



# Utilidad de un sistema neumático para trasladar concentrados eritrocitarios

## Estudio piloto

Noemí Patricia Castillo-Torres,<sup>a</sup> Surid Virgen-Díaz,<sup>b</sup> Daira L. León-Olvera,<sup>c</sup> Ana L. Hernández-Pérez,<sup>d</sup> Moisés C. Calderón-Abbo<sup>e</sup>

### Utility of a pneumatic system to transport erythrocyte concentrates: Pilot study

**Background:** The transport systems of erythrocyte concentrates should be safe and modern. In this paper we analyzed the safety of one pneumatic system to transport erythrocyte concentrates from blood transfusion service to post-surgical therapy service.

**Methods:** We analyzed 50 erythrocyte concentrates; a sample of 1.5 mL of blood was drawn previously and after delivering the concentrated erythrocyte. The samples were placed in glass tubes to measure temperature, hemoglobin, hematocrit and extracellular potassium concentration. The average and range as univariate analysis and the Mann-Whitney *U* test as a bivariate analysis were done for statistical analysis.

**Results:** Statistical differences were not observed in the parameters measured. The temperature was not modified by the pneumatic delivery system. The data indicated no significant differences ( $p > 0.05$ ) pre and post delivered samples in temperature, hemoglobin concentration, hematocrit level or extracellular potassium concentration. The estimated travel time for each sample was 22.88 seconds.

**Conclusions:** The transport of erythrocyte concentrates through pneumatic delivery system did not change temperature conditions according to the current regulation. Indeed, the data did not show evidence that the cellular suspension underwent a spontaneous cellular lysis by sending erythrocyte concentrates through a pneumatic delivery system.

#### Keywords Palabras clave

Erythrocyte transfusion	Transfusión de eritrocitos
Hemoglobins	Hemoglobinas
Hematocrit	Hematócrito
Potassium	Potasio

Los sistemas neumáticos reducen la carga laboral y el tiempo de respuesta de algunos servicios hospitalarios (especialmente del laboratorio clínico).<sup>1</sup> Existe una variedad importante de material hospitalario que puede ser transportado mediante sistemas neumáticos, entre ellos documentos, reportes, expedientes clínicos, componentes sanguíneos, muestras biológicas y medicamentos. Los sistemas neumáticos pueden conectar a todo el hospital<sup>2</sup> y numerosos servicios, como urgencias, el banco de sangre, el laboratorio y la farmacia, pueden comunicarse entre sí mediante esta vía.

Dependiendo de la configuración del sistema neumático y su velocidad, las muestras sanguíneas transportadas pueden estar bajo agitación vigorosa debida a la aceleración y la desaceleración repentina durante el trayecto. Aunque generalmente los sistemas neumáticos son seguros y la mayoría de las muestras sanguíneas tomadas para análisis no se altera debido a su transportación mediante dichos sistemas,<sup>1</sup> existen algunos informes que sugieren que se produce un desencadenamiento de hemólisis en las muestras y los concentrados eritrocitarios.<sup>3</sup>

Cotidianamente en los hospitales, los componentes sanguíneos deben ser transportados a distancias relativamente cortas desde el servicio de transfusión hasta el área de atención del paciente. Si bien no se requieren sistemas de transporte especiales adicionales a los aprobados y recomendados para mantener la seguridad de los mismos y de las preferencias institucionales, los componentes sanguíneos nunca deben ser transportados en sistemas en los que alcancen temperaturas fuera de los rangos recomendados por las normativas actuales.

De acuerdo con las recomendaciones emitidas por el Consejo Europeo para el Aseguramiento de la Calidad en los Servicios de Transfusión Sanguínea, los componentes sanguíneos deben ser transportados en sistemas validados para mantener la temperatura recomendada del componente sanguíneo. Además, los contenedores deben ser aislados, fácilmente manipulables y fáciles de limpiar.<sup>4</sup>

<sup>a</sup>División de Auxiliares de Diagnóstico y Tratamiento

<sup>b</sup>Servicio de Transfusión, Laboratorio Clínico

<sup>c</sup>Laboratorio Central, Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional La Raza

<sup>d</sup>Servicio de Quirófano

<sup>e</sup>Dirección General

<sup>a,b,d,e</sup>Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social, Distrito Federal, México

Comunicación con: Noemí Patricia Castillo-Torres

Teléfono: (55) 6237 7490

Correo electrónico: patricia.castillot@live.com

## Resumen

**Introducción:** los sistemas de transporte de componentes eritrocitarios deben ser seguros y modernos. En este trabajo se analiza la seguridad de un sistema neumático como medio de transporte de concentrados eritrocitarios del servicio de transfusiones al servicio de la terapia posquirúrgica.

**Métodos:** se estudiaron las muestras piloto de 50 concentrados eritrocitarios, previa homogeneización del tubo con pinza rotatoria. Se obtuvieron 1.5 mL de la muestra antes de enviar el concentrado eritrocitario por el sistema neumático y 1.5 mL después de su llegada a su destino. Las muestras fueron colocadas en tubos de cristal para su análisis. También se analizaron la concentración de hemoglobina, el nivel de hematócrito y la concentración de potasio extracelular.

**Resultados:** la información obtenida indicó que no hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) al comparar los valores pre o post entrega respecto a la temperatura, la concentración de hemoglobina, el nivel de hematócrito ni la concentración extracelular de potasio. La estimación del tiempo de transporte a través del sistema neumático fue de 22.88 segundos.

**Conclusiones:** el envío de concentrados eritrocitarios mediante el sistema neumático no produjo cambios en las condiciones óptimas de temperatura indicadas en la normatividad vigente. Tampoco existió evidencia de que la suspensión celular enviada sufriera lisis celular espontánea debido al traslado de los componentes sanguíneos.

En México, la *Norma oficial mexicana NOM-003-SSA2-2012, para el uso de sangre y sus componentes con fines terapéuticos*<sup>5</sup> indica que todos los concentrados eritrocitarios deben mantenerse a la temperatura ideal de conservación de 2 a 6 °C durante su traslado. Tales componentes sanguíneos deben ser colocados en el interior de contenedores termoaislantes, de tal forma que no sufran movimientos violentos, especialmente cuando se trate de unidades celulares en estado líquido.

El propósito de este trabajo es evaluar la seguridad de un sistema neumático para el envío de concentrados eritrocitarios al Servicio de Terapia Posquirúrgica del Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social.

## Métodos

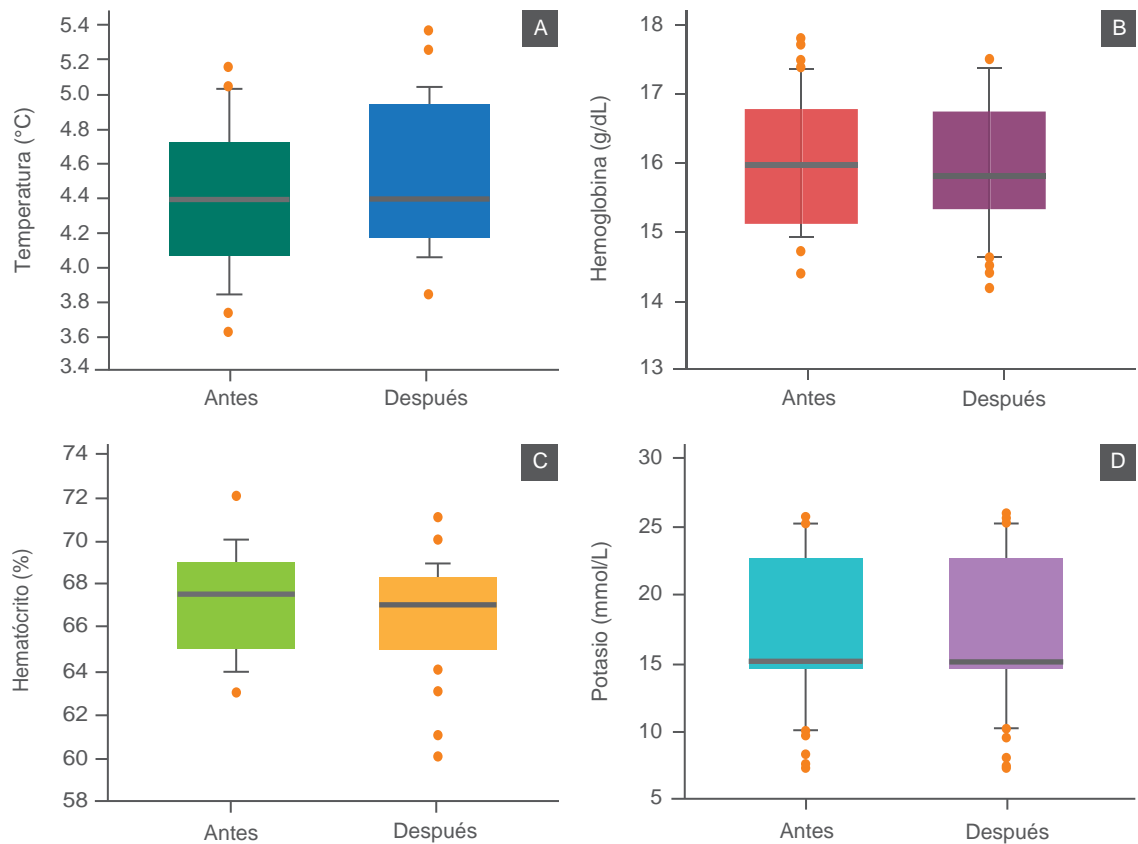
Se analizaron 50 concentrados eritrocitarios seleccionados aleatoriamente de los componentes recibidos del Banco Central de Sangre, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social. La muestra para analizar fue obtenida del piloto de cada concentrado seleccionado, previa homogeneización del tubo piloto con pinza rotatoria. Se obtuvieron 1.5 mL antes del envío del concentrado eritrocitario por el sistema neumático y 1.5 mL después de la llegada del componente al servicio de terapia posquirúrgica. Las muestras fueron colocadas en tubos de cristal para su análisis.

Para enviar los concentrados eritrocitarios se utilizó el sistema neumático AEROCOM AC 2U®, punto a punto de operación bidireccional (Sistemas Neumáticos de Envíos, S. A. de C. V., México), que cuenta con 70 m de longitud y un tiempo de traslado estimado de 22.88 segundos de la estación de envío a la estación de recepción de los componentes sanguíneos. La velocidad para el envío de los concentrados eritrocitarios a través de este sistema neumático fue de 3.06 m/segundo. Los concentrados eritrocitarios fueron colocados en un dispositivo de traslado portahemocomponentes, dentro de una cápsula OD de 160 mm modelo 313210 de policarbonato Makrolon® (AEROCOM), con anillos deslizantes de poliamida expandible, soporte plástico de poliamida y amortiguador de elastómero PUR. La cápsula de envío está cubierta con un dispositivo de portahemocomponentes aislante térmico, reflectivo, con un rango de temperatura de -51 a 82 °C y espesor de 3/8 pulgadas, flexible, sin agrietamiento, nula contracción lineal, nula acumulación de hongos y bacterias, resistencia al fuego clase A/clase 1 y reflectividad de 97 %.

**Resultados:** se midió la temperatura superficial de la bolsa de los concentrados eritrocitarios seleccionados antes de ser colocados en la cápsula de envío e inmediatamente a su llegada al Servicio de Terapia Posquirúrgica, con un termómetro PCE-IR 100® (PCE Ibérica S. L., España) de acuerdo con las especificaciones del proveedor.

## Cuantificaciones

- **Temperatura:** se midió la temperatura superficial de la bolsa de los concentrados eritrocitarios seleccionados antes de ser colocados en la cápsula de envío e inmediatamente a su llegada al Servicio de Terapia Posquirúrgica, con un termómetro PCE-IR 100® (PCE Ibérica S. L., España) de acuerdo con las especificaciones del proveedor.
- **Hemoglobina y hematócrito:** antes y después del envío de los concentrados eritrocitarios, las muestras obtenidas fueron homogeneizadas. Se utilizó el analizador Sysmex 1800® (Roche Diagnostic GmnH), de acuerdo con las especificaciones del proveedor.
- **Potasio:** después de cuantificar la concentración de hemoglobina y hematócrito, la muestra fue colocada en una centrífuga PK110® (Thermo Electron Corporation) a 4000 rpm durante 20 minutos. Al finalizar se separó el plasma del concentrado celular y se cuantificó la concentración de potasio en el analizador COBAS C-6500® (Roche Diagnostic GmbH), de acuerdo con las especificaciones del proveedor.



**Figura 1** Mediciones en los componentes eritrocitarios antes y después de su envío a través del sistema neumático. Las muestras fueron obtenidas de la muestra piloto A) Temperatura. B) Concentración de hemoglobina. C) Nivel de hematócrito. D) Concentración extracelular de potasio. La concentración fue determinada en la fase plasmática de los componentes sanguíneos utilizados. Los valores representados son la mediana  $\pm$  25 %. ( $n = 50$ ). La significación estadística fue considerada con  $p < 0.05$  ( $U$  de Mann-Whitney)

### Análisis estadístico

Los resultados de las cuantificaciones antes y después del envío de los componentes se analizaron con la prueba de suma de rangos de Mann-Whitney para datos de distribución anormal. Los datos fueron analizados con el programa estadístico Sigma Stat versión 5 y los gráficos fueron diseñados con el programa de cómputo SigmaPlot versión 11.

### Resultados

La temperatura no se modificó por el envío mediante el sistema neumático. La sangre total líquida y los concentrados eritrocitarios deben ser transportados de un servicio a otro en medios de transporte que aseguren mantener la temperatura entre 1 y 10 °C.<sup>4,5</sup> En la figura 1A se representan las determinaciones de las temperaturas de los concentrados eritrocitarios, antes y después de su envío mediante el sistema neumático. El análisis estadístico de los datos mostró que no hubo cambios estadísticamente significativos ( $p > 0.05$ ).

La hemoglobina y el hematócrito no se modificaron. Durante el periodo de almacenamiento de los concentrados eritrocitarios ocurre depleción metabólica gradual de la célula, lo que ocasiona desfosforilación de la espectrina y pérdida de la capacidad deformante de la membrana plasmática, lo que aumenta la posibilidad de lisis celular, especialmente cuando las células son expuestas a estímulos mecánicos, como ocurre en el traslado de los componentes sanguíneos.

La disminución de la concentración de la hemoglobina es un indicador indirecto de la lisis espontánea en los concentrados eritrocitarios. En las figuras 1B y 1C están representados los resultados obtenidos de las cuantificaciones de la concentración de hemoglobina y el hematócrito antes y después de su envío a través del sistema neumático. Los resultados muestran que no existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) en ambos parámetros.

Cuando los eritrocitos son almacenados a temperaturas frías, el potasio intracelular disminuye y aumenta el sobrenadante. En los concentrados eritrocitarios, el potasio extracelular se incrementa de 5.1 a 78.5 mmol/L, dependiendo de la edad del propio con-

centrado. La lisis de los eritrocitos puede incrementar el potasio en el sobrenadante de manera importante, aspecto relevante en los pacientes cuya concentración plasmática de potasio está elevada importantemente. En la figura 1D se muestra que la concentración de potasio en la fase plasmática de los concentrados eritrocitarios no sufrió modificaciones durante el envío a través del sistema neumático ( $p > 0.05$ ).

## Discusión

Los concentrados eritrocitarios deben ser transportados en sistemas que cumplan básicamente los siguientes propósitos:

- Conservar la temperatura recomendada de 2 a 6 °C.
- Evitar la destrucción celular dentro de los contenedores de transporte.

Como se mostró en los resultados de la figura 1A, los concentrados eritrocitarios enviados a través del sistema neumático conservan la temperatura óptima y no se observaron variaciones mayores a 1°C. De tal forma, el sistema neumático fue confiable para mantener la temperatura de los concentrados eritrocitarios dentro del rango recomendado por la NOM-003-SSA2-2012<sup>5</sup> y el Consejo Europeo para el Aseguramiento de la Calidad en la Transfusión Sanguínea.<sup>4</sup>

Por otro lado, la transfusión de componentes sanguíneos con las características óptimas es indispensable para lograr el máximo beneficio terapéutico de los componentes sanguíneos. Indirectamente se puede determinar si existe lisis espontánea de los eritrocitos mediante la determinación de la concentración de la hemoglobina, el nivel de hematócrito y la concentración extracelular

de potasio. Existen reportes que indican la aparición de hemólisis en las muestras sanguíneas enviadas a través de sistemas neumáticos.<sup>3,6-8</sup> Sin embargo, la hemólisis depende de las propias características del sistema neumático. La posibilidad de que la suspensión eritrocitaria sufra daño al momento del traslado fue explorada con la medición de los parámetros mencionados.

## Conclusiones

Los resultados en este trabajo confirmaron que la temperatura de los componentes sanguíneos trasladados a través del sistema neumático se mantuvo en el rango recomendado por la normatividad vigente y que no hubo evidencia de hemólisis espontánea en la suspensión eritrocitaria secundaria al traslado de los concentrados eritrocitarios mediante el sistema neumático, lo cual asegura que los componentes sanguíneos trasladados por este sistema mantienen su calidad y seguridad.

## Agradecimientos

Nuestra gratitud a Ma. del Carmen Aguilar Mata (coordinadora de Calidad, Innovación y Enseñanza), Yamileth Ortega López (consultora intrahospitalaria) y Ricardo Romero Ramírez (ingeniero de Proyectos Especiales de Motion Corp, S. A. de C. V.), por todo el apoyo otorgado.

**Declaración de conflicto de interés:** los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno en relación con este artículo.

## Referencias

1. Fernandes CM, Worster A, Eva K, Hill S, McCallum C. Pneumatic tube delivery system for blood samples reduces turnaround times without affecting sample quality. *J Emerg Nurs.* 2006;32(2):139-43.
2. Lancé MD, Marcus MA, van Oerle R, Theunissen HM, Henskens YM. Platelet concentrate transport in pneumatic tube systems. Does it work? *Vox Sang.* 2012;103(1):79-82.
3. Sodi R, Darn SM, Stott A. Pneumatic tube system induced haemolysis: Assessing sample type susceptibility to haemolysis. *Ann Clin Biochem.* 2004; 41(Pt 3):237-40.
4. Council of Europe Publishing. Guide to the preparation, use and quality assurance of blood components. Seventeenth edition. Strasbourg Cedex, France: Council of Europe Publishing; 2013.
5. Norma Oficial Mexicana NOM-003-SSA2-2012, para el uso de sangre y sus componentes con fines terapéuticos. Diario Oficial de la Federación del 26/10/2012. Disponible en [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5275587&fecha=26/10/2012](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5275587&fecha=26/10/2012)
6. Stair TO, Howell JM, Fitzgerald DJ, Bailey SC, Bastasch MD. Hemolysis of blood specimens transported from ED to laboratory by pneumatic tube. *Am J Emerg Med.* 1995;13(4):484-8.
7. Ellis G. An episode of increased hemolysis due to a defective pneumatic air tube delivery system. *Clin Biochem.* 2009;42(12):1265-9.
8. Streichert T, Otto B, Schnabel C, Nordholt G, Haddad M, Maric M, Petersmann A, et al. Determination of hemolysis thresholds by the use of data loggers in pneumatic tube systems. *Clin Chem.* 2011;57(10):1390-7.