

Comportamiento del Gasto Cardíaco en la Hemodilución Aguda con Hidroxi- Etil- Almidón 6% (HES 130/0.4): Estudio Comparativo con Polimerizado de Gelatina al 3.5%.

¹José Luis Carranza-Cortés. ²Guadalupe Hernández-Lerma

¹Profesor Investigador Tiempo Completo. Hospital Universitario. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.

²Ex Residente del Tercer Año de Anestesiología. Hospital Universitario. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
ocarranza90@gmail.com

Anestesia en México 2013; 25(3):18-24

Resumen.

La hemodilución isovolémica aguda (HIA), es un procedimiento para ahorro de sangre homóloga, el cual presenta adaptaciones fisiológicas positivas como incrementar el gasto cardíaco (Qt), que mantiene el balance entre aporte y demanda de oxígeno.

El objetivo principal fue conocer la eficacia y seguridad del almidón 130/0.4, comparándolo con el polimerizado de gelatina al 3.5%, en la HIA.

Material y Método. Se realizó un ensayo clínico controlado en 14 pacientes, se consideró como estándar de oro al grupo que se administró polimerizado de gelatina, y la maniobra comparativa para el grupo al que se infundió almidón 130/0.4. Se analizaron las variables de eficacia que fueron el Qt, DO₂, VO₂, O₂ER, RPT y PVC, en cinco fases, y las variables de seguridad (TP y TTP) en dos fases, mediante "t" de student con $p < 0.05$.

Resultados. Se observó un incremento en el Qt, posterior a la hemodilución, que se mantuvo durante todo el procedimiento, con valores mayores para el grupo almidón, sin diferencias estadísticamente significativas. Las resistencias periféricas totales mostraron disminución en sus valores, siendo mayor para el grupo almidón, en las fases T3 y T4, con diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

Conclusiones. De acuerdo a los resultados, se considera que el almidón 130/0.4, es un coloide que representa eficacia y seguridad para ser utilizado en los procedimientos de HIA.

Palabras Clave: Hemodilución, Gasto cardíaco, Poligelina, HES 130/0.4

Abstract.

Acute isovolemic hemodilution (HIA) is a procedure for saving homologous blood, which presents positive physiological adaptations as increasing the cardiac output (Qt), which keeps the balance between supply and demand of oxygen. The main objective was to know the efficacy and safety of starch 130/0.4, comparing it to the polymerized gelatin to 3.5%, in the HIA.

Patients and methods. This controlled clinical trial was made in 14 patients. It was considered as a gold standard the group that was administered polymerized gelatin, and the comparative group that was infused starch 130/0.4. Variable efficacies were analyzed, the Qt, DO₂, VO₂, O₂ER, RPT and PVC, in five stages, and the variables of safety (TP and TTP) in two phases, using "t" of student with $p < 0.05$.

Results. It was observed an increase in the Qt, after hemodilution, which was maintained during the entire procedure, with values higher to group starch with no statistically significant differences. Total peripheral resistances showed decrease in their values, being higher for the starch group, in T3 and T4 stages, with statistically significant, $p < 0.05$.

Conclusions. According to the results, starch 130/0.4, is considered a colloid that represents effectiveness and safety to be used in the procedures of HIA.

Key words: Hemodilution, Cardiac output, Poligelina, HES 130/0.4

Introducción.

La hemodilución isovolémica aguda (HIA), se define como la reducción del hematocrito por desaparición de la masa eritrocitaria y la sustitución simultánea de ésta, por productos exentos de células.¹ Se ha propuesto a la HIA como un recurso para: a) conservar la sangre; b) evitar la transmisión de enfermedades y los accidentes de reacciones transfusionales asociados con la administración de sangre homóloga; c) eliminar los cambios bioquímicos adversos que ocurren durante el almacenamiento de la sangre, y d) mejorar la perfusión de los tejidos mediante las alteraciones reológicas beneficiosas de la sangre diluida.²

La viscosidad de la sangre va en relación con el incremento del hematocrito, lo que se traduce clínicamente en la serie roja. Los factores que influyen en la viscosidad de la sangre incluyen el calibre del vaso, el número de leucocitos y trombocitos, la morfología y la conglomeración de eritrocitos así como la viscosidad plasmática.³

Se definirá como hemodilución al proceso mediante el cual se disminuye el nivel de hematocrito hasta en un 10%, con relación de 3 gramos de hemoglobina. Descrito por Fontana JL y Cols.⁴ Quienes reportaron resultados con un incremento en la tasa de extracción de oxígeno hasta en 44%, manteniendo la saturación venosa mixta de oxígeno igual o mayor de 60%, con valores en el límite superior de índice cardíaco, presión capilar pulmonar, y presión venosa central (PVC) respectivamente. Cabe señalar que en dicha serie de pacientes no hubo aumento en la titulación sérica de lactato. Al finalizar la intervención quirúrgica y transfundir la sangre autóloga se normalizaron los valores hemodinámicos.

Se han descrito además otros mecanismos compensadores durante la HIA que favorecen al hematocrito disminuido como lo es administrar fracciones inspiradas de oxígeno al 100% (FIO₂):¹, irrestricto a la normovolemia, que garantizará la presión parcial de oxígeno en valores superiores a los 200 mm Hg, favoreciendo la utilización del oxígeno al ser transportado adecuadamente a toda la economía.

Para llevar a cabo la HIA, se han empleado diferentes soluciones de reemplazo, como soluciones cristaloides o coloides (dextranos, las gelatinas, albúmina y recientemente las soluciones que contienen en su estructura química almidones).⁵⁻⁷

El Hidroxi-Etil almidón (HES 130/04), es otro coloide de reciente introducción en México, con vasta experiencia clínica en Europa. Con propiedades fisicoquímicas como un peso molecular de 130,000 Da, un grado de sustitución de 0.4. Lo que traduce clínicamente el no acumularse en el plasma después de múltiples dosis, a diferencia de otros almidones de mayor peso molecular. La excreción se incrementa por vía renal, con menor efecto sobre la coagulación. Además de surtir un efecto de expansor de volumen del 100%, una vida media promedio intravascular de cuatro a seis horas. Olivier Langeron y colaboradores⁸ publicaron un estudio en donde reportaron el efecto del HES 130/0.4 sobre la coagulación en pacientes intervenidos de cirugía ortopédica mayor.

Dichas propiedades fisicoquímicas descritas anteriormente hacen del HES 130/0.4 un coloide atractivo para ser utilizado en los procedimientos de HIA. Logrando mejores resultados que las gelatinas por su mayor porcentaje de difusión en el espacio intravascular, obteniendo un mejor comportamiento y resultado en las variables hemodinámicas y en la oxigenación sistémica.

Planteamiento del Problema.

La HIA es un procedimiento utilizado para el ahorro de sangre homóloga en las intervenciones quirúrgicas, en las cuales se sospeche que existirán pérdidas hemáticas mayores del 20% del volumen sanguíneo total. La reacción fisiológica de la hemodilución isovolémica conlleva a un aumento en el gasto cardíaco, al descender las resistencias vasculares sistémicas por disminución de la viscosidad sanguínea, e incremento del retorno venoso al corazón derecho. El incremento del gasto cardíaco va a depender directamente del tipo de solución de reemplazo que se utilice, siendo más sostenido con el empleo de soluciones coloides que con soluciones cristaloides.

El estudio de las propiedades físico-químicas de las soluciones coloides del grupo del HES 130/0.4, ha mostrado que presenta ventajas que otro tipo de coloides como las soluciones de gelatina, esto puede ser porque se ha demostrado una mayor duración en el espacio intravascular, lo que garantiza que el gasto cardíaco pueda mantenerse durante más tiempo, en la fase del postoperatorio inmediato.

Aun cuando hay tendencias claras de la mejor eficacia del HES 130/0.4, en el manejo de pacientes candidatos a

hemodilución isovolémica, no se conocen experiencias clínicas con este almidón en México.

El objetivo general de este estudio fue el determinar eficacia y seguridad del HES 130/0.4, y el polimerizado de gelatina al 3.5% en pacientes sometidos a HIA.

Material y Métodos.

Se realizó un estudio comparativo, de impacto, longitudinal, prospectivo, prolectivo, unicéntrico, ciego simple, homodémico, tipo ensayo clínico controlado.

La muestra fue seleccionada basándose en los criterios de inclusión, exclusión y de eliminación. Se incluyeron a 14 pacientes (N=14), los cuales cubrieron los criterios de inclusión, dividiéndose en dos grupos de 7 pacientes cada uno. El grupo 1 corresponde a los pacientes a los cuales se les administró polimerizado de gelatina al 3.5%. El grupo 2 corresponde a los pacientes a los cuales se les administró hidroxietilalmidón 130/0.4.

Los criterios de Inclusión fueron: pacientes con estado físico (ASA), I-II. Con edad comprendida entre 20 y 65 años, cirugía electiva en la cual se sospechó pérdidas hemáticas mayores del 20% del volumen sanguíneo total. Con niveles mínimos de hemoglobina y hematocrito de; 12 gr/dL, y 36%, respectivamente y con pruebas de tendencia hemorrágica normales.

Se consideró como criterio de eliminación, a los pacientes que presentaron pérdidas hemáticas mayores del 40% del volumen sanguíneo total, con la alta posibilidad de retransfundir la sangre autóloga al paciente.

Método: El inicio del estudio comenzó en la consulta pre-anestésica, en donde fue valorado el paciente, y se solicitó el consentimiento por escrito para realizar el procedimiento. El muestreo del paciente fue aleatorizado mediante tómbola.

Técnica anestésica: se utilizó una técnica anestésica balanceada, con citrato de fentanilo y sevoflurano. Como agente inductor se utilizó midazolam sódico a razón de 0.300 mg/kg, citrato de fentanilo 0.003 mg/kg, lidocaína simple al 2%, 2 mg/kg, y como relajante neuromuscular bromuro de vecuronio a razón de 0.100 mg/kg.

El mantenimiento de la anestesia fue a base de halogenado –Sevoflurano- a dosis respuesta, más fentanilo y 0.005 mg/kg/hora, y bromuro de vecuronio a razón de 0.30 mg/kg cada 40 minutos. Posterior a la intubación endotraqueal, se colocó un catéter central, a través de la vena subclavia derecha vía percutánea, por

donde fueron tomadas muestras de sangre venosa seriadas para analizar gases en sangre, y monitorizar la PVC. Se canalizó la arteria radial izquierda previa prueba de Allen, por donde se tomaron muestras de sangre arterial, para determinar los gases en sangre y por donde además se realizará la flebotomía, y la monitorización de la presión arterial media directa (PAMd).

Por medio del principio de Fick, se realizaron los cálculos siguientes:

Contenido arterial de O₂ (CaO₂)= Hb x 1.34 x SatO₂. + PaO₂ x .0031=valores normales 15 a 20 vol. %.

Contenido venoso de O₂ (CvO₂)= Hb x 1.34 x SatvO₂ + PvO₂ x .0031= valores normales 11 a 15 vol. %.

Diferencia arterio-venosa de O₂ (Da-vO₂)= CaO₂- CvO₂= valores normales de 2 a 5 vol. %.

Superficie corporal (SC)= peso x 4+ 9 / peso + 90 = m².

Gasto cardiaco (Qt) =125 x SC / 8.5 x Da-vO₂ = 4 a 6 Litros/ min.

Disponibilidad de O₂ (DO₂)= Qt x CaO₂ x 10= 750 a 1250 ml/min./m².

Consumo de O₂ (VO₂)= Qt x Da-vO₂ x 10 = 200 a 300 ml/min./m².

Tasa de extracción de O₂ (O₂ER)= VO₂/ DO₂ x 100= 20 a 30 Vol/ %.

Resistencias periféricas totales (RPT)= 79.92 x PAMd/ Qt = 1250 Dinias / cm³.

Además de otras variables como la frecuencia cardiaca (FC), hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto), y volúmenes urinarios por hora, también fueron analizadas.

Todas las variables mencionadas se analizaron en cinco fases que son: Basal T1; que es posterior a la intubación endotraqueal; posthemodilución T2; que es posterior a la flebotomía. T3; que es durante el transoperatorio; T4; que es posterior a la transfusión sanguínea, y T5; que es dos horas después de finalizar el acto quirúrgico.

El procedimiento de la hemodilución isovolémica se lleva a efecto posterior a la intubación y a la cateterización del paciente, y fue mediante la siguiente fórmula:

$PSP = VST (70 \text{ ml/kg}) \times (Hto \text{ I} - 25) / Hto \text{ I} = \text{mL}$

Donde:

PSP= pérdidas sanguíneas permisibles. VST= volumen sanguíneo total.

Hto I= hematocrito inicial.

25 = nivel de hematocrito disminuido.

ml = es el resultado de los mililitros que se van a extraer a través de la flebotomía.

Para el grupo control que fue el del polimerizado de gelatina al 3.5%, se administró en la siguiente proporción; 1 ml de sangre extraída/1.2 ml de polimerizado.

Para el grupo de estudio al cual se infundió HES 130/0.4 fue en la siguiente proporción; 1 mL/ 1 mL de sangre extraída.

El planteamiento para retransfundir la sangre extraída por la flebotomía fue con los siguientes criterios: a) al finalizar la fase sangrante de la intervención quirúrgica, y b) cuando los niveles de hematocrito desciendan por debajo de 20%. La reposición de las pérdidas insensibles fue a razón de 4 mL/kg/h., y la exposición al trauma de la siguiente forma; trauma leve; 2-4 ml/kg/h, trauma moderado; 6-8 ml/kg/h., y trauma severo; 10-12 ml/kg/h. para esta reposición y los volúmenes urinarios por hora se administró solución de Ringer lactado en relación de 1 mL/1 mL. Las pérdidas hemáticas se repondrán con el coloide correspondiente en una proporción de 1 mL/1 ml de sangre perdida.

La evolución del postoperatorio inmediato fue en el área de la unidad de cuidado postanestésica, hasta su recuperación.

Las variables de eficacia fueron analizadas en cinco fases, y las variables de seguridad en dos fases, mediante "T" de student, con $p < 0.05$, para la comparación de las medias y varianzas de las dos poblaciones independientes.

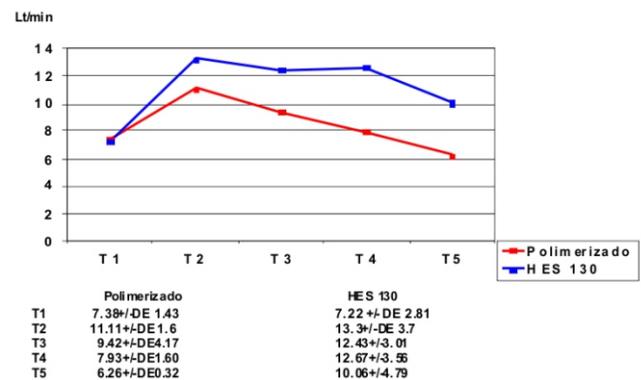
Resultados.

Las variables antropométricas reportan lo siguiente: edad: grupo 1: $X = 47.71 \pm 8.38$; grupo 2: $X = 43 \pm 10.29$, sin diferencias estadísticamente significativas. Peso: grupo 1: $X = 56.86 \pm 5.84$; Grupo 2: $X = 63.29 \pm 10.32$. El estado físico (ASA), para ambos grupos fue: 71.42% ASA I; 28.58% ASA II. La flebotomía realizada fue la siguiente: Grupo 1: $X = 1252 \text{ ml} \pm 231$; grupo 2: $X = 1225.7 \pm 257$. No existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. La reposición de la solución de reemplazo para ambos grupos, fue a razón de 1 mL/ 1 mL de sangre extraída. El sangrado transoperatorio en ambos grupos fue repuesto con la solución coloide correspondiente, a razón de 1 mL/1mL de sangrado, y fue el siguiente: grupo 1: $X = 1128 \pm 372$; grupo 2: $X = 1128.5 \pm 579$, sin diferencias significativas.

El gasto cardiaco tiene el siguiente comportamiento: Se observo un incremento más acentuado para el grupo 2, a

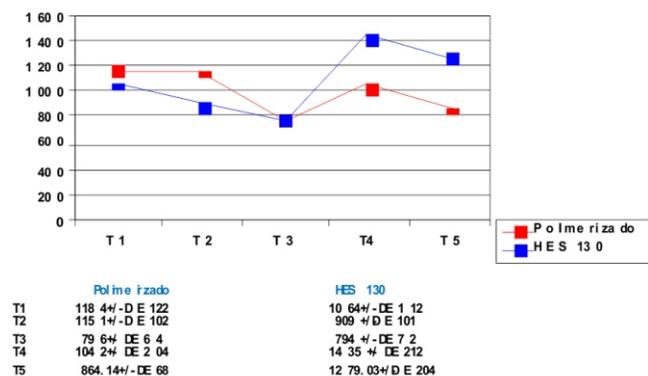
partir de T3, siendo mayor la diferencia entre ambos grupos en T5, que corresponde a dos horas de finalizar el procedimiento quirúrgico. A pesar de estas diferencias, no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Estos registros se representan en la **figura 1.**

Figura 1: Gasto Cardiaco. $p < 0.05$



Disponibilidad de oxígeno: se observa un descenso en los valores a partir de la fase de posthemodilución, en comparación con los valores basales, con un incremento entre ambos grupos en T4 y T5, sin llegar a presentar diferencias estadísticamente significativas (**Figura.2**).

Figura 2: Disponibilidad de oxígeno (ml/min/m2). $p < 0.05$



Consumo de oxígeno: Existe un incremento a partir de T2 para ambos grupos, siendo mayor para el grupo 2, en todos los tratamientos evaluados, sin alcanzar diferencias estadísticamente significativas. Tasa de extracción de oxígeno: Se aprecia incrementos para ambos grupos desde T2 hasta T5, siendo mayor para el grupo 1, sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas. En las resistencias periféricas totales existe un descenso en sus valores en ambos grupos, siendo más apreciable este descenso para el grupo 1, con diferencias estadísticamente significativas en T3 y T4. Presión venosa central: Existe incremento después de T1, con valores superiores, que se mantienen hasta T5 para en el grupo 2, sin diferencias significativas. Estas variables de la oxigenación sistémica están representadas en la **tabla 1**.

Tabla 1: Oxigenación sistémica. "t de student". p< 0.05

Variable	T1	T2	T3	T4	T5	p<0.05
VO2						
Polimerizado	226.86+/-19	235.8+/-22.2	228+/-11.9	229.4+/-14.2	235.8+/-17.6	NS
HES 130/0.4	247.5+/-19.7	245.4+/-20.1	243.4+/-23.4	247.8+/-21.6	250.5+/-26.5	
O2ER						
Polimerizado	20.24+/-2.16	23.11+/-3.83	26.49+/-7.51	22.57+/-4.3	23.83+/-2.71	NS
HES 130/0.4	22.32+/-3.83	25.62+/-6.73	23.13+/-5.31	18.82+/-3.78	23.96+/-11.1	
RPT						
Polimerizado	1030+/-220	601+/- 240	760+/-258*	1052+/-171 *	1189+/-94	S
HES 130/0.4	938+/- 301	581.8+/- 172	481+/- 98.8	645.7+/-272	889+/- 376	
PVC						
Polimerizado	8.29+/- 2.02	11+/- 1.85	10.5+/- 2.33	11.79+/-2.64	8.7+/- 1.14	NS
HES 130/0.4	9.14+/-2.12	11.64+/-3.45	12.79+/-4.65	13.14+/- 4.91	11.6+/-2.2	

(Valores en Media Aritmética +/- Desviación Estándar)
 VO2: Consumo de Oxígeno. O2ER: Tasa de Extracción de Oxígeno
 RPT: resistencias Periféricas Totales. PVC: Presión Venosa Central.

Frecuencia cardíaca: Existe un comportamiento similar en ambos grupos, durante las fases de estudio, sin repercusión estadística entre los grupos. Presión arterial media: Se observa un comportamiento estable en ambos grupos, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. El registro de hemoglobina reporta diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en T3, presentando mayor disminución de estos valores para el grupo 2. En los valores del hematocrito un descenso para ambos grupos después de la fase posthemodilución, con valores más bajos para el grupo 2, sin diferencias estadísticamente significativas. Todas estas variables se presentan en la **tabla 2**.

Tabla 2: Variables de eficacia. "t de student" p<0.05

Variable	T1	T2	T3	T4	p<0.05
FC					
Poli 3.5%	81.14+/-6.3	80.5+/-9.3	77.1+/-7.5	80 +/- 7.6	NS
HES 130/0.4	71.14+/-5.7	80.2+/-12.9	75 +/-7.64	80.2 +/-7.1	
PAM					
Poli 3.5%	95.4+/-16.7	85.5+/-10	81.1+/-13	95.3+/-12	NS
HES 130/0.4	83.3+/-10	72.8+/-14	72.1+/-9.9	93.5+/-10.8	
HB					
Poli 3.5%	11.8+/-1.27	8.36+/-2.13	8.26+/-0.57*	9.53+/- 1.48	S
HES 130/0.4	12.1+/- 0.4	7.73+/-0.97	6.99+/-1.16	9.09+/- 1.42	
HTO					
Poli 3.5%	37.7+/-2.35	24.37+/- 4.9	22.34+/- 3.45	30.4+/- 4.7	NS
HES 130/0.4	37.2+/- 1.27	29.91 +/- 2.95	18.6 +/- 3.6	28.91+/- 1.71	

(valores en media aritmética +/- desviación estándar)
 FC: Frecuencia Cardíaca (latidos por minuto). PAM: Presión Arterial Media (mmHg)
 HB: Hemoglobina (gr/dl). HTO: Hematocrito (%/ml).

En las variables de seguridad. En los valores de tiempo de protrombina y tiempo de tromboplastina, se reporto un comportamiento similar para ambos grupos, respetando los rangos que se consideran normales, sin diferencias estadísticamente significativas.

Los volúmenes urinarios para ambos grupos fueron mayores a 2 mL/kg/hora, sin diferencias estadísticamente significativas

En el **cuadro 1** se presenta las indicaciones quirúrgicas de la población de estudio.

En nuestro estudio se analizaron como variables de seguridad; el tiempo de protrombina y de tromboplastina, al inicio de la intervención quirúrgica y a las 24 horas de postoperatorio, reportándose dentro del rango y sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas. Un paciente del grupo 2, se le transfundió dos unidades de paquete globular, a las 24 hs del postoperatorio, lo que representa un ahorro de sangre homóloga para este grupo de 85.72%, y para el grupo 1 del 100%.

Intervención Quirúrgica	Polimerizado de Gelatina	HES 130
Histerectomía total abdominal	3	5
Histerectomía + Linfadenectomía	3	0
Mastectomía Radical	0	1
Gastrectomía Total	1	0
Bilrot II		
Liposucción + Abdominoplastia	0	1
TOTAL	7	7

Discusión.

La HIA mejora la distribución del flujo sanguíneo a los tejidos. La presión de oxígeno (P02), hística se mantiene en músculo, hígado, páncreas, intestino delgado y riñón, con un hematocrito del 25%, y la distribución de las cifras de P02 a lo largo de los tejidos es más homogénea a medida que disminuye el hematocrito al 20%. El aumento del Qt es resultado del mayor volumen de expulsión. Dicho gasto está determinado por tal volumen y por la frecuencia cardiaca, la cual permanece invariable durante la HIA. El aumento del volumen de expulsión se debe al incremento del retorno venoso, a la resistencia disminuida a la eyección ventricular izquierda y a la contractilidad aumentada.⁴

La HIA es una técnica de ahorro de sangre, que cada día gana más adeptos, por las siguientes razones:

El efecto reológico ocasionado por la flebotomía y la administración de las soluciones de reemplazo. Este efecto que resulta fisiológico positivo, tiene como sostén principal, el incremento del gasto cardiaco como resultado de la disminución de la viscosidad sanguínea, la disminución del trabajo del ventrículo izquierdo, mejor identificado como poscarga, y el aumento importante del retorno venoso al corazón derecho, efecto conocido como precarga.

La disminución de la masa eritrocitaria por efecto de la flebotomía y de las soluciones de reemplazo, favorece el transporte de oxígeno por unidad de tiempo, es decir que aunque exista disminución del contenido arterial de oxígeno, al descender la hemoglobina, esta es mejor utilizada. El ahorro de sangre homóloga es ocasionado por menor pérdida de elementos formes de la sangre durante el transoperatorio, toda vez que estos elementos se modifican y producen sangre diluida como efecto de estas soluciones.

Estos conceptos son reforzados por otros autores,⁹⁻¹² quienes reportan en un estudio, que la HIA produce un incremento en el índice cardiaco, la disponibilidad del oxígeno se mantiene, con un aumento en el consumo de oxígeno y en la tasa de extracción de oxígeno. En nuestro estudio encontramos un comportamiento similar en ambos grupos de pacientes, con una disminución en la disponibilidad de oxígeno (DO2) después de la hemodilución, como consecuencia de la caída del contenido arterial de oxígeno (CaO2), sin embargo el

consumo de oxígeno (VO2) y la tasa de extracción de oxígeno (O2ER) se incrementaron como reflejo de un gasto cardiaco óptimo.

Spahn DR, y su grupo de trabajo¹³, realizaron un estudio en pacientes de la tercera edad, a los cuales se les practico hemodilución isovolémica en donde administraron como solución de reemplazo HES al 6%. Reportan comportamiento hemodinámico adecuado, con incremento en índice cardiaco, VO2 y O2ER, y disminución en la DO2 y resistencias vasculares sistémicas. Estos resultados demuestran que a pesar de que los pacientes son de la tercera edad, y de que existe un proceso de desgaste fisiológico, hay una adecuada respuesta fisiológica a la hemodilución isovolémica, cuando se utilizan como soluciones de reemplazo a los almidones.

La población de nuestro estudio refiere un comportamiento hemodinámico adecuado, siendo más notables las diferencias, a pesar de que no son significativas, en el grupo al cual se le administro el almidón 130/0.4. La calidad de este coloide fue superior al polimerizado de gelatina al 3.5%, como se puede observar en el comportamiento del gasto cardiaco y de la presión venosa central, sobre todo en la fase T5, que fue dos horas de concluir el acto quirúrgico. Esto puede reflejar la mayor duración del almidón en el espacio intravascular, lo cual resulta benéfico para el paciente, al mantener una buena presión oncótica y facilitar la redistribución de líquidos.

El efecto de los almidones sobre la coagulación ha sido reportada⁸, en estos estudios se demuestra, que no existe un compromiso patológico de los almidones sobre la coagulación. Con respecto al tiempo de protrombina y de tromboplastina, al inicio de la intervención quirúrgica y a las 24 horas de postoperatorio, entre ambos grupos no existen diferencias significativas, con un comportamiento dentro del rango de seguridad. Esto demuestra que a la dosis que se utilizaron existe seguridad. Los autores concluyen que el HES 130/04, tiene una eficacia comparable a otros almidones de mayor peso molecular, y que el efecto sobre los factores de coagulación es menor, disminuyendo los requerimientos de sangre alogénica en el transoperatorio.

Standl T y colaboradores¹⁴, realizaron un estudio

comparativo de tres almidones de diferente peso molecular. Los hallazgos fueron los siguientes; el grupo HES 130/0.4 reportó un pronunciado y más rápido incremento sobre la tensión de oxígeno tisular, en comparación con los otros dos almidones.

Existen otros estudios clínicos del HES 130/0.4, sobre las repercusiones sobre los factores de coagulación, Haisch G y su grupo de trabajo¹⁵, presentan un estudio en pacientes bajo cirugía mayor abdominal, en donde se infunden además en otro grupo, gelatina al 4%. Los autores refieren que no hubo diferencias entre los grupos, y que el efecto del HES 130/0.4 sobre la coagulación es similar al producido por las gelatinas.

Finalmente llegamos a concluir, que nuestros resultados demuestran que existe eficacia y seguridad en la administración de almidón de 130/04, para los procedimientos de hemodilución isovolémica, con diferencias entre ambos grupos, que a pesar de que no existe significancia estadística, si puede representar relevancia clínica.

Una limitante del estudio es el tamaño de nuestra muestra la cual fue pequeña, esta limitante nos impide hacer recomendaciones amplias, sin embargo estos resultados pueden servir de referencia, si se desea realizar un estudio con una mayor población, además de contemplar al HES 130/04, como un coloide que cubre los requisitos para ser utilizado en la HIA.

Referencias

- Messmer K. Hemodilution. *Surg Clin North Am.* 1975; 55: 659-662.
- Rose D, Forest R, Coutsoftides T. Acute normovolemic hemodilution. *Anesthesiology.* 1979;51:S91.
- Rosberg B, Wulkk K. Regional blood flow in normovolemic and hypovolaemic haemodilution. *Br. J Anaesth.* 1979; 51:423-426.
- Fontana JL, Welborn L, Mongan PD, Sturm P, Martin G, Bunker R. Oxygen consumption and cardiovascular function in children during profound intraoperative normovolemic hemodilution. *Anesth Analg.* 1995;80:219-225.
- Carranza-Cortés JL, Caraza-Cortés L, Benavides Bañales R. Hemodilución isovolémica como un recurso para ahorro de sangre homóloga en el paciente oncológico quirúrgico. *Anestesia en México.* 2000;12:29-33.
- Carranza-Cortés JL, Domínguez Martínez B, Cobos González AC. Efecto de las soluciones de reemplazo sobre el gasto cardíaco en pacientes con hemodilución isovolémica aguda. *Anestesia en México.* 1997;9:10-14.
- Carranza-Cortés JL, Fernández Quintanilla Q. Gelatina succilnada al 3%: ¿tiene utilidad en la hemodilución isovolémica aguda?. *Anestesia en México.* 1998;10:132-136.
- Langeron O, Doelberg M, Bonnet F. Voluven a lower substituted novel hydroxyethyl starch (HES 130/0.4), causes few effects on coagulation in major orthopedic surgery than HES 200/0.5. *Anesth Analg.* 2001;92:855-62.
- Bowens C, Spahn DR, Frasco PE, Smith RL, McRae RL, Leone BJ. Hemodilution induces stable changes in global cardiovascular and regional function. *Anesth Analg.* 1993;76:1027-1032.
- Catoire P, Saada M, Liu N, Delaunay L, Rauss A, Bonnet F. Effects of preoperative hemodilution on left ventricular segmental wall motion during abdominal aortic surgery. *Anesth Analg.* 1992;75:654-659.
- Van Woerkens ECSM, Trouwborst A, Lanschot van JJB. Profound hemodilution: What is the critical level of hemodilution at which oxygen delivery-dependent oxygen consumption starts in a anesthetized human?, *Anesth Analg.* 1992;75:818-821.
- Ickx BE, Rigolet M, Van der Linden. Cardiovascular and metabolic response to acute normovolemic anemia. *Anesthesiology.* 2000;93:1011-1016.
- Spahn DR, Zollinger A, Schlumpf RB, Stohr S, Seifert B, Schmid E, Pasch T. Hemodilution tolerance in elderly patients without know cardiac disease. *Anesth Analg.* 1996;82:681-686.
- Standl T, Burmeister MA, Schroeder F, Currlin E. Hidroxyethyl starch (HES) 130/0.4 provides larger and faster increases in tissue oxygen tension in comparison with prehemodilution values than HES 70/0.5 or HES 200/0.5 in volunteers undergoing acute normovolemic hemodilution. *Anesth Analg.* 2003;96:936-43.
- Haisch G, Boldt J, Krebs C, Kumle B. The influence of intravascular volume therapy with a new hydroxyethyl starch preparation (6% HES 130/0.4) on coagulation in patients undergoing major abdominal surgery. *Anesth Analg.* 2001;92:565-71.