

Equipo automático para autotransfusión de salvamento

Jauder Alexander Ocampo Toro, Instituto Tecnológico Pascual Bravo, jaudero@latinmail.com

Humberto Cano Toro, Universidad de Antioquia, hcanot@uis.net.co

Hernando Vélez Rojas, havel@epm.net.co

Carlos Mario Parra Mesa, Universidad de Antioquia, cmparra@udea.edu.co

Resumen

Este artículo recoge algunos principios básicos y antecedentes del procedimiento de autotransfusión de salvamento, tomando como referencia las experiencias en el Hospital Universitario San Vicente de Paul de la ciudad de Medellín. De esta manera se pretende hacer un planteamiento del problema y de los objetivos y resultados esperados con el proyecto «Construcción de un equipo automático para autotransfusión de salvamento», propuesto por investigadores del grupo Ciencia y Tecnología Biomédica, CTB, de la Universidad de Antioquia y del grupo GITEC del Instituto Tecnológico Pascual Bravo, con el apoyo del Hospital.

Palabras clave: Autotransfusión, Bioelectrónica, Bioingeniería, Ingeniería Biomédica

Abstract

This article collects some basic principles and antecedents of the autotransfusión of «salvamento», taking like reference the experiences in the University Hospital San Vicente of Paul of the city of Medellín. This way it is sought to make a position of the problem and of the objectives and prospective results with the project «Construcción de un equipo automático para autotransfusión de salvamento», proposed by investigators of the group Science and Biomedical Technology, CTB, of the University of Antioquia and of the group GITEC of the Technological Institute Pascual Bravo, with the support of the hospital.

Key words: Autotransfusion, Bioelectronics, Bioengineering, Biomedical Engineering.

I. INTRODUCCIÓN

La autotransfusión de salvamento es un procedimiento quirúrgico que se viene realizando en forma sistemática desde 1984 en el Hospital Universitario San Vicente de Paúl; no obstante el concepto de autotransfusión es más antiguo y en Medellín tuvo sus inicios en 1948 cuando el cirujano Hernando Vélez Rojas utilizó un método manual que hoy en día se sigue practicando.

Las condiciones de violencia y la escasez en los bancos de sangre de la ciudad posibilitaron el empleo progresivo de la autotransfusión de salvamento, la cual a su vez demostró muy buenos resultados. Pero, a pesar de lo anterior, el procedimiento implementado por el Dr. Vélez no ha sido bien estudiado en cuanto a

su verdadero beneficio y los inconvenientes que el método manual podría tener sobre la calidad de la sangre utilizada.

Experimentalmente se han tratado de adaptar y se han utilizado algunos equipos y aparatos para facilitar el empleo de autotransfusión de salvamento, pero aún no se dispone de una máquina diseñada especialmente para el método de urgencia. Existen máquinas llamadas de "autotransfusión" desarrolladas por empresas extranjeras, que pueden alcanzar el tamaño de una incubadora y son altamente costosas. Su operación es muy lenta y sólo es útil en cirugías electivas de autotransfusión.

Se pretende entonces, construir un equipo automático para autotransfusión de salvamento de bajo

costo, operación rápida y fácil manejo, que complementa los trabajos iniciados por los cirujanos Hernando Rojas y Humberto Cano, para determinar las condiciones óptimas en la utilización del método quirúrgico, de tal manera que se garantice el buen estado de la sangre empleada.

En este trabajo participan investigadores del grupo Ciencia y Tecnología Biomédica, CTB, de la Universidad de Antioquia y del Grupo de Investigaciones Tecnológicas, GITEC, del Instituto Tecnológico Pascual Bravo, con el apoyo del Hospital Universitario San Vicente de Paúl.

A continuación se da una descripción general del proyecto haciendo inicialmente un recuento de las teorías y los principales trabajos que se han realizado en torno al tema y posteriormente resaltando los resultados y los impactos que se esperan de la propuesta planteada.

II. CONCEPTOS BASICOS

La terapia transfusional es un procedimiento considerado como un verdadero trasplante de un tejido en fase líquida, con todos los beneficios y problemas que esto conlleva. Existen 4 categorías de transfusión sanguínea: Heterotransfusión, Isotransfusión, Alotransfusión y Autotransfusión.

La autotransfusión es el procedimiento en el cual la sangre perdida de un paciente, es devuelta a su circulación general. Puede ser empleada en procedimientos quirúrgicos urgentes o electivos, dando lugar a los siguientes tipos:

Donación preoperatoria: Consiste en la donación de sangre del mismo paciente semanas antes de una cirugía electiva.

Hemodilución Normovolémica Intraoperatoria: Cuando se extrae una cantidad de sangre al paciente y se reemplaza por una solución coloidal o cristaloidal para prevenir la hipovolemia; al final de la intervención la sangre es reinfundida de nuevo al paciente.

Recolección post-quirúrgica de sangre a través de drenes: Es el método menos utilizado y menos adecuado porque ofrece mayor riesgo de complicaciones.

Recuperación intraoperatoria de sangre en cavidades: Puede hacerse de dos formas:

- **Lavado y empaquetamiento de sangre para autotransfusión:** Es un proceso de lavado de la sangre recolectada en un sistema cerrado y estéril. El producto al paciente, en algunos casos suspendido en una solución salina o en otros casos, como glóbulos rojos empacados de diferentes maneras dependiendo del equipo utilizado.
- **Autotransfusión de salvamento:** Se realiza cuando el paciente es intervenido en forma urgente y requiere la infusión de sangre de manera rápida para salvar su vida.

El procedimiento de autotransfusión de salvamento, según se realiza en el Hospital Universitario San Vicente de Paúl, consiste en los siguientes pasos:

1. Adición de un anticoagulante a la sangre cuando aún se encuentra en la cavidad corporal
2. Extracción manual del líquido utilizando vasijas de bordes redondeados.
3. Filtrado mediante gasas estériles
4. Empacado de la sangre en bolsas de venoclisis
5. Infusión de sangre al paciente por gravedad y a través de una vena periférica

La autotransfusión tiene entre otras ventajas: La disponibilidad inmediata de la sangre sin espera de hemoclasificación y transporte de la sangre, la reducción en el riesgo de enfermedades serotransmisibles, evita fenómenos inmunológicos y el desperdicio de tipos raros de sangre. El método es simple y práctico y no requiere de infraestructura muy sofisticada.

III. ANTECEDENTES

El concepto de autotransfusión tiene más de ciento cincuenta años. Fue empleado por primera vez por James Blundell, cirujano inglés quien en 1818 inyectó ocho onzas de sangre perdida en un parto. Luego, en 1855 el cirujano londinense John Duncan, basado en los trabajos de Blundell, administró 100 cc de sangre en una fractura, y en 1864 autotransfundió 50 cc de sangre de un miembro amputado.

En 1925 Cushing y Davis utilizaron el método de filtrar sangre, usando gasas y frascos estériles; este método se empleó esporádicamente entre 1931 y 1970 debido a los pocos conocimientos de la calidad de los productos sanguíneos.

¹Este paso está siendo reevaluado puesto que los estudios han demostrado que las cavidades corporales contienen un anticoagulante natural que es suficiente para llevar a cabo el procedimiento.

Posteriormente, en los años 70 se han venido desarrollando diferentes máquinas, cuyo objetivo es el lavado y recolección de la sangre, los cuales han sido comercializadas por diferentes empresas y laboratorios internacionales.

El sistema Bentley de autotransfusión introducido en 1968 consistía en una sencilla bomba de aspiración de la sangre que la introducía en un reservorio y donde se le adicionaba anticoagulante, se almacenaba en un sistema cerrado y la reinfusión se hacía por gravedad; este sistema fue discontinuado por la aparición de casos de embolismo aéreo.

El sistema Sorenson de autotransfusión fabricado por laboratorios Abbott, eliminó el riesgo de embolismo aéreo con un mecanismo especial de succión que a su vez mezclaba la sangre con el anticoagulante, sin embargo se presentaron efectos adversos como coagulación intravascular diseminada en forma ocasional en pacientes que recibieron grandes volúmenes de sangre autóloga.

El sistema Cell-Savers, fabricado por laboratorios Hemonetics Corporation, disminuye los riesgos de coagulación intravascular. En este equipo la sangre es "lavada" en un sistema cerrado mediante centrifugación y una solución salina es adicionada a los glóbulos rojos separados; luego, el producto es regresado al paciente a través de una bomba de infusión.

En Colombia fue el cirujano Hernando Vélez Rojas quien en 1948, comenzó a usar y a enseñar un nuevo tipo de autotransfusión denominado de salvamento; en 1984 se inició su empleo en forma sistemática, ajustándose a los recursos y a las posibilidades locales en el Hospital Universitario San Vicente de Paúl de Medellín.

Actualmente, con el respaldo de la misma institución, el Dr. Vélez Rojas y el Dr. Humberto Cano Toro adelantan una investigación que pretende evaluar el estado de la sangre empleada en autotransfusión, en relación a sus componentes formes, propiedades físicas, grado de contaminación y medidas de coagulación. En este trabajo, también participa el médico internista de la Universidad de Antioquia, Mauricio Corrales Santa.

IV. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

Como ya se ha dicho, existe en el hospital San Vicente de Paúl una tradición en cuanto a la autotransfusión de salvamento y actualmente se realizan en promedio, entre 8 y 10 cirugías al mes que involucran este procedimiento.

Según la literatura, en autotransfusión se utiliza ampliamente el sistema Cell-Saver, constituyéndose aproximadamente en un 10% de las transfusiones que se realizan en el mundo. En el Hospital, también se ha usado este sistema pero no tan ampliamente como la técnica manual del Dr. Vélez; esto se debe principalmente a que el tipo de autotransfusión que allí se realiza, dadas las situaciones de violencia, requiere la disponibilidad de sangre de inmediato y el Cell-Saver necesita entre 20 y 30 minutos para "lavar" la sangre del paciente, extraída también manualmente. A esta desventaja se suma que estos equipos son extremadamente costosos y muchos hospitales no están en capacidad de adquirir uno de ellos.

La experiencia en más de cuarenta años de empleo de autotransfusión de salvamento, ha demostrado excelentes resultados en pacientes a los cuales se practicó el procedimiento manual; sin embargo, aún no es completo el conocimiento que se tiene de la calidad o de los daños que puede haber sufrido la sangre en el proceso y solo hasta hace poco, se iniciaron estudios formales en este sentido.

Empíricamente también, se han utilizado equipos y aparatos como bombas electromecánicas, filtros de sangre y otros elementos empleados en máquinas de diálisis, con el propósito de tecnificar y mejorar cada vez la técnica. Los resultados de estas prácticas no están documentados y en estos casos tampoco hay claridad en las implicaciones que pueda tener en el estado de la sangre al ser manipulada a través de dichos aparatos. Factores como velocidad y área de circulación, tamaño de poro de los filtros, temperatura, agitación fuerte, reacción con diferentes materiales y tiempos de residencia en el equipo pueden influir directamente en el deterioro y contaminación de la sangre.

Consecuentemente, con el actual trabajo de los cirujanos Vélez y Cano, se ha planteado el interrogante de cómo el empleo de equipos y medios técnicos

pueden contribuir al procedimiento de autotransfusión de Salvamento haciéndolo más higiénico, rápido y confiable en cuanto a la preservación de la calidad de la sangre se refiere.

Inicialmente la idea de desarrollar un equipo para reemplazar el procedimiento manual, fue acogida por el grupo de investigación de la Universidad de Antioquia, Ciencia y Tecnología Biomédica, CTB. Posteriormente con la participación del Instituto Tecnológico Pascual Bravo a través del Grupo de Investigación Tecnológica, GITEC, y con el respaldo del Hospital Universitario San Vicente de Paul, se formalizó una propuesta del proyecto para presentar ante Colecciones y otras entidades de financiamiento de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.

El objetivo principal de la propuesta es construir un equipo automático para autotransfusión de salvamento, fácil de transportar, económico, que agilice el proceso en forma segura y confiable y que conserve la calidad de la sangre.

En el desarrollo del equipo se pretende seleccionar y ensamblar los componentes necesarios para la recolección, filtrado, almacenamiento, precalentamiento e infusión de la sangre, a partir de la observación directa de equipos de diálisis y de máquinas comerciales para el manejo de sangre. Se diseñará un control electrónico que permita el cambio de la velocidad de succión de sangre, la indicación de alarmas y la visualización de los parámetros de operación. También se probará el equipo utilizando sangre de banco o de procedencia animal a la cual se harán pruebas de laboratorio para determinar el efecto del uso del aparato sobre las propiedades fisicoquímicas de la sangre transportada.

En la primera etapa de este proyecto se tiene un diseño preliminar del equipo y está en proceso un trabajo de grado de estudiantes de Tecnología Electrónica del Instituto Tecnológico Pascual Bravo, cuyo objetivo es el desarrollo físico de la estructura mecánica y del control electrónico del prototipo bajo la coordinación del docente investigador Jauder Ocampo.

V. IMPACTOS Y RESULTADOS ESPERADOS

La actualización de conocimientos en el tema y los aportes técnicos que se puedan hacer para adecuar un equipo automático para autotransfusión de acuerdo

a las necesidades y recursos propios, resaltan la importancia tecnológica del proyecto. La formación de nuevos investigadores y el fortalecimiento de un grupo de investigación en tecnología biomédica (grupos CTB y GITEC) se destacan también como un resultado importante de este proyecto.

Desde el punto de vista social, el proyecto tiene mayor impacto si se tiene en cuenta que Colombia es un país con condiciones críticas de violencia, donde las atenciones médicas por urgencias son frecuentes y donde la infraestructura hospitalaria es deficiente. Además la escasez de sangre en los bancos existentes y los costos, tanto económicos como de tiempo, de las pruebas de laboratorio obligatorias para serotransmisión, pueden subsanarse en parte si se dispone de un equipo para autotransfusión de bajo costo, fácil de transportar y de maniobrar, más aún, lo accesible del equipo permitirá la masificación del procedimiento en las zonas rurales llevando mayor esperanza de vida a sus habitantes.

VI. CONCLUSIONES

La autotransfusión de salvamento es un procedimiento quirúrgico iniciado y desarrollado en Medellín con tan buenos resultados, que hoy por hoy es un procedimiento regular en algunas cirugías del Hospital Universitario San Vicente de Paul.

Por su importancia, actualmente se realizan estudios para tener un mejor conocimiento de la calidad de la sangre empleada y se plantea la construcción de un equipo especialmente diseñado para autotransfusión de salvamento, de tal manera que permita el mejoramiento del método e incida en una mayor calidad de la sangre y del proceso.

El perfeccionamiento de la técnica y el empleo de un equipo automático económico, de fácil manejo y transporte, posibilitarían la masificación de la autotransfusión de salvamento en beneficio de los servicios de urgencia médica y de los habitantes del país.

Referencias

1. (VEL 96) VELEZ ROJAS, H. Cirugía principios básicos: Autotransfusión. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 1996. P. 334-341
2. (VEL 89) VELEZ ROJAS, H. La autotransfusión en 110 pacientes urgentes. en: Anales Academia de Medicina. Vol. 2, No. 2 (jun-1989). P. 3-5

3. (CAN 01) CANO T., Humberto; VELEZ R., Hernando y GIRALDO, James. Transfusión y autotransfusión en trauma en: CONTRERAS, Martiniano J. y RESTREPO C., Jaime. Manual de normas y procedimientos en Trauma. 2ª edición. Medellín: Universidad de Antioquia, 2001. P. 89-106

Jauder Alexander Ocampo Toro: Ingeniero Químico de la Universidad Nacional de Colombia, Tecnólogo en Electrónica del Instituto Tecnológico Pascual Bravo. Se ha desempeñado como docente y asesor de proyectos de grado hace 5 años en el Instituto Tecnológico Pascual Bravo. Miembro de los grupos de investigación Ciencia y Tecnología Biomédica, CTB, (Universidad de Antioquia) y del Grupo de Investigaciones Tecnológicas, GITEC, (Instituto Tecnológico Pascual Bravo).

Humberto Cano Toro: Especialista en Cirugía General y Médico General de la Universidad de Antioquia. Se ha desempeñado como docente hace 7 años y como Jefe de Pregrado de Medicina en la Universidad de Antioquia, Cirujano en el Hospital San Vicente de Paúl. Miembro del grupo de investigación

Ciencia y Tecnología Biomédica, CTB, (Universidad de Antioquia). Autor de varios artículos.

Hernando Vélez Rojas: Maestría en Cirugía, Universidad de Michigan; Especialista en Cirugía General y Médico General de la Universidad de Antioquia. 50 años de experiencia en cirugía de trauma en la Policlínica de Medellín. Fue docente y se jubiló en la Universidad de Antioquia. Cirujano en la Clínica Las Vegas. Miembro del grupo de investigación Ciencia y Tecnología Biomédica, CTB (Universidad de Antioquia). Autor de varios artículos.

Carlos Mario Farra Mesa: Maestría en Estadística, Universidad Nacional de Colombia; Especialista en Sistemas de Información Administrativa, Universidad EAFIT; Estadístico, Universidad de Medellín. Se ha desempeñado como docente hace 25 años en la Universidad de Antioquia. Coordinador del Grupo de Investigación Ciencia y Tecnología Biomédica, CTB, (Universidad de Antioquia). Investigador del Centro de Estudios Ambientales, CIA, (Universidad de Antioquia). Autor de varios artículos.