

ARTÍCULO ORIGINAL

Evaluación del tripolifosfato de sodio como anticoagulante en determinaciones hematológicas en seres humanos

Assessment of anticoagulant sodium tripolyphosphate used in hematologic determinations in human being

Dra. Lisbeth Rangel Matos ^I; MSc. Maribel Quintero de Troconis ^{II}; MSc. Anangelina Archile Contreras ^I; Dra. Betty Benítez Payares ^I; MSc. Maczy González Rincón ^I; MSc. Ana Ruiz Medina ^I; PhD. Enrique Márquez Salas ^{II}; Dr. Jorge Herrera ^{III}

^I Escuela de Bioanálisis, Facultad de Medicina. Universidad del Zulia, Maracaibo. Estado Zulia, Venezuela.

^{II} Posgrado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia, Maracaibo. Estado Zulia, Venezuela.

^{III} Posgrado de Hematología. Hospital Central "Dr. Urquinaona". Facultad de Medicina. Universidad del Zulia, Maracaibo. Estado Zulia, Venezuela.

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue evaluar la utilidad del tripolifosfato de sodio (TPF) como anticoagulante en diferentes determinaciones hematológicas en seres humanos. Muestras de sangre venosa procedentes de adultos sanos de ambos sexos fueron anticoaguladas con TPF, sales dipotásicas del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y citrato de sodio. Las muestras anticoaguladas con EDTA y citrato de sodio fueron utilizadas como controles. Al comparar los valores obtenidos en todas las pruebas realizadas se encontró que la sangre anticoagulada con TPF ofreció resultados similares a las tratadas con los anticoagulantes usados como controles. Los resultados muestran que es posible la utilización del TPF para la determinación de los parámetros de hematología completa y tiempos de coagulación, permitiendo el uso de una sola muestra con menos volumen sanguíneo, lo cual resultaría beneficioso para los pacientes en quienes la extracción de importantes volúmenes de sangre es en ocasiones difícil y molesta.

Palabras clave: anticoagulante, tripolifosfato de sodio, determinaciones hematológicas, tiempo de coagulación.

ABSTRACT

The aim of present study was to assess the usefulness of anticoagulant sodium tripolyphosphate (TPP) in different hematologic determinations in human beings. Venous blood samples from healthy adults of both sexes were anticoagulated with TPP, dipotassium salts of ethylenediaminetetra-acetic acid (EDTA) and sodium citrate. Anticoagulated samples with EDTA and sodium citrate were used as controls. Verifying the values achieved in all tests performed we noted that anticoagulated blood with TPP offered results similar to those treated with anticoagulant used as controls. Results show that it is possible the use of TPP to determine the parameters of total hematology and coagulation times, allowing the use of only one sample with less blood volume, which could be beneficial for patients in which blood collection in significant volumes in occasions is difficult and annoying.

Key words: Anticoagulant, sodium tripolyphosphate, hematologic determinations, coagulation time.

¹ Trabajo auspiciado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de La Universidad del Zulia, Maracaibo. Estado Zulia, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La hematología completa, también denominada biometría o citometría hemática, así como los estudios de coagulación, son pruebas clínicas de laboratorio indispensables para el diagnóstico, evolución y tratamiento de un gran número de enfermedades.¹ Para realizar estas determinaciones se necesita sangre total y plasma como muestra biológica, haciéndose indispensable el uso de anticoagulantes para la obtención de las muestras.¹⁻³

En la práctica generalmente se utiliza como anticoagulante de elección las sales disódicas o potásicas (dipotásica o tripotásica) del ácido etilén-diaminotetra-acético (EDTA) para la determinación de todos los parámetros que forman parte de la hematología completa. Por otra parte, en los estudios de coagulación como el tiempo de protrombina (TP), tiempo de tromboplastina parcial (TTP) y tiempo de trombina (TT), se emplea plasma obtenido con citrato de sodio al 3,8 % en una proporción de 9 volúmenes de sangre a 1 volumen del anticoagulante.^{2,3} Con el uso de estos anticoagulantes, se requieren 4 mL de sangre para realizar la hematología completa y 2,7 mL para hacer los tiempos de coagulación, requiriéndose un total de 6,7 mL para ambas determinaciones.

En los últimos años, se han realizado diversos estudios con la finalidad de investigar nuevas alternativas de anticoagulantes que permitan efectuar diversos análisis en una sola muestra de sangre, con el propósito de disminuir el volumen final de esta,^{1,4-16} lo que representa un beneficio para los pacientes oncológicos; asimismo, en niños prematuros, lactantes menores y recién nacidos, dado que la

extracción de importantes volúmenes de sangre en estos pacientes, con la finalidad de realizar múltiples valoraciones en el laboratorio clínico, puede ser en ocasiones traumática.^{1,15,16} Sin embargo, la mayoría de los compuestos con propiedad anticoagulante estudiados hasta ahora, han dado lugar a importantes alteraciones en algunas de las determinaciones analizadas, por lo que su uso ha sido limitado. Consecuentemente, hoy en día en los laboratorios de hospitales y clínicas, se continúan tomando muestras en diferentes tubos cuando es necesario realizar estos estudios.

En la última década, se ha descubierto que el tripolifosfato de sodio (TPF) posee un potente efecto anticoagulante, el cual es debido a la propiedad que tiene de unirse con iones metálicos tales como el calcio, evitando que este catión divalente intervenga en el proceso de coagulación de la sangre,¹⁷ característica que ha permitido su uso eficiente como anticoagulante en la obtención de plasma animal, con el propósito de ser empleado para la elaboración de diversos tipos de alimentos para consumo humano.¹⁸⁻²⁰

Con el presente trabajo, se inicia el estudio del TPF como anticoagulante para ser usado a nivel del laboratorio clínico, por lo que el objetivo de la presente investigación, ha sido evaluar la utilidad del TPF como único anticoagulante para la determinación de la hematología completa y pruebas de coagulación, con la finalidad de extraer una sola muestra y disminuir al mismo tiempo el volumen de sangre en el momento de realizar los exámenes de laboratorio antes mencionados.

MÉTODOS

Las determinaciones de hematología completa y tiempos de coagulación se efectuaron en 193 muestras obtenidas del mismo número de personas adultas, aparentemente sanas, de ambos sexos, en edades comprendidas entre 20 y 35 años, que decidieron voluntariamente participar en el estudio. A cada participante se les informó sobre los objetivos de la investigación y se les solicitó su consentimiento por escrito para ser incluido en ella.

A cada sujeto se le realizó una extracción por venipunción de 3 mL de sangre en un tubo con 0,1 mL de TPF al 5 %, 4 mL de sangre en un tubo marca BD *Vacutainer* con 7,2 mg de sales dipotásicas de ácido etilén-diaminotetra-acético (EDTA-K₂) y 2,7 mL de sangre en un tubo marca *Venoject* con 0,3 mL de citrato de sodio al 3,8 %.

Ensayos previos realizados en el laboratorio donde se indagó acerca de la concentración de TPF capaz de evitar eficazmente la coagulación de la sangre, permitieron revelar que 0,1 mL de TPF al 5 % p/v es la concentración ideal para mantener 3 mL de sangre humana completamente líquida, sin evidencia alguna de mallas de fibrina. Por lo tanto, el anticoagulante TPF se preparó pesando 5 g de TPF (con un grado de pureza del 99 %) que se colocaron en un balón aforado de 100 mL de capacidad, se disolvieron con agua destilada y se enrasó. De la dilución obtenida se tomó 0,1 mL y se colocó en tubos de ensayo de 13x75, y una vez rotulados fueron almacenados a temperatura ambiente (25 °C) hasta el momento de su uso.

La hematología completa se realizó inmediatamente después de haberse obtenido las muestras de sangre anticoagulada con TPF y EDTA empleándose un analizador hematológico automatizado, marca *Cell Dyn*, modelo 1700. Asimismo, recién extraída la muestra, se prepararon los frotis sanguíneos, los cuales fueron coloreados utilizando la tinción habitual de Wright-Giemsa.² La morfología de las células sanguíneas fue evaluada mediante microscopía óptica por profesionales con

experiencia en el área de hematología. Con la finalidad de minimizar la subjetividad de este análisis por parte del experto al momento de la evaluación morfológica, se realizó un estudio de tipo simple ciegas. Los profesionales expresaron su opinión en relación con la calidad del color, forma y tamaño de las células sanguíneas observadas en la imagen roja, blanca e imagen plaquetaria, así como la distribución de estas últimas. Se hizo además, la fórmula leucocitaria diferencial de forma manual.

Después de realizar la hematología completa, las muestras de sangre que contenían TPF como anticoagulante y aquellas obtenidas con citrato de sodio fueron centrifugadas a 4 500 rpm durante 10 minutos para la obtención de los plasmas (pobres en plaquetas), estos últimos fueron trasvasados en tubos plásticos para la determinación inmediata de los tiempos de coagulación (TP, TTP y TT) utilizando el coagulómetro marca *Coatron* modelo M1, siguiendo la metodología descrita en el manual de procedimientos del equipo.²¹

Los datos obtenidos se analizaron utilizando el sistema de análisis estadístico SAS (*statistical analysis system*).²² Para comprobar las similitudes entre los valores de las muestras tratadas con el anticoagulante bajo estudio (TPF) y las obtenidas con los anticoagulantes de referencia (EDTA y citrato de sodio), se empleó la prueba t de Student para muestras independientes y los resultados se expresaron como promedio +/- desviación estándar (DE). Se aceptó el 95 % como índice de confianza, considerando toda probabilidad menor de 0,05 como significativa ($p < 0,05$).

RESULTADOS

No se observó diferencia significativa ($p > 0,05$) para las medias obtenidas en la cuantificación de cada uno de los parámetros hematológicos evaluados en la hematología completa cuando se comparó la sangre anticoagulada con TPF y la tratada con EDTA ([tabla 1](#)). Asimismo, en la sangre anticoagulada con TPF, el recuento diferencial de leucocitos fue similar al obtenido con la sangre tratada con EDTA ([tabla 2](#)).

Tabla 1. Efecto del tipo de anticoagulante sobre los parámetros hematológicos de rutina*

Parámetros	Tipo de anticoagulante		p
	EDTA-K ₂	TPF	
Leucocitos (x10 ³ /mm ³)	6,27 ± 1,6	6,36 ± 1,60	0,298
Hematíes (x10 ⁶ /mm ³)	4,64 ± 0,39	4,63 ± 0,41	0,468
Hemoglobina (g/dL)	13,03 ± 1,03	13,17 ± 0,98	0,340
Hematocrito (%)	40,25 ± 2,91	40,33 ± 2,93	0,295
VCM (fl)	87,54 ± 3,54	87,61 ± 3,84	0,195
HMC (pg)	28,25 ± 0,97	28,38 ± 1,04	0,386
CHCM (g/dL)	32,54 ± 0,96	32,62 ± 0,85	0,508
Plaquetas (x10 ³ /mm ³)	88,66 ± 57,26	267,04 ± 61,1	50,081

*Cada parámetro muestra el valor promedio ± DE (n=193).

Leyenda: EDTA-K₂: sal dipotásica de ácido etiléndiaminotetracético; TPF: tripolifosfato de sodio; VCM: volumen corpuscular medio; HMC: hemoglobina corpuscular media; CHCM: concentración de hemoglobina corpuscular media.

Cuando $p \geq 0,05$ no hay diferencia significativa entre las medias.

Tabla 2. Efecto del tipo de anticoagulante sobre el recuento diferencial de leucocitos*

Tipo leucocitario (%)	Tipo de anticoagulante		p
	EDTA-K ₂	TPF	
Neutrófilos	58,38 ± 6,37	57,84 ± 7,59	0,170
Linfocitos	36,73 ± 6,28	36,85 ± 7,50	0,409
Eosinófilos	2,42 ± 1,90	2,46 ± 2,27	0,450
Basófilos	0,32 ± 0,40	0,35 ± 0,69	0,235
Monocitos	2,51 ± 1,95	2,58 ± 2,50	0,223

*Cada parámetro muestra el valor promedio ± DE (n=193).

Leyenda: EDTA-K₂: sal dipotásica de ácido etiléndiaminotetracético; TPF: tripolifosfato de sodio. Cuando $p \geq 0,05$ no hay diferencia significativa entre las medias.

Al investigar el efecto del TPF sobre la morfología de las células sanguíneas (glóbulos rojos, blancos y plaquetas), se comprobó que esta fue similar a la halladas en la sangre anticoagulada con EDTA ([figura](#)). Del mismo modo, no se apreció formación de agregados plaquetarios en los frotis obtenidos con la sangre tratada con TPF.

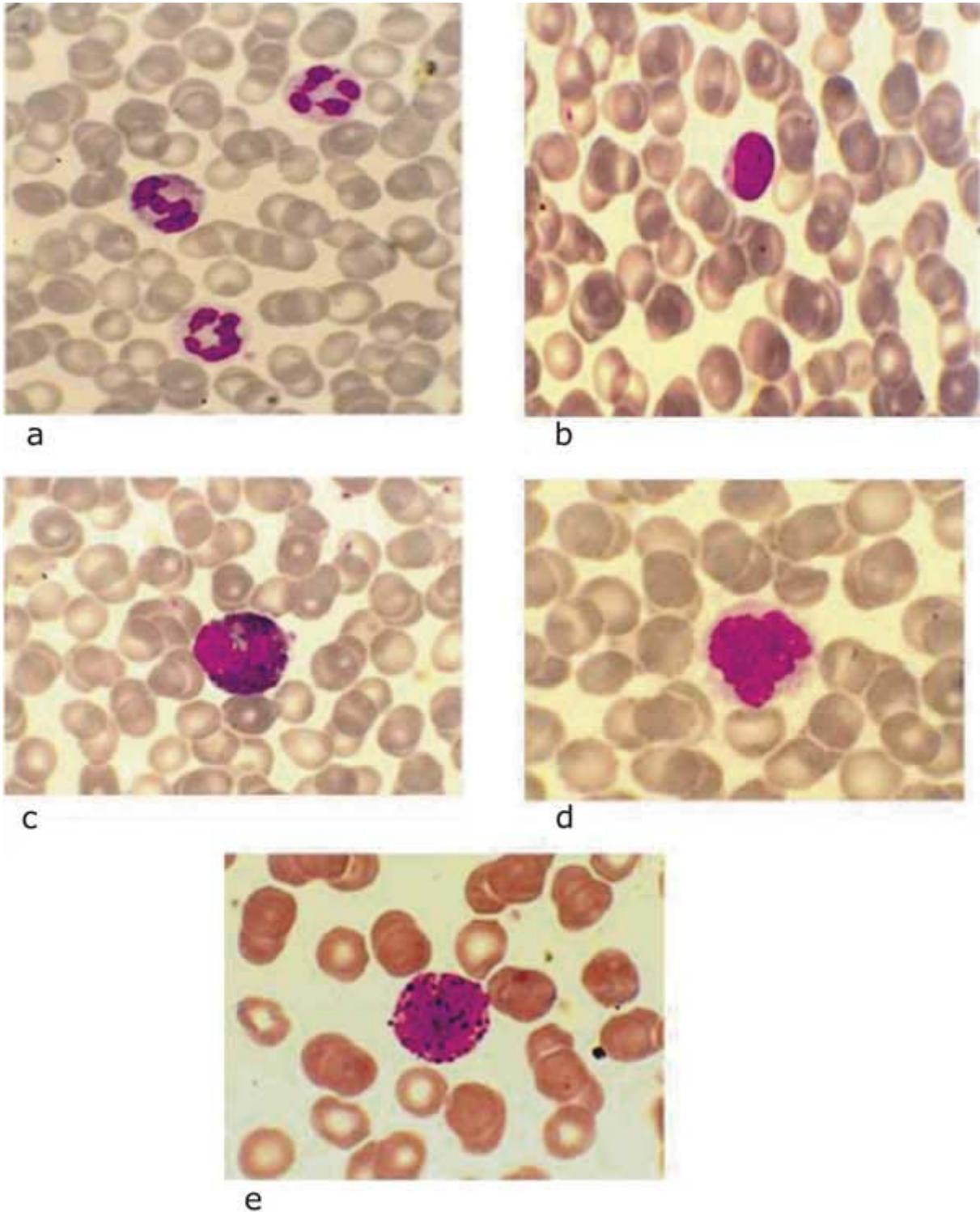


Fig. Morfología celular de sangre periférica tratada con TPF. Ampliación: 100X. Método de coloración Wright-Giemsa. a: neutrófilo; b: linfocito; c: eosinófilo; d: monolito; e: basófilo.

Al estudiar el efecto del tipo de anticoagulante sobre los tiempos de coagulación, se evidenció que no hubo diferencias desde el punto de vista estadístico ($p > 0,05$)

entre los valores promedio obtenidos para el TP, TTP y TT de los plasmas obtenidos con TPF y citrato de sodio ([tabla 3](#)).

Tabla 3. Efecto del tipo de anticoagulante sobre el perfil de coagulación*

Parámetros (seg)	Plasma citratado	Plasma tratado con TPF	p
TP	12,39 ± 0,24	11,63 ± 0,85	0,141
TTP	31,77 ± 0,67	32,50 ± 0,65	0,198
TT	11,28 ± 0,23	10,96 ± 0,22	0,210

*Cada parámetro muestra el valor promedio ± DE (n=193).

Leyenda: TP: tiempo de protrombina; TTP: tiempo de tromboplastina parcial; TT: tiempo de trombina; TPF: tripolifosfato de sodio; seg: segundos.

Cuando $p \geq 0,05$ no hay diferencia significativa entre las medias.

DISCUSIÓN

En los últimos años, se han realizado numerosas investigaciones con la finalidad de hallar un anticoagulante, denominado por algunos autores "universal", que pueda ser utilizado para obtener especímenes adecuados para realizar diversas pruebas en el laboratorio^{1,4-16} con la misma muestra de sangre, lo cual permitiría efectuar un mayor número de exámenes con un menor volumen sanguíneo, asimismo, posibilitaría reducir los costos de los análisis clínicos.

De la misma forma, se ha señalado que el anticoagulante idóneo en hematología debe satisfacer las siguientes condiciones: no debe alterar el volumen de los eritrocitos ni producir hemólisis, se debe disolver fácilmente cuando se mezcla con la sangre, debe ejercer mínimos efectos sobre la morfología de las células sanguíneas, ser útil para realizar pruebas hematológicas permitiendo la obtención de resultados confiables,^{2,9} no debe ser tóxico para el ser humano, ser de fácil uso en el laboratorio, estable durante largos períodos de almacenamiento y finalmente, debe ser económico.⁹

Los fosfatos son componentes naturales de todos los organismos vivos y son utilizados como aditivos en los alimentos. El TPF es el fosfato actualmente más utilizado en la industria cárnica por sus favorables funciones²³ y es óptimo para la retención de agua, como estabilizador de emulsiones, para prevenir la rancidez oxidativa y mejorar el color, sabor y olor de los productos cárnicos.²³⁻²⁵ En la última década, el TPF ha sido empleado como anticoagulante en sangre de diferentes especies (aves, cerdos y bovinos) para la obtención de plasma animal,¹⁷ el que posteriormente es utilizado para la elaboración de ciertos productos alimenticios para consumo humano tales como galletas y embutidos.¹⁸⁻²⁰ Se ha señalado que debido a su carga altamente negativa, el TPF, al reaccionar con el calcio, impide que este catión divalente intervenga en el proceso de coagulación de la sangre, pudiendo ser esta probablemente una de las razones que explican el potente efecto anticoagulante que ejerce este aditivo alimentario.¹⁷

A nivel clínico, la sangre anticoagulada con TPF mostró un comportamiento comparable con el EDTA y el citrato de sodio y se obtuvieron resultados similares a los hallados cuando se hizo la cuantificación de los parámetros que forman parte de la hematología completa, la evaluación morfológica de las células sanguíneas de

sangre periférica y la valoración de los tiempos de coagulación (figura, tablas 1, 2 y 3), por lo que sobre la base de los resultados obtenidos, es posible utilizar el TPF como anticoagulante para efectuar dichos análisis con solo 3 mL de sangre, y puede emplearse menos de la mitad del volumen sanguíneo que habitualmente es necesario para efectuar estas determinaciones, lo cual resultaría beneficioso para los pacientes en quienes la extracción de importantes volúmenes de sangre es en ocasiones difícil y molesta.

Entre los compuestos con actividad anticoagulante que han sido estudiados en los últimos años se encuentran: el citrato dextrosa fosfato (CDP),^{1,15,16} el argatroban,⁴ la hirudina,^{5,10} el DX-9065a⁶ (un inhibidor específico del factor X_a), la heparina de bajo peso molecular,⁷ el poli-isopreno sulfonatado (SPIPs),⁸ el TPFI⁹ (un inhibidor de la vía del factor tisular), el CTAD,¹¹ compuestos análogos al EDTA y al fluoruro de sodio,¹² una mezcla de citrato piridoxal 5'-fosfato y TRIS (CPT)¹³ y el sulfato de magnesio.¹⁴

Entre las evaluaciones realizadas a estos compuestos cuando fueron empleados como anticoagulantes, se encuentran estudios hematológicos tales como hematología completa, tiempos de coagulación o ambos parámetros, y en todos los casos se utilizan EDTA y citrato de sodio como controles. Los resultados de estas investigaciones revelan que los valores obtenidos de hemoglobina, hematocrito, recuento de glóbulos blancos y rojos, volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (MCH), concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC), fórmula leucocitaria diferencial y morfología de las células sanguíneas de la mayoría de los especímenes tratados con estos anticoagulantes, fueron similares a los hallados cuando se utilizó EDTA.^{1,4-15} No obstante, el recuento plaquetario en algunos de los casos fue más bajo^{7,8} debido a la agregación plaquetaria causada por los anticoagulantes bajo estudio. Asimismo, se encontró que en la mayoría de los casos donde se evaluó el efecto del anticoagulante sobre los tiempos de coagulación, estos resultaron afectados.^{7-9,12,14}

Los resultados obtenidos en los estudios precedentemente señalados, coinciden parcialmente con los hallados en la presente investigación, dado que con el TPF, los valores obtenidos en la cuantificación de las células sanguíneas en sangre periférica fueron similares al EDTA. Sin embargo, y a diferencia de la mayoría de los trabajos anteriores, los recuentos plaquetarios de las muestras tratadas con TPF no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) con los valores obtenidos con el control, lo que fue confirmado mediante el análisis morfológico hecho por los especialistas, quienes no apreciaron agregación plaquetaria en los frotis obtenidos con TPF. De la misma forma, y a diferencia de la mayoría de los compuestos con actividad anticoagulante hasta ahora evaluados, el TPF no causó alteraciones en los tiempos de coagulación tales como TP, TTP y TT cuando se comparó con el plasma citratado.

Además de lo anteriormente señalado, el TPF mantuvo la sangre en estado líquido sin producir interferencias con los reactivos empleados para los análisis hematológicos, siendo esto una condición necesaria para que la sangre pueda ser evaluada correctamente, especialmente cuando se trata de sangre sometida a análisis por equipos hematológicos automatizados como los empleados en el presente estudio.

Sobre la base de los resultados obtenidos, es posible inferir que el TPF tiene varias de las características que debe presentar todo anticoagulante para ser empleado idóneamente en estudios hematológicos, dado que no produce alteración del volumen eritrocitario ni hemólisis, se disuelve fácilmente, no produce efectos sobre

la morfología de las células sanguíneas, no es tóxico, se emplea fácilmente en el laboratorio y es más económico que los anticoagulantes comerciales. Todas estas características, unidas con las consideradas en el contexto de los resultados obtenidos en el presente estudio, permiten concluir que el TPF pudiera representar un sustituto idóneo tanto del EDTA como del citrato de sodio que podría emplearse en el laboratorio clínico como único anticoagulante para realizar la hematología completa y los tiempos de coagulación considerados en la presente investigación. Esto permitiría disminuir considerablemente la cantidad de sangre extraída al paciente y al mismo tiempo, reducir el costo de estos estudios.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su más sincero agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de La Universidad del Zulia (CONDES-LUZ) por el financiamiento de este trabajo. Asimismo, al personal que labora en el Servicio Hematológico del Hospital Central "Dr. Urquinaona" y Unidad de Genética del Hospital Universitario de Maracaibo, Estado Zulia, República Bolivariana de Venezuela, por su apoyo incondicional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Torrella A, Toledo R, Hondares M, Calañas L. Evaluación del anticoagulante citrato dextrosa fosfato para la determinación de parámetros hematológicos en pacientes oncológicos. *Rev Mex Patol Clín* 2003;50(2):77-81.
2. Vives J, Aguilar J. La sangre: características generales, métodos de extracción sanguínea y empleo de anticoagulantes. En: *Manual de técnicas de laboratorio en hematología*. 3 ed. Barcelona: Elsevier-Masson; 2006. p. 1- 8.
3. Lewis SM, Tasumi N. Recogida y manipulación de la sangre. En: Lewis, SM., Bain BJ, Bates I, eds. *Hematología práctica*. Madrid: Elsevier España; 2008. p. 1-9.
4. Kumura T, Hino M, Yamane T, Tatsumi N. Argatroban as an anticoagulant for both hematologic and chemical tests. *J Clin Lab Anal* 2000; 14(4): 136-40.
5. Kumura T, Hino M, Yamane T, Tominaga K, Tatsumi N. Hirudin as an anticoagulant for both haematology and chemistry tests. *J Autom Methods Manage Chem* 2000; 22(4): 109-12.
6. Kumura T, Hino M, Yamane T, Tominaga K, Tatsumi N. DX-9065a, a specific factor Xa inhibitor, as a universal anticoagulant for blood collection tubes. *Clin Chim Acta* 2000; 294(1-2): 27-35.
7. Kawamoto T, Hino M, Takubo T, Tatsumi N. Low molecular-weight heparin as a multipurpose anticoagulant for laboratory testing. *Osaka City Med J* 2000; 46(1): 37-53.
8. Kinoshita Y, Ohta K, Yamane T, Hino M, Takubo T, Samori T, et al. Synthetic polymer sulphonated polyisoprene as a universal anticoagulant for laboratory testing. *J Clin Lab Anal* 2000; 14(4): 180-7.
9. Tsuji R, Tatsumi N, Hino M, Nishioka T, Takubo T. Tissue factor pathway inhibitor as a universal anticoagulant for use in clinical laboratory tests. *Tohoku J Exp Med* 2001; 194(3): 165-74.

10. Mensen H, Melber K, Brandt N, Thiel E. The use of hirudin as universal anticoagulant in haematology, clinical chemistry and blood grouping. *Clin Chem Lab Med* 2001; 39(12): 1267-77.
11. Yokota M, Tatsumi N, Tsuda I, Nishioka T, Takubo T. CTAD as a universal anticoagulant. *J Autom Methods Manage Chem* 2003; 25(1): 17-20.
12. Narita M, Hino M, Tabuko T, Tatsumi N. Analogues of ethylendiaminetetraacetic acid and sodium fluoride as anticoagulants. *Osaka City Med J* 2000; 46(1): 71-87.
13. Kang H, Cho H, Park Ch, Chan J, Lee K, Kyu M. Utilization of citrate, pyridoxal 5'-phosphate and TRIS (CPT) anticoagulant in routine haematology. *Inkan Kwahak* 1993; 17(2): 93-7.
14. Kondo H, Kobayashi E, Itani T, Tatsumi N, Tsuda, I. Hematology tests of blood anticoagulated with magnesium sulphate. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2002; 33(Suppl 2): 6-9.
15. Ruiz BE, Abrajam ID. Valoración del citrato dextrosa fosfato como anticoagulante para determinar la biometría hemática. *Rev Mex Patol Clin* 1996; 42(3): 119-21.
16. Ruiz BE, López MB, Abrajam ID. Evaluación del tiempo de protrombina y tiempo de tromboplastina parcial en sangre total. *Rev Mex Patol Clin* 2007; 54(3): 136-43.
17. Rangel L, Archile A, Castejón O, Izquierdo P, Márquez E. Utilización del tripolifosfato de sodio como anticoagulante y su efecto sobre las propiedades emulsificantes del plasma sanguíneo animal. *Rev Cient FCV-LUZ* 1995; 5(2): 111-6.
18. Benítez B, Archile A, Rangel L, Ferrer K, Barboza Y, Márquez E. Composición proximal, evaluación microbiológica y sensorial de una galleta formulada a base de harina de yuca y plasma de bovino. *Interciencia* 2008; 33(1): 61-5.
19. Benítez B, Archile A, Rangel L, Bracho M, Hernández M, Márquez E. Calidad nutricional y aceptabilidad de un producto formulado con carne de pollo deshuesada mecánicamente, plasma y glóbulos rojos de bovino. *Arch Latin Nutr* 2002; 52(3): 307-12.
20. Márquez E, Arévalo E, Barboza Y, Benítez B, Rangel L, Archile A. Formulación de un embutido con agregado de piel de pollo emulsificada con sangre de bovino. *Rev Cient FCV-LUZ* 2006; 16(4): 438-44.
21. Operation manual for Coatron M1. Teco Medical Instruments, Germany. Disponible en: <http://www.teco-gmbh.com/english/>
22. Statistics Analysis System Institute (SAS): SAS User's guide statistics. Version 6.0. SAS Institute Inc., Cary. NC. 530. University of North of California; 1989.
23. Erdogdu BS, Erdogdu F, Ibrahim H. Influence of sodium tripolyphosphate (STP) treatment and cooking time on cook losses and textural properties of red meats. *J Food Process Eng* 2007; 30(6): 685700.

24. Lee BJ, Hendricks DG, Cornforth DP. Effect of sodium phytate, sodium pyrophosphate and sodium tripolyphosphate on physico-chemical characteristics of restructured beef. *Meat Science* 1998;50(3): 273-83.

25. Li W, Bowers J, Craig J, Perng S. Sodium tripolyphosphate: Stability and effect in ground turkey meat. *J Food Sci* 1993;58(3):501-4.

Recibido: 1 de julio del 2009.

Aprobado: 12 de julio del 2009.

Dra. *Lisbeth Rangel Matos*. Escuela de Bioanálisis, Facultad de Medicina.
Universidad del Zulia, Maracaibo. Estado Zulia, Venezuela. e-mail:
lisbethrangel@hotmail.com