



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

**SISTEMAS DE AUTOTRANSFUSIÓN INTRAOPERATORIO PARA  
REDUCIR LA NECESIDAD DE TRANSFUSIÓN ALOGÉNICA**

**INTRAOPERATIVE AUTOTRANSFUSION SYSTEMS TO REDUCE  
THE NEED FOR ALLOGENEIC TRANSFUSION**

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN HEMOTERAPIA Y BANCO DE  
SANGRE**

**AUTOR:**

**Andrea Yaninna Condor Pacheco**

**ASESOR:**

**Juan José Montañez Mejía**

**LIMA-PERÚ**

**2024**



## **ASESOR DE TRABAJO ACADÉMICO**

Lic. Juan José Montañez Mejía

Tecnólogo médico en Laboratorio Clínico

Código orcid: 0000-0001-9893-8467

## **DEDICATORIA**

A mi hijo Mathias Alessandro por llenarme el corazón de un amor completo e incondicional, por enseñarme cada día que la vida se basa en colores y dibujos, más no en el estrés de un adulto. Por cada día sorprenderme con tus grandes logros a tu edad y por demostrarme que una familia de dos también es perfecta.

## **AGRADECIMIENTO**

A todos mis colegas, Tecnólogos médicos y familia por el apoyo y la motivación para culminar este trabajo. También agradecer al Dr. David Diaz que a través de una pregunta sobre el uso del recuperador sanguíneo, abrió una puerta a mi curiosidad y así poder investigar más sobre este tema.

## **FUENTE DE FINANCIAMIENTO**

Este trabajo es autofinanciado.

## **DECLARACIÓN DEL AUTOR**

Yo, Andrea Yaninna Condor Pacheco, identificada con DNI 70859242, alumna de posgrado de la facultad de Medicina Humana de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (FMAH-UPCH), autor de la monografía titulada: Sistemas de autotransfusión o recuperador celular intraoperatorio para reducir la necesidad de transfusión alogénica Declaro que: Esta monografía, presentada para la obtención del Título en Hemoterapia y Banco de Sangre es original, siendo resultados de mi trabajo personal, el cual no he copiado de otro trabajo de investigación, ni utilizado ideas, formulas, ni citas completas “stricto sensu”; así como ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obras, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa). Caso contrario, menciono de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor.

La monografía que pongo en consideración para evaluación no ha sido presentada anteriormente para obtener algún grado académico o título, ni ha sido publicada en sitio alguno. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en la monografía.

Asimismo, me hago responsable ante la universidad o terceros, de cualquier irregularidad o daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado. De identificarse falsificación, plagio, fraude, o que la monografía haya sido publicada anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, responsabilizándome por todas las cargas pecuniarias o legales que se deriven de ello

sometiéndome a las normas establecidas y vigentes de la Universidad Peruana  
Cayetano Heredia (UPCH).

## RESULTADO DEL INFORME SIMILITUD

### SISTEMAS DE AUTOTRANSFUSIÓN INTRAOPERATORIO PARA REDUCIR LA NECESIDAD DE TRANSFUSIÓN ALOGÉNICA

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad de Almeria</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>dokumen.pub</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>3</b>	<b>es.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>pesquisa.bvsalud.org</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>sergay.com.mx</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>es.wikihow.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>www.educandose.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

## TABLA DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
Carátula	
Asesor	
Dedicatoria y agradecimiento	
Declaración del autor	
Tabla de contenidos	
Resumen	
Introducción	1
Objetivos	3
CAPITULO I	
Transfusión autóloga	
Definición	5
Ventajas y desventajas del uso de sangre autóloga	
Técnicas de autotransfusión	
CAPITULO II	
Recuperadores sanguíneos	
Definición	
Principios	
Métodos	7
Complicaciones	
Ventajas y Desventajas	
Calidad de los glóbulos rojos	
CAPITULO III	
Cell saver	15
Recuperador ATII	
Conclusión	24
Referencia bibliográfica	26
Anexos	

## **RESUMEN**

En el Perú, aproximadamente, 48 mil personas mueren por falta de unidades de sangre, ello conlleva a un riesgo para los pacientes que se someten a intervenciones con alta demanda transfusional como: cirugías cardíacas, ginecológicas, ortopédicas y vasculares. La pérdida hemática anticipada en estas cirugías conduce a la decisión de transfundir, en la mayoría de los casos, unidades alogénicas; elevando el riesgo de reacciones adversas transfusionales como: aloinmunización, enfermedades transmisibles y contaminación bacteriana. La autotransfusión a través del recuperador sanguíneo; ha demostrado su utilidad en el ahorro sanguíneo, sin cancelar operaciones programadas y se puede aplicar en casos de emergencia. Otras ventajas de importancia: ha demostrado la alta funcionalidad y viabilidad de los glóbulos rojos frente a los almacenados. Es por lo que, esta monografía presenta una revisión actual sobre las diferentes metodologías utilizadas en el recuperador sanguíneo para reducir dependencia de las transfusiones alogénicas. En cuanto a la metodología: es descriptiva, ya que intenta informar en base a conocimientos a través de la búsqueda bibliográfica.

**PALABRAS CLAVES:** Sistemas, autotransfusión, recuperador celular, intraoperatorio, reducir, transfusión alogénica.

## **ABSTRACT**

In Peru, approximately 48 thousand people die due to lack of blood units, which entails a risk for patients who undergo interventions with high transfusion demand such as: cardiac, gynecological, orthopedic and vascular surgeries. The anticipated blood loss in these surgeries leads to the decision to transfuse, in most cases, allogeneic units; increasing the risk of transfusion adverse reactions such as: alloimmunization, communicable diseases and bacterial contamination. Autotransfusion through the blood retriever; It has proven its usefulness in saving blood, without cancelling scheduled operations and can be applied in cases of emergency. Other important advantages: it has demonstrated the high functionality and viability of red blood cells compared to stored ones. Therefore, this monograph presents a current review of the different methodologies used in blood recovery to reduce dependence on allogeneic transfusions. As for the methodology: it is descriptive, since it tries to inform based on knowledge through the bibliographic search.

**KEYWORDS:** Systems, autotransfusion, cell recovery, intraoperative, reduce, allogeneic transfusion.

## INTRODUCCIÓN

La transfusión sanguínea se define como la infusión de componentes sanguíneos (glóbulos rojos, plasmas, crioprecipitados y plaquetas) procedentes de donantes; realizada por profesionales calificados; garantizando al receptor productos adecuados y seguros (1,2). La transfusión se puede diferenciar entre autotransfusión y transfusión alogénica, esta última es la primera técnica empleada de forma convencional; pero existen efectos secundarios y riesgo transfusional como: incompatibilidad, transmisión de patógenos infecciosos y reacciones alérgicas (3). Estudios sobre la administración de sangre alogénica frente a la sangre autóloga, demuestran que existe un riesgo de 1.3 a 3.5 veces más para infecciones de patógenos (4).

Durante el intraoperatorio existen intervenciones con un alto consumo de hemocomponentes, aumentando el porcentaje de transfusiones alogénicas y dando como consecuencia que los bancos de sangre se mantengan abastecidos para estas cirugías (5).

En el año 2015, La Organización Panamericana de Salud, estableció que, para abastecer las necesidades de transfusión en cada país, se requiere que el 2 o 5 % de la población, done periódicamente; sin embargo, en el Perú, según el Ministerio de Salud en el año 2021 solo se llegó al 1.03% de donaciones de sangre, concluyendo que no abastecemos la necesidad en el Perú (6,7).

La Organización Mundial de Salud en el año 2010, informó que se debe reforzar los sistemas de seguridad transfusional y el uso racional de componentes sanguíneos,

capacitando de manera continua a profesionales que se encuentran dentro de la cadena transfusional, buscando alternativas para la transfusión autóloga (8).

Para mitigar la necesidad de transfusión en cirugías con alta demanda transfusional se propone la combinación de técnicas de ahorro como: los programas de autotransfusión, hipotensión controlada y empleo de fármacos (9).

La transfusión autóloga es la colecta de la sangre propia del paciente para la retransfusión durante el intraoperatorio, este proceso ahorra entre el 40 al 50% del recurso sanguíneo, reduciendo eficazmente la cantidad de sangre utilizada en la transfusión alogénica perioperatoria (10). Actualmente la autotransfusión intraoperatoria se divide en: Autotransfusión pre-depósito, la hemodilución normovolémica y los sistemas de autotransfusión mecánica (4).

Los sistemas de autotransfusión o recuperadores sanguíneos son técnicas modernas donde se hace uso de un dispositivo electrónico encargado de recuperar pérdidas sanguíneas del paciente; a través de ciclos de recolección, filtrado y reinfusión de sangre al mismo. Se ha demostrado que estos sistemas presentan eficiencia y seguridad transfusional, reduciendo las complicaciones y riesgos de una transfusión alogénica (11)

La Sociedad Americana de Cirugía Cardíaca, Torácica y Anestésica, sugiere que el uso de recuperadores sanguíneos, sean parte del programa de gestión de la sangre, refiriendo ser una técnica “razonable” para reducir la necesidad de transfusión de paquetes globulares (12).

La Asociación Británica de Anestesiólogos en el 2018 y Patient Blood Management, recomienda el uso de los recuperadores sanguíneos para reducir la probabilidad de transfusión alogénica, indica que debería estar disponible en todos los hospitales que realizan cirugías donde la pérdida sanguínea es una complicación. (18) Este trabajo pretende aportar una visión actualizada de los sistemas de autotransfusión intraoperatoria, como nuevas metodologías para la seguridad transfusional en el Perú; dando a conocer las ventajas sobre la transfusión alogénica.

## **OBJETIVO**

Describir los sistemas de autotransfusión intraoperatorio para reducir la necesidad de transfusión alogénica.

# **CAPÍTULO I**

## **TRANSFUSIÓN AUTÓLOGA**

### **1. DEFINICIÓN**

Se define en la colecta y reinfusión de componentes sanguíneos que fueron extraídos del mismo paciente, se entiende que el donante de sangre es el mismo receptor. Todos los pacientes que son sometidos a procedimientos quirúrgicos electivos como: cardiológicos, traumatológicos y ginecológicos; donde la necesidad de sangre es anticipada. Estos pacientes son candidatos al manejo de sangre preoperatoria para limitar la transfusión de sangre alogénica (13).

La técnica de autotransfusión es el segundo pilar del Patient Blood Management (PBM), donde pretende reducir la transfusión alogénica (14).

### **1.1 Ventajas y desventajas del uso de sangre autóloga**

#### **1.1.1 Ventajas**

- Prevenir enfermedades transmitidas por transfusión.
- Prevenir aloinmunización.
- Prevención de reacción adversa postransfusional.
- Reducción de errores técnicos asociados a las pruebas cruzadas.
- Disponibilidad de sangre exclusiva para el receptor.
- Reducción de costos.

#### **1.1.2 Desventajas**

- Incremento de la complejidad en procesos en el área de Banco de Sangre.

- Anemia prequirúrgica.
- Hipovolemia prequirúrgica.
- No afecta el riesgo de contaminación bacteriana.
- Descarte de unidad no transfundida.

## **1.2 Técnicas de autotransfusión**

La autotransfusión se debe usar como parte de una estrategia de conservación y disponibilidad de sangre segura (13).

### **1.2.1 Programas de auto donación preoperatoria**

#### **1.2.1.1 Donación autóloga con predepósito**

Refiere al hemocomponente recogida por el propio receptor antes de la intervención quirúrgica y reinfusión durante o después de cirugía. El volumen de cada extracción no debe superar el 13% de la volemia en pacientes adultos. Las unidades destinadas por donación autóloga pre-depósito deben eliminarse si no se reinfunde, no se debe utilizar la transfusión alogénica (14).

#### **1.2.1.2 Recuperadores hemáticos intraoperatoria o post operatorio**

Es una modalidad o técnica de autotransfusión que consiste en la aspiración de sangre del campo quirúrgico, luego lavado y filtrado de la misma; para finalizar con la reinfusión al paciente, resultando un retorno seguro a la propia circulación. La reinfusión de los glóbulos rojos puede ser intra o post operatorio. Los equipos más utilizados para el proceso son los llamados recuperadores sanguíneo (14).

## **CAPITULO II**

### **RECUPERADORES SANGUINEOS**

#### **1. DEFINICIÓN:**

Son dispositivos que realizan la recuperación de sangre autóloga intraoperatoria, que permiten procesar la sangre antes de su reinfusión para un retorno seguro al paciente (15).

Es una técnica utilizada en cirugías de alta demanda transfusional como cirugías cardiovasculares, traumatológicas y ginecológicas proporcionando sangre autóloga sin necesidad de una pre-donación. Estos sistemas solo recuperan el 50- 60% de la sangre perdida durante cirugía.

#### **1.1 Historia**

Las primeras publicaciones de autotransfusión en humanos fueron en 1818 por John Blundell, cuando transfundió sangre vaginal a mujeres que padecían de hemorragia post parto (19) y posteriormente por Duncan en 1886, aunque reportando una mortalidad extremadamente alta. Blundell publicó más de 40 publicaciones de estudios en experimentos en perros, describiendo técnicas de recolección con dispositivos llamados “impellor”, el equipo consistía en una taza, tubos, resortes de alambre y válvulas hechas de cuero de alumbre (18).

En 1960 se introdujo por primera vez el rescate celular intraoperatorio desde entonces se ha vuelto cada vez una estrategia perioperatoria para el manejo de la sangre (16).

En el año 1943 Arnold Griswold en EE. UU. desarrolló el primer dispositivo formal de autotransfusión, formó un principio básico de los dispositivos actuales (18).

En 1968 se utilizó el dispositivo llamado cuenco Latham, que fue descrito por Jack Latham, este método separa los glóbulos rojos de plasmas y plaquetas, en un recipiente cónico que servía de centrifuga. El producto era glóbulos rojos suspendidos en solución salina para la reinfusión (17).

En 1980, cuando el riesgo de transmisión de patógenos por las transfusiones alogénicas alcanzo su máximo punto, la popularidad de los recuperadores aumentó (15).

Con el reconocimiento de los peligros de la transfusión alogénica, la autotransfusión comenzó a ser más reconocida. Benthey Laboratories, diseñó una de las primeras técnicas de aspiración de sangre mediante una bomba de rodillo en el campo quirúrgico. Estos sistemas eran muy útiles y el recupera rápidamente una cantidad de sangre (19).

Los dispositivos disponibles actualmente comerciales, procesan 500 ml de sangre succionada del medio quirúrgico en 3 minutos (19).

## **2. PRINCIPIO DE LOS RECUPERADORES SANGUÍNEOS**

La pérdida de sangre puede ser procesada para rescatar glóbulos rojos durante el proceso quirúrgico y refundir al paciente durante o al término de la cirugía (12).

Hay cuatro fases implicadas en el proceso:

### **2.1. Recolección:**

La recolección de sangre total del sitio quirúrgico requiere de un dispositivo con succión exclusivo con doble lumen. Se hace uso de la succión doble para optimizar el campo quirúrgico para el operador. El primer lumen succiona el campo quirúrgico y el otro lumen añade un volumen promedio de solución salina heparinizada a la sangre recuperada (12, 20).

El sistema de succión debe ser graduado para evitar el rompimiento de la membrana eritrocitaria, la presión de succión oscila entre 100 y 150 mmHg, los catéteres que permiten la succión son de un diámetro estrecho aumentando el trauma mecánico (12). La sangre también se puede recuperar de los hisopos o apósitos, cuando estas colecten una cantidad significativa de sangre. Los apósitos se empapan con solución salina combinada con heparina en un recipiente, este recipiente debe estar en un área limpia para evitar contaminación. La presión que se somete a los apósitos debe ser suavemente para así disminuir el trauma mecánico de los glóbulos rojos (20).

## **2.2. Separación**

La separación de los glóbulos rojos se aísla de otros constituyentes, a través de centrifugación a 5600 rpm, haciendo que los componentes sanguíneos se separen de acuerdo por la densidad y masa, los desechos como: hemoglobina libre, anticoagulante, proteínas plasmáticas, factores de coagulación, glóbulos blancos, plaquetas, fragmentos óseos, bacterias y otros contaminantes; son eliminados (12).

Existen tres sistemas para el proceso de separación:

### **2.2.1. Sistema de tazón fijo**

La sangre succionada pasa a un recipiente giratorio cónico, la fuerza centrífuga separa los componentes sanguíneos. La forma del recipiente permite que los componentes de la sangre, elementos más densos, se acumulen en la parte inferior, para así eliminar el sobrenadante. El equipo que emplea este sistema detecta cuando hay un volumen considerable de glóbulos rojos, el lavado no comenzará hasta coleccionar un volumen adecuado, es por lo que se denomina “tazón fijo” (12).

### **2.2.2. Sistema de disco de volumen variable**

Es similar al sistema de tazón fijo, la diferencia es el uso de un diafragma de silicona que inicia los lavados con volúmenes variables con un hematocrito fijo. Este sistema se utiliza cuando la colecta de sangre total es muy lenta o con poco volumen (12).

### **2.2.3. Sistema rotativo continuo**

Este sistema es de forma continua, realiza la eliminación del sobrenadante, concentración y lavado de glóbulos rojos; independiente del volumen de sangre total colectada (12).

### **2.3. Lavado:**

El lavado se realiza después de la separación, se lavan con solución salina y se filtran a través de membranas semipermeable, eliminando así restos de hemoglobina libre, plasmas, plaquetas, glóbulos blancos y la heparina. Después de los ciclos de lavado, los glóbulos rojos son resuspendidos con solución salina llegando a un hematocrito de 50% a 80%. El producto se puede transfundir dentro de las 6 horas (20).

Los equipos actuales contienen sensores para determinar la presencia de hemoglobina libre, en cada ciclo de lavado (12).

### **2.4. Reinfusión:**

La reinfusión no debe exceder 6 horas a la recolección, el fin es de proteger la función y viabilidad de los glóbulos rojos. El paciente debe ser monitorizado como una transfusión alogénica, para detectar y tratar complicaciones como la hipotensión (12).

La infusión del producto sanguíneo no debe ser transfundido bajo presión y así evitar el riesgo a una embolia aérea y ruptura de la bolsa (12).

En ocasiones, se puede emplear filtros para mitigar el riesgo de contaminación bacteriana y otros microagregados (12).

### **3. MÉTODOS**

Se conoce tres sistemas de recuperador:

#### **3.1. Sistemas de flujo semicontinuo:**

Son equipos automatizados donde recupera la sangre por aspiración, anticoagulación y filtración, para luego pasar a un recipiente de forma de campana; es donde separa los componentes por centrifugación, colecta los glóbulos rojos para luego someterse a ciclos de lavados. Al término es resuspendido con solución salina con un valor de hematocrito a 50 – 70 %. Durante el proceso, se desecha productos tóxicos, plaquetas, plasma, etc. Este proceso está regulado por un microprocesador que contiene detectores y válvulas unidireccionales (21).

#### **3.2. Sistemas con receptáculo desechable (canister)**

La sangre que se colecta con el anticoagulante se reserva en un recipiente desechable. Cuando está completamente llena, los glóbulos rojos son reinfundidos, previo a ello, pasa por un proceso de lavados para eliminar la hemoglobina libre y otros componentes (21).

#### **3.3. Sistemas de Reinfusión inmediata**

La sangre se recoge en un recipiente con anticoagulante, contiene un filtro al reinfundirse. No se lava los glóbulos rojos (21).

Todos los métodos empleados en el recuperador sanguíneo han demostrado seguridad transfusional cuando se hace un uso correcto. Los equipos que utilizan el método de lavados son más simples, rápidos y baratos pero la calidad es inferior; debido a los

componentes no deseados como: hemoglobina libre, restos de lisis y factores activados de la coagulación (21).

#### **4. COMPLICACIONES DEL RESCATE CELULAR**

Las complicaciones son raras; sin embargo, cuando se transfunde a pacientes de grandes volúmenes suele acompañarse de coagulopatías, debido a que los ciclos de lavado eliminan plaquetas y otros factores de coagulación (20).

Se aconseja realizar algunos exámenes de laboratorio como tiempo de protombina, fibrinógeno y recuento de plaquetas, también se recomienda el uso del tromboelastógrafo (20).

#### **5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

##### **5.1. Ventajas**

Las ventajas básicamente es la reducción a necesidad de transfusión de sangre alogénica (12).

La Transfusión alogénica conlleva un riesgo a reacción aguda a la transfusión como: error humano, inducción a sensibilización a antígenos eritrocitarios de donantes, contaminación de patógenos, inmunosupresión relacionada con la transfusión y reacciones adversas post transfusionales (12).

Los anticuerpos resultantes producto de una sensibilización a antígenos eritrocitarios de donantes, provocando dificultades con las pruebas cruzadas; en ocasiones, el título de estos anticuerpos es bajo con el tiempo, dando el rastreo de anticuerpos negativo. La reexposición posterior al antígeno puede desencadenar reacciones hemolíticas tardías (12).

La inmunosupresión dependiente de dosis puede conducir a infecciones postoperatorias y probablemente una posibilidad de aumento de crecimiento tumoral o metastásico (12).

Una de las ventajas a comparación de la transfusión alogénica, la reinfusión de sangre autóloga, por el recuperador sanguíneo, contiene un suministro de oxígeno superior (12).

## **5.2 Desventajas**

Se requiere personal capacitado y adiestrado para el manejo, el monitoreo debe ser constante para garantizar una recolección de sangre segura y eficiente (12).

La hipotensión por la reinfusión de los glóbulos rojos es una complicación marcada. Es posible que la hipotensión se origine por la liberación de bradiquinina y la hipocalcemia aguda. Los productos sanguíneos pueden no estar disponible de inmediato, en hemorragias graves se debe emplear glóbulos rojos alogénicos que mejoran los problemas hipovolémicos (12).

Las concentraciones de factores de coagulación y plaquetas son insignificantes en la sangre infundida, conllevando a ser necesario el uso de factores de coagulación, plaquetas y calcio (12).

## **6. CALIDAD DE LOS GLÓBULOS ROJOS**

Los glóbulos rojos recuperados, a diferencia de los alogénicos que son almacenados, no tienen lesión por almacenamiento y estos pueden ser de mayor calidad (22).

El 2,3- difosfoglicerato de las unidades alogénicas almacenadas se reducen a un 95% después de la segunda semana de ser extraídas, ya en la 3 semana es ausente. La disminución de 2,3- difosfoglicerato provoca un desplazamiento a la izquierda de la

curva de disociación hemoglobina - oxígeno, reduciendo así la descarga del oxígeno hacia los tejidos por parte del glóbulo rojo (22).

La deformidad de los glóbulos rojos es un determinante de calidad, los glóbulos rojos tienen una membrana celular flexible permitiendo el cambio de forma para el flujo a través de pequeños capilares. Estudios demuestran que los glóbulos rojos recuperados tienen una mayor deformidad en comparación con los almacenados durante más de 21 días (23).

## **CAPITULO III**

### **TECNICAS DE RECUPERADORES SANGUINEOS INTRAOPERATORIA**

#### **1. CELL SAVER**

##### **1.1 Descripción del equipo**

Cell Saver Haemonetics, el propósito del dispositivo es recuperar hematíes **Anexo 1**. Estas se recuperan a partir de la sangre vertida en el intraoperatorio (sangre desechada), el dispositivo filtra y lava los hematíes, eliminando componentes no deseados para luego devolver o reinfundir al paciente (12,24).

##### **1.2 Indicaciones para su uso:**

Se debe considerar tener una herida limpia donde se pueda recuperar y donde se permite la aspiración de la sangre (24).

Para el uso del Cell Saver los pacientes deberán cumplir los siguientes criterios:

- La pérdida de sangre estimada debe ser un 15 % o más del volumen del paciente (24).
- Siempre se debe realizar ensayos de compatibilidad entre receptor y donante. El 10% de los pacientes que se someten al procedimiento necesitan transfusión (24).
- Solo para tipos de cirugías: corazón abierto y cirugía vascular, reemplazos de cadera total y cirugía de columna vertebral, trasplante de hígado, embarazo ectópico, cirugías neuroquirúrgicas seleccionadas (14,24).

##### **1.3 Contraindicación**

El uso de sangre refundida por el Cell Saver es contraindicado en casos de sepsis o malignidad (oncológicos). El uso deberá ser evaluado siempre con base individual por los cirujanos, anestesistas y especialistas de medicina transfusional (12,24).

No se recomienda el uso de antisépticos en el lavado (25).

#### **1.4 Funcionamiento general del sistema:**

##### **a. Recuperación:**

La sangre es recogida en un reservorio mediante aspiradores de doble lumen, con una presión de aspiración menor a 100mmHg (evitar hemolisis) y anticoagulación (25).

El ensamblaje de aspiración y anticoagulación este acoplado a la varilla de succión. Esta mezcla se realiza en una cámara de mezcla del conector, ubicada detrás de la varilla de aspiración. La sangre mezclada es vertida a un reservorio estéril, para que el operador tome la decisión de procesar o ser descartado (24).

La anticoagulación debe ser simultánea con la aspiración, el anticoagulante de preferencia es la heparina, ha demostrado menos hemolisis que el citrato. La dosis de anticoagulante a usar es el ACP o 30 000 UI de Heparina en 1 litro de con solución salina al 0.9%, para uso intravenoso, no se usa otra solución (24, 25).

##### **b. Llenado del reservorio de centrifugación:**

Inicia el proceso de llenado cuando se ha recogido el nivel sanguíneo apropiado en el reservorio o depósito. El recipiente comienza a girar y las válvulas de la línea roja (ingreso de la sangre colectada) se abre, así comienza a llenarse a tiempo controla el volumen de fluido bombeado (12,24).

La Sangre es recuperada en un reservorio con un filtro con porosidad de entre 20 a 10  $\mu\text{m}$ , ello evita el paso de coágulos, grasa y partículas no deseadas (25).

##### **c. Separación y agregado de células en el reservorio**

En la centrifugación de 5.500 rpm se atrapa los glóbulos rojos más pesados y se dirigen hacia las paredes externas del reservorio, el plasma flota hacia el centro. La fracción

más ligera sale por la línea afluyente hacia la bolsa de desechos. Se muestra en el **Anexo 2**, a medida que la sangre bombea hacia dentro y se fuerza la salida del sobrenadante, aumenta el hematocrito de por lo menos 50% de la sangre en las cámaras (12,24). Este proceso se realiza con cámaras cónicas tipo Latham o cilíndricas de tiempo Baylor, obteniendo una capacidad de 125 – 375 mL (24,25).

#### **d. Lavado de hematíes**

El sensor detectará que el contenido de glóbulos rojos es suficiente para garantizar el lavado (mínimo de 50%), esta pinzará la línea roja y abrirá la línea amarilla permitiendo el ingreso de solución salina al bowl y empieza los ciclos de lavados. El lavado elimina componentes no deseados, al término del lavado, la válvula azul da inicio de infusión (24).

#### **e. Vaciado del reservorio.**

Cuando se abre la válvula azul, que corresponde a la infusión; las bombas invierten su dirección y envía a los glóbulos rojos suspendidos con solución salina a una bolsa de reinfusión (24).

#### **d. Reinfusión**

Se intercala con filtros de 40µm en la línea, para evitar riesgos de microagregantes. No todos los sistemas con técnica de cell saver disponen de ese circuito (24,25).

### **1.5 Ventajas:**

- Permite la reinfusion inmediata de sangre aspirada. Requiere un tiempo determinado (mínimo) para centrifugar, lavar y concentra los glóbulos rojos (22).

### **1.6 Recuperadores más utilizados:**

Los recuperadores de tipo *cell saver* más utilizados son Brat II (cobe), Compact Advace (Dideco), Cell Saver 5+ (Haemonetics), Sequestra 1000, Cardio Pat (Haemonetics), Autolog (Medtronic), OrthoPAT y CATS (12,25).

#### **1.6.1 Recuperador con disco dinámico (Orthopat)**

Este equipo de autotransfusión contiene un disco dinámico con una capacidad de 100 ml, este disco es montado al equipo (*Anexo 3*) que contiene incorporado a un diagrama, utiliza bajo volumen de lavado aproximadamente entre 30 – 40ml en cada ciclo (25,26).

Fases del procedimiento en el recuperador OrthoPAT:

- Aspiración de la sangre del campo quirúrgico (25).
- La separación por centrifugación de los glóbulos rojos de los detritos celulares, plasma, leucocitos, grasa y anticoagulante. Todo ello aplicada en un disco dinámico. El lavado de los glóbulos rojos con solución salina y eliminación del sobrenadante por presiones mientras continua la centrifugación (25).
- La última fase realiza el envío de los glóbulos rojos a la bolsa de reinfusión. En esta fase se detiene para recomenzar el llenado al disco dinámico y procesar nuevamente de la sangre recuperada (25).

#### **1.6.2 Recuperador modelo CATS (flujo continuo)**

Es un equipo de mediano tamaño y fácil manejo que recupera los glóbulos rojos por centrifugación y lavados. Se diferencia de otros porque es de sistema continuo y un equipo silencioso (25,27).

El equipo contiene en su interior del diafragma un disco circular con forma espiral, con una capacidad de lavado de 30 – 40 ml (25).

Fases del procedimiento en el CATS consta de 2 fases un intermedia y otra de bombeo **(Anexo 4):**

- Primera fase de separación, bombeo de la sangre recuperada se concentra a 80 % de hematocrito. Se separa los detritos celulares, anticoagulante, plasma, leucocitos, grasas y otros componentes sin importancia. Por el bombeo se inicia el proceso de lavado con solución salina (25).
- Se prosigue el circuito circular para realizar la fase final de separación, en la que se concentra los glóbulos rojos recuperados con un hematocrito al 50% (25).
- El nivel de hematocrito se controla mediante un sensor y se produce un bombeo a la bolsa de reservorio o directamente al torrente sanguíneo, este proceso puede durar entre 5 -6 minutos para pequeños volúmenes (25,26).

### ***1.6.3 Recuperador Cell Saver 5+ (Hemonetics)***

Es un sistema diseñado para cirugías de válvulas de reemplazo, ortopedia, trasplante y otras cirugías con volumen alto nivel de sangrado. Recupera glóbulos rojos entre 50 a 60 % de hematocrito, eliminando todos componentes no deseados. Esta última versión contiene SmartSuction Harmony, que es un sistema de regulación de la succión reduciendo la hemólisis, aumentando así más glóbulos rojos refundidos viables (24,27).

Fases del procedimiento de Cell saver 5+:

- Recolección por aspiración a través de doble lumen por aspiración, a diferencia de los otros equipos, el Cell saver gradúa la presión de aspiración (24)
- Cuando el sensor detecta el volumen adecuado, se inicia el proceso de separación y lavados. En los ciclos de lavados elimina el contenido no deseado (24,12).
- Los múltiples sensores detectan el contenido de los glóbulos rojos concentrando a un mínimo de 50 % de hematocrito (24,12).
- La reinfusión es a través de filtros 40um para evitar riesgos de microagregantes (24).

En el **Anexo 5** se visualizará las diferencias marcadas entre el Ortho PAT y Cell Saver 5+ (27).

## **2. RECUPERADOR ATII (autotransfusión intraoperatoria inmediata)**

### **2.1 Descripción**

En cirugías vasculares que conlleva sangrado abundante puede reinfundirse la sangre filtrada, no lavada y centrifugada a gran velocidad; se denomina autotransfusión intraoperatoria inmediata. Aplicable para cirugías vasculares con mayor urgencia (25,28).

Esta técnica se utiliza con una bomba de circuito extracorpórea. Se debe someter a una heparinización con dosis de 2mg/Kg de peso al inicio de la intervención, ello es para mantener el tiempo de coagulación activada de 400 segundos. Evitando añadir nuevas dosis de reinfusión. Es raro incluir más heparina, dado que la colecta de sangre suele ser inferior a 60 min (25,27).

## 2.2 Indicaciones

- Esencial para cirugías vasculares con bombas de extracorpóreas (26).
- Frente a sangrados masivos, estos sistemas presentan una ventaja sobre los recuperadores celulares permitiendo tener la inmediata reinfusión (25).

## 2.3 Ventajas

- Dispone de sangre inmediata (26).
- Permite la reinfusión inmediata sin lavados, el Cell Saver requiere un tiempo para la centrifugación, lavados y concentración de glóbulos rojos (26).
- En el momento de la reinfusion, los glóbulos rojos mantienen la temperatura corporal, evitando arritmias por hipotensión ocasionada en transfusiones alogénicas. La infusión es mucho más rápida que el sistema Bentley (26).

## 2.4 Funcionamiento general del sistema:

Se coloca en el campo quirúrgico dos líneas de aspiración conectadas a las bombas extracorpóreas, pasan al reservorio por un filtro que conecta la línea de reinfusión al paciente por vía venosa de gran calibre (25).

**a. Aspiración:** Se da a través de dos líneas conectadas a las bombas extracorpóreas por un rodillo, el contacto con el aire y la pleura o el peritoneo durante este proceso puede producir hemólisis y hemoglobinuria (25).

**b. Reservorio:** contiene un reservorio de cardiotorax de una capacidad aproximada de 3 – 4 litros, contiene un filtro de 20 $\mu$ m (25).

**c. Reinfusión:** el reservorio contiene una línea de reinfusión directamente al paciente que es apoyada por un rodillo que controla el tiempo, velocidad y

presión de la sangre reinfundida. Los glóbulos rojos reinfundidos tiene niveles elevados de 2,3 difosfoglicerato mejorando la oxigenación a los tejidos (25,26).

### **2.5 Contraindicación:**

Está contraindicado para pacientes politraumatizados o con traumatismo craneal ya que se debe someter al paciente con heparina previa intraoperatorio (25,27).

### **2.6 Limitaciones**

Estos equipos están limitados debido al riesgo de transfusión de componentes no deseados pudiendo producir consecuencias exployadas en el **Anexo 6**. (25)

### **2.7 Recuperador ATII - LUKAY**

#### **2.7.1 Descripción del equipo:**

Recuperador de sanguíneo Lucay es un sistema cerrado, más utilizado en el post quirúrgicos que realiza la recolección, filtrado y posterior reinfusión al paciente tras un reemplazo articular. El cambio automático de la recolección y reinfusión mediante un solo paso, no es necesario agregar anticoagulantes u otros componentes sanguíneos (28).

#### **2.7.2 Indicaciones de su uso:**

- Se realiza en pacientes con indicaciones traumatológicas y reconstructivas (reemplazo de cadera, reemplazo de rodilla y cirugía de columna) y cirugías cardiacas (28).
- La sangre no debe reinfundirse si ha excedido a las 6 horas desde la colecta (26,27).

#### **2.7.3 Contraindicaciones:**

- No debe emplearse para pacientes con disfunción hepática y renal (28).
- En lesiones de malignidad (28).
- Pacientes con potencial embolia gaseosa embolia por grasa y micro embolismos (28).
- No se recomienda la infusión de agentes hemostáticos (trombina) podría iniciar la coagulación (28).

## CONCLUSIONES

Debemos de destacar que las distintas modalidades de los recuperadores sanguíneos son eficaces para la reducción a la necesidad de transfundir sangre alogénica. En cirugías con alta demanda transfusional en el intraoperatorio, es una alternativa adecuada para evitar riesgos que conlleva una transfusión alogénica como: aloinmunización, incompatibilidad, riesgo de patógenos, reacciones anafilácticas, entre otras.

Se ha evidenciado la eficacia de la sangre refundida por estos métodos, incluye la calidad de los glóbulos rojos; ello es debido a la presencia de niveles normales de 2,3-difosfoglicerato, conllevando a la oxigenación a diferencia de la sangre alogénica, que sufre lesión por almacenamiento. También hay que destacar, que es aplicable para pacientes que rechazan la transfusión alogénica por temas personales o religiosos.

Aproximadamente el 57% de la sangre drenada es recuperada en los campos quirúrgicos, ello varía de múltiples factores. El beneficio es que también se puede recuperar de los apósitos aumentando el porcentaje de glóbulos rojos rescatados.

Las técnicas de los recuperadores sanguíneos son variables, ello se aplicará de acuerdo con las cirugías. La técnica más utilizada es el *cell saver*, que realiza ciclos de lavado reduciendo el riesgo de autotransfusión de componentes no deseados, a diferencia de ATII que posee filtros, pero la sangre administrada sin lavados podría producir insuficiencia renal, elevación de LDH, aumento de bilirrubina y potencial CID. La presencia de infección y riesgo bacteriano es infrecuente, con la metodología *cell saver* (lavado y uso de filtros).

El dispositivo más utilizado es el Cell Saver 5+ de Haemonetics, es un equipo sofisticado, aplicable en operaciones traumatológicas, vasculares y ginecológicas; el control de la presión de aspiración hace que reduzca el riesgo de hemólisis, la desventaja de ella es que necesita de un volumen de sangre recuperada para iniciar el proceso de lavado. Todos los equipos poseen sensores para detectar burbujas de aire y así evitar el riesgo de embolia aérea.

Dentro de las limitaciones de los recuperadores, se encuentra la hemólisis por aspiración, ello conlleva que fabricantes recomienden ajustar la presión de aspiración a 150 mmHg. Se han publicado diversos sucesos o efectos adversos por la reinfusión de sangre; la embolia aérea es un riesgo potencial. En EE. UU. se ha reportado una mortalidad de 1 por 30000 (29); pero en la actualidad, los sistemas poseen detectores o sensores de burbujas reduciendo el riesgo de embolia área.

El uso de estos sistemas está contraindicado en cirugías oncológicas, aún es discutible; debido al riesgo de diseminación de células tumorales, aunque algunos estudios demuestran el uso con filtros irradiados para evitar las recidivas tumorales (25).

El objetivo de transfundir menos se puede lograr cumpliendo las medidas de ahorro de sangre y el uso de los recuperadores sanguíneos es un método que se debe emplear en cirugías a pacientes con gran potencial de ser transfundidos; reduciendo el porcentaje de sangre alogénica, evitando así efectos adversos.

## Referencias Bibliografía

1. Vicente Llau J. Tratado de Medicina Transfusional Perioperatoria. 1st ed. Science EH, editor. Barcelona: Elseiver; 2010.
2. David Tarud G. Hemoderivado en Recién Nacidos y Niños. 22nd ed. David Taured G, editor. Barranquilla: Uninorte; 2008.
3. Hemocomponentes con transfusión autóloga frente a transfusión alogénica en pacientes de cirugía cardiaca. Rev. Med. del Instituto Mexicano del Seguro Social. 2020 marzo 10; 58(4): p. 417-427.
4. Wand Z, Li S, Jia M. Clinical prognosis of intertransfusion in liver transplantation for hepatocellular review and meta-analysis. Frontiers in Oncology. 2022 octubre; 12: p. 1-12.
5. Luque Oliveros M, Dominguez Baños M, Gutiérrez M. Sangre Autóloga a reinfundir con el recuperador celular a pacientes cardiacos en respuesta a las transfusiones sanguíneas. Cardiacore. 2018 September; 53(3): p. 122-127.
6. Organización Panamericana de la Salud. Latinoamérica y le caribe esta casi a mitad de camino de alcanzar el 100% de donantes voluntarios de sangre. [Online].; 2016 [cited 2023 mayo 05. Available from: [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12143:lac-approaching-half-way-100-voluntary-blood-donation&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12143:lac-approaching-half-way-100-voluntary-blood-donation&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0).

7. Ministerio de Salud. Minsa invoca a la población a ser donantes voluntarios de sangre. [Online].; 2021 [cited 2023 marzo 03. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/583847-minsa-invoca-a-la-poblacion-a-ser-donantes-voluntarios-de-sangre>.
8. Perón AC, León de Gonzales G. Atención Integral al Paciente con Alta Probabilidad de Recibir Sangre. In Grupo Ibeamericano de Medicina Transfusional; 2023 enero. p. 1-20.
9. Llau Pitarch J, Aguilar Aguilar G. Técnicas de Ahorro de Sangre de Cirugía Ortopédica. Rev. Española de Cirugía Osteoarticular. 1998; 33(193): p. 39-53.
10. Gong Y, Tang Y, Xue Y. Impact of intraoperative allogenic and autologous transfusion on immune function and prognosis in patients with hepatocellular carcinoma. Medicine. 2020 September; 99(41): p. 22568.
11. Borracci R. Donación preoperatoria de sangre autóloga asociada con Hemodilución normovolémica agua en cirugía cardíaca electiva: Ensayo clínico aleatorizado. Rev. Argenti Cardiol. 2004 marzo; 72(3): p. 186-191.
12. El papel del recuperador celular de hematíes en cirugía cardiaca. Revisión sistemática. Rev. Española de Perfusión. 2017 setiembre; 2(63): p. 5-16.
13. Cortés Buelvas A. Transfusión Sangre autóloga. In García M, editor. Práctica contemporánea de la Transfusión Sanguínea. Cali: Deriva; 2008. p. 294 - 325.

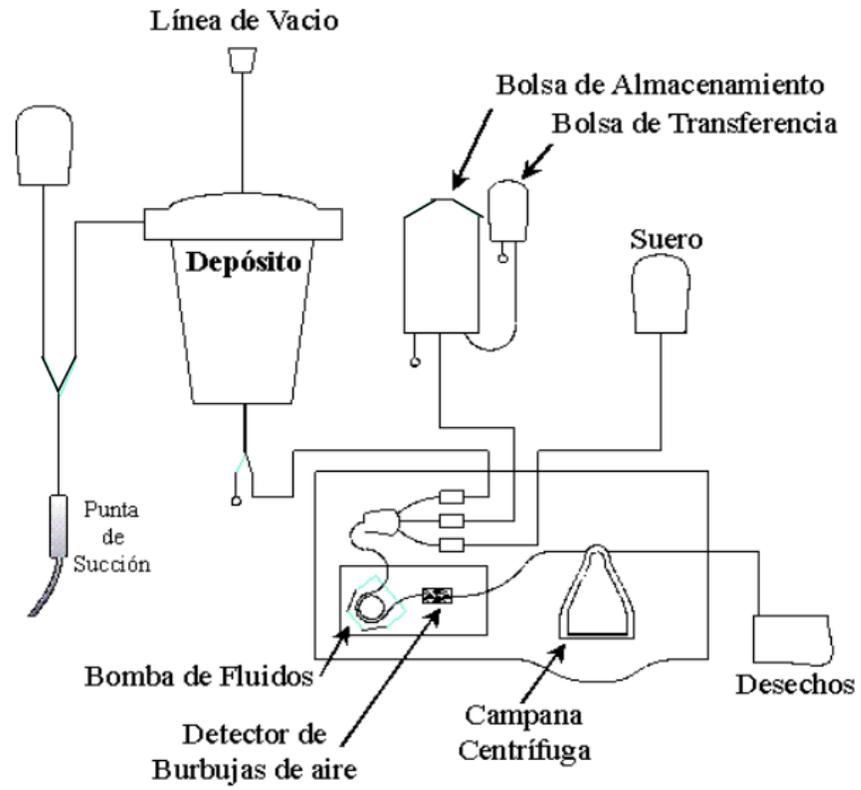
14. Pérez Ferrer A. transfusión de sangre autóloga. In Pérez Ferrer A, editor. Medicina Transfusional - Patient Blood Management. Madrid: Editorial Medica Panamericana; 2018. p. 125-131.
15. Carroll C, Young F. Intraoperative cell salvage. BJA education. 2021 January;21(3): p. 95-101.
16. Duncan J. On Re-Infusion of Blood in Primary and Other Amputations. British Medical Association. 1886; 1: p. 192-3.
17. Steven M F, Sikorski RA, Konig G. Clinical Utility of Autologous Salvaged Blood: a Review. Gastrointestinal Surgery. 2019 August 29; 24: p. 464-472.
18. Grace R, Lawler J. Intraoperative cell salvage - applicable in small hospitals. Anesthesia and Intensive Care. 2020; 48(1): p. 64-65.
19. Fisher T. Intraoperative red cell salvage. British Journal of Perioperative Nursing. 2004 August; 14(8).
20. Ashworth A, Klein A. Cell salvage as part a blood conservation strategy in ansesthesia. British Journal of Anesthesia. 2010 jul; 4(105).
21. Luque Oliveros M. El recuperador celular intraoperatorio. Revista Electrónica e Portales Medicos.com. 2013 jul; 19(XVII).

22. Steven F, Sikorski R, Konig G, Tsilimigras D. Clinical Utility of Autologous Salvaged Blood: A Review. *Journal of Gastrointestinal Surgery*. 2019 Apr; 24: p. 464-472.
23. Salaria O, Barodka V, Hogue C, Berkowitz D. Impaired red blood cell deformability after transfusions odd stored allogeneic blood but not cardiac surgery patients. *CARDIOVASCULAR ANESTHESIOLOGY: RESEARCH REPORT*. 2014 jul; 118(6).
24. Haemonetics. Utilización del Cell Saver 5+ de Hemonetics - manual del operador. 06th ed. Braintree: Haemonetics Corporation; 2005.
25. Pérez Ferrer A. *Medicina Transfusional*. 2nd ed. Pérez Ferrer A, editor. Madrid: Panamericana; 2009.
26. Muñoz M, García Vallejo J. Autotransfusión intraoperatoria. [Online].; 2021 [cited 2023 Diciembre 12. Available from: <https://awge.doctime.es/index.php/autotransfusion-intraoperatoria/#>.
27. Yenong Z, ChenY,Zhenxiao . Intraoperative use of cell saver devices decreases the rate of hyperlactatemia in patients undergoing cardiac surgery. *CellPress- Heliyo*. 2023 may; 9(5)
28. Futurimplants. Sistema de recuperador de sangre y Autotransfusión Desechable LUKAY- Manual de usuario. [Online]. Beijing; 2009 [cited 2023 diciembre 12. Available from: <https://futurimplants.com/wp-content/uploads/2020/02/Recuperador-de-sangre-2020.pdf>.

29. Miller R. Anestesia. In Septima, editor. Barcelona: Elseiver; 2010. p. 1552-1553.

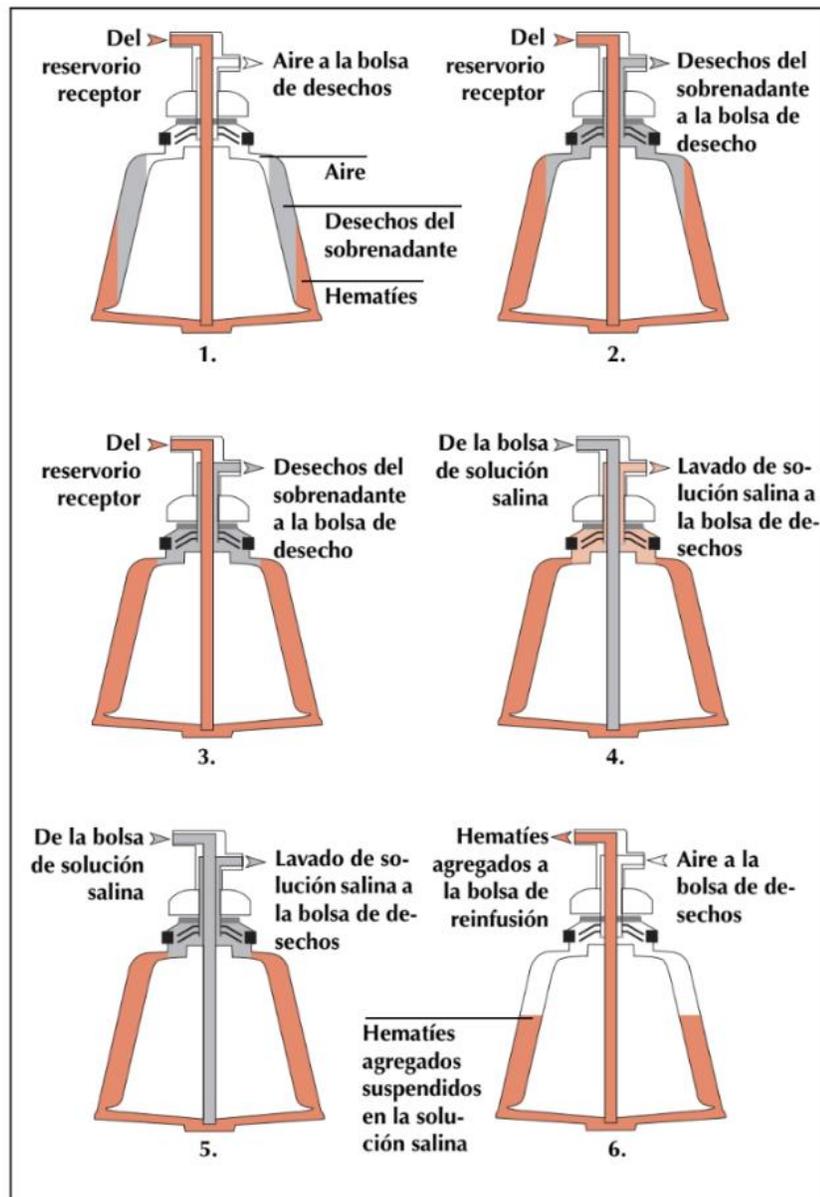
## ANEXOS

Anexo 1. Esquema del sistema de recuperador sanguíneo intraoperatorio tipo *cell saver* (24).

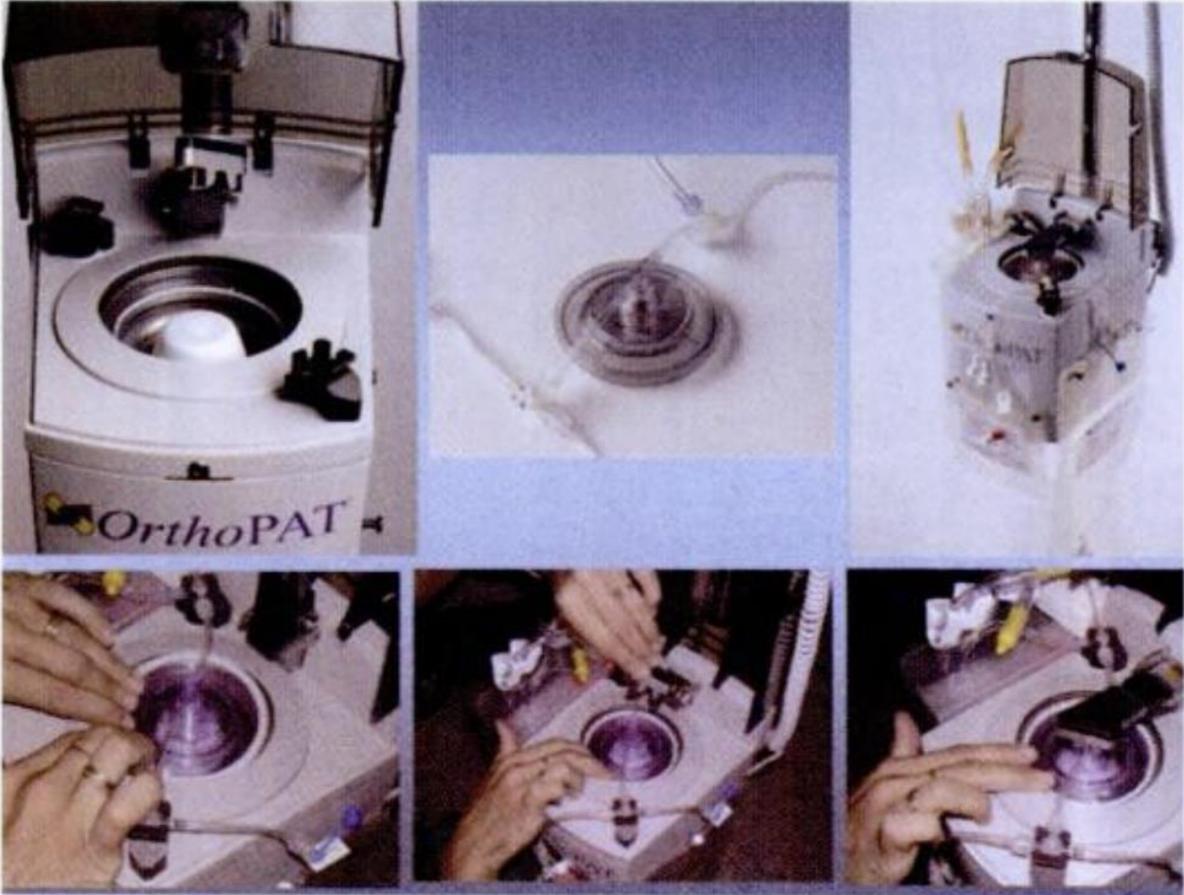


Anexo 2. Esquema de funcionamiento de la campana de centrifugación (24).

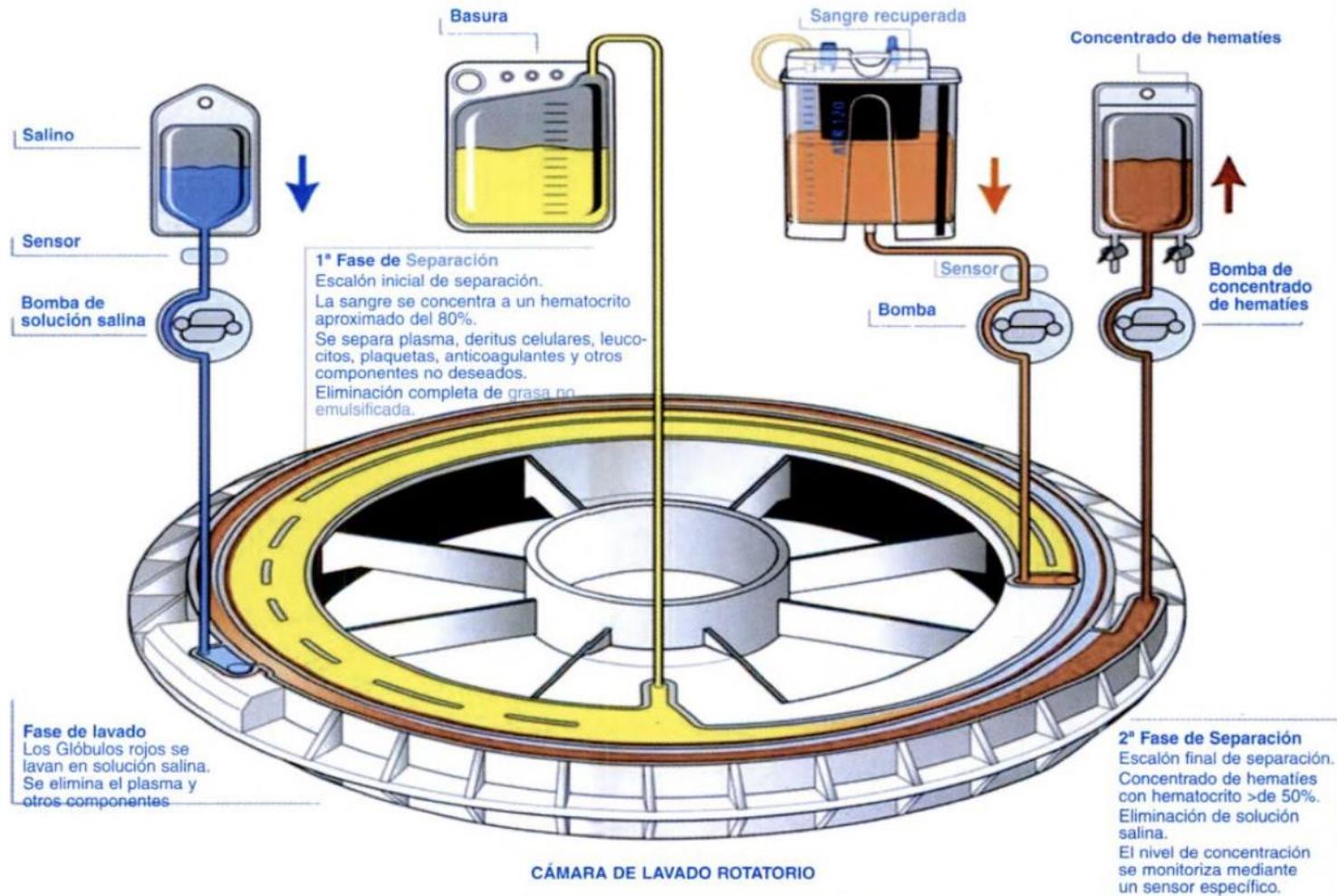
1. La sangre se bombea dentro; la separación comienza al girar el bowl.
2. Los desechos del sobrenadante rebosan; los hematíes permanecen en el bowl.
3. Al continuar el rebose, el hematocrito en el bowl aumenta hasta un 50%.
4. La solución salina normal circula a través de la capa de hematíes y desplaza los desechos.
5. El sobrenadante fluye libre. La hemoglobina libre y el anticoagulantes están en la bolsa de desechos.
6. El bowl deja de girar. Los hematíes lavados y agregados son bombeados a la bolsa de reinfusión.



Anexo 3. Montaje del disco dinámico en el Ortho PAT (25).



Anexo 4. Esquema de funcionamiento de CATS (25)



Anexo 5 Diferencias entre *Cell saver 5+* y *cardioPAT* (27).

**Allogeneic blood versus perioperative autotransfusion**



	Allogeneic Blood Transfusion	Intraoperative Cell Saver <sup>®</sup> 5+ System	Postoperative cardioPAT <sup>®</sup> System
■ Avoidance of unnecessary allogeneic transfusion	No	Yes	Yes
■ Types of procedures used	Intra- and postoperative cardiovascular surgery	Cardiovascular surgeries and other high blood loss procedures	Cardiovascular postop: CCU, ICU
■ Hematocrit	50–60%	50–60%	70–80%
■ Red blood cell recovery	N/A	>80%	>80%
■ Albumin	Present	>95% removal	>95% removal
■ Free hemoglobin	Present	>95% removal	>95% removal
■ Heparin	N/A	>95% removal	>95% removal
■ Increase risk of severe infection in cardiac surgery	Infection rate <sup>7</sup> 1 unit – >3% 2 units – 4% 3 units – 6% 4 units – 16%	Eliminates risk of infection and complications associated with allogeneic blood	
■ Cost	\$1,400 per unit fully burdened <sup>8</sup>	Potential cost savings by eliminating unnecessary allogeneic transfusions and the associated risks of infection and immunosuppression	

Anexo 6. Fisiopatología de reinfusión de sangre no lavada (ATTI) (25).

<b>PROCESO</b>	<b>PRODUCTOS</b>	<b>CONSECUENCIAS</b>
LESIÓN TISULAR	Detritos celulares	Microembolismo
HEMOLISIS	Hb libre	Fracaso renal
DEGRADACIÓN CELULAR	Electrolitos	Alteraciones electrolíticas
ACTIVACIÓN CELULAR	Proteasas	Fracaso respiratorio
COAGULACIÓN	Activación o consumo de factores de coagulación	Trombosis
FIBRINOLISIS	Activación del plasminógeno	Sangrado
ACTIVACIÓN DE PLAQUETAS	Degranulación	CID
ACTIVACIÓN DEL COMPLEMENTO		Fracaso multiorgánico
ANTICOAGULANTES	Quininas	SIRS
IRRIGACIÓN DE FLUIDOS		Sobrecarga de volumen
CUERPOS EXTRAÑOS	Sistema reticuloendotelial	Inmunosupresión