

Hemodilución Isovolumétrica: Un Método para Ahorro de Sangre Homóloga en Cirugía Pediátrica

José Luis Carranza Cortes*, Miguel Angel Rivera Dinorin**

RESUMEN

El objetivo de este estudio es presentar una alternativa de ahorro de sangre homóloga en cirugía pediátrica. Se presenta un estudio prospectivo en 10 pacientes escolares ($N = 10$), valorados como ASA I, con un peso 28 ± 10.44 kg, edad 9 ± 2.64 años, con una sangría de 743.33 ± 274.65 ml, con una reposición con polimerizado de gelatina al 3.5% de 1113.33 ± 413.56 ml. Se observó un buen comportamiento hemodinámico, y en el patrón gasométrico datos de acidosis metabólica sin llegar a alcanzar significación estadística. La Hb y el Ht presentan durante la fase transoperatoria diferencia significativa analizados con t pareada con $P < 0.05$. Se obtuvo un ahorro de sangre homóloga del 80%. Concluimos sugiriendo la administración de polimerizado de gelatina en los procedimientos de hemodilución isovolumétrica en pediatría.

Palabras Claves: Hemodilución; anestesia; escolares, polimerizados.

SUMMARY

ISOVOLEMIC HEMODILUTION IN PEDIATRICS

The aim of this study is to present homologous blood saving, as an alternative in pediatrics surgery. We present a prospective assay in 10 school patients ($N = 10$) evaluated as ASA I, weight 28 ± 10.44 kg, age 9 ± 2.64 years; phlebotomy 743.33 ± 274.65 ml with a polymerized of gelatine replacement at 3.5% of 1113.33 ± 413.56 ml. A good hemodynamic behavior was observed, so as metabolic acidosis data in gasometric pattern. During

transoperatory phase Hb and Ht presents a significant difference analyzed by t paired test with $p < 0.05$. A salvage of homologous blood was 80%. We conclude suggesting polymerized of gelatine administration as a part of isovolemic hemodilution procedures in pediatrics.

Key Words: Hemodilution in school patients.

Existe actualmente una concientización sobre el problema del SIDA y hepatitis por transfusión, por lo que el uso de sangre y sus derivados se restringen cada día más, pensando en las alternativas que existen para la utilización de la sangre autóloga como lo es; la pre-donación (o pre-depósito), la plasmaféresis autóloga, el rescate celular transoperatorio y la hemodilución isovolumétrica y autotransfusión transoperatoria.

Simpson y cols., realizaron un estudio sobre transfusión autóloga en pediatría en procedimientos ortopédicos, utilizando dos variables de la autotransfusión; pre-donación y el rescate celular transoperatorio, obteniendo un ahorro de sangre homóloga del 100% y 67% respectivamente, recomendando estos procedimientos como seguros y que han llegado a ser un método para evitar las enfermedades transmisibles por sangre como lo es la hepatitis y el SIDA¹.

Una de las variables de autotransfusión y que preferentemente es utilizada por el anestesiólogo es la hemodilución isovolumétrica, la cual produce un descenso en la viscosidad sanguínea, una disminución de las resistencias periféricas y un aumento de la velocidad del flujo con el consiguiente aumento del retorno venoso y el gasto cardíaco, esto es siempre en

* Jefe de servicio de anestesiología, del Hospital Universitario de Puebla., ** Anestesiólogo, Hospital Universitario de Puebla. Correspondencia: José Luis Carranza Cortés. 20 de Noviembre No. 154, Col. del Valle del Sol. C.P. 72160 Puebla, México.

presencia de normovolemia. Este procedimiento ha sido indicado en pediatría, y se ha reportado ahorro importante de sangre homóloga, con las adaptaciones fisiológicas benéficas ocasionadas por la disminución de la viscosidad sanguínea^{2,3}.

Para la realización de la hemodilución isovolumétrica en pediatría se han utilizado principalmente soluciones cristaloides como la solución de Ringer con Lactato, en una proporción de 3 ml por 1ml de sangre extraída, presentando siempre el riesgo de sobrecarga circulatoria por lo que se indica rutinariamente la administración de Furosemina⁴.

Existe la alternativa de administrar coloides, con la intención de utilizar menos cantidad de líquido para la reposición de la flebotomía, existiendo sin embargo en el caso de los dextranos el inconveniente de presentar un incremento en la viscosidad del plasma que pudiera ser por disminución de la formación de Rouleaux, que trae como consecuencia un incremento en el agua intravascular que resulta de un aumento en la presión coloidoncótica y una disminución en la concentración de proteínas⁵. Por otra parte dentro del grupo de coloides sintéticos está el polimerizado de gelatina al 3.5%, el cual ha sido utilizado con seguridad en la hemodilución, presentando cualidades farmacodinámicas como: a) no presentar alteraciones sobre la agregación plaquetaria ni el fibrinógeno; b) no existe dosis límite en cuanto a su administración y c) las reacciones adversas son mínimas como lo es una respuesta anafilactoide. Sin embargo su utilidad ha sido principalmente en pacientes adultos⁶⁻⁸, en donde se ha reportado un buen comportamiento hemodinámico y gasométrico, sin complicaciones durante todo el procedimiento.

El objetivo principal de este estudio es el presentar una alternativa para el ahorro de sangre homóloga en cirugía pediátrica, utilizando como variable de la autotransfusión a la hemodilución isovolumétrica, administrando como solución diluyente al polimerizado de gelatina al 3.5%, y además observando el comportamiento hemodinámico y gasométrico durante toda la fase de hemodilución.

MATERIAL Y METODOS

Se presenta un estudio prospectivo, longitudinal, observacional y analítico en pacientes en edad escolar quirúrgicos, manejados con Hemodilución Isovolumétrica Aguda (HIA), durante los meses de septiembre de 1992 a julio de 1993. Todos los pacientes reunieron los siguientes Criterios de Inclusión: pacientes en edad escolar (7 a 12 años); programados

para cirugía electiva, en la cual se sospeche perdidas hemáticas de más del 15% del volumen sanguíneo total, con Estado Físico (ASA) I - II, con Hemoglobina de 12 gr/dl, y Hematócrito de 36% como valores mínimos y con pruebas de tendencia hemorrágica normal.

Se incluyeron en el estudio a los pacientes desde la consulta preanestésica, posteriormente el día de la intervención quirúrgica se les administro Clorhidrato de Nalbufina a razón de 0.300 mg/kg como pre-inducción, 30 min., antes de la inducción de la anestesia. Esta inducción se realizó con la administración de los siguientes fármacos: tiopental sódico 7 mg/kg, lidocaína Simple al 2% (2 mg/kg), sesenta segundos antes de la laringoscopia, y como relajante neuromuscular bromuro de pancuronio 0.100 mg/kg. Se realiza lavado de Nitrógeno en oxígeno al 100% mediante mascarilla facial durante cuatro min., posteriormente se realizó intubación endotraqueal o nasotraqueal dependiendo en cada caso en particular. El mantenimiento de la anestesia fue con Halotano-oxígeno, con una Fracción Inspirada de Oxígeno al 100% (FIO₂) clorhidrato de nalbufina a la misma dosis de pre-inducción a las tres horas siguientes, y bromuro de pancuronio 0.020 mg/kg cada 30min. Posteriormente a la intubación traqueal se canalizó la arteria radial previa prueba de Allen para realizar por esta vía la sangría y posteriormente monitorizar la presión arterial media (PAM) directa, así como tomas seriadas para el análisis de gases en sangre. Se colocó además un catéter central en la vena subclavia con abordaje infraclavicular con técnica de Aubaniac, para monitorización de la presión venosa central (PVC) realizándose mediciones cada 30 min.

El procedimiento de la HIA se realizó de la siguiente forma:

$$PSP = \frac{VST(H_{t0l} - 25)}{H_{t0l}} = ml$$

En donde:

PSP = Pérdidas Sanguíneas Permisibles

VST = Volumen Sanguíneo Total (70 ml/kg)

H_{t0l} = Hematócrito Inicial

25 = Constante

El resultado es en ml de sangre a extraerse, los cuales se reponen con polimerizado de gelatina al 3.5% en la siguiente proporción: 1 ml de sangre /1.5 ml de polimerizado de gelatina.

La reposición de las perdidas hemáticas se realizó con polimerizado de gelatina en relación de 1 ml/

1 ml, las pérdidas insensibles y de la exposición al trauma se repuso con cristaloides (Ringer Lactato), en la siguiente proporción: 4 ml de las pérdidas insensibles + 2 ml de la exposición al trauma (trauma leve), más la diuresis por hora.

Fueron recabados las siguientes variables: Hemodinámicas: frecuencia cardíaca (FC), tensión arterial sistólica (TAS), tensión arterial diastólica (TAD), presión arterial media (PAM) y presión venosa central (PVC), gasometrías (SatO_2 , PaO_2 , PaCO_2 , HCO_3 , pH, Exceso de Bases), Hemoglobina (Hb) y Hematócrito (Hto), durante las siguientes fases; Basal, la cual es posterior a la intubación traqueal, Post-Hemodilución, transoperatoria, y final que es después de finalizar la intervención quirúrgica. También se recabaron las variables de las pruebas de tendencia hemorrágica; basales y 24 hrs después del posoperatorio. La retransfusión de sangre autóloga fue siguiendo dos criterios: 1) al finalizar la fase sangrante de la intervención quirúrgica; 2) cuando el Hto. disminuyó por abajo del 20%.

El índice estadístico utilizado fue la t pareada con $p < 0.05$ para el análisis de una misma población, y medias de Tendencia Central (Media Aritmética y Desviación Estándar).

RESULTADOS

Se estudiaron a 10 pacientes escolares ($N = 10$) considerados como Estado Físico (ASA) grado I, con una edad comprendida entre 7 y 12 años (9 ± 2.64 años), con un peso de 28 ± 10.44 kg. Se realizó una sangría de 743.33 ± 274.65 ml que correspondió al $37.96\% \pm 0.76$ del volumen sanguíneo total, con una reposición de Polimerizado de Gelatina de 1113.33 ± 413.56 . El sangrado transoperatorio presentó un ran-

go de 648 a 2700 ml (1349.33 ± 1170.0), estas pérdidas se repusieron en la misma proporción con polimerizado de gelatina al 3.5%. El comportamiento hemodinámico presentó los siguientes resultados: se encontró una disminución de la FC en un 3.56% en la fase de post-hemodilución, y un aumento en la fase transoperatoria y final de 3.56% y de 7.14% respectivamente. La TAS presentó un descenso de 9.68% en la posthemodilución y en el transoperatorio de 12.87%. La TAD presentó disminución en la fase posthemodilución y transoperatoria de 4.85 y de 9.57% respectivamente. La PAM presentó también cambios disminuyendo en la fase posthemodilución, transoperatoria de 3.96% y 5.64%, y un incremento de 3.96% en la fase final. La PVC aumentó de 12.94, 1.16 y 12.94% en la fase posthemodilución, transoperatoria y final respectivamente. No se presentaron cambios significativos (Cuadro I).

El comportamiento del patrón gasométrico mostró cifras consideradas como aceptables en la SatO_2 , PaO_2 , y PaCO_2 , y en las variables del HCO_3 , pH y exceso de bases, cambios durante las fases posthemodilución, transoperatoria y final sugestivas de acidosis metabólica compensada, no existiendo diferencia significativa durante estas fases las cuales se analizaron con t pareada con $p < 0.05$ con área en las dos colas con un valor de la tabla de 2.2281 (cuadro II). El análisis de la Hb muestra diferencias significativas en la etapa basal comparada con la transoperatoria y final de 43.38, 52, 57 y 35.4% respectivamente. El Ht presentó también diferencias significativas en las mismas etapas, existiendo disminución en las fases posthemodilución, transoperatoria y final de; 41.37, 54.4 y 35.9% respectivamente. Estos resultados así como los de la Hb se encuentran incluidos en los Cuadros I y II. Las pruebas de tendencia

Cuadro I
Comportamiento Hemodinámico (Media Aritmética $\pm$ Desviación Estándar)

Variable	Basal	Post-Hemodilución	Trans-Operatorio	Final	$p < 0.05$
Hb (gr/dl)	13.6 ± 2.12	7.7 ± 1.83	$6.45^* \pm 0.77$	8.78 ± 0.43	S
Hto (%/dl)	40.6 ± 6.36	23.8 ± 5.37	$18.5^* \pm 3.53$	26.35 ± 1.29	S
FC (lat/min)	93.3 ± 11.54	90 ± 10	96.6 ± 11.54	100 ± 10	NS
TAS (mmHg)	103.3 ± 5	93.3 ± 5.7	90 ± 18	103 ± 5.7	NS
TAD (mmHg)	70 ± 10	66.6 ± 5.7	63.3 ± 5.7	70 ± 10	NS
PAM (mmHg)	83.3 ± 5.7	80.1 ± 2	78.6 ± 10.2	86.6 ± 5.7	NS
PVC (Cm H_2O)	8.5 ± 2.7	9.6 ± 2.08	8.6 ± 1.1	9.6 ± 0.5	NS

Cuadro II
Patrón Gasométrico (Media Aritmética $\pm$ Desviación Estandar)

Variable	Basal	Post-Hemodilución	Trans-Operatorio	Final	p>0.05
Hb (gr/dl)	13.6 $\pm$ 2.12	7.7 $\pm$ 1.73	6.45 $\pm$ 0.77*	8.78 $\pm$ 0.43	S
Hto (%/dl)	40.6 $\pm$ 6.36	23.8 $\pm$ 5.37	18.5 $\pm$ 3.53*	26.35 $\pm$ 1.29	S
SatO ₂ (%)	98.56 $\pm$ 0.98	99.45 $\pm$ 0.63	99.45 $\pm$ 0.63	99.4 $\pm$ 0.56	NS
PaO ₂ (mmHg)	345 $\pm$ 7.07	304.65 $\pm$ 54.51	364.1 $\pm$ 2.54	263.65 $\pm$ 2.19	NS
PaCO ₂ (mmHg)	33.05 $\pm$ 0.70	35.5 $\pm$ 6.43	36.3 $\pm$ 6.35	34.7 $\pm$ 2.12	NS
HCO ₃	19.5 $\pm$ 0.21	18.1 $\pm$ 0.56	18.6 $\pm$ 1.13	18.85 $\pm$ 0.49	NS
pH	7.35 $\pm$ 0.07	7.31 $\pm$ 0.07	7.29 $\pm$ 0.06	7.25 $\pm$ 0.07	NS
Exceso de Bases (mmol/l)	-2.5 $\pm$ 0.07	-7.65 $\pm$ 0.3	7.5 $\pm$ 0.8	-5.9 $\pm$ 2.2	NS

hemorrágica reportaron lo siguiente: tromboplastina basal = 23.13 seg, y final a las 24 hs del postoperatorio = 29.63. Protombina = basal; 13.4 seg y final 15.33 seg. En ninguno de los pacientes estudiados existieron complicaciones inherentes al procedimiento de HIA, siendo necesario transfundir sangre homóloga a dos pacientes, existiendo un ahorro del 80%. Las indicaciones quirúrgicas en las cuales se aplicó ésta técnica se presentan en el Cuadro III.

DISCUSION

La adaptación hemodinámica a la hemodilución normovolumétrica es como consecuencia de la disminución en la viscosidad sanguínea, y el consiguiente aumento en el retorno venoso al corazón derecho, el incremento favorable del gasto cardíaco y la disminución de la poscarga. Por otra parte se ha postulado que aunque existe una disminución en la concentración de eritrocitos por unidad de volumen se descargan con mayor rapidez, y quizá con mayor uniformidad hacia el lecho capilar con lo que brindan un transporte suficiente de oxígeno⁹. En nuestro estudio apreciamos un aceptable comportamiento hemodinámico, por lo que consideramos estar de acuerdo con los criterios expresados por estos autores.

Se considera que la disminución de la hemoglobina trae como consecuencia un decremento en el contenido sanguíneo de oxígeno, a menos que este se administre a presiones parciales elevadas para

incrementar la proporción disuelta del contenido total de oxígeno en la sangre¹⁰.

Nosotros encontramos en la población estudiada datos de acidosis de componente metabólico observándose estas presiones parciales de oxígeno durante todo el evento quirúrgico anestésico, sin compromiso ventilatorio aparente, pesando que esta acidosis es por alteración en la perfusión que puede ser por lo siguiente: existió una importante pérdida hemática, y es posible que la reposición con polimerizado de gelatina de 1 ml por 1 ml de sangrado no fue suficiente, por lo que existe la probabilidad que cursó con hipovolemia a pesar de las cifras de la presión venosa central que se mantuvieron en cifras aceptables. Como medida de precaución sugerimos administrar un mayor volumen de polimerizado de gelatina para reponer las pérdidas hemáticas esto es, más de 1 ml de polimerizado, por 1 ml de sangrado. Aunque al parecer la tasa de dilución del polimerizado de gelatina es impredecible en hemodilución en escolares, los reportes en las pruebas de tendencia hemorrágica

Cuadro III
Intervenciones quirúrgicas

Cirugía	No. de pacientes
Plastia de paladar secundario con aplicación de Injerto Autólogo	6
Instrumentación de Lucke-Galveston	4
TOTAL	10

nos parecen halagadores ya que a pesar de la importante cantidad administrada de este coloide sintético para la hemodilución y para la reposición de las pérdidas sanguíneas, no se reportaron alteraciones en estas variables, lo que nos hace sugerir su administración en la hemodilución isovolémica en escolares.

Concluimos mencionando que el evitar en lo posible la transfusión homóloga en cirugía electiva, es hoy un criterio que se está generalizando, por lo que si se contempla la balanza riesgo-beneficio de este procedimiento, predomina el segundo, pensando firmemente que en una cirugía electiva se debe de tener el control de todos los eventos transoperatorios.

REFERENCIAS

1. Simpson MB, Georgopoulos G, Orsini E, Eilert RE. Autologous Transfusions for Orthopedic Procedures at a children's Hospital. *J Bone Joint Surg*, 1992;74: 652-658.
2. Villagrà F, De León JP, Vellibré D, Collado R, Alonso A, Gómez R, Sánchez PA, Gurbide N, Brito JM. Hemodilución total en niños en la cirugía correctora de las cardiopatías congénitas (I). Estudio prospectivo en niños de peso superior a 12 kg. *Revista Española de Cardiología*, 1987; 40:28-34.
3. Villagrà F, León JP, Vellibre D, Collado R, Español R, Checa SL, Díaz P, Gómez R, Brito JM. Hemodilución total en niños en la cirugía correctora de las cardiopatías congénitas (II). Estudio prospectivo en niños de peso inferior a 12 kg. *Revista Española de Cardiología*, 1987; 40: 35-40.
4. Schaller RT. Schaller J, Morgan A, Furman EB. Hemodilution anesthesia: a valuable aid to major cancer surgery in children. *Am J Surg*, 1983; 146: 79-84.
5. Messmer K, Sunder-Plassmann L. Hemodilution. *Prog Surg*, 1974; 13:208-211.
6. Carranza Cortés JL, Mendoza Cervantes M. Hemodilución Intencional Normovolumica con polimerizado de gelatina al 3.5%. *Anestesia en México*, 1990; 2:160-168.
7. Carranza Cortés JL, Vásquez Valdez E, Maldonado Naval G, Flóres González JA. Transfusión de sangre Autóloga: Predepósito y hemodilución Isovolumica en cirugía Ortognática. *Revista Anestesia en México* 1991;3:167-174
8. Carranza Cortés JL, Flóres González JA. Poligelina-Dextran 40. En procedimientos de hemodilución Isovolumica y autotransfusión Transoperatoria. *Revista Anestesia en México*, 1991; 3:167-174.
9. Mathru M, Rooney M. Hemodilución. En: Kyrby RR, Taylor RW: Tratamiento innovador con líquidos y electrolitos, nutrición y transfusional. 1a. De. México D.F. Interamericana. 1991. Pag. 383-392.
10. Bjoraker DG. Transfusión de sangre: ¿Cuál es un valor hematocrito Seguro?. En: Kyrby RR, Taylor RW: Tratamiento innovador con líquidos y electrolitos, nutricional y transfusional. 1a. De. México D.F. Interamericana. 1991. pag. 369-381.