

# Avance y Perspectiva

Revista de divulgación del CINVESTAV

## Microrreología pasiva de la sangre: el régimen en el que la sangre se mide a sí misma

Karina Galache · Friday, April 29th, 2022

Categorías: Cuartil Uno, Ciencias Exactas

La sangre es un fluido biológico vital que consiste principalmente en la suspensión concentrada de glóbulos rojos (eritrocitos), que comprenden entre el 40 y el 45% de la composición y están suspendidos en plasma, un medio acuoso que contiene alrededor del 92% de agua y 8% de macromoléculas, proteínas y otros componentes.

Los fluidos complejos como la sangre, son viscoelásticos y pueden almacenar y liberar energía. Además, sus propiedades reológicas, es decir, su respuesta a esfuerzos mecánicos que los deforman y los hacen fluir, está sujeta a la amplitud y frecuencia del estímulo, así como a su duración y la forma en que se aplica. También estas propiedades pueden ser no estacionarias y cambiar rápidamente en el tiempo. Para terminar de complicar las cosas, son de naturaleza mesoscópica, pues dependen de las interacciones entre sus diferentes componentes en distintas escalas espaciales y temporales; en otras palabras, su viscoelasticidad es diferente en función de la escala espaciotemporal a la que se mida.

En el caso de la sangre, la reología macroscópica está determinada en gran medida por las propiedades mecánicas de los eritrocitos y sus agregados (clusters, rouleaux y coágulos). Por ello, una medición macrorreológica puede servir para diagnosticar condiciones patológicas como la anemia falciforme, así como revelar los efectos globales de terapias farmacéuticas. En esta escala, la contribución del plasma queda opacada por la de los eritrocitos.

En su rápido movimiento estocástico en escalas microscópicas, antes de colisionar unos con otros, los eritrocitos sondan la viscoelasticidad de su entorno plasmático inmediato. Por lo tanto, una medición microrreológica en estas escalas espaciotemporales, permitiría determinar las propiedades del plasma directamente, sin tener que separar los componentes sanguíneos, dejando que los eritrocitos hagan todo el trabajo: la sangre prácticamente se estaría midiendo a sí misma. En otras palabras, se puede aprovechar la presencia intrínseca de los eritrocitos como partículas traza pasivas, activadas únicamente por fuerzas térmicas, para reportar la viscoelasticidad del plasma a su alrededor en un amplio espectro de altas frecuencias.

Con esta idea, investigadores del CINVESTAV Unidad Monterrey y de CREOL, The College of Optics and Photonics, University of Central Florida, desarrollaron un sensor óptico capaz de medir el movimiento estocástico de los eritrocitos en estas escalas y recuperar la viscoelasticidad del

plasma alrededor de ellos. La medición se realiza en la punta de una fibra óptica, tan delgada como un cabello, que puede utilizarse de manera endoscópica e insertarse directamente en máquinas de circulación extracorpórea o en dispositivos de acceso cardiovascular como un catéter.

En un primer momento se demostró que la implementación práctica del sensor era lo suficientemente robusta y sensible para monitorear cambios en el estado de coagulación de la sangre in situ durante cirugías cardiovasculares en tiempo real, de manera continua y sin necesidad de extraer sangre del paciente [1]. Estos atributos únicos del sensor permiten superar las limitaciones de la práctica clínica actual (las pruebas de coagulación toman por lo menos entre 20 y 30 minutos y durante una cirugía se extraen muestras de manera periódica), resultando particularmente benéficos en procedimientos pediátricos. Además, aun con figuras de mérito empíricas de la medición, se observó una correlación significativa con los estándares de oro, como el tiempo de coagulación activado y la tromboelastografía [2], ofreciendo un reemplazo equivalente con una mejor tecnología.

En su estudio más reciente [3], los investigadores demostraron que podían cuantificar las propiedades reológicas del plasma que rodea a los eritrocitos, capturando su comportamiento complejo en altas frecuencias en los parámetros de un sencillo modelo reológico: “sabíamos que la medición era sensible a las transformaciones de la sangre; ahora podemos asociar números a esos cambios e interpretarlos en el marco de un modelo físico”. Con esto, ahora es posible monitorear cuantitativamente la coagulabilidad de la sangre, permitiendo gestionar su estado en forma dinámica para evitar trombosis o hemorragias catastróficas en escenarios clínicos relevantes como, por ejemplo, circulación extracorpórea, unidades de cuidados intensivos en etapas postoperatorias y hemodiálisis, entre otros. Finalmente, esta descripción microscópica de la viscoelasticidad de la sangre también establece un vínculo directo con la composición molecular subyacente del plasma, lo cual permitiría identificar anomalías que pudieran usarse como marcadores y factores de riesgo tanto en condiciones agudas como crónicas, incluyendo hipertensión y diabetes.

Nuestro artículo más reciente puede consultarse en: <https://doi.org/10.1039/D1SM01726H>

## Referencias

- [1] Guzman-Sepulveda, J. R., Argueta-Morales, R., DeCampli, W. M., & Dogariu, A. (2017). Real-time intraoperative monitoring of blood coagulability via coherence-gated light scattering. *Nature Biomedical Engineering*, 1, 0028, 1-6. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41551-017-0028>. ISSN: 1094-4087. [Story behind the paper](#).
- [2] Batarseh, M., Guzman-Sepulveda, J. R., Wu, R., M DeCampli, W. & Dogariu, A. (2020). Passive Coagulability Assay Based on Coherence-Gated Light Scattering. *Hemato*, 1(2), 49-59. DOI: <https://doi.org/10.3390/hemato1020009>. ISSN: 2673-6357.
- [3] J. R. Guzman-Sepulveda, M. Batarseh, R. Wu, W. M. DeCampli & A. Dogariu (2022). Passive high-frequency microrheology of blood. *Soft Matter*, 18, 2452-2461. DOI: <https://doi.org/10.1039/D1SM01726H>. ISSN: 1744-6848.

This entry was posted on Friday, April 29th, 2022 at 8:00 am and is filed under [Cuartil Uno](#), [Ciencias Exactas](#)

You can follow any responses to this entry through the [Comments \(RSS\)](#) feed. Both comments and pings are currently closed.

