelastography (TEG®) and rotational thromboelastometry (ROTEM®) on diagnosis of coagulopathy, transfusion guidance and mortality in trauma: Descriptive systematic review. *Critical Care*, 2014, Sept.; 18(5), 1–26. <https://doi.org/10.1186/s13054-014-0518-9>
<https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-014-0518-9>
11. Meledeo, M.A., Herzig, M.C., Bynum, J.A., Wu, X., Ramasubramanian, A.K., Darlington, D.N., Reddoch, K.M., & Cap, A.P. Acute traumatic coagulopathy: The elephant in a room of blind scientists. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 2017, June; 82(6S): S33–S40. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001431>

- https://journals.lww.com/jtrauma/Abstract/2017/06001/Acute_traumatic_coagulopathy_The_elephant_in_a.6.aspx
12. Unruh, M., Reyes, J., Helmer, S.D., & Haan, J.M. An evaluation of blood product utilization rates with massive transfusion protocol: Before and after thromboelastography (TEG) use in trauma. *American Journal of Surgery*, 2019, Dec.; 218(6), 1175–1180. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2019.08.027>
<https://www.clinicalkey.com#!/content/playContent/1-s2.0-S0002961019304258?returnurl=https:%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0002961019304258%3Fshowall%3Dtrue&referrer=>
13. Davenport, R., Manson, J., De'Ath, H., Platton, S., Fibms, C., Coates, A., Allard, S., Frcpath, F., Maccallum, P., Stanworth, S., & Frcpath, D. M. Functional Definition and Characterisation of Acute Traumatic coagulopathy. *Critical Care Medicine* Author Manuscript, 2011, December; 39(12): 2652–2658.
<https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3182281af5>
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3223409/>
14. Mohamed, M., Majeske, K., Sachwani, G.R., Kennedy, K., Salib, M., & McCann, M. The impact of early thromboelastography directed therapy in trauma resuscitation. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 2017, October; 25(1), 1–11. Article No. 99. <https://doi.org/10.1186/s13049-017-0443-4>
<https://sjtrem.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13049-017-0443-4>
15. Gonzalez, E., Pieracci, F. M., Moore, E.E., & Kashuk, J.L. Coagulation abnormalities in the trauma patient: The role of point-of-care thromboelastography. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*, 2010, October; 36(7): 723–737.
<https://doi.org/10.1055/s-0030-1265289> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20978993/>

16. Raffan Sanabria, F., Ramírez P., F.J., Cuervo, J.A., & Sánchez Marín, L.F. Tromboelastografía. *Revista Colombiana de Anestesiología*, 2005, July-September; 33(3); 181-186.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-33472005000300006&lng=en&nrm=iso
17. Maegele, M. The diagnosis and treatment of acute traumatic bleeding and coagulopathy. *Deutsches Arzteblatt International*, 2019, Nov.; 116(47): 799–806.
<https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0799> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31847951/>
18. Liu, C., Guan, Z., Xu, Q., Zhao, L., Song, Y., & Wang, H. Relation of thromboelastography parameters to conventional coagulation tests used to evaluate the hypercoagulable state of aged fracture patients. *Medicine (Baltimore, United States)*, 2016, June; 95(24), e3934. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000003934>
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4998491/>
19. Cardenas, J. C., Rahbar, E., Pommerening, M. J., Baer, L.A., Matijevic, N., Cotton, B.A., Holcomb, J. B., & Wade, C.E. Measuring thrombin generation as a tool for predicting hemostatic potential and transfusion requirements following trauma. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 2014, December; 77(6), 839–845.
<https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000348>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25099452/>
20. Joseph, L., Fink, L.M., & Hauer-Jensen, M. Cytokines in coagulation and thrombosis: A preclinical and clinical review. *Blood Coagulation and Fibrinolysis*, 2002, March; 13(2): 105–116. <https://doi.org/10.1097/00001721-200203000-00005>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11914652/>

21. Vernon, T., Morgan, M., & Morrison, C. Bad blood: A coagulopathy associated with trauma and massive transfusion review. *Acute Medicine & Surgery*. 2019, July; 6(3): 215-222. <https://doi.org/10.1002/ams2.402>
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6603326/>
22. Frith, D., Davenport, R., & Brohi, K. Acute traumatic coagulopathy. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 2012, April; 25(2), 229–234. <https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e3283509675> https://journals.lww.com/co-anesthesiology/Abstract/2012/04000/Acute_traumatic_coagulopathy.19.aspx
23. Oлдashi, F., Kerçi, M., Zhurda, T., Ruçi, K., Banushi, A., Traverso, M. S., Jiménez, J., Balbi, J., Dellera, C., Svampa, S., Quintana, G., Piñero, G., Teves, J., Seppelt, I., Mountain, D., Hunter, J., Balogh, Z., Zaman, M., Druwé, P., Chengo, C. et.al. Effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusion in trauma patients with significant haemorrhage (CRASH-2): A randomised, placebo-controlled trial. *The Lancet*, 2010, July; 376(9734), 23–32. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60835-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60835-5)
[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(10\)60835-5/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(10)60835-5/fulltext)
24. The CRASH-3 Trial Collaborators. Effects of tranexamic acid on death, disability, vascular occlusive events and other morbidities in patients with acute traumatic brain injury (CRASH-3): a randomised, placebo-controlled trial. *The Lancet*, 2019, Nov.; 394(10210), 1713–1723. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32233-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32233-0)

Conflicto de intereses: No existen conflictos de intereses con terceros. Los autores declaran no tener vínculo alguno con compañías farmacéuticas productoras o comercializadoras. No hubo patrocinio alguno para efectuar el presente estudio

Copyright © 2021 José Alejandro Cabrera Benítez, María Alejandra Blanco Cruz y Gustavo Alberto Recinos Lemus



Esta obra se encuentra protegida por una licencia internacional [Creative Commons 4.0 \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Usted es libre de: **Compartir** – copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. **Adaptar** – remezclar, transformar y construir a partir del material. La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la [licencia](#). Bajo los siguientes términos: **Atribución** – Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente. **No comercial** – Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. **Compartir igual** – Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original. **No hay restricciones adicionales** – No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. [Texto completo de la licencia](#)