



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE POSGRADO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES  
“DR ANTONIO FRAGA MOURET”  
CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA**

**“Eritrocitoaféresis terapéutica en el tratamiento de  
Eritrocitosis secundaria, diez años de experiencia en un  
centro hospitalario de tercer nivel”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**Especialista en Medicina Interna**

**P R E S E N T A :**

**Dr. Miguel Becerra Castañeda**

Asesor:

**Dra. María Guadalupe Rodríguez González**

**Ciudad de México, 2016**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## HOJA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS

---

---

Dr. Jesús Arenas Osuna

Jefe de División de Educación Médica en Salud

Hospital de Especialidades, UMAE La Raza

---

Dra. Olga Vera Lastra

Profesor Titular del curso universitario de posgrado en Medicina Interna

Jefe del Servicio de Medicina Interna, UMAE La Raza

---

Dr. Miguel Becerra Castañeda

Residente de la especialidad en Medicina Interna

No. de registro en el CLIS: R-2015-3501-27

## ÍNDICE

---

---

Hoja de autorización de tesis .....	2
Índice.....	3
Resumen .....	4
Abstract .....	5
Introducción.....	6
Material y métodos .....	12
Resultados .....	14
Análisis por paciente .....	14
Análisis por procedimiento de aféresis terapéutica .....	21
Discusión.....	32
Conclusiones.....	34
Anexos .....	36
Hoja de captura de datos .....	36
Formulario.....	37
Volumen sanguíneo total .....	37
Referencias bibliográficas .....	38

## RESUMEN

---

### **Eritrocitoaféresis terapéutica en el tratamiento de Eritrocitosis secundaria, diez años de experiencia en un centro hospitalario de tercer nivel.**

La policitemia o eritrocitosis se define como una masa eritrocitaria > 25 % por encima del valor normal predicho para un individuo. para un adulto caucásico masculino un Hct > 55% y Hb > 18 g/dL; femenino Hct > 50% y Hb > 16.5 g/dL. La eritrocitoaféresis es al menos tan efectiva como la flebotomía, presenta menos complicaciones, y tiene un efecto más duradero.

*Material y métodos:* Se realizó un estudio retrospectivo descriptivo longitudinal abierto, en los expedientes de la unidad de aféresis del HECMNR, registrando los valores de la biometría hemática previa y posterior al procedimiento, el tiempo transcurrido entre estos, y la sintomatología prevalente. Se realizó estadística descriptiva y comparación de medias con T pareada.

*Resultados* Se registraron 579 procedimientos, efectuados en 203 pacientes, Tiempo medio entre procedimientos 60.42 semanas (min 2, Max 505 semanas), Efectos adversos en el 4.32% de los casos (n=25). La reducción media en la Hb fue de 3.169 g/dL (IC-95 3.0719, 3.267; p<0.001), La reducción media en el Hct fue de 9.903 % (IC-95 9.550, 10.256; p<0.001), y la reducción en la masa eritrocitaria de 1.079 M/ $\mu$ L (IC-95 1.0399, 1.1184; p<0.001).

*Conclusión:* El tiempo medio entre procedimientos de eritrocitoaféresis registrado en la unidad supera lo reportado en la literatura, y supera ampliamente a la flebotomía, con un mínimo de efectos adversos.

*Palabras clave:* policitemia, policitemia secundaria, eritrocitosis secundaria, eritrocitoaféresis, eritrocitoaféresis terapéutica.

## ABSTRACT

---

### **Therapeutic erythrocytapheresis for the treatment of secondary erythrocytosis, experience of ten years in a tertiary hospital.**

Polycythemia or erythrocytosis is defined as a red cell volume > 25% of the predicted value for any given subject, for practical effects it is defined for Caucasian men Hct > 55% and Hb > 18 g/dL, for women Hct > 50% and Hb > 16.5 g/dL. It has been described that therapeutic erythrocytapheresis (TEA) is as least as effective as phlebotomy, has less complications and a long lasting effect.

*Material and methods:* This is a retrospective, descriptive, longitudinal, open study. Performed in the clinical records stored in the Apheresis department of the HECMNR. We recovered and registered the values of the complete blood count pre y post erythrocytapheresis, time between procedures, and prevalent symptomatology. Results were resumed with descriptive statistic, and comparative difference were performed whit a Student's t for paired samples.

*Results:* We found the registry for 203 patients, on which were performed 579 procedures, the time between procedures was 64.42 weeks (min 2, max 505 weeks), there were reported adverse effects on 4.32% (n=25). Change on Hb was a diminution of 3.169 g/dL (CI-95 3.0719, 3.267; p<0.001), Hct diminution was 9.903 (CI-95 9.550, 10.256; p<0.001), and red cell mass was 1.079 (IC-95 1.0399, 1.1184; p<0.001)

*Conclusions* The time between procedures of TEA performed better than the reported, and greatly outstands phlebotomy. This whit a minimal of secondary effects and whit a lower patient/year cost.

## INTRODUCCIÓN

---

Las eritrocitosis son un conjunto de patologías que se caracterizan por un factor en común, un aumento en la masa eritrocitaria absoluta, acompañando de un aumento relativo de los eritrocitos en relación al volumen sanguíneo total. De acuerdo a la causa que lo origina se tienen dos grandes grupos, la eritrocitosis primaria, que se encuentra constituida por la *policitemia vera*, y el grupo de las eritrocitosis secundarias, que se pueden clasificar a su vez en congénitas y en adquiridas. (1)

Dentro de las secundarias, destacan por su frecuencia las derivadas de la hipoxia crónica, que, aunque no encontramos como tal la prevalencia exacta de la misma, podemos extrapolar su repercusión en nuestro medio si sabemos que en la población global se estima una prevalencia del SAOS en el 3 %, y en la Ciudad de México 2.2% de las mujeres adultas, y 4,4% de los hombres adultos. Llegando a ser del 10% en caso de IMC > 40 Kg/m<sup>2</sup> (2). El tabaquismo en México se estima en 19.9% de la población adulta, presentándose en el 31% de los hombres y en el 9.9% de las mujeres. La obesidad en adultos de forma global alcanza el 73.9%, presente en el 64.5% de los hombres, y en el 82.8% de las mujeres adultas. (3)

Existe una formación incrementada de eritrocitos ante el estímulo continuo generado por la hipoxia tisular, esto como una forma de compensación. Sin embargo, de forma paradójica, el aumento en los eritrocitos circulantes condiciona un aumento en la viscosidad sanguínea, y esto puede alterar el flujo sanguíneo y la consiguiente alteración en el aporte de oxígeno a nivel tisular, condicionando la perpetuación de un ciclo vicioso de hipoxia y eritrocitosis. (4)

Dentro de los síntomas asociadas a la hiperviscosidad sanguínea producida por la eritrocitosis encontramos malestar general, cefalea, alteraciones visuales, prurito, mareo, confusión, así como coagulopatías que pueden alternar entre fenómenos trombóticos y hemorrágicos, aunque dicha sintomatología es más florida en los casos de policitemia vera, también se encuentran en los casos de eritrocitos secundaria, aunque con menor frecuencia e intensidad. (5)

La policitemia o eritrocitosis se define como una masa eritrocitaria > 25 % por encima del valor normal predicho para un individuo en particular. (6)

De forma habitual se debe de sospechar de policitemia cuando se cuenta con un hematocrito elevado, sin embargo, el hematocrito (Hct) derivado de una muestra de sangre venosa periférica presenta por características inherentes a la técnica una serie de errores que pueden comprometer su utilidad como predictor de la masa eritrocitaria total. (6)

Un valor de Hct > 60% en el caso de los varones, y de > 56 % en el caso de las mujeres se considera eritrocitosis absoluta ya que estos niveles no pueden ser logrados por otras causas de aparente eritrocitosis. (7)

Para la adecuada determinación de la masa eritrocitaria es importante tener en cuenta diversas variables, tales como el volumen plasmático y el volumen corpuscular medio. (6,8)

Para fines prácticos se acepta que para un adulto caucásico masculino un Hct < 55% y una Hb < 18 g/dL, y en el caso de las mujeres Hct < 50% y Hb < 16.5 g/dL, no requieren estudios complementarios, y solo en el caso de rebasar dichos valores deberá de protocolizarse la causa de la eritrocitosis. (9) Aunque estos valores no son universalmente aceptados, y en diversos artículos podremos encontrar variaciones en los mismos, independientemente del punto de corte, se acepta que la medición del Hct es una medida suficiente, y que la realización de una medición más exacta con radio trazadores es un proceso costoso y tardado(10).

Existen en la actualidad dos principales formas de determinar el Hct de un paciente, la forma tradicional consistente en la centrifugación de una muestra sanguínea contenida en un tubo capilar, con la posterior medición de la capa correspondiente a los hematíes, y la forma moderna proporcionada por los equipos automatizados de análisis sanguíneos. Diversos autores han tomado en consideración la existencia de estas dos técnicas, y han puesto a discusión la conveniencia de cada uno de estos métodos en diversas condiciones clínicas, de



relevancia para nuestro problema en estudio encontramos concordancia en la literatura, donde se refiere que el Hct determinado de forma automatizada por las máquinas de analítica sanguínea es suficiente para el monitoreo de los pacientes con eritrocitosis secundaria. (11)

Para el tratamiento de la misma se ha investigado la utilidad de la eritrocitoaféresis de la cual encontramos una primera referencia en el empleo de la misma de forma experimental en 1983, en un grupo de 10 pacientes con eritrocitosis secundaria. (4)

Encontramos la mención de una variante de eritrocitoaféresis, inicialmente diseñada para la colecta de hematíes con fines transfusionales. Con esta técnica se logró extraer más glóbulos rojos comparados con la flebotomía tradicional y un mayor descenso de la hemoglobina. (12)

El uso en la policitemia vera, y en la hemocromatosis hereditaria están completamente demostradas, y en el momento actual no son sujeto de discusión, situación diferente a la que nos compete, ya que en el caso de la eritrocitosis secundaria su indicación no es tan clara ni tan bien sustentada. (5)

Se ha propuesto que la disminución del Hct llevara en consecuencia una mejoría en las manifestaciones asociadas a la eritrocitosis. Sin embargo, las medidas terapéuticas empleadas para disminuir el volumen eritrocitario circulante tienen varias desventajas. En este tenor encontramos que la flebotomía, aunque rápidamente efectiva para disminuir el Hct, tiene como complicación una disminución súbita del gasto cardiaco, derivada del volumen extraído, y una trombocitosis reactiva, que puede favorecer el estado pro coagulante y condicionar reacciones adversas en el paciente. (4,5)

La existencia de máquinas automatizadas que permiten la separación de los diferentes componentes sanguíneos de forma semiautomática, ha permitido un mayor uso de técnicas de aféresis sanguínea, con mayor velocidad y seguridad.(5)

En una sola sesión de eritrocitoaféresis es posible lograr una disminución del Hct hasta llevarlo a 42-45%, y una disminución de las plaquetas de entre 500-600 x 10<sup>3</sup>/μL y el efecto se ha visto hasta durante 6-7 meses en el caso de pacientes con policitemia vera (5) En otro estudio se encontró que en el caso de la Hemocromatosis hereditaria era seguro extraer hasta 1000 mL, con adecuada seguridad, incluso en pacientes mayores. (13)

Cuando se asume que el volumen sanguíneo es de 70 mL/kg, se puede emplear la siguiente fórmula para estimar el volumen de eritrocitos que se removerán en una sesión de aféresis (13)

$$VR = \frac{Hct\ actual - Hct\ deseado}{79} \cdot 70 \frac{mL}{kg} * Peso\ (kg)$$

De forma más reciente se ha propuesto que la eritrocitoaféresis es al menos tan efectiva como la flebotomía, presenta menos complicaciones, y tiene un efecto más duradero. (14-16)

En un estudio conducido en 98 pacientes se encontró que la flebotomía requería re intervención cada 20-60 días, y la eritrocitoaféresis un periodo de 2-7 meses. Una mayor disminución del hematocrito 3-3.5% vs 8% en favor de la eritrocitoaféresis, con un costo *por procedimiento* tres veces mayor en el grupo de eritrocitoaféresis, y esto con un mínimo de efectos adversos. (16)

La eficiencia de un solo procedimiento de eritrocitoaféresis comparado con una sesión de flebotomía se ha planteado con base en un estudio retrospectivo donde se analizaron 843 procedimientos, y se define como el grado de aumento en la depleción de células rojas conseguido por la eritrocitoaféresis comparado con la flebotomía. (17)

El desarrollo de esta fórmula implico la estimación de un volumen sanguíneo estimado por fórmula de Nadler, y la consideración de una sangría de 450 mL en las flebotomías. Se considera este resultado, como un Índice de eficiencia (*Efficiency Rate, ER*) de 1 cuando el volumen eritrocitario es igual al extraído en

una sesión de flebotomía, 2 implicaría el doble de eritrocitos extraídos. Dicha fórmula se denota como: (14)

$$ER = 1 + \frac{Vol\ Sanguineo * \Delta Hct * 0.91 - (450 * Hct\ inicial)}{450 * Hct\ inicial}$$

Para la eritrocitosis secundaria el objetivo del tratamiento es la mejoría sintomática, un Hct entre 50-52% en el caso de neumopatías, y un Hct de 55-60% en el caso de cardiopatías congénitas cianóticas. (7)

Se han reportado sesiones de flebotomía tan frecuentes como 1-2 veces por semana, y pueden requerirse 4-5 sesiones para igualar la efectividad de una sola sesión de eritrocitoaféresis y tiene como ventaja una menor disminución de factores de coagulación, y menor disminución de otras líneas celulares disminuyendo el temido efecto de trombocitosis reactiva. (18)

Es por eso que la ASFA contempla dentro de sus guías la recomendación de emplear la eritrocitoaféresis como una opción en el tratamiento de las policitemias secundarias, y como una indicación en la policitemia vera. (19)

Dentro del aspecto técnico para la realización del procedimiento tenemos que se requiere de dos accesos venosos, un equipo especializado, empleo de anticoagulantes y personal capacitado.

La mortalidad asociada a los procedimientos de aféresis terapéutica se ha reportado en 3 en 10000, y se asocia arritmias, edema pulmonar, SIRPA. Las reacciones adversas se pueden categorizar en tres tipos:

Las asociadas a la vía de acceso, encontrando hematomas, sangrado, infección, dolor.

Las relacionadas al procedimiento, hipotensión, descompensación hemodinámica, edema agudo de pulmón.

Las asociadas al uso de anticoagulantes, siendo el más importante el citrato de sodio, el cual puede producir hipocalcemia clínica, siendo este efecto dosis dependiente.(20–23)

En lo concerniente al coste de dicho procedimiento encontramos que en 1983 se estimaba en 80 libras esterlinas cada evento, en el mismo artículo se refiere que el costo, comparado con la realización de flebotomía se veía favorecido ya que se obtenía el mismo efecto en una sesión de eritrocitoaféresis que en un promedio de 7 sesiones de flebotomía (4). Otro autor en época más reciente, aunque no establece el costo del procedimiento si hace hincapié en que es un proceso más costoso y que requiere personal y equipo especializado, nuevamente se menciona la ventaja del tiempo entre sesiones, llegando a reportarse hasta cada 4-6 meses. (24). Un estudio publicado en 2012, y realizado en 2009 desglosa el costo por flebotomía en €71.49, y por eritrocitoaféresis en € 251.18. (25)

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

El estudio se realizó en la Unidad de Aféresis, dependiente del Servicio de Hematología, correspondiente al Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”, del Centro Médico Nacional La Raza. Hospital de tercer nivel del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Se trató de un estudio observacional retrospectivo, longitudinal, descriptivo, abierto, realizado en una población de 218 pacientes con diagnóstico de eritrocitosis secundaria en la unidad de aféresis, en el lapso estudiado,

La selección de pacientes se realizó mediante muestreo no probabilístico, a conveniencia conformada por la totalidad de los pacientes que acudieron a eritrocitoaféresis a esta unidad en las fechas comprendidas entre el 01 de enero de 2005 al 31 de diciembre de 2014, y que contaban al momento del estudio con diagnóstico de eritrocitosis secundaria.

Los criterios de inclusión fueron: Ser paciente derechohabiente al IMSS, ambos géneros, realización de eritrocitoaféresis terapéutica en unidad de Aféresis del HECMNR del 01/01/2005 al 31/12/2014, diagnóstico de eritrocitosis secundaria, Contar con expediente clínico en la unidad de aféresis.

Se estableció como criterios de no inclusión; diagnóstico de policitemia vera, diagnóstico de policitemia en estudio o no especificada, diagnósticos de policitemia primaria o esencial, diagnóstico de Hemocromatosis hereditaria, diagnóstico conocido de neoplasia hematológica no controlada al momento del procedimiento, realización de otros procedimientos de aféresis distintos de la eritrocitoaféresis.

Y finalmente como criterios de eliminación se contó con: expediente información incompleta, diagnóstico de policitemia vera durante el seguimiento, diagnóstico de neoplasia hematológica durante el seguimiento.

La información se analizó mediante el programa de estadística minitab ® 17.2.1

Las variables de tipo cuantitativo fueron resumidas con media, moda, mediana y desviación estándar, para las diferencias entre grupos se utilizó T pareada, se realizó prueba de una cola para los resultados principales (Hb, Hct, Eritrocitos) y test de dos colas para valorar cambio en los resultados secundarios (Leucocitos, diferencial, y plaquetas), se consideró un p significativa cuando esta fue menor a 0.05. Los datos categóricos se presentan en frecuencia ( $n$ ) y porcentaje, Los valores obtenidos de laboratorio se presentan como medias más desviación estándar.

## RESULTADOS

---

En el presente estudio se analizaron los expedientes de 218 pacientes, de estos cumplieron con los criterios de inclusión 207 pacientes, de los cuales se eliminaron 4 pacientes, 2 por haber cambiado diagnóstico durante su seguimiento re catalogándose como policitemia vera, y 2 por no contar con elementos suficientes en el expediente. Quedando una muestra final de 203 pacientes.

Con el fin de cumplir con los objetivos planteados para este estudio, se analizaron en una primera fase los pacientes como caso (n=203), y en una segunda fase, cada procedimiento realizado como caso (n=579).

### ANÁLISIS POR PACIENTE

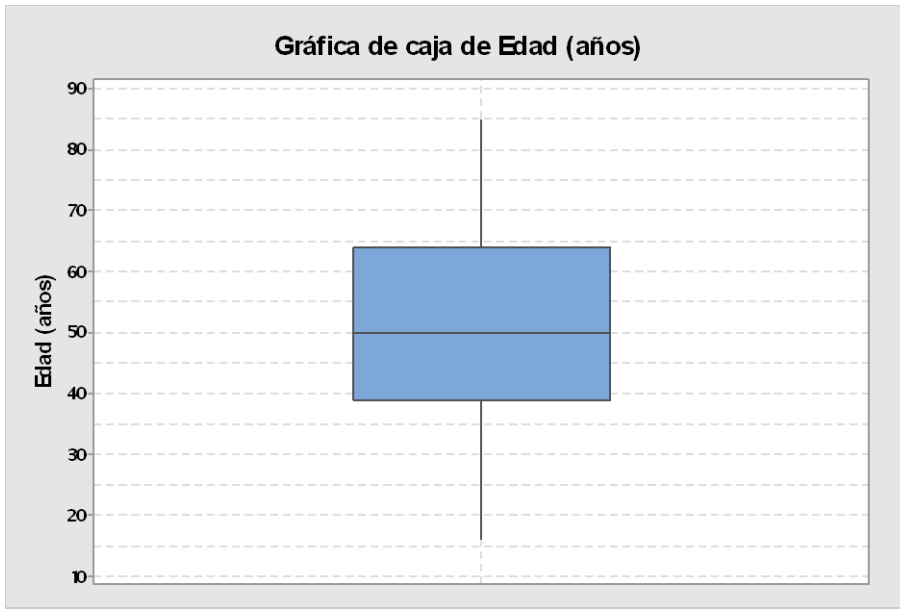
---

Se analizaron un total de 203 casos. (n = 203) de los cuales se tuvo que el 17% corresponde a mujeres (n=34), y el 83% a hombres (n=169).

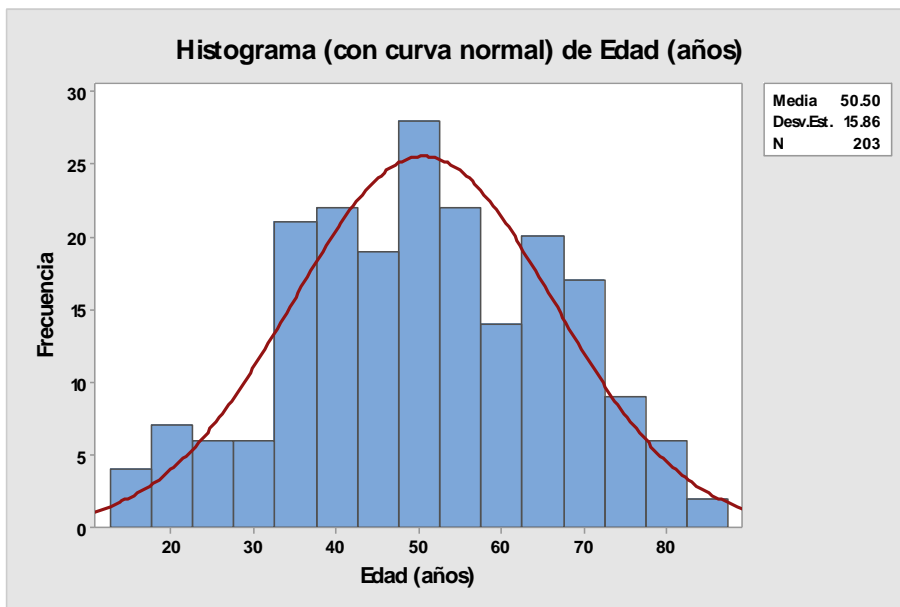


GRÁFICA 1 DISTRIBUCIÓN POR GENERO PACIENTES CON DIAGNOSTICO DE ERITROCITOSIS SECUNDARIA

Por edades se encontró que la media de edad fue de 50.5 años con una DE 15.86 años, un mínimo de 16 y un máximo de 85 años.



GRÁFICA 2 DISTRIBUCIÓN DE LA EDAD DE LOS PACIENTES CON ERITROCITOSIS SECUNDARIA



GRÁFICA 3 DISTRIBUCIÓN POR EDAD PACIENTES CON ERITROCITOSIS SECUNDARIA

En lo referente a la patología subyacente a la eritrocitosis encontramos que el grupo predominante fueron las neumopatías con 151 casos, otras 22, patología renal 16 casos. cardiopatías 7 casos, genéticas 4 casos, metabólicas 2, secundaria a medicamentos 1.



<b>Patología primaria</b>	<b>Número de casos</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Neumopatías</b>	151	74.38%
<b>Otras</b>	22	10.84%
<b>Renal</b>	16	7.88%
<b>Cardiopatías</b>	7	3.45%
<b>Genéticas</b>	4	1.97%
<b>Metabólicas</b>	2	0.98%
<b>Medicamentos</b>	1	0.49%

TABLA 1 PATOLOGÍA PRINCIPAL SUBYACENTE A LA ERITROCITOSIS SECUNDARIA

De las neumopatías se incluyeron principalmente Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), Síndrome de apnea hipopnea del sueño (SAOS), Neumopatía mixta, Enfermedad pulmonar intersticial difusa (EPID) y fibrosis pulmonar. En el rubro de “otras” se consideró a los pacientes en los cuales no se precisaba el diagnóstico subyacente, pero que cuenta con notas donde se ha catalogado como eritrocitosis secundaria. En patología renal se incluyó enfermedad renal crónica terminal, trasplante renal, poliquistosis renal. Genéticas se registraron 4 casos, todos correspondientes a trisomía 21 (Síndrome de Down). En el rubro de cardiopatía se incluye cardiopatía reumática inactiva, Comunicación interventricular, y otras cardiopatías no especificadas en las notas. Causas metabólicas se consideró los diagnósticos de tumor neuroendocrino. Un solo caso fue atribuido al consumo de fármacos, y se relacionó a la ingesta de esteroides anabólicos.

<b>Diagnóstico Principal</b>	<b>Conteo</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica</b>	88	48.09%
<b>Síndrome apnea hipopnea del sueño</b>	46	25.14%
<b>Trasplante renal</b>	12	6.56%
<b>Enfermedad pulmonar intersticial difusa</b>	5	2.73%
<b>Fibrosis pulmonar</b>	5	2.73%

<b>Cardiopatía</b>	4	2.19%
<b>Enfermedad renal crónica terminal</b>	4	2.19%
<b>Trisomía 21</b>	4	2.19%
<b>Empleo de anabólicos</b>	1	0.55%
<b>Bisinosis</b>	1	0.55%
<b>Churg-Strauss (GPAE)</b>	1	0.55%
<b>Comunicación interventricular</b>	1	0.55%
<b>Cardiopatía reumática inactiva</b>	1	0.55%
<b>Hiperreactividad bronquial</b>	1	0.55%
<b>Insuficiencia arterial</b>	1	0.55%
<b>Neumoconiosis</b>	1	0.55%
<b>Neumonitis</b>	1	0.55%
<b>Neumopatía ( no especificada)</b>	1	0.55%
<b>Neumopatía mixta</b>	1	0.55%
<b>Síndrome de Eisenegner</b>	1	0.55%
<b>Tumor en estudio</b>	1	0.55%
<b>Tumor hipofisario</b>	1	0.55%
<b>Tumor productor de eritropoyetina</b>	1	0.55%
<b>Total</b>	183	
<b>N/A</b>	20	

TABLA 2 FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LAS PATOLOGÍAS SUBYACENTES A LA ERITROCITOSIS SECUNDARIA

En un aspecto acorde encontramos que el servicio quien refirió a esta unidad para procedimiento se reparte de la siguiente manera

<b>Servicio que refiere a esta unidad</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Neumología</b>	109
<b>No especificado</b>	40
<b>Hematología</b>	15
<b>Medicina Interna</b>	12
<b>Unidad de Trasplante Renal</b>	12

<b>HGZ (no especifica servicio)</b>	4
<b>Cardiología</b>	3
<b>Urología</b>	2
<b>Ginecoobstetricia</b>	1
<b>Coloproctología</b>	1
<b>Nefrología</b>	1
<b>Angiología</b>	1
<b>Cirugía General</b>	1
<b>Endocrinología</b>	1
<b>total</b>	203

TABLA 3 SERVICIO RESPONSABLE DEL ENVÍO A LA UNIDA DE AFÉRESIS

En lo referente a las patologías asociadas encontramos que se reporto

<b>Patología crónica asociada</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Hipertensión arterial sistémica</b>	67
<b>Tabaquismo</b>	40
<b>Obesidad</b>	28
<b>Hipertensión pulmonar</b>	23
<b>Diabetes mellitus tipo 2</b>	15
<b>Cor pulmonale</b>	13
<b>Insuficiencia cardiaca congestiva</b>	7

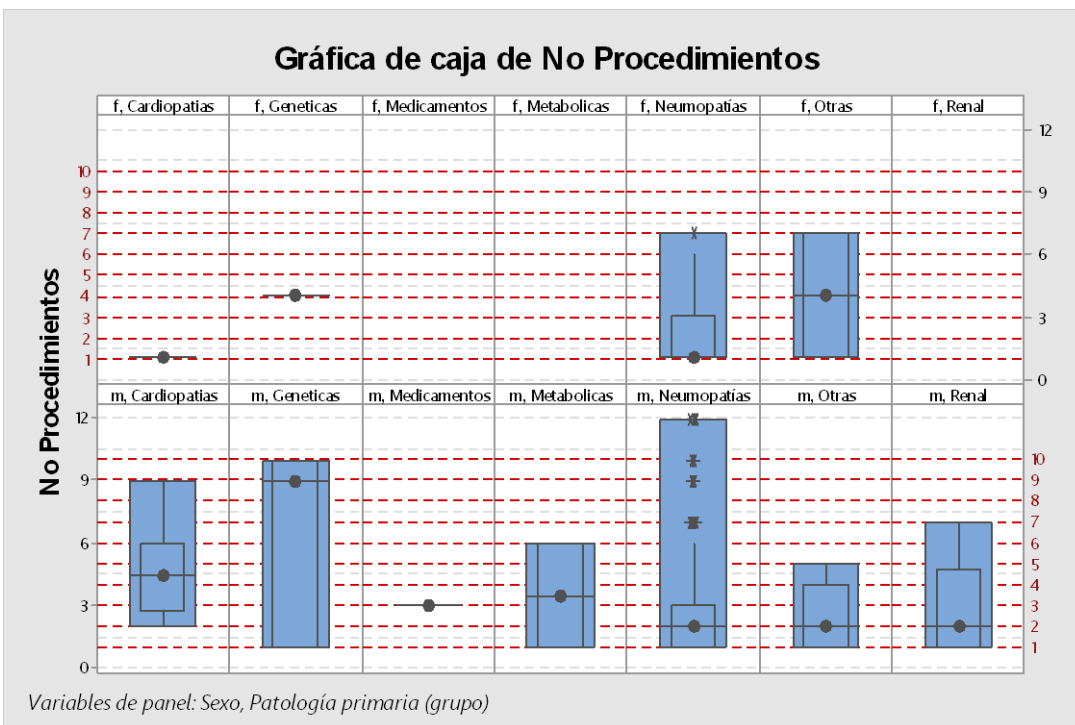
TABLA 4 PATOLOGÍA CRÓNICA ASOCIADA

Se buscó de forma intencionada conocer los medicamentos que se utilizaban de forma concomitante, así como el empleo o no de oxígeno suplementario de forma rutinaria. Sin embargo, dicha información no se encontró en el expediente clínico.

Respondiendo a nuestra primera pregunta de investigación encontramos que se realizó un promedio de 2.84 procedimientos de eritrocitoaféresis terapéutica por paciente. Media de 2.884, DE 2.385, mediana de 2.0 mínimo 1, máximo 12

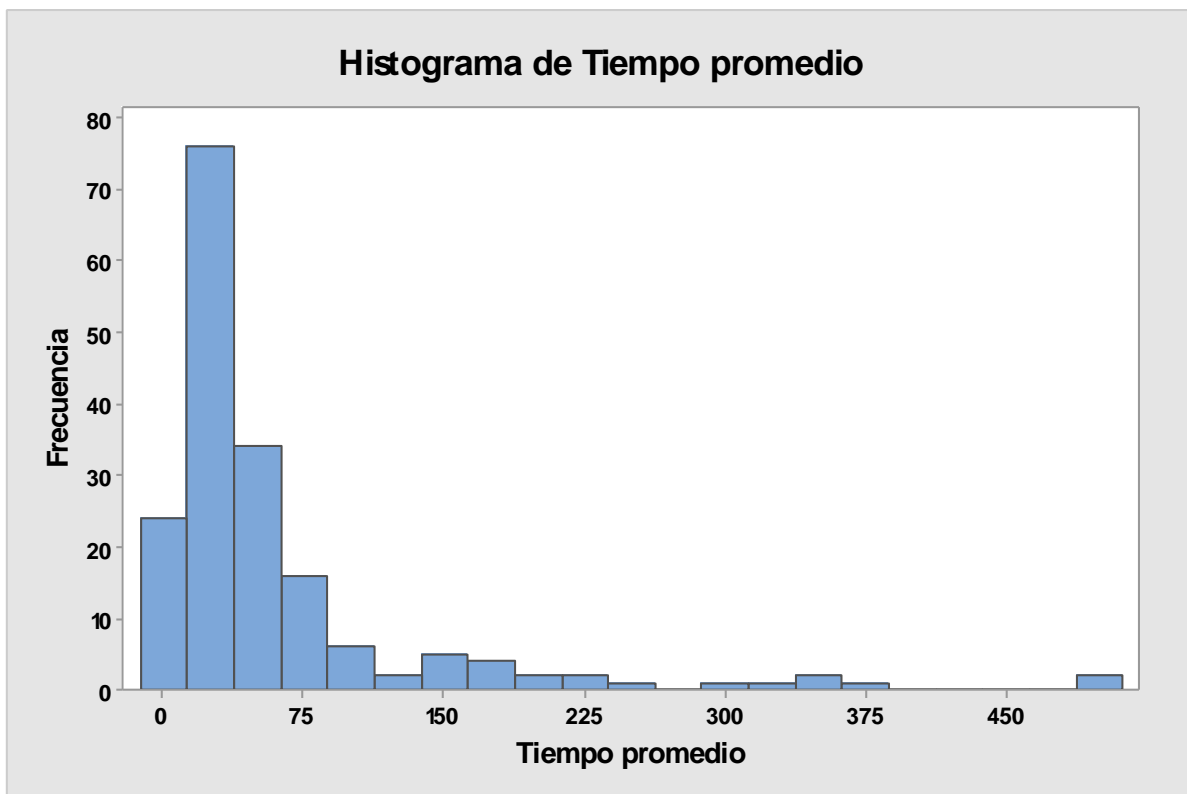


GRÁFICA 4 FRECUENCIA DE NÚMERO DE PROCEDIMIENTOS REALIZADOS POR PACIENTE

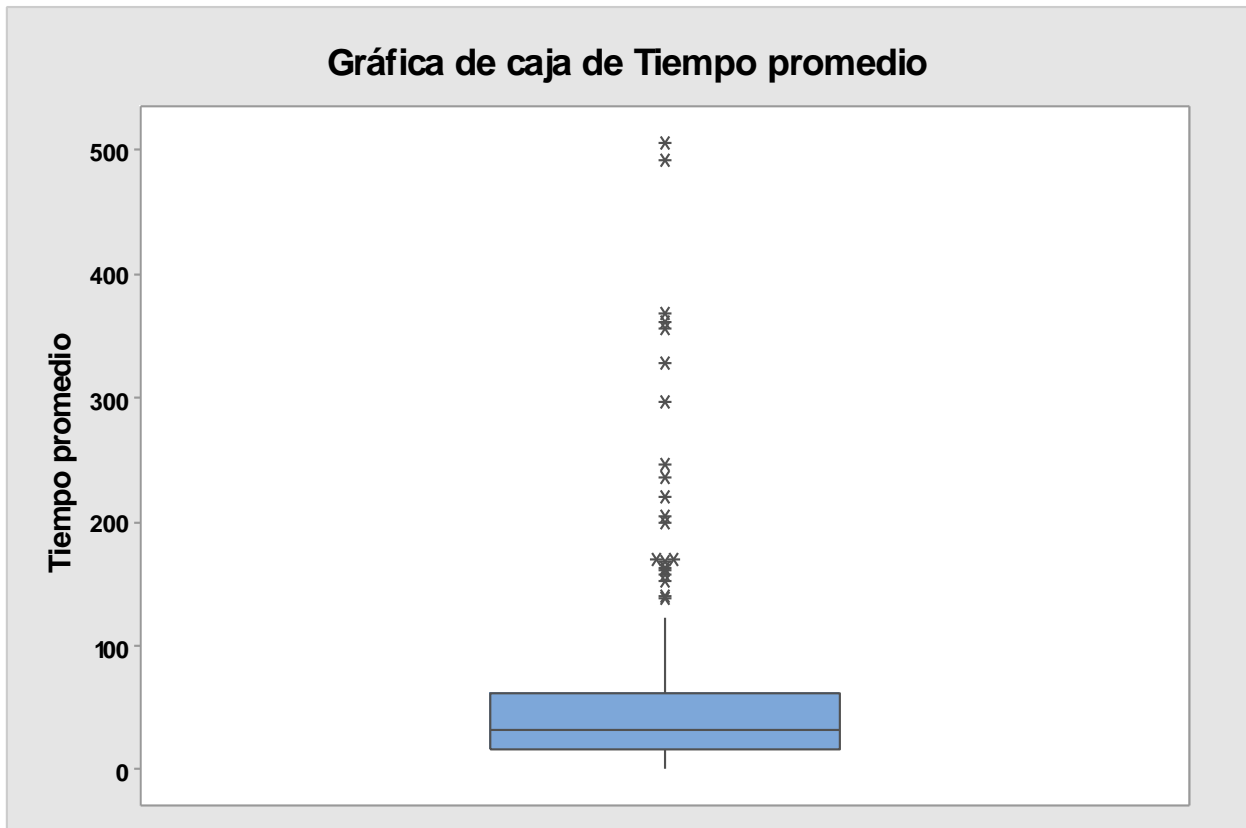


GRÁFICA 5 NÚMERO DE PROCEDIMIENTOS REALIZADO POR PATOLOGÍA PRINCIPAL Y POR SEXO

Se registró el tiempo transcurrido entre un procedimiento de eritrocitoaféresis terapéutica y el siguiente, o en su defecto último registro del paciente en el expediente clínico o fin del tiempo del estudio. En este análisis se excluyen a los pacientes en los cuales se realizó un solo procedimiento de eritrocitoaféresis terapéutica y no regresaron a seguimiento a la unidad, por lo que solo se analizan 179 casos. Se obtuvo una media de 60.42 semanas, DE de 82.27 semanas, mínimo 2 máximo de 505 semanas.



GRÁFICA 6 HISTOGRAMA DE TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE PROCEDIMIENTOS



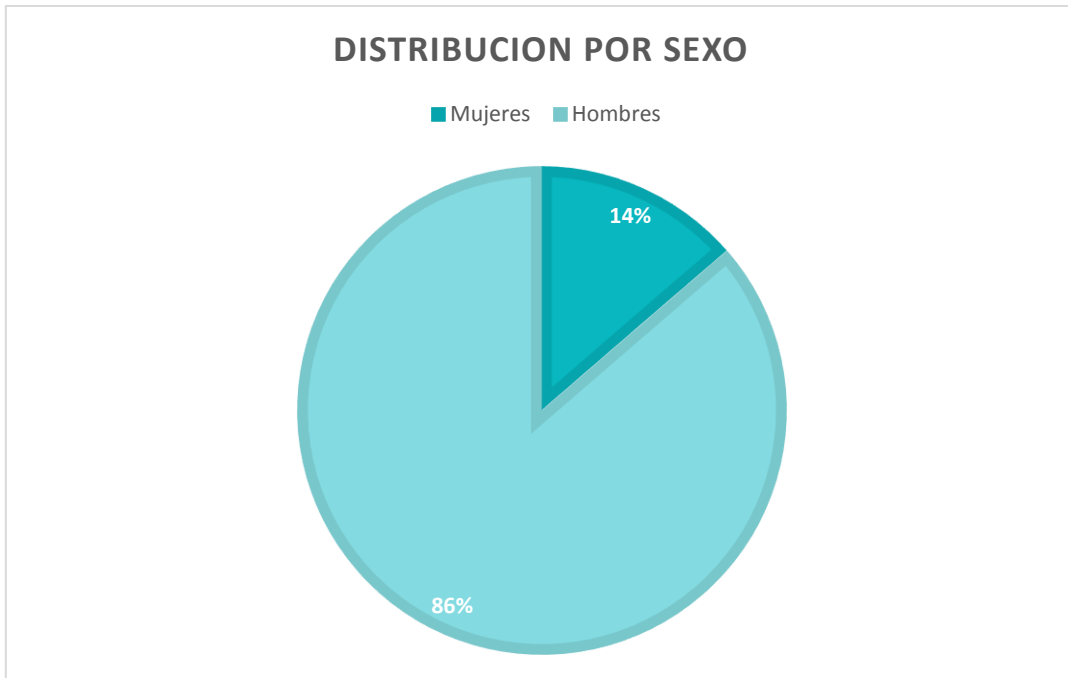
GRÁFICA 7 GRAFICA DE CAJA DE TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE PROCEDIMIENTOS

## ANÁLISIS POR PROCEDIMIENTO DE AFÉRESIS TERAPÉUTICA

Una vez se ha cubierto el primer aspecto de este estudio, pasamos a una segunda fase, donde se analizó cada *procedimiento* como un evento.

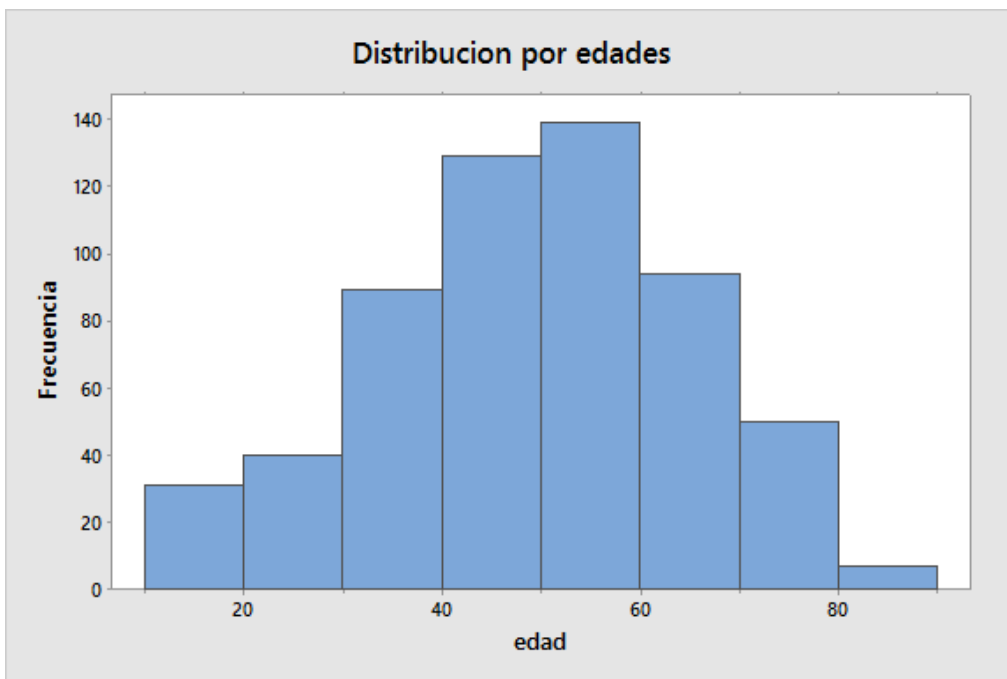
Se encontró registro de un total de 579 procedimientos de eritrocitoaféresis terapéutica.

La distribución por sexo fue femenina 79 (14%) y masculino 500 (86%)



GRÁFICA 8 DISTRIBUCIÓN POR GÉNERO

La edad media de los pacientes sometidos a procedimiento fue de 48.58 años, DE de 15.85, edad mínima 16 años, máxima 85.



GRÁFICA 9 DISTRIBUCIÓN POR EDADES

Se encontró registro del peso en 568 casos, un peso medio de 87.89 kg, DE 26.85. mínimo 33.5 kg, máximo 180 kg.,

Respecto a la talla, igualmente se registraron 568 valores en el expediente, una media de 1.63 mts DE 0.09 mts, con valores mínimos de 1.23 y máximo de 1.84 mts,

En lo referente al IMC se encontró una media de 32.66 kg/m<sup>2</sup>, Mínimo de 14.89 kg/m<sup>2</sup> Máximo de 64.92 kg/m<sup>2</sup>, con una DE de 8.86 kg/m<sup>2</sup>.

<b>CATEGORÍA (IMC)</b>	<b>No de casos</b>
<b>Bajo peso (&lt; 18.5)</b>	18
<b>Normal (18.5-24.99)</b>	79
<b>Sobrepeso (25-29.99)</b>	145
<b>Obesidad grado 1 (30-34.99)</b>	144
<b>Obesidad grado 2 (35-39.99)</b>	77
<b>Obesidad grado 3 (+40)</b>	105
<b>NA</b>	11

TABLA 5, PREVALENCIA DE OBESIDAD CON BASE EN IMC

Dentro de los aspectos técnicos asociados a la realización de la eritrocitoaféresis terapéutica destacan en importancia el tiempo del procedimiento, el uso de anticoagulante, y la presencia de complicaciones.

Respecto al tiempo encontramos un tiempo promedio de realización del procedimiento de 39 minutos, con una DE de 11.54, un mínimo de 14 minutos y máximo de 92 minutos

En lo referente al empleo de anticoagulantes se encontró que en nuestra unidad únicamente se emplea citrato, el volumen infundido de citrato se obtuvo del registro de la hoja de procedimiento, cabe destacar que dicha hoja ha sufrido diversas modificaciones a lo largo del tiempo, en algunas se registró como anticoagulante total, en otras como anticoagulante infundido, el cual corresponde a 1/3 de anticoagulante total, cuando no se especificó el porcentaje infundido se



inferió que correspondía a 1/3 tal como es el procedimiento estándar en la unidad. Se encontró registro en 573 expedientes, una media de 48.86 mL, DE 44.77 mínimo 14 mL y máximo 366.67 mL.

El volumen sanguíneo procesado medio fue de 1594 mL, DE 523.28 mL, mínimo 545 mL máximo 3755 mL.

De este volumen sanguíneo procesado se extrajo una media de 1179 mL DE 391.52 mL mínimo 233 mL máximo 2695 mL, lo cual represento un 23.68 % del volumen sanguíneo total, media 23.68 %, mínimo 4.2%, máximo 61.86% DE 5.5%.

La masa eritrocitaria retirada de la circulación se repuso con solución salina. Por lo que se puede realizar un balance de líquidos, considerando el volumen extraído, el volumen de reposición y el anticoagulante infundido. Encontramos que el balance fue ligeramente negativo, una media de -46.49 mL, DE 112.55 mL mínimo -660 mL, máximo +681 mL.

Para establecer la seguridad del procedimiento se buscó de forma intencionada en el expediente el registro de efectos adversos. De los 579 casos analizados se encontró ausencia de registro en 118 casos (20.38%) (lo cual se podría interpretar como ausencia de efecto adverso). Se constató la ausencia de complicaciones en 436 casos (75.30%), y complicaciones únicamente en 25 casos (4.32%)

<b>Complicación</b>	<b>Frecuencia<sup>1</sup></b>
<b>Hipotensión</b>	12
<b>Mareo</b>	7
<b>Falla en el acceso vascular</b>	3
<b>Disnea</b>	2
<b>Multipuncion</b>	2
<b>Agitación</b>	1
<b>Dolor abdominal</b>	1
<b>Bacteriemia</b>	1

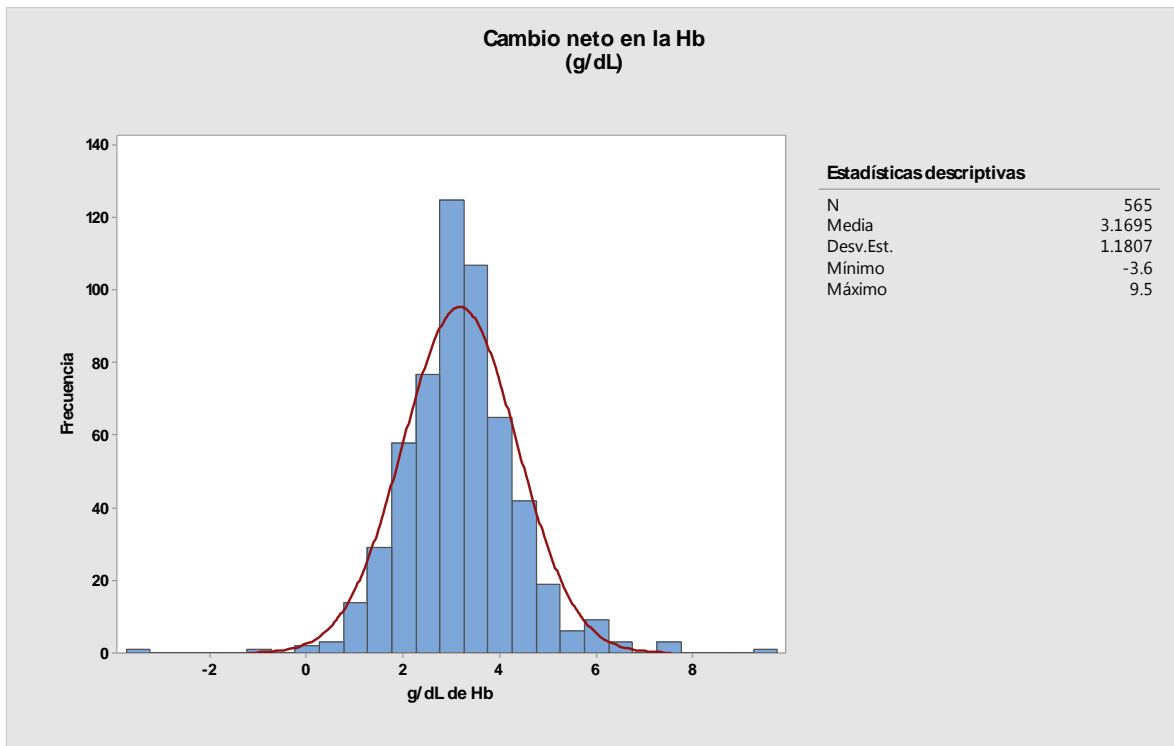
---

<sup>1</sup> En varios pacientes se presentó más de un efecto adverso.

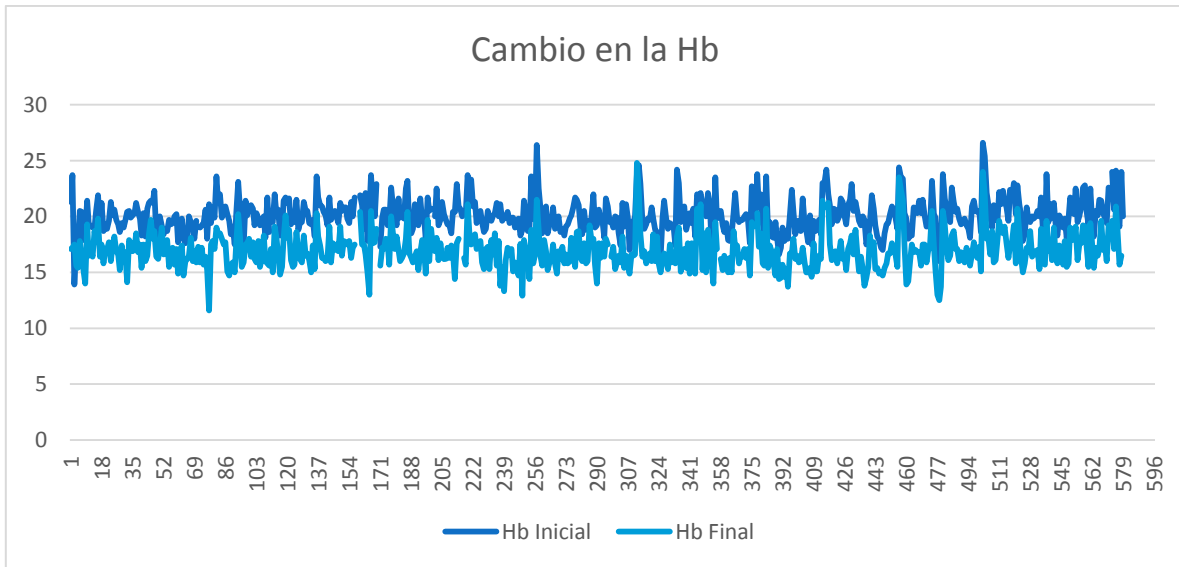
<b>Hipoglicemia</b>	1
<b>Fatiga</b>	1

TABLA 6 FRECUENCIA DE COMPLICACIONES

En lo referente a cada procedimiento encontramos que la Hb inicial promedio fue de 20.107 g/dL con una DE de 1.56 g/dL. una Hb posterior al procedimiento de 16.93 g/dL DE 1.62 g/dL, lo que representa un cambio promedio de -3.17 g/dL DE 1.18 g/dL, que corresponde a una disminución promedio del 15.7%, DE 5.66 % (respecto al valor basal)

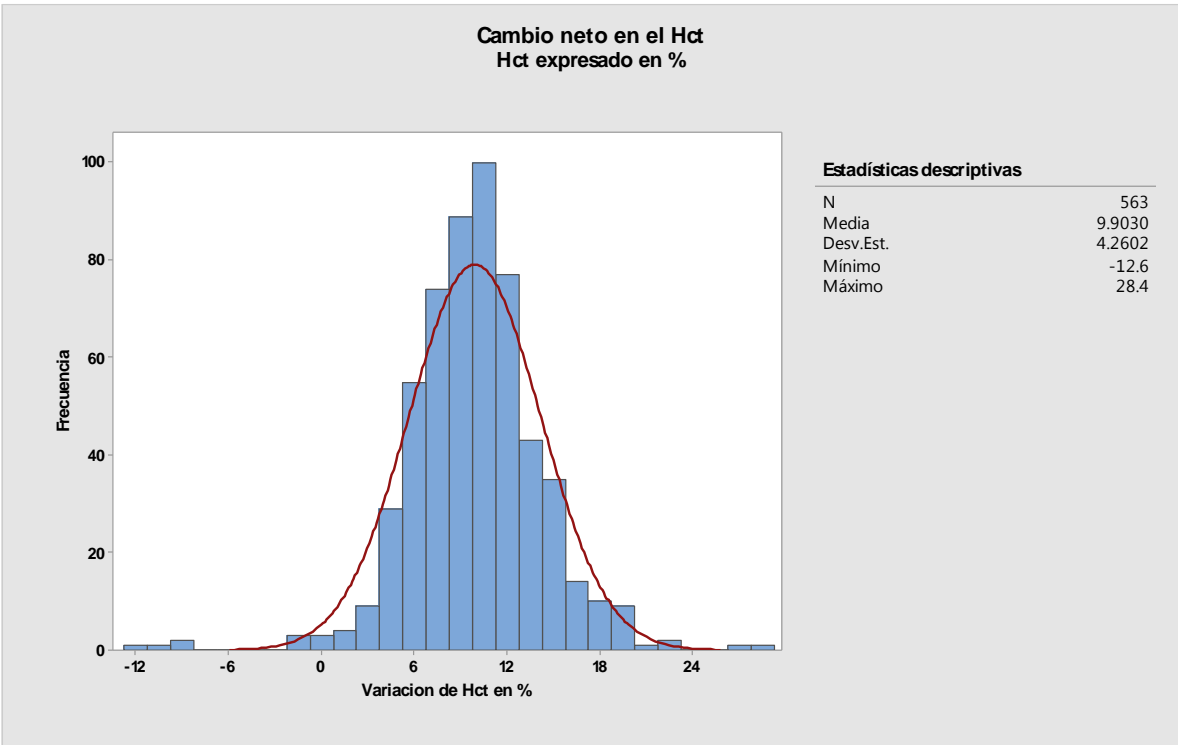


GRÁFICA 10 CAMBIO NETO EN LA HB (G/DL) POSTERIOR A LA ERITROCITOAFÉRESIS

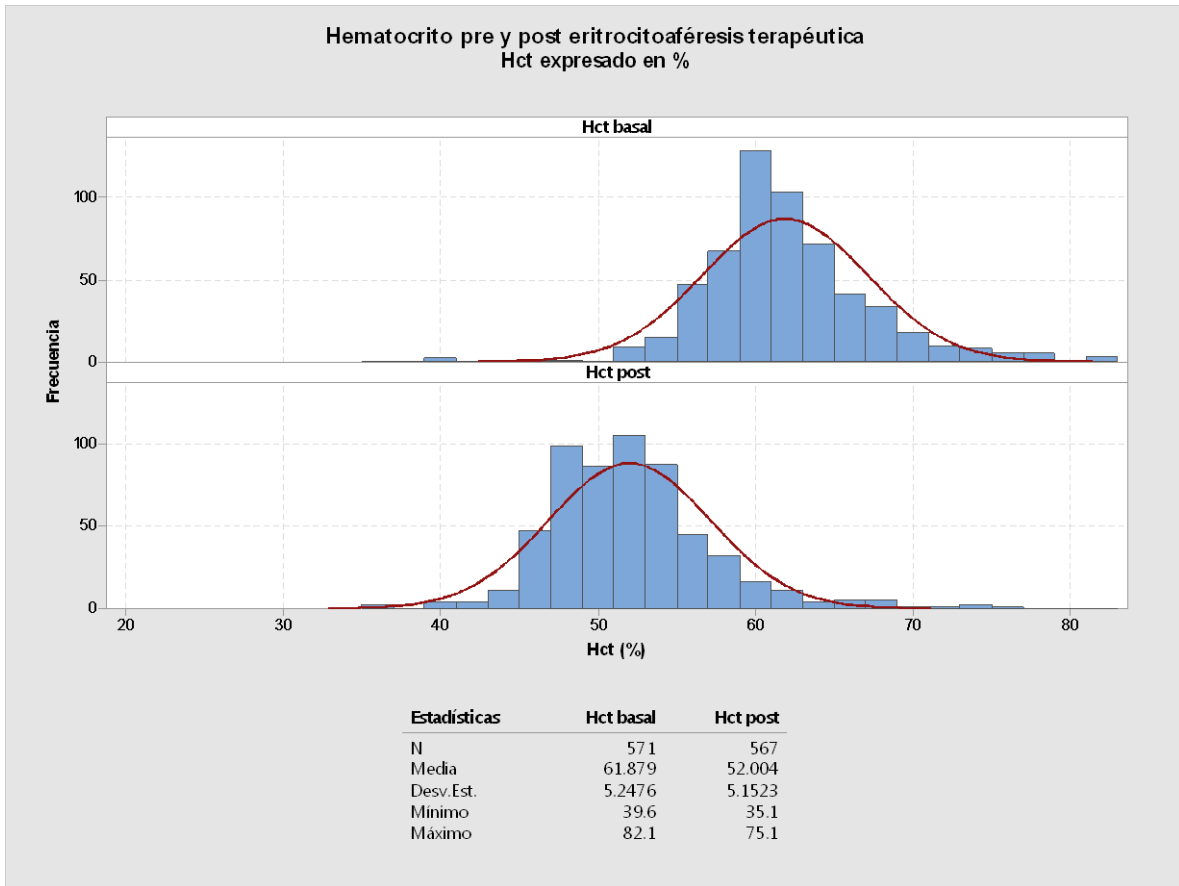


GRÁFICA 11 VARIACIÓN EN LA HB PRE Y POST ERITROCITOAFÉRESIS

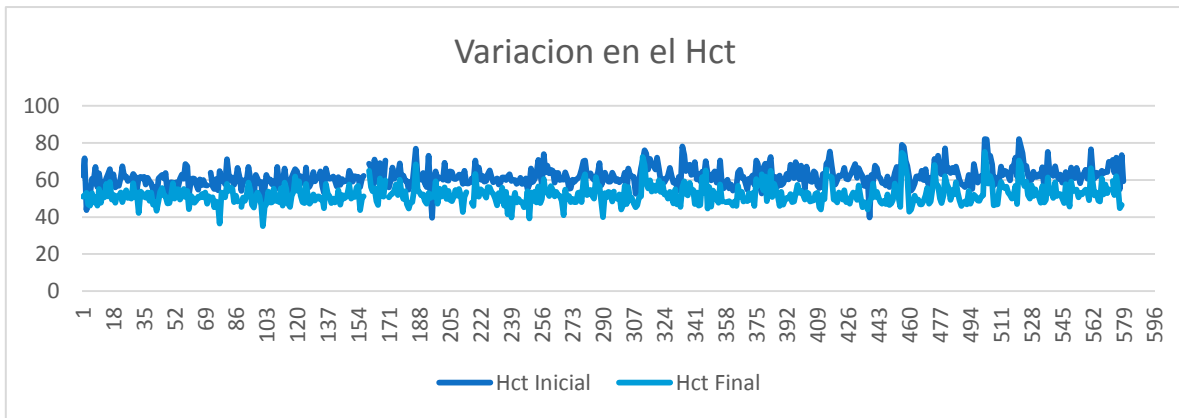
En lo referente a las variaciones observadas en el hematocrito, encontramos un valor promedio inicial de 61.88 %, DE 5.25%. un Hematocrito promedio final de 52.00% DE 5.15%. Un cambio promedio de 9.90% con DE 4.26%, lo que represento una variación promedio del 15.83% (del valor inicial) DE de 6.76%.



GRÁFICA 12 CAMBIO EN EL HCT (EXPRESADO EN %) POSTERIOR A LA ERITROCITOAFÉRESIS



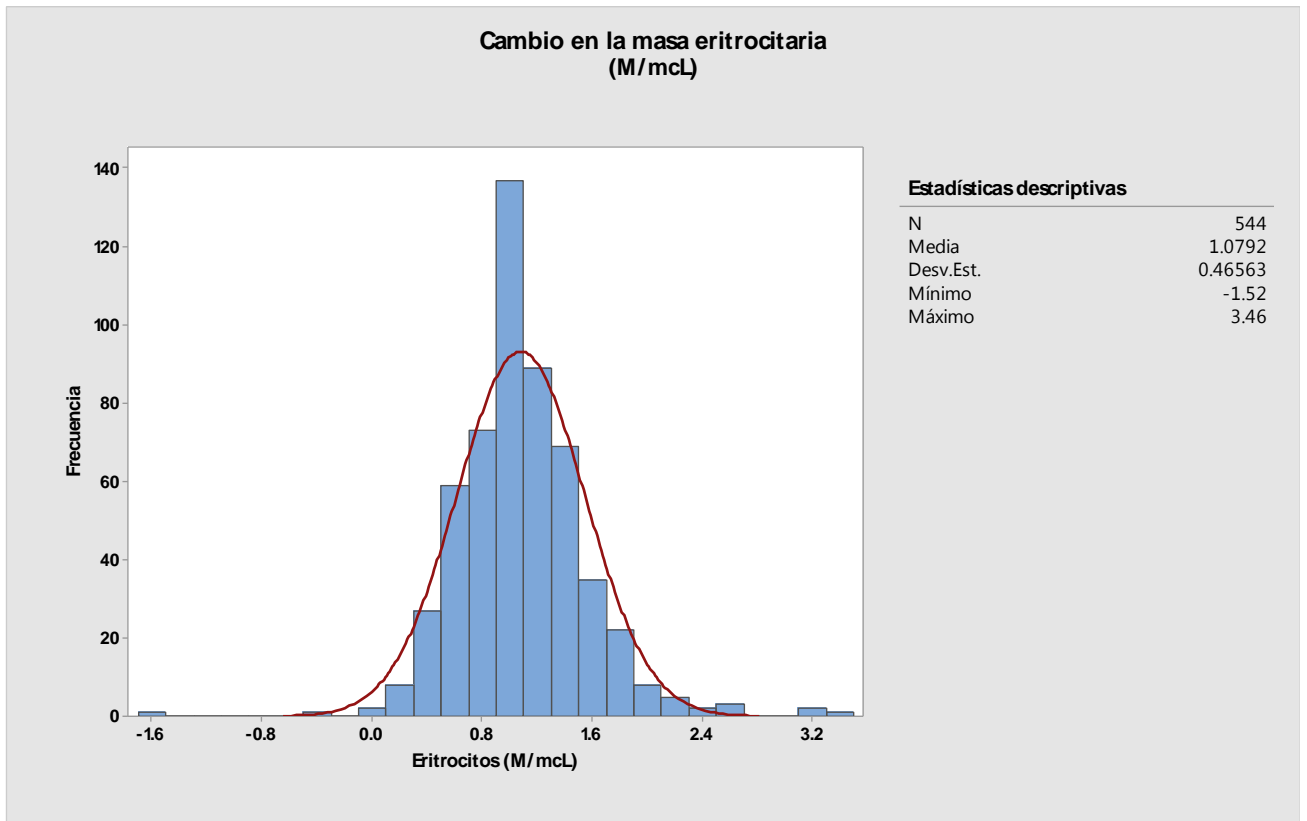
GRÁFICA 13 COMPARACIÓN DEL HCT PRE Y POST ERITROCITOAFÉRESIS



GRÁFICA 14 VARIACIÓN EN EL HCT PRE Y POST ERITROCITOAFÉRESIS

El tercer elemento que nos interesa es la masa eritrocitaria, en este rubro encontramos una media basal de 7.02 M/ $\mu$ L (millones/mcL) DE 0.84 M/ $\mu$ L, posterior al procedimiento encontramos un valor promedio de 5.95 M/ $\mu$ L DE 0.77 M/ $\mu$ L. Esto corresponde a una disminución promedio por procedimiento de 1.079

M/ $\mu$ L DE 0.466 M/ $\mu$ L, que en porcentaje corresponde a una disminución del 15.28% del valor basal, DE 6.01%



GRÁFICA 15 CAMBIO EN LA MASA ERITROCITARIA POSTERIOR A LA ERITROCITOAFÉRESIS

	Basal		Posterior a TEA		Cambio neto <sup>2</sup>		Diferencia		p	Cambio porcentual (respecto al basal)		
	Media	Mínimo -- máximo	Media	Mínimo -- máximo	Media	Mínimo -- máximo	IC 95%	Media		Mínimo -- máximo		
Hemoglobina (g/dL)	20.107	13.9, 26.6	16.935	11.6, 24.8	3.1695	-3.6, 9.5	3.0719, 3.267	<0.001	15.701 %	-25.899%, 45.024%		
Hematocrito (%)	61.879	39.6, 82.1	52.004	35.1, 75.1	9.903	-12.6, 28.4	9.550, 10.256	<0.001	15.833 %	-31.818%, 43.87%		
Eritrocitos (M/ $\mu$ L)	7.0192	5.07, 10.4	5.9525	4.02, 9.24	1.0792	-1.52, 3.46	1.0399, 1.1184	<0.001	15.278 %	-26.117%, 43.715%		

TABLA 7 RESUMEN DE LOS CAMBIOS OBSERVADOS PSOTERIOR A ERITROCITOAFÉRESIS

<sup>2</sup> El cambio se registra con relación al valor basal, por lo que un cambio positivo representa una disminución, en cambio un valor negativo representa *aumento* del valor medido.

Como objetivo secundario en este proyecto se buscó conocer el efecto que presentaba la eritrocitoaféresis terapéutica sobre las demás líneas celulares, para tal fin se analizaron los cambios en el número de plaquetas, y leucocitos en sus valores relativos y absolutos, se resumen en la siguiente tabla.

	Basal		Posterior a TEA		Diferencia		Cambio neto <sup>3</sup>		Cambio porcentual (respecto a basal)	
	Media	DE	Media	DE	IC 95%	p	Media	DE	Media	DE
Plaquetas (K/ $\mu$ L)	193.68	65.363	181.25	64.150	9.21, 15.28	<0.001	12.245	36.395	4.991	17.816
Leucocitos (K/ $\mu$ L)	7.03	2.07	7.096	2.143	-0.2227, 0.0272	0.125	-0.098	1.503	-3.27	21.87
Neutrófilos (%)	60.507	10.544	65.413	9.6042	-5.750, -4.308	<0.001	-5.029	8.463	-10.243	19.721
Neutrófilos (#)(K/ $\mu$ L)	4.344	1.843	4.7273	1.903	-0.5319, -0.3052	<0.001	-0.418	1.33	-15.129	37.425
Linfocitos (%)	27.13	9.562	22.936	8.306	3.550, 4.834	<0.001	4.192	7.528	11.746	35.129
Linfocitos (#)(K/ $\mu$ L)	1.832	0.68	1.543	0.664	0.2171, 0.3078	<0.001	0.262	0.532	11.746	35.129
Monocitos (%)	6.909	2.209	6.391	2.239	0.4043, 0.7311	<0.001	0.568	1.911	4.914	31.422
Monocitos (#)(K/ $\mu$ L)	0.4763	0.186	0.433	0.180	0.0272, 0.0496	<0.001	0.038	0.131	4.915	31.422
Eosinófilos (%)	2.797	2.397	2.615	1.907	0.0865, 0.3499	0.001	0.218	1.539	-5.592	74.04
Eosinófilos (#)(K/ $\mu$ L)	0.196	0.211	0.180	0.147	0.0037, 0.0299	0.012	0.017	0.153	-5.073	73.147
Basófilos (%)	0.910	0.606	0.692	0.486	0.1949, 0.2849	<0.001	0.24	0.526	18.695	5.038
Basófilos (#)(K/ $\mu$ L)	0.06	0.036	0.046	0.034	0.0125, 0.0179	<0.001	0.015	0.031	18.695	53.038

TABLA 8 RESUMEN DE LOS CAMBIOS OBSERVADOS POSTERIOR A LA ERITROCITOAFÉRESIS (LÍNEA BLANCA, DIFERENCIAL, Y PLAQUETAS)

Se estableció como objetivo secundario conocer cuál era la sintomatología prevalente previo a la eritrocitoaféresis, los resultados fueron:

<sup>3</sup> Ídem.

Se encontró registro en el expediente de existencia de sintomatología previo a sesión de eritrocitoaféresis en el 84.48 % de los (n=466), ausencia de registro en el 19.52 % (n=113), en ningún caso se constató que *no hubiera* sintomatología.

Síntoma	Frecuencia
Cianosis	323
Rubicundez	276
Disnea	263
Hipersomnias	181
Fatiga	134
Cefalea	133
Mareo	18
Parestesias	4
Prurito	1

TABLA 9 FRECUENCIA DE SINTOMATOLOGÍA PREVALENTE PREVIO A LA SESIÓN DE ERITROCITOAFÉRESIS

En la literatura encontramos la descripción de una fórmula que nos permite estimar cual será el volumen removido de eritrocitos, al aplicar dicha fórmula encontramos que la remoción esperada fue de promedio 907.05 mL DE 469.33, en tanto que lo que realmente se registro fue de 1179.3 mL DE 391.52 mL.

Asimismo, en el marco teórico encontramos un trabajo donde se había propuesto una fórmula para estimar el ER (*efficiency ratio*) para el procedimiento, al aplicar dicha fórmula encontramos que la eritrocitoaféresis terapéutica en nuestro hospital presenta un ER de 1.0634 DE 0.20157 (IC 95 1.0466, 1.0802,  $p < 0.001$ )



## DISCUSIÓN

---

En la revisión de la literatura encontramos que la prevalencia de SAOS en la ciudad de México es del 3% de la población, patología que se asocia a eritrocitosis secundaria, nuestro estudio encontramos una prevalencia del 25.14%, destacando que no es una población abierta(2).

Otra patología asociada a la eritrocitosis secundaria es la obesidad, esto por su repercusión sobre la mecánica ventilatoria. Se sabe que a nivel nacional la prevalencia en adultos es del 73.9%, en el presente estudio se encontró una prevalencia inferior, siendo esta del 57.39% de población en general(3).

En lo referente a la sintomatología prevalente se ha descrito malestar general, cefalea, alteraciones visuales, prurito, mareo, confusión, coagulopatías, no encontramos referencia a la frecuencia de presencia de las mismas, en nuestro estudio se encontró por orden de frecuencia: cianosis, rubicundez, disnea hipersomnia, fatiga, cefalea, mareo, parestesias, prurito.(5)

Se considera eritrocitosis un hematocrito  $> 60\%$  en hombres y hematocrito  $> 56\%$  en mujeres (6,7,9). El hematocrito encontrado previo al procedimiento distribuido por género, encontramos en mujeres un hematocrito medio de 61.587% (mínimo 43.8%, máximo 78.0%) y en hombres un hematocrito medio de 61.924% (mínimo 39.6%, máximo 82.1%). Destaca la presencia de procedimientos donde el hematocrito no fue un factor determinante para la realización del procedimiento terapéutico, en cuyo caso se realizó el mismo por la presencia de sintomatología asociada.

Se encuentra referencia donde una sola sesión de eritrocitoaféresis terapéutica puede disminuir el hematocrito hasta un rango de 42-45% en casos de policitemia vera, en el presente estudio se encontró un valor posterior medio de 52.004% (mínimo 35.1%, máximo 75.1%), dado que el contexto clínico no es el mismo, este resultado no se puede considerar como una falla, solo consideraríamos que dicho

procedimiento tiene menos efecto en el cambio en el hematocrito en los casos de eritrocitosis secundarias que en el caso de policitemia vera. (5).

En la literatura se describe la presencia de trombocitosis reactiva secundaria al proceso de flebotomía (4,5), en nuestro estudio encontramos que hubo una disminución estadísticamente significativa en el número de plaquetas posterior al procedimiento una reducción de 12.245 K/ $\mu$ L (IC-95 9.21, 15.28;  $p < 0.001$ ) sin llegar a un rango crítico que pudiera constituir un riesgo para el paciente, asimismo no se reportaron casos de hemorragia post procedimiento.

En la literatura se ha reportado procedimiento con extracción de hasta 1000 mL de volumen circulante incluso en pacientes mayores (13), en el presente estudio se encontró un volumen extraído promedio de 1172 mL (mínimo 233 mL, máximo 2695 mL), sin reportarse complicaciones serias.

Existe en la literatura un método para estimar el volumen eritrocitario que será removido en un procedimiento de eritrocitoaféresis terapéutica (14,16,17), al aplicar dicha fórmula encontramos que volumen estimado sería de 907.05 mL (mínimo -668.81 mL, máximo 3334.3 mL), el registro obtenido muestra que se removió un volumen de 1179.3 mL (mínimo 233 mL, máximo 2695 mL).

Existe un autor que propone una fórmula para establecer la eficiencia de la eritrocitoaféresis terapéutica comparada con la flebotomía, siendo un valor de 1 igual eritrocitoaféresis terapéutica que flebotomía, y cualquier valor  $> 1$  implicaría una ventaja de la eritrocitoaféresis terapéutica (14,17), al aplicar dicha fórmula encontramos una eficiencia de 1.063 (IC 95 1.0466, 1.0802,  $p < 0.001$ ), es decir, la eritrocitoaféresis es mejor que la flebotomía

En cuanto al tiempo esperado de intervalo entre flebotomías el descrito es de 20-60 días (18), para eritrocitoaféresis terapéutica se ha descrito re intervención en 2-7 meses, lo que encontramos fue una media de 60.42 semanas (mínimo 2, máximo 505 semanas)

## CONCLUSIONES

---

Como datos demográficos encontramos una población constituida 83% por hombres, y 17% mujeres.

La media de edad fue de 50.5 años, con una edad mínima de 16 y una máxima de 85 años.

Encontramos una prevalencia de obesidad del 57.39% de los pacientes a quienes se le realizó eritrocitoaféresis terapéutica, esto mediante cálculo de IMC, en las notas no se consignó la obesidad como patología en todos los casos.

La patología subyacente a la eritrocitosis secundaria se encontró, en orden de frecuencia, neumopatías, patología renal, cardiopatías. Y de estas, destaco por su frecuencia, EPOC que constituyo la causa subyacente en el 48.09% de los casos

Al termino del presente estudio se encontró que se realizaron 579 procedimientos de eritrocitoaféresis, en 203 pacientes. Con un promedio de 2.88 procedimientos / paciente. Siendo el mínimo 1 procedimiento, y el máximo 12 procedimientos.

El tiempo medio transcurrido entre un procedimiento y el siguiente, o en su defecto hasta la fecha límite del estudio o la pérdida del paciente fue de 60.42 semanas (IC-95%, 48.290, 72.559), Tiempo que se encuentra muy por encima de lo reportado en la literatura.

En promedio se retiró un 23.68% del volumen circulante (1179 mL promedio, mínimo 233 mL, máximo 2695 mL). Con el fin de evitar efectos adversos por la depleción de volumen, se repuso volumen circulante con solución salina hasta lograr un balance casi neutro (-46.49 mL promedio).

Se encontró efectos adversos asociados al procedimiento en un 4.32% de los casos (25 pacientes), siendo la más frecuente hipotensión, no se reportaron casos fatales, no se reportaron efectos adversos severos.

Referente a los cambios observados en la biometría hemática encontramos que el cambio en la Hb fue una reducción de 3.169 g/dL (IC-95 3.0719, 3.267;  $p < 0.001$ ),

en el Hct la disminución fue de 9.903% (IC-95 9.550, 10.256;  $p < 0.001$ ), y la disminución en la masa eritrocitaria de 1.079 M/ $\mu$ L (IC-95 1.0399, 1.1184).

Dentro del objetivo secundario encontramos que con las plaquetas presentaron una reducción de 12.245 K/ $\mu$ L (IC-95 9.21, 15.28;  $p < 0.001$ ) los leucocitos totales presentaron un aumento de 0.098 K/ $\mu$ L (IC-95 -0.223, 0.027,  $p = 0.125$ ), que debe de interpretarse como aumento, sin significancia estadística. Este aumento fue proporcionado por los neutrófilos ya que todas las demás líneas celulares presentaron un descenso en las mismas. (véase Tabla 8)

Encontramos que los pacientes tenían sintomatología clínica al momento del procedimiento en un 84.48% ( $n=466$ ), y la sintomatología prevalente más importante fue cianosis ( $n=323$ ), rubicundez ( $n=276$ ), disnea ( $n=263$ ).

Comparado con la literatura, encontramos que en nuestro hospital la eritrocitoaféresis terapéutica presenta un *ER* de 1.0634 (IC 95 1.0466, 1.0802,  $p < 0.001$ ), siendo cualquier valor  $> 1$  mejor que la flebotomía.

En el rubro del costo de la eritrocitoaféresis terapéutica comparado con la flebotomía, no fue posible obtener los costos por procedimiento al interior de nuestra institución, sin embargo, se extrapola la información obtenida del marco teórico, con lo cual el costo estimado sería por año: flebotomía 20,000\$ paciente/año (929 euros, 71 € x 13 sesiones/año), contrastado con la eritrocitoaféresis terapéutica 4,600\$ paciente/año (251€ x 0.86 sesiones/año)

Podemos concluir de acuerdo a lo observado en nuestro hospital, que la eritrocitoaféresis terapéutica proporciona un tiempo libre de síntomas mayor que la flebotomía, presenta un mínimo de efectos adversos, y genera un costo menor al instituto.

Como conclusión secundaria, encontramos que la eritrocitoaféresis terapéutica no generó alteraciones significativas en las demás líneas celulares de la sangre.

# ANEXOS

## HOJA DE CAPTURA DE DATOS

Primera-vez	Seguimiento	No.
Fecha	Fecha	



Ficha de Identificación					
No-Consecutivo					
Nombre					
NSS					
Sexo					
Edad					
Gpo-Sanguíneo					
Servicio-envío					
Domicilio					
Clínica adscripción					
teléfono					
Peso-(Kg)					
Talla-(m)					
ASC-(m²)					
Dx-Hematológico					
Dx-Principal					
Otros-Dx					
Otros-medicamentos					
Estatus-(vivo/muerto/perdido)					
Últimos lab y fecha	F	E	H	Hc	
Procedimiento					
Ficha Técnica del procedimiento					
Tiempo de realización			Volumen reposición		
Volemia			Solución reposición		
Volumen procesado			Balance		
Volumen extraído			Anticoagulante		
Equipo			Volumen de anticoagulante		
Efectos adversos			Hipocalcemia		
			Hipotensión		
			Mareo		
			Otros-Venopunción		

xx	Bioquímico	Hb	
		Hct	Hc
Previa	x	Hct	Hc
		Erit	Hc
		Plq	Hc
		Leu	Hc
		Neu	Hc
		Linf	Hc
		Eo	Hc
		Bas	Hc
		Mo	Hc
		Clínico	Disnea
	Cianosis		Hc
	Fatiga		Hc
	Mareo		Hc
	Cefalea		Hc
	Signos-vitales	Parestias	Hc
Prurito		Hc	
Hipersomni		Hc	
Rubicundez		Hc	
Tax		Hc	
	Fc	Hc	
	Tx	Hc	
	FR	Hc	
	S% S%	Hc	

Posterior	Bioquímico	Hb	
		Hct	Hc
x	x	Hct	Hc
		Erit	Hc
		Plq	Hc
		Leu	Hc
		Neu	Hc
		Linf	Hc
		Eo	Hc
		Bas	Hc
		Mo	Hc
		Signos-vitales	Tax
Fc	Hc		
Tx	Hc		
FR	Hc		
S% S%	Hc		

## FORMULARIO

### VOLUMEN SANGUÍNEO TOTAL

Fórmula de Nadler (26)

$$\text{Hombres} = 0.3669 * \text{Alt } m^3 + 0.03219 * \text{Peso}(kg) + 0.6041$$

$$\text{Mujeres} = 0.3561 * \text{Alt } m^3 + 0.03308 * \text{Peso}(kg) + 0.1833$$

Regla de los Cinco de Gilcher (26)

<b>Vol. Sanguíneo (mL/kg)</b>	<b>Obeso</b>	<b>delgado</b>	<b>normal</b>	<b>musculoso</b>
<b>Hombre</b>	60	65	70	75
<b>Mujer</b>	55	60	65	70
<b>Infante</b>			80/70	

Volumen sanguíneo de acuerdo a la edad (26)

<b>Edad</b>	<b>Vol. Sanguíneo Aprox (mL/kg)</b>
<b>Neonato prematuro</b>	90-105
<b>Neonato de termino</b>	80-90
<b>Infante &gt; 3 meses</b>	70-75
<b>Adultos masculino</b>	70
<b>Adulto femenino</b>	65

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

1. McMullin MF, Bareford D, Campbell P, Green a R, Harrison C, Hunt B, et al. Guidelines for the diagnosis, investigation and management of polycythaemia/erythrocytosis. *Br J Haematol*. 2005 Jul;130(2):174–95.
2. Carrillo Alduenda JL, Arredondo del Bosque FM, Reyes Zuñiga Ma, Castorena Maldonado A, Vazquez Garcia JC, Torre-Bouscoulet L. Síndrome de apnea obstructiva del sueño en poblacion adulta. *Neumol Cir Torax*. 2010;69(2):103–15.
3. Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A C-NL, Romero-Martínez M H-ÁM. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. 2nd ed. Oropeza Abúndez C, editor. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Publica; 2013. 192 p.
4. Wedzicha A, Rudd RM, Apps MCP, Cotter FE, Newland AC, Empey DW. Erythrapheresis in patients with polycythaemia secondary to hypoxic lung disease. *Br Med J*. 1983;286:511–4.
5. Valbonesi M, Bruni R. Clinical application of therapeutic erythrocytapheresis (TEA). *Transfus Sci*. 2000;22(3):183–94.
6. Johansson P, Safai-Kutti S, Lindstedt G, Suurkõla M, Kutti J. Red cell mass, spleen size and plasma erythropoietin in polycythaemia vera and apparent polycythaemia. *Acta Haematol*. 2002;108(1):1–7.
7. Gómez- Almaguer D. associated with improved overall survival without increasing GVHD in reduced intensity conditioning allogeneic transplant recipients with clinically advanced disease. *J Clin ....* 2013;28(July):349–55.
8. Lorberboym M, Rahimi-Levene N, Lipszyc H, Kim CK. Analysis of red cell mass and plasma volume in patients with polycythemia. *Arch Pathol Lab Med*. 2005;129(1):89–91.
9. Fairbanks VF, Tefferi a. Normal ranges for packed cell volume and hemoglobin concentration in adults: relevance to “apparent polycythemia”.

Eur J Haematol. 2000;65(5):285–96.

10. Sirhan S, Fairbanks VF, Tefferi A. Red cell mass and plasma volume measurements in polycythemia: Evaluation of performance and practical utility. *Cancer*. 2005 Jul 1;104(1):213–5.
11. Andréasson B, Wahlström E, Jacobsson S, Björkholm M, Samuelsson J, Birgegård G, et al. The measurement of venous haematocrit in patients with polycythaemia vera. *J Intern Med*. 1999;246(3):293–7.
12. Choe WH, Park BG, Lee K, Lee J, Lee J, Kwon S. Automated Double Red-Cell Phlebotomy for the Treatment of Erythrocytosis. *J Clin Apher*. 2012;27(27):255–9.
13. Rombout-Sestrienkova E, van Noord PAH, van Deursen CTBM, Sybesma BJPH, Nillesen-Meertens AEL, Koek GH. Therapeutic erythrocytapheresis versus phlebotomy in the initial treatment of hereditary hemochromatosis - A pilot study. *Transfus Apher Sci*. 2007 Jun;36(3):261–7.
14. Evers D, Kerkhoffs JL, Van Egmond L, Schipperus MR, Wijermans PW. The efficiency of therapeutic erythrocytapheresis compared to phlebotomy: A mathematical tool for predicting response in hereditary hemochromatosis, polycythemia vera, and secondary erythrocytosis. *J Clin Apher*. Wiley-Liss Inc.; 2014;29:133–8.
15. Marques MB, Singh N, Reddy VVB. Out With the Bad and in With the Good ; Red Cell Exchange , White Cell Reduction , and Platelet Reduction. *J Clin Apher*. 2014;29:220–7.
16. Vecchio S, Leonardo P. A comparison of the results obtained with traditional phlebotomy and with therapeutic erythrocytapheresis in patients with erythrocytosis. *Blood Transfus*. 2007 Jan;5(1):20–3.
17. Evers D, Kerkhoffs J, Van Egmond L, Wijermans PW. efficiency of therapeutic erythrocytapheresis compared to phlebotomy: A mathematical tool for predicting response in hereditary hemochromatosis, polycythemia vera,. *Transfus Apher Sci*. Wiley-Liss Inc.; 2013 Apr;48:187.



18. Liu H, Liu H, Shen J, Sun C, Guo C, Lin H, et al. A clinical analysis of erythrocytapheresis for the treatment of polycythemia. *Transfus Apher Sci*. Elsevier Ltd; 2013 Apr;48:229–33.
19. Winters JL. Brief Report American Society for Apheresis Guidelines on the Use of Apheresis in Clinical Practice : Practical , Concise , Evidence-Based Recommendations for the Apheresis Practitioner. *J Clin Apher*. 2014;29:191–3.
20. Ullrich H, Fischer R, Grosse R. Erythrocytapheresis: Do Not Forget a Useful Therapy! *Transfus Med*. 2008 Jan;35(1):24–30.
21. Ward DM. Conventional apheresis therapies: a review. *J Clin Apher*. 2011;(26):230–8.
22. Bravo Lindoro A, Mendez Jacome DL, Medina Macias ML, Bejar Ramirez Y, Sanchez Guerrero S. Aféresis terapéutica. *Rev Medica Inst Mex del Seguro Soc*. 2006;44(2):77–80.
23. Anaya Fdez.-Lomana F. Manual de aféresis terapéutica. 1st ed. Querreda Rodriguez-Navarro C, editor. Barcelona: PlusMedical; 2012.
24. Borberg H. Quo vadis haemapheresis. Current developments in haemapheresis. *Transfus Apher Sci*. 2006 Feb;34:51–73.
25. Rombout-Sestrienkova E, Nieman FHM, Essers BAB, Van Noord P a H, Janssen MCH, Van Deursen CTBM, et al. Erythrocytapheresis versus phlebotomy in the initial treatment of HFE hemochromatosis patients: Results from a randomized trial. *Transfusion*. 2012 Mar;52:470–7.
26. Neyrinck MM, Vrielink H, And on behalf of the Joint Task Force for Education and Certification. Calculations in Apheresis. *J Clin Apher*. 2015;30(1):38–42.