

## Hemodilución Isovolumétrica Aguda en Cirugía Correctora de Paladar Hendido Secundario en Escolares

Dr. José Luis Carranza-Cortés \*

\*Director de Estudios de Posgrado

Área de la Salud

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Dirección:

Boulevard 20 de Noviembre No. 154

Colonia Valle del Sol

Puebla, México. C.P. 72565

ocarranza83@yahoo.com

### Resumen

**Antecedentes.** La hemodilución isovolumétrica aguda es un método utilizado para el ahorro de sangre homóloga. **Objetivo.** El objetivo de este estudio fue el del ahorro de sangre homóloga en pacientes en edad escolar, sometidos a corrección de paladar hendido secundario con hemodilución isovolumétrica aguda. **Material y Método.** Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal, de diseño abierto, en pacientes sometidos a hemodilución isovolumétrica aguda, los cuales cubrieron los criterios de inclusión. La solución utilizada para el reemplazo de sangre fue el polimerizado de gelatina al 3.5%, en una proporción de 1.2 mL/ 1 mL de sangre extraída. Se analizaron las variables hemodinámicas y gasométricas en varios tratamientos, mediante ANOVA de medidas repetidas. **Resultados.** Se estudiaron un total de 36 pacientes, considerados como ASA I, con una edad promedio de 10.77 años ( $\pm$  DS 1.92) con un peso de 32.22 kg  $\pm$  7.82. Se realizó una flebotomía promedio de 418.66 mL  $\pm$  145.44 mL, que corresponde al 18.85% del volumen sanguíneo total, con una reposición promedio con poligelina al 3.5% de 502.38 mL ( $\pm$  DS 145.44 mL). Existió un incremento de la frecuencia cardíaca, de 12.09 y de 9.74 % en las etapas transoperatoria y final respectivamente. El volumen urinario promedio fue de 2.21 mL/kg/h ( $\pm$  DS 0.25 mL). Se observó datos de acidosis metabólica durante la fase de posthemodilución. Las variables de hemoglobina y hematocrito durante las fases basal y final, se analizaron mediante "T" Pareada con  $p < 0.05$ , sin evidenciar diferencias significativas. Se obtuvo un ahorro de sangre homóloga del 100%. **Conclusiones.** La hemodilución isovolumétrica aguda es una técnica de ahorro de sangre homóloga que se puede aplicar en pacientes con edad escolar. Se demostró su utilidad, sin encontrarse complicaciones durante el postoperatorio.

**Palabras Clave:** Hemodilución isovolumétrica, Autotransfusión, Polimerizado de Gelatina, Escolares.

### Abstract

**Background.** Perioperative blood conservation methods involve the use of several forms of autologous blood transfusion as well as some medicines and topical haemostatic agents that reduce blood loss during surgical procedures. The acute isovolemic hemodilution is one of those methods used to save homologous blood during surgery. **Objective.** This study was designed to evaluate the usefulness of acute isovolemic hemodilution in pediatric patients scheduled for corrective surgery of the cleft palate. **Materials and method.** A descriptive, longitudinal study, open design, in ASA I pediatric patients who fulfilled the inclusion criteria for acute isovolemic hemodilution was made. The intravenous fluid used for blood replacement was 3.5 % gelatin, in a proportion of 1.2 mL / 1 mL of collected blood. The haemodynamic and gasometric variables were analyzed, by means of ANOVA of repeated measures. **Results.** A total of 36 patients, with a mean age of 10.7  $\pm$  1.9, and mean weight 32.2  $\pm$  7.82 kg. A blood extraction of 418.6  $\pm$  145.4 mL was made through a phlebotomy. This volume corresponded to the 18.85 % of total blood volume, and was replaced with 3.5% poligeline in a volume of 502.38  $\pm$  145.44 mL. There was an increase of the cardiac frequency of 12.09 and 9.74 % during the anesthesia and at the end of the surgical procedures. The urinary volume was of 2.21 mL/kg/h  $\pm$  0.25. There was metabolic acidosis during the post hemodilution. Hemoglobin and hematocrit did not show significant differences. A saving of 100 % of homologous blood was obtained. **Conclusions:** The HIA is a technique of saving homologous blood that can be applied in patients within scholastic age. In this study was demonstrated its usefulness, without no complications.

**Key words:** Acute isovolemic hemodilution, autotransfusion, child.

## Introducción

La hemodilución isovolémica aguda (HIA), es una técnica que reduce la transfusión de sangre homóloga durante la cirugía, preferentemente la cirugía de tipo electivo. La sangre extraída de la flebotomía, es repuesta con productos asanguíneos para mantener el volumen, y esto provee una reserva de sangre autóloga para ser reinfundida al final de la fase sangrante de la intervención quirúrgica.

Se ha informado el uso de HIA en pediatría 1,2 en donde se ha obtenido, de acuerdo a estos autores ahorro de sangre homóloga. Por otra parte, también se refieren efectos benéficos al disminuir la viscosidad sanguínea, como es la disminución de la postcarga, con incremento de la precarga, del volumen latido y del gasto cardíaco. Pueden ser utilizados dos tipos de soluciones de reemplazo en la hemodilución isovolémica; cristaloides (ringer lactado) y coloides (gelatinas, dextranos). Las soluciones cristaloides tienen una difusión rápida en el espacio intravascular, se distribuyen en un 25%, y su vida media es de 90 a 120 minutos. Su utilización en la hemodilución isovolémica como solución de reemplazo, es en una proporción de 3 mL, por cada mL de sangre extraída por la flebotomía.<sup>3</sup>

Con la administración de coloides como son los dextranos (40 y 70%), en los procedimientos de hemodilución, se ha observado un incremento en la viscosidad del plasma que pudiera ser por disminución de la formación de "Rouleaux". Estas discrepancias según algunos autores, pueden ser atribuidas en parte al incremento en el agua intravascular, que resulta, de un aumento en la presión coloidosmótica y una disminución en la concentración de proteínas.<sup>4</sup>

Se han sugerido otro tipo de soluciones coloides, como es el caso del polimerizado de gelatina al 3.5%. Su uso ha sido principalmente en pacientes adultos. Algunos autores<sup>5,6</sup> han reportado un aceptable comportamiento hemodinámico y estabilidad en el patrón gasométrico, que sugiere que no existe compromiso en el transporte de oxígeno, a pesar que se extraen mayores cantidades de sangre durante la flebotomía. Las ventajas del polimerizado de gelatina es que no existe una dosis tope para su administración, tiene una permanencia en el espacio intravascular de 3 a 4 horas, y sin grandes repercusiones sobre la coagulación. Las características fisicoquímicas del polimerizado de gelatina al 3.5%, le confieren ventajas sobre las soluciones cristaloides, razón por la cual este coloide cubre el perfil para ser administrado en los procedimientos de HIA, en los pacientes en edad escolar.

El objetivo general de este estudio fue determinar si con la realización de HIA, en los pacientes con edad escolar, existe ahorro de sangre homóloga, y además observar el comportamiento hemodinámico y gasométrico durante toda la fase de la hemodilución.

## Material y método

Se realizó un estudio descriptivo, prospectivo, longitudinal de diseño abierto, en 18 pacientes de edad escolar, sometidos a cirugía correctora de paladar hendido secundario, con aplicación de injerto autólogo, con tres sitios donadores que fueron la cresta iliaca, calota y el mentón. Todos tenían una edad comprendida entre 9 a

12 años, con estado físico (ASA) I-II, con cifras mínimas de hemoglobina y hematocrito de 12 gr/dL y 36%/dL, respectivamente, con tiempos de tendencia hemorrágica normales, y que los padres aceptaran por escrito el procedimiento.

Los pacientes fueron analizados desde la consulta preanestésica. El día de la intervención quirúrgica se les administró el siguiente régimen: preinducción con nalbufina 300 µg/kg, 30 minutos antes de la inducción. La inducción anestésica se hizo con tiopental sódico 7 mg/kg, lidocaína 2 mg/kg, y bromuro de pancuronio 100 µg/kg. Se realizó una inducción de secuencia lenta, con duración de cuatro minutos, con intubación nasotraqueal, el cual fue asegurado junto con el circuito Bain a la cabeza del paciente, con una venda de 10 cm. El mantenimiento de la anestesia fue con isoflurano-oxígeno, y bromuro de pancuronio (20 µg kg cada 30 minutos). Posterior a la intubación nasotraqueal, se canalizó la arteria radial previa prueba de Allen. Esta vía fue utilizada para realizar la flebotomía, para toma de muestra sanguínea para gasometría arterial, y para la medición de la presión arterial media directa (PAMd). Se realizó además la cateterización de la vena subclavia mediante técnica de Aubaniac, con la finalidad de realizar a través de esta vía, la medición de la presión venosa central (PVC). Se colocó sonda vesical para la medición de volúmenes urinarios por hora.

La flebotomía fue calculada de la siguiente forma:

A los pacientes que presentaron cifras de hemoglobina mayores de 12 gr/dL, se les extrajo el 15% del volumen sanguíneo total (VST).

A los pacientes que presentaron 12 gr de hemoglobina, se les extrajo el 15% del VST.

El cálculo del VST fue de 70 mL/kg

La solución de reemplazo utilizada fue el polimerizado de gelatina al 3.5%, en una proporción de 1.2 mL/1 mL de sangre extraída.

La reposición de las pérdidas hemáticas transoperatorias se realizó con el mismo coloide a razón de 1 mL/1 mL de sangre perdida. Se utilizó el esquema de Berry, y la exposición al trauma quirúrgico fue calculada a razón de 4 mL + 2mL (trauma cerrado) = 6 mL/kg/h, los cuales así como los volúmenes urinarios se repusieron con solución de ringer lactado, a razón de 1 mL/1 mL. Se analizaron las variables hemodinámicas, en cuatro fases que fueron: F1 = basal (después de la intubación nasotraqueal y antes de la flebotomía), F2 = posthemodilución (después de realizada la flebotomía), F3 = transoperatorio y F4 = final (después de la retransfusión sanguínea).

Las variables gasométricas se analizaron en tres fases que son: F1 = basal (después de la intubación nasotraqueal y antes de la flebotomía), F2 = posthemodilución (después de realizada la flebotomía), F3 = final (después de la retransfusión sanguínea).

La retransfusión de la sangre autóloga fue al finalizar la fase sangrante de la intervención quirúrgica. Se transfundió la sangre con un equipo normal de venoclisis (sin filtro), para facilitar el paso de las plaquetas y elementos formes.

El índice estadístico utilizado para analizar los resultados de estas variables paramétricas, fue mediante ANOVA de medidas repeti-

das, con una  $p < 0.05$ . Las variables de hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hto), se analizaron en tres fases (F1,F2,F3), mediante ANOVA de medidas repetidas con una  $p < 0.05$ , y en dos fases que fue la basal y la final, mediante "T" Pareada con una  $p < 0.05$ . Se analizaron además las pruebas de tendencia hemorrágica (tiempo de tromboplastina), en dos fases que fueron: T1 que es la basal; y T2 que es a las 12 horas del postoperatorio. A estas variables se le aplicó como índice estadístico "T" pareada con una  $p < 0.05$ .

## Resultados

Se estudiaron 18 pacientes pediátricos en edad escolar, considerados como estado físico I (ASA), con una edad de promedio de 10.77 años ( $\pm$  DE 1.92), con peso promedio de 32.22 kg ( $\pm$  DE 7.82 kg). Se realizó una flebotomía de 418.66 mL ( $\pm$  DE 61.2 mL), con una reposición promedio con la solución de reemplazo de 502.30 mL ( $\pm$  DE 45.44 mL). El sangrado transoperatorio promedio fue de 350 mL ( $\pm$  DE 42.13 mL), que corresponde al 15.51% del VST. Las variables hemodinámicas tuvieron el siguiente comportamiento: la frecuencia cardíaca (FC), en la fase final tuvo un incremento del 9.74%. La presión arterial sistólica (PAS), presentó una disminución en la fase posthemodilución y final de 12 y 4% respectivamente. La presión arterial diastólica (PAD), tuvo una disminución en la fase posthemodilución y final de 3.94% y de 0.7% respectivamente. La PAMd muestra una disminución en la fase posthemodilución de 8.55%, y en la final de 2.21%. La PVC mostró incremento durante las fases de poshemodilución y final. Estas variables no muestran diferencias estadísticamente significativas, y están representadas en la tabla 1, en valores de media aritmética  $\pm$ , desviación estándar, analizadas mediante ANOVA, con  $p < 0.05$ . Los volúmenes urinarios promedio fueron de 2.21 mL/kg/h ( $\pm$  DE 0.93).

Tabla 1. Comportamiento hemodinámico. ANOVA  $p < 0.05$ . Valores en media aritmética  $\pm$  desviación estándar.

| Variable | Basal             | Post HIA         | Trans operatorio | Final            | p < 0.05 |
|----------|-------------------|------------------|------------------|------------------|----------|
| FC       | 94.66 $\pm$ 13.91 | 91.33 $\pm$ 5.32 | 106.1 $\pm$ 11.6 | 103 $\pm$ 9.93   | NS       |
| TAS      | 111.1 $\pm$ 7.81  | 97.7 $\pm$ 8.33  | 84.4 $\pm$ 7.26  | 106.6 $\pm$ 9.93 | NS       |
| TAD      | 70.5 $\pm$ 7.26   | 67.7 $\pm$ 8.3   | 58.8 $\pm$ 7.81  | 82.18 $\pm$ 8.6  | NS       |
| PAMd     | 84.04 $\pm$ 5.71  | 77.02 $\pm$ 6.90 | 67.37 $\pm$ 7.21 | 82.18 $\pm$ 8.66 | NS       |
| PVC      | 6.6 $\pm$ 1.14    | 9.02 $\pm$ 1.22  | 8.4 $\pm$ 2.79   | 7.6 $\pm$ 1.51   | NS       |

El reporte gasométrico muestra en los rubros del pH, HCO<sub>3</sub> y exceso de base, modificaciones en la fase de la posthemodilución que sugieren acidosis metabólica. El patrón respiratorio; saturación de oxígeno (SatO<sub>2</sub>), presión arterial de oxígeno (PaO<sub>2</sub>), y presión arterial de bióxido de carbono (PaCO<sub>2</sub>), tuvieron un comportamiento normal. Estas variables están representadas en valores de media aritmética  $\pm$  desviación estándar en la tabla 2. También analizadas mediante ANOVA,  $p < 0.05$ . No evidencian diferencias estadísticamente significativas.

La Hb y el Hto muestran el siguiente análisis; la Hb con un valor de T = 1.50, grado de libertad de = 2.1098, y una zona de rechazo de 1.06 a 6.4, encontrándose dentro de la zona de rechazo, de tal forma que no existe diferencia significativa. El Hto con valor de T = 0.60, grado de libertad de = 2.1098, y una zona de rechazo de -31.22 a 17.22, cayendo dentro de la zona de rechazo, por lo que no se considera que existan diferencias significativas. Estos resul-

| Tabla 2. Patrón gasométrico. ANOVA $p < 0.05$ . Valores en media aritmética $\pm$ DE |                  |                  |                  |          |
|--|------------------|------------------|------------------|----------|
| Variable   | Basal            | Post HIA         | Final            | p < 0.05 |
| SatO <sub>2</sub>  | 98.8 $\pm$ 0.88  | 99.84 $\pm$ 0.05 | 99.1 $\pm$ 0.76  | NS       |
| PaO <sub>2</sub>   | 403 $\pm$ 43.14  | 407.5 $\pm$ 28.3 | 315.4 $\pm$ 32.1 | NS       |
| PaCO <sub>2</sub>  | 36.02 $\pm$ 1.36 | 36.9 $\pm$ 0.84  | 36.95 $\pm$ 8.33 | NS       |
| HCO <sub>3</sub>   | 20.05 $\pm$ 3.63 | 18.72 $\pm$ 1.42 | 20.25 $\pm$ 2.62 | NS       |
| pH   | 7.32 $\pm$ 0.05  | 7.3 $\pm$ 0.03   | 7.36 $\pm$ 0.02  | NS       |
| Exceso base  | -3.2 $\pm$ 1.2   | -6.25 $\pm$ 2.51 | -4.7 $\pm$ 3.3   | NS       |

tados están representados en las figuras 1 y 2, en valores de media aritmética  $\pm$  desviación estándar.

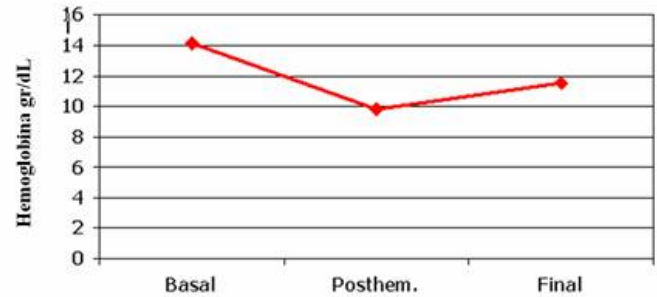


Figura 1. Hemoglobina (gr/dL). ANOVA  $p < 0.05$ . Valores en media aritmética  $\pm$  desviación estándar. Basal = 14.15  $\pm$  1.30. Posthemodilución = 9.82  $\pm$  1.29. Final = 11.55  $\pm$  0.78

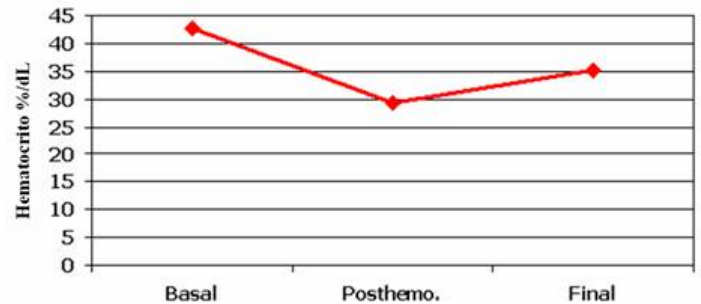


Figura 2. Hematocrito (%/dL). ANOVA  $p < 0.05$ . Valores en media aritmética  $\pm$  desviación estándar. Basal = 42.68  $\pm$  3.98. Posthemodilución = 29.16  $\pm$  3.63. Final = 35.12  $\pm$  2.51.

Los resultados de las pruebas de tendencia hemorrágica son los siguientes:

tromboplastina parcial basal promedio de 11.14 segundos ( $\pm$  DE 0.89), final 13.44 ( $\pm$  DE 1.37), sin diferencias estadísticamente significativas.

No se presentaron complicaciones durante todo el perioperatorio. Se obtuvo un ahorro de sangre homóloga del 100%.

## Discusión

La primera ventaja fisiológica que resulta de la hemodilución isovolémica aguda, es la reducción de la viscosidad sanguínea. La contribución del plasma para la viscosidad de la sangre es por la presencia de fibrinógeno y alfa 2 globulinas. Estas proteínas determinan la interacción de célula a célula in vivo, por ejemplo, la tendencia hacia la formación de "rouleaux". Bajando las concentraciones en el plasma de estas dos proteínas, disminuye la viscosidad de la sangre.<sup>7</sup>

La hemodilución al disminuir la viscosidad sanguínea, disminuye la poscarga, e incrementa el gasto cardiaco por un segundo mecanismo. Con los valores de hematocrito, el gasto cardiaco varía inversamente. De tal forma que el gasto cardiaco es el principal mecanismo fisiológico compensatorio, para mantener el equilibrio del oxígeno durante la hemodilución isovolémica aguda.<sup>8</sup>

En este estudio se demostró que existió una buena respuesta fisiológica a la disminución del hematocrito. Hubo un comportamiento hemodinámico adecuado, sobre todo en la fase de posthemodilución. En la fase transoperatoria encontramos taquicardia que puede ser compensatoria a la hipotensión arterial y a hipovolemia transitoria.

El comportamiento de las variables gasométricas, muestran en el patrón metabólico modificaciones sugerentes de acidosis metabólica por hipoperfusión tisular, que pueden corresponder a estas etapas transitorias de hipovolemia. Estas variaciones pueden ser por dos factores principales:

La administración de polimerizado de gelatina para reemplazo de la flebotomía, que fue de 1.2 mL/mL de sangre extraída, no fue suficiente.

A pesar de que la reposición del sangrado transoperatorio se realizó también con esta solución coloidal, en proporción de 1 mL/ 1 mL de sangre perdida, no fue suficiente. El comportamiento de la PVC en la fase final, corrobora esta hipótesis.

En un estudio de Fontana y colaboradores,<sup>9</sup> en donde utilizan la hemodilución isovolémica aguda en niños, sometidos a fusión espinal, reportan etapas de acidosis metabólica, principalmente cuando el nivel de hematocrito era más bajo. Sin embargo estos mismos autores encontraron en estas mismas etapas un incremento en el índice cardiaco, con una adecuada repercusión sobre la oxigenación sistémica, señalando además un importante ahorro de sangre. En nuestro estudio, en lo que respecta a la reposición de las pérdidas insensibles y la exposición quirúrgica, que fue de 6 mL/kg/h, mas el esquema de Berry, y la reposición de los volúmenes urinarios, consideramos fue adecuada. La indicación de utilizar soluciones cristaloides para este fin, esta documentada.<sup>10</sup>

Los hallazgos en las pruebas de tendencia hemorrágica son considerados como adecuados, toda vez que las variaciones son normales y están apegadas al rango de seguridad. Este resultado nos otorga confianza al utilizar el polimerizado de gelatina para este propósito, ya en otros estudios de hemodilución en adultos, que realizó nuestro grupo de trabajo, encontramos resultados similares.<sup>11,15</sup>

Se concluye mencionando que a pesar de haberse realizado flebotomías no muy grandes (418.6 mL), se obtuvo un ahorro de

sangre homóloga del 100%. Además se encontró un sangrado transoperatorio que correspondió al 15.51% del VST, lo que demuestra que el área anatómica del paladar es una zona muy vascularizada, y que existen pérdidas hemáticas dignas de ser consideradas. Finalmente me atrevo a sugerir a la HIA como técnica de ahorro de sangre homóloga, para aquellas intervenciones quirúrgicas en pacientes en edad escolar, en donde se sospechen pérdidas hemáticas mayores del 10% del VST.

## Referencias

1. Villagrà F, De León JP, Collado R, Alonso A. Hemodilución total en niños en la cirugía correctora de las cardiopatías congénitas (I). Estudio Prospectivo en niños de peso superior a 12 kg. *Rev Española Cardiol* 1987;40:28-34.
2. Villagrà F, De León JP, Collado R, Español R. Hemodilución total en niños en la cirugía correctora de las cardiopatías congénitas (II). Estudio prospectivo en niños de peso inferior a 12 kg. *Rev Española Cardiol* 1987;40:35-40.
3. Schaller RT, Scahaller J, Morgan A, Furman EB. Hemodilution anesthesia: a valuable aid to major cancer surgery in child. *Am J Surg* 1983;146:79-84.
4. Messmer K, Sunder- Plassmann L. Hemodilution. *Prog Surg* 1974;13:208- 211.
5. Carranza CJL. Hemodilución intencional normovolémica con polimerizado de gelatina al 3.5%. *Anest Méx* 1990;2:160-168.
6. Carranza CJL, Maldonado NG, Flores GJA. Transfusión de sangre autóloga: predepósito y hemodilución isovolémica en cirugía ortognática. *Anest Méx* 1991;3:182-190.
7. Messmer K. Hemodilution. *Surg Clin North Am* 1975;55:659- 663.
8. Messmer K, Sunder- Plassmann L, Klovekorn WP, Holper K. Circulatory significance of hemodilution: rheological changes and limitations. *Adv Microcir* 1972; 4:1-6.
9. Fontana JL, Welborn L, Morgan PD, Sturm P, Martin G, Bunker R. Oxygen consumption and cardiovascular function in children during profound intraoperative normovolemic. *Anesth Analg* 1985;80:219- 25.
10. Berry FA. Practical aspect of fluid and electrolyte therapy. *Anesthetic management of difficult and routine pediatric patients*. New York. Churchill Livingstone 1986, pag 107.
11. Carranza CJL, Flores GJA. Poligelina- Dextrán 40. En procedimientos de hemodilución isovolémica y autotransfusión transoperatoria. *Anest Méx* 1991;3:167-174.
12. Carranza CJL, Martínez DMB, Cobos GAC. Efecto de las soluciones de reemplazo sobre el gasto cardiaco en pacientes con hemodilución isovolémica aguda. *Anest Mex* 1997;9:10-14.
13. Carranza CJL, Carvajal SI, Mendoza S JI. Hemodilución isovolémica en el paciente de la tercera edad: Un análisis del gasto cardiaco y de la oxigenación sistémica. *Rev Mex Anest* 1999;22:185-189.
14. Carranza CJL, Doger GE. Hematocrito menor de 20% inducido mediante hemodilución isovolémica: efecto sobre el comportamiento hemodinámico y gasométrico. *Anest Méx* 2000;12:20-24.
15. Carranza CJL, Benavides BR. Hemodilución isovolémica como un recurso para ahorro de sangre homóloga en el paciente oncológico quirúrgico. *Anest Mex* 2000;12:29- 33.