



República de Cuba

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

“JOSE ASEFF YARA” CIEGO DE AVILA

HOSPITAL GENERAL DOCENTE “ROBERTO RODRIGUEZ”

MORÓN

HEMODILUCIÓN NORMOVOLÉMICA INTENCIONAL AGUDA EN CIRUGÍA DE ANEURISMA INTRACRANEAL

Autora: Dra. Suilan Delif Regueiro Unzaga.

Residente de tercer año de Anestesiología y Reanimación.

Tutora: Dra Raisa Montero Alvarez.

Especialista de II Grado en Anestesiología y Reanimación. Master en Urgencias Médicas.

Profesor Asistente.

Asesor: Dr Julio A. Diaz Agramonte.

Especialista de I Grado en Neurocirugía. Master en Urgencias Médicas. Profesor Instructor.

Dra. Liliams R. Pérez Zamora

Especialista de Segundo Grado en Anestesiología y Reanimación.

**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA DE PRIMER
GRADO EN ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN.**

2011

RESUMEN

Introducción. Los aneurismas intracraneales constituyen un grupo muy peculiar, con riesgos quirúrgicos elevados y con grandes posibilidades de transfundirse en el perioperatorio. La hemodilución normovolémica intencional aguda nos brinda una posibilidad para disminuir el uso de sangre en estos pacientes. **Objetivo.** Evaluar el comportamiento transoperatorio y postoperatorio inmediato de los pacientes operados de aneurismas cerebrales cuando se utiliza la Hemodilución Normovolémica Intencional Aguda. **Material y Método.** Se diseñó un estudio observacional analítico de tipo caso control en pacientes con aneurismas intracraneales anunciados para cirugía electiva. Las variables fueron, presión arterial sistólica, diastólica y media, frecuencia cardíaca, diferencia alveolo arterial de oxígeno, índice PO_2/FiO_2 , SpO_2 en el preoperatorio, intraoperatorio y postoperatorio. **Resultados.** Existió estabilidad hemodinámica perioperatoria, con comportamiento hemogasométrico similar. En ambos grupos al final de la intervención la saturación periférica de oxígeno, la diferencia alveolo-arterial de oxígeno y el índice PO_2/FiO_2 fueron normales y sin diferencias significativas, se logró la no utilización de glóbulos en el grupo que utilizó la hemodilución. **Conclusiones.** Se demostró que la hemodilución normovolémica intencional aguda es una técnica ahorradora de sangre efectiva para su empleo en cirugía de aneurisma cerebral anunciado para cirugía electiva.

Palabras Claves: ANEURISMAS INTRACRANEALES/ hemodilución / oxigenación

INTRODUCCIÓN

Como se conoce los bancos de sangre como centros abastecedores de hemoderivados, han presentado múltiples dificultades para mantener su aporte, en muchas ocasiones por condiciones técnicas y en otras por disminución de la afluencia de donantes. Además, la sangre así obtenida representa un injerto alogénico sin descontar la transmisión de diferentes noxas, como el SIDA y la hepatitis B y C entre otras (1,3).

En la búsqueda de soluciones para resolver este problema resurge por la década de los 70 la autotransfusión, que había sido abandonada en los albores de nuestro siglo, por impedimentos técnicos y por lo fácil que resultaba la transfusión de sangre homóloga.

La transfusión de sangre autógena se conoce hace aproximadamente 170 años y en la actualidad existen 2 modalidades principales, la de depósito y la de salvado. La experiencia práctica acumulada de los estudios clínicos permite, que la hemodilución por autodonación preparatoria inmediata puede compensar pérdidas de hasta 2 000 mL y rara vez necesita sangre homóloga adicional (4,5).

El desarrollo científico técnico así como un conocimiento más profundo de la reología (4), han llevado a muchos autores a planteamientos que representan puntos de vista al parecer opuestos con los hasta ahora manejados con respecto al nivel del hematócrito (Hto). La disminución de este parámetro obtenido por hemodilución normovolémica aguda implica al mismo tiempo, un aumento del gasto cardíaco como resultado del fomento del retorno venoso y un vaciado más completo del ventrículo a consecuencia de la disminución de la viscosidad sanguínea, lo que compensa hasta valores de 20 de Hto, la disminución del contenido de oxígeno de la hemoglobina (Hb) (6,7).

Como la normovolemia es condición indispensable para que el corazón aumente su gasto de manera compensatoria, la hemodilución intencional debe efectuarse con la reposición del volumen extraído ya sea con coloides o cristaloides en las proporciones adecuadas que mantengan el volumen circulante (5).

Son mínimas las complicaciones que se reportan con la autodonación y se resuelven con la inmediata reposición de lo extraído; con respecto a la autotransfusión sólo se reporta hemólisis por mal manejo del paquete y sí múltiples ventajas (7).

La hemodilución normovolémica intencional es una técnica útil que reduce los requerimientos transfusionales entre el 15 y el 40 % (8). En España se aplica en el 78% de los pacientes programado para cirugía electiva, logrando una disminución de los

requerimientos transfusionales de hasta un 50% en los pacientes aplicados(9). En los Estados Unidos se aplica como procedimiento estandarizado para la cirugía mayor electiva, reportándose una disminución de un 41% de uso de sangre alogénica (10). En Cuba forma parte de un protocolo estandarizado para la cirugía cardíaca electiva lográndose una disminución sustancial del uso de sangre alogénica, además reportándose un decrecimiento en la aparición de complicaciones postoperatorias asociadas a la transfusión (11). Sin dudas la HNI resulta una técnica ahorradora de sangre con ventajas reconocidas para la cirugía electiva, Es por ello que nos hemos propuesto la realización de este trabajo, para establecer el comportamiento de esta técnica en pacientes sometidas a anestesia para cirugía de aneurisma intracraneales en el Hospital Provincial Docente Clínico Quirúrgico de Morón.

Pregunta investigativa

¿Cuál será el comportamiento transoperatorio de los pacientes operados de aneurismas cerebrales cuando se utiliza la Hemodilución Normovolémica Intencional Aguda?

OBJETIVOS

Objetivo general.

Evaluar el comportamiento transoperatorio y postoperatorio inmediato de los pacientes operados de aneurismas cerebrales cuando se utiliza la Hemodilución Normovolémica Intencional Aguda.

Objetivos específicos.

1. Evaluar el comportamiento transoperatorio y postoperatorio inmediato de :
 - Tensión arterial sistólica.
 - Tensión arterial diastólica.
 - Frecuencia cardiaca.
 - Frecuencia respiratoria.
 - Saturación pulsátil de oxígeno.
2. Comparar parámetros hemogasométricos transoperatorio y postoperatorio inmediato en ambos grupo.
3. Comparar la utilización de de sangre alogénica en ambos grupos.
4. Identificar la frecuencia de aparición de complicaciones asociadas.

CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Los médicos han intensificado los esfuerzos por minimizar las necesidades de productos sanguíneos que contienen eritrocitos al aceptar un volumen globular más bajo para pacientes quirúrgicos, y al reconsiderar sus criterios para la transfusión de glóbulos rojos (GR) (12, 13, 14,15).

La hemodilución normovolémica o isovolémica, es una técnica que incluye una flebotomía intencionada inmediatamente antes o, algunas veces, después de la inducción anestésica, y hemodilución simultánea con cristaloides o coloides para restituir el volumen sanguíneo (16,17), como método para limitar los riesgos que acompañan a la transfusión de sangre homóloga. La sangre obtenida durante la flebotomía es repuesta después que las pérdidas sanguíneas han cesado (16, 18,19).

La hemodilución intencionada tiene tres aspectos manifiestos:

1. Reduce la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre.
2. Reduce la viscosidad sanguínea.
3. Incrementa el gasto cardíaco (GC).

Bajo condiciones de normovolemia y reacción suficiente del aparato cardiovascular, la dilución aguda de sangre (hasta un valor de hematocrito estimado en 20%) se acompaña de mejoría importante del flujo sanguíneo total y capilar, y la toleran dentro de límites de seguridad los pacientes previamente sanos, pudiendo incluso sobrevivir a una reducción del hematocrito (hto) de hasta un 10 %, aunque con una descompensación temporal. Sin embargo, en un paciente con enfermedad cardiopulmonar, el punto final en que resulta útil la hemodilución debe ser un hto no inferior al 25% (14,20).

En cualquier paciente, este punto crítico puede reconocerse monitorizando el déficit de bases y la pO₂ de la mezcla venosa. Cuando el transporte de oxígeno no satisface la demanda, encontraremos un aumento en el déficit de bases y una disminución de la pO₂ de la mezcla venosa (valor normal de 40 mm Hg). Durante la hemodilución no es necesario una FiO₂ del 100%, ya que una pO₂ arterial de 600 mmHg puede añadir 1,5 ml. de oxígeno a 100 ml. de sangre (14).

La HNA consiste en la dilución del volumen eritrocítico (anemia dilucional) reemplazada por un sustituto libre de células para mantener un volumen intravascular cercano a lo normal (19,22).

En 1882, Kronecher demostró que la hemodilución aguda era compatible con la vida hasta un hto del 15%. Pero no fue hasta 1960 que este método pudo ser usado para conservar la sangre durante la cirugía, incluso la pediátrica (16,18).

Aunque la HNA reduce la capacidad de transporte de O₂, el mismo se compensa por un aumento del flujo sanguíneo secundario a una disminución de la viscosidad, siempre y cuando se mantengan constantes la presión y la resistencia. Siendo la viscosidad una medida de fricción interna, definida como la resistencia al flujo que depende de las fuerzas intermoleculares que operan dentro del líquido (16,18). En un sistema tubular, parte de la energía cinética se consume generando un flujo concéntrico de láminas con diferentes velocidades, llamado flujo laminar (23). Esto resulta en un gradiente de velocidad perpendicular a la pared del tubo (16). De manera que la lámina vecina a la pared del tubo, en nuestro caso vaso sanguíneo, está casi en reposo siendo las más concéntricas las más veloces. El mayor o menor gradiente de velocidad entre dos láminas contiguas depende de la fricción entre ellas.

Los líquidos homogéneos conservan una viscosidad de reposo, que en el caso de plasma es alta; pero que se modifica al fluir, por lo que debemos considerar la viscosidad aparente.

En la sangre encontramos partículas en suspensión, principalmente los GR por su cantidad y otros elementos, como proteínas, lípidos, ácidos nucleicos libres, que ejercen interacciones entre sí. En principio, las interacciones son mayores a mayor cantidad de elementos. La relación entre proteínas de alto y bajo peso molecular determinan la estabilidad de los GR, siendo el fibrinógeno y la 2 globulina las más influyentes, dado que la polimerización del 1º con puentes intercelulares, producen el acoplamiento de los GR, que en presencia del 2º se convierten en una masa amorfa (16,23), que en estados patológicos, como los quemados alteran la membrana eritrocitaria. Otros elementos que interaccionan son la adhesividad plaquetaria, los efectos de las cargas electrostáticas de superficie, útiles para la repulsión mutua endotelio-celular, que a su vez serían afectados por la temperatura corporal (23).

La temperatura tiene una relación inversa con la viscosidad. A 20 °C, se hace necesario reducir de 45 a 25% el hto para poder sostener valores de viscosidad semejantes que a

37°C, La deformación de los glóbulos rojos es referida a la tendencia de los eritrocitos a asumir una forma elipsoidal cuya longitud axial se oriente en dirección al flujo (16).

En síntesis, cuando la sangre circula genera un campo de flujo, con fuerzas centrípetas y centrífugas que provocan una desigual distribución espacial de las macromoléculas proteicas y células hemáticas. El plasma se margina a la periferia y el flujo central corresponde a los GR, cuyo resultado final es la reducción de la viscosidad aparente.

La viscosidad es directamente proporcional al hto, a mayor hto, mayor fricción de la sangre. Así, un incremento de éste del 40 al 60% se asocia con un aumento del doble de la viscosidad sanguínea, mientras que un decremento del 40 al 20% resulta en una disminución de la misma en un 50% aproximadamente (16).

Adaptación fisiológica durante la Hemodilución

La hemodilución (Hd) progresiva somete al sistema cardiovascular a adaptaciones para poder mantener su homeostasis (17).

Las reacciones fisiológicas compensatorias durante la HNA consisten en:

- Incremento del gasto cardíaco (GC)
- Incremento del volumen sistólico o de contracción
- Incremento del flujo sanguíneo a los órganos
- Incremento de la extracción tisular de O₂

Los mecanismos responsables del aumento del GC son (20):

- a) Reducción de la viscosidad sanguínea
- b) Incremento de la estimulación simpática del corazón.

Como se mencionó en el apartado anterior la viscosidad sanguínea disminuye exponencialmente con el hto y facilita el vaciado del ventrículo izquierdo por disminución de la postcarga. El incremento del volumen sistólico (VS) sería mediado por el aumento del retorno venoso.

Si bien el flujo sanguíneo a los diversos órganos aumenta, la distribución no es proporcional. Tal es el caso del flujo coronario, cuyo acrecentamiento es desproporcionadamente más importante que otros lechos vasculares. Sin embargo, no se reconocen signos de hipoxia tisular hasta un hto de 20%, lo que se atribuye a un probable incremento de la perfusión tisular.

$$DO_2 = GC \times CaO_2$$

donde, DO_2 = disponibilidad de O_2

$$CaO_2(\text{contenido arterial de oxígeno}) = 1.39 \times (\text{Hb} \cdot SaO_2) + (PO_2 \times 0.003)$$

$$VO_2 (\text{consumo de oxígeno}) (\text{ml } O_2 / \text{min.}) = GC (\text{ml } O_2 / \text{min.}) \times Da-v (\text{diferencia arteriovenosa}) (\text{ml } O_2 / \text{ml sangre})$$

El metabolismo humano del oxígeno envuelve un complejo sistema donde el oxígeno es transportado desde la atmósfera hasta su principal sitio de uso fisiológico, la mitocondria. A pesar de su amplio rango de tasas de disponibilidad de oxígeno (DO_2), las tasas de consumo total de O_2 son normalmente constantes.

Sin embargo, en ciertos estados patológicos, la relación entre la DO_2 y el VO_2 se altera, tal que el consumo puede volverse más sensible a cambios en la DO_2 . Además, recientes estudios mostraron que la cinética del metabolismo de oxígeno es un importante determinante de la recuperación de estados críticos de enfermedad (24,25). Estos hallazgos sumados a la habilidad de poder evaluar el consumo en pacientes, focalizó la atención de los Anestesiólogos en la relación entre el VO_2 y la DO_2 (24,25).

En condiciones normales, la DO_2 excede en gran medida a la VO_2 por parte de los tejidos. Por lo tanto, se dispone de una gran reserva de éste. Cuando la DO_2 disminuye por Hd progresiva, sobreviene un incremento correspondiente a la tasa de extracción de O_2 (VO_2/DO_2) (17,26).

Normalmente, la VO_2 resulta independiente de la DO_2 porque los cambios de ésta dan por resultado cambios recíprocos de la VO_2/DO_2 . Sin embargo, existe un nivel crítico de la DO_2 , por debajo del cual la extracción no puede incrementarse para conservar la captación de O_2 . En estas condiciones, ésta última se vuelve dependiente de la provisión de O_2 . Se identificó así el valor de DO_2 en 330ml/min/m²; cuando fue menor la VO_2 disminuyó en proporción, pero cuando la DO_2 fue mayor la VO_2 estableció una meseta en 109ml/min/m², lo que sugiere que a ese nivel se saldaron las necesidades tisulares de O_2 (27,28). Los

mismos autores valoraron, entonces, la DO_2 , VO_2 y la VO_2/DO_2 durante la Hd progresiva hasta un hto del 15%, resultando que la DO_2 excedió el valor de 330ml/min/m² y la VO_2/DO_2 se incrementó como consecuencia de la Hd ; por lo tanto la VO_2/DO_2 es un buen índice de la microcirculación durante los períodos de baja DO_2 .

El miocardio interviene modificando la resistencia de las arterias coronarias según sus requerimientos de O_2 . Este mecanismo de regulación metabólica es el principal control del flujo coronario y se cree que se efectúa a través de la mayor o menor producción de adenosina por las células miocárdicas (28). La adenosina, potente vasodilatador, se producirá en mayor cantidad cuando menor sea la pO_2 y, por ende, cuando mayor sea el MVO_2 (28). Este se torna entonces en el gran determinante del flujo coronario. La presión arterial media (PAM) disminuida que acompaña a menudo a la Hd entraña el peligro de reducir la presión de perfusión coronaria; sin embargo, el MVO_2 y la saturación de O_2 del seno coronario se mantiene constantes entre grandes límites de valor de hto (28-32).

La Hd puede modificar también la distribución del flujo miocárdico entre el endocardio y el epicardio Cuando la concentración de hemoglobina se redujo por debajo de 5 g/dl, el flujo coronario se distribuyó apartándose del subendocardio, con los consecuentes cambios isquémicos, a pesar de un aumento del 310% del flujo coronario total (17,20).

Durante la HNA, el flujo sanguíneo aumenta en el tejido cerebral normal y en todas las áreas de autorregulación, de forma que el metabolismo se mantiene constante (16). No así, a nivel renal donde dicho flujo puede aumentar o disminuir. En el hígado y la vena Porta, éste también aumenta durante la HNA y se incrementa así la extracción de O_2 , de modo que puede presentarse necrosis centrolobulillar cuando el hto disminuye del 20%, si no se incrementa el GC y la pO_2 arterial (16).

Es bien conocido que la hiperventilación modifica la afinidad de la hemoglobina por el O_2 , desplazando la curva de disociación de la oxihemoglobina hacia la izquierda (29). Esto implica que la disposición de oxígeno hacia los tejidos queda limitada al cambiar las características fisicoquímicas de la molécula de hemoglobina, cuya afinidad puede ser determinada mediante la pO_2 50, que se define como, la presión parcial de oxígeno a la cual la hemoglobina se encuentra saturada en un 50%, a un pH de 7.4, pCO_2 de 40 mmHg y temperatura de 37°C (29). Sin embargo, se ha demostrado que la pO_2 50 regresó a valores basales y se mantuvo sin cambios durante el período posterior a la hemodilución (29).

Si bien la concentración de fibrinógeno y plaquetas disminuye paralelamente al hto, la coagulación se mantiene inalterada hasta un valor de 20% (16).

Diversos estudios aseguran que se producen importantes shunts intrapulmonares, alterando así la relación ventilación/perfusión (Qs/Qt), de manera que cuando se suman áreas de atelectasia, la Hd puede desencadenar vasoconstricción hipóxica. (16,23,30,31).

Pérdida Sanguínea Permisible Corregida Por Dilución

En búsqueda de reducir las pérdidas sanguíneas tanto como sea posible por medio de la HNA y para determinar el máximo beneficio que puede esperarse para un paciente dado, la masa neta de GR pasible de ser perdida puede calcularse de la siguiente manera (19-34):

- 1- Calcular el Volumen de Sangre Estimado (VSE).
- 2- Conocer el hto con el que se inicia el procedimiento.
- 3- Calcular el hto mínimo seguro (Hm).

A posteriori, se aplicará la siguiente ecuación

$$PSA = VSE \times Hto (i) - Hto (m) / Hto (i)$$

donde, PSA : pérdidas sanguíneas admisible

Hto (i): valor del hto prequirúrgico

Hto (m): valor del hto mínimo seguro

El resultado es la pérdida admisible total del volumen eritrocítico hasta la iniciación de la transfusión.

Elección del Sustituto

Para asegurar la provisión de O₂ a los tejidos es necesario resguardar el volumen minuto cardíaco. La cantidad y velocidad de administración endovenosa dependen del volumen y rapidez con que la pérdida calculada se lleva a cabo, así también como el tipo de sustituto elegido. El agua corporal total que representa la distribución de sodio libre, es aproximadamente el 60% del peso corporal. Esto incluye el volumen intra y extracelular, que

constituye el 40 y 20%, respectivamente. A su vez, en el extracelular, dentro del cual el sodio es primariamente distribuido, se subdivide un volumen plasmático (4%) y un volumen intersticial (aproximadamente 16%) (35).

La concentración de albúmina, proteína plasmática que contribuye en mayor proporción a mantener la presión coloidesmótica (COP), normalmente tres veces superior en plasma que en el intersticio. La elección del sustituto a utilizar se realizará en base al conocimiento de la farmacología y su acción en el volumen intravascular e intersticial.

Las soluciones electrolíticas (solución salina isotónica, solución de Ringer) se distribuyen por todo el espacio extracelular, tanto intravascular como intersticial, y, por lo tanto, se deben administrar hasta triplicar o cuadruplicar el volumen de sangre perdida. Resulta evidente que si además hay pérdida intraoperatoria moderada o intensa, corregida únicamente con soluciones electrolíticas, será inevitable la creación de edema tisular (34-37).

Las soluciones coloides, no obstante, permanecen durante más tiempo en el espacio intravascular a menos que exista una gran permeabilidad de la membrana capilar, como ocurre después de una anoxia isquémica intensa. Esto hace necesario que deban administrarse en volúmenes iguales a las pérdidas desde el comienzo.

Limites del uso de los cristaloides

El reemplazo del volumen sanguíneo con cristaloides y coloides es útil hasta que la dilución de las proteínas reduce la presión oncótica, a tal grado que se encharca el intersticio, lo que determina edema intersticial dificultando la llegada de oxígeno y otros nutrientes a las células (37).

Existen varias fórmulas para determinar la presión coloidesmótica (COP). Una de ellas es:

$$\text{COP} = \text{proteínas totales} \times 3.07 + 0.15 = 18 - 20$$

Cuando este valor es menor de 16 se presume que hay edema (37) aunque algunos autores (20), sugieren un límite inferior extremo de 10, no obstante, no es recomendable llegar a esta cifra porque la dilución es máxima, y estaría dificultándose la oxigenación no sólo por el edema sino también por la transportación (20,37).

Entre las desventajas de la Hd con cristaloides están la dilución de las proteínas plasmáticas y la consecuente disminución de la presión coloidesmótica, lo que produce ampliación

generalizada del espacio extravascular intersticial y potencialmente la formación de edemas. La magnitud del edema tisular depende de la extensión y del tiempo que dure la Hd, el grado de presión hidrostática venosa y la disponibilidad de sobreflujo en cada órgano. El miocardio también se ve expuesto a dicho edema, lo que disminuye la adaptabilidad y altera las funciones sistodiastólicas. Además, determinaría, tanto en piel como en tubo digestivo, consecuencias en la cicatrización de heridas, resistencias a las infecciones y nutrición postoperatoria.

CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

TEMA: Hemodilución Normovolémica Intencional aguda en cirugía de aneurisma intracraneal.

PROBLEMA: ¿Cuál será el comportamiento perioperatorio de los pacientes anunciados de manera electiva para operarse de aneurisma intracraneal cuando se utiliza la Hemodilución Normovolémica Intencional Aguda?

CAMPO DE ACCIÓN: Comportamiento perioperatorio de los pacientes anunciados de manera electiva cuando se utiliza la Hemodilución Normovolémica Intencional Aguda

OBJETO: Los pacientes que fueron anunciados de manera electiva para cirugía aneurismática cerebral.

HIPÓTESIS: Si en los pacientes anunciados de manera electiva para cirugía aneurismática cerebral se utiliza la Hemodilución Normovolémica Intencional Aguda lograremos igual estabilidad hemodinámica con disminución del uso de sangre alogénica.

APORTES:

Social: Mejorar la asistencia al paciente con aneurisma cerebral y contribuir a la atención integral de estos pacientes.

Científico: Profundizar en el conocimiento sobre el comportamiento transoperatorio y postoperatorio de la cirugía aneurismática cerebral cuando se utiliza la HNIA.

Económico: Los costos/paciente se reducen al ser menor la estadía hospitalaria por disminución de las complicaciones y de los gastos por concepto de medicamentos, personal y otros recursos.

Teórico: Aportar conocimientos actualizados sobre el comportamiento transoperatorio y postoperatorio de la cirugía aneurismática cerebral cuando se utiliza la HNIA permitiendo una adecuada atención a los pacientes.

Práctico: Demostrar utilidad de la HNIA en la cirugía aneurismática cerebral e implementar un protocolo para su utilización.

2.1 Tipo de estudio y diseño:

Se realizó un estudio observacional analítico de tipo caso control, con el uso de la Hemodilución Normovolémica Intencional Aguda en los pacientes anunciados de manera electiva para cirugía de aneurisma intracraneal en el Hospital General Docente Roberto Rodríguez Fernández de Morón en el periodo comprendido de mayo de 2008 a mayo de 2011.

2.2 Universo y Muestra:

El universo se conformó por 75 pacientes quienes fueron anunciados de manera electiva para cirugía aneurismática neuroquirurgica y la muestra quedó constituida por 74 pacientes, seleccionados según criterios de inclusión:

Criterios de inclusión:

- Pacientes con edad mayor de 20 años y menor de 70 años.
- Pacientes sin enfermedad cardiaca isquemica.
- Pacientes hemodinámicamente estables sin signos de sangramiento activo.
- No contraindicaciones para la aplicación de Hemodilución Normovolémica Intencional Aguda.
- Consentimiento informado del paciente (anexo I).

Criterios de exclusión:

- Negativa del consentimiento informado.
- enfermedad cardiaca isquemica con índice cardíaco menor de 2.5 lts/m²/min., fracción de eyección menor de 0.5, Angina inestable.
- Disfunción hepática.
- Disfunción pulmonar.
- Anemia.
- Hemoglobinopatía preexistente.
- Bacteriemia o en tratamiento por dicha causa.
- Pacientes en tratamiento con betabloqueantes

FUNDAMENTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.

MÉTODOS TEÓRICOS:

- ◆ **Histórico-lógico:** al realizar el estudio del problema de investigación en estos años, se hizo énfasis especial en la naturaleza del mismo en el país.
- ◆ **Análisis-síntesis:** en la interpretación de fuentes bibliográficas, para determinar las posiciones teóricas que sustentan la solución del problema científico.
- ◆ **Sistémico:** al valorar el carácter de sistema de los componentes del problema.
- ◆ **Hipotético-deductivo:** posibilitó el surgimiento de conocimientos a partir de influencias teóricas. Ayudó a corroborar las hipótesis e inferir conclusiones.

MÉTODOS EMPÍRICOS:

- ◆ **Observación:** es el método empírico más universal. A través de él se pudo determinar que existe mayor estabilidad en el postoperatorio cuando se utiliza la HNIA
- ◆ **Análisis documental:** permitió hacer un estudio de las tendencias mundiales en cuanto a la evaluación de los pacientes anunciados para neurocirugía que sirvió de base para enfrentar la situación.

Asignación al estudio

Los pacientes fueron seleccionados a su arribo a la unidad quirúrgica, durante el interrogatorio y llenado de la planilla anestésica de acuerdo con los criterios de inclusión y se conformaron dos grupos: según orden de llegada al salón

Grupo I (**n=37**): Los pacientes que arriban a la Unidad Quirúrgica en número par se le aplicó la HNIA.

Grupo II (**n=37**): Los pacientes que arriban a la Unidad Quirúrgica en número impar no se le aplicó la HNIA.

Teniendo en cuenta el principio ético de primero no hacer daño.

2.3 Técnica y Procedimiento:

I -PREOPERATORIO

-Valoración estándar del paciente neuroquirúrgico.

-Evaluación neurológica. Valorar clínica de hipertensión intracraneal.

-Control del estado de hidratación (con frecuencia, náuseas y vómitos asociados).

No se aconseja la premedicación con ansiolíticos (riesgo de hipoventilación / hipoxia).

II.-INTRAOPERATORIO

1. Llegada del paciente a quirófano:

-Monitorización basal (ECG, SpO₂).

-Canalización de vía venosa periférica.

-Medicación pre-anestésica con midazolam 1-2 mg y atropina 0,01 mg/Kg (en ausencia de contraindicación).

Administrar suplementos de O₂ y mantener al paciente incorporado unos 15°.

-Canalización de vía arterial con anestesia local.

2. Inducción neuroanestésica estándar:

-Propofol 1,5-2 mg/Kg (bolus posteriores de 0,5 mg/Kg hasta pérdida de consciencia).

-Prevenir la respuesta adrenérgica a la intubación orotraqueal administrando lidocaína al 2% 1,5 mg/Kg (1,5-2 minutos antes de la laringoscopia).

-Intubación orotraqueal. Tratar las variaciones de TA > 20% o las cifras de TAS >160 mmHg / <90 mmHg.

-Tras la inducción: canalización de vía venosa central (yugular interna) y sondaje vesical.

3.-Mantenimiento anestésico:

-Hipnosis: Propofol en perfusión intravenosa.y/o Isoflurano.

-Fentanyl a 5 mcg/Kg/dosis.

-Relajación: con Pavulón de 0,04 – 0,08 mg/Kg.

-Ventilación: ventilar con O₂/aire al 50%, con V_t=6-8 ml/Kg (mantener normocapnia o hipocapnia ligera).

4. Otros fármacos

Asimismo, durante el intraoperatorio se administrará:

-Antibióticos, en la inducción anestésica (si no se ha administrado en sala): Augmentine 2 g / Cefazolina 2 g iv. Si existe alergia a la penicilina y derivados: Ciprofloxacina, 400 mg iv.

-Dexametasona 8 mg iv. En todos los pacientes. Está indicada no sólo en la cirugía por tumor cerebral (tratamiento y profilaxis del edema perilesional), sino para profilaxis de reacciones meníngeas en el postoperatorio.

-Ondansetrón 4 mg.

-Analgesia: Se trata de una cirugía poco dolorosa. Unos 20' antes del fin de la cirugía, se administrará AINE

5. Monitorización intraoperatoria.

Neuromonitorización estándar + control de la Presión intracraneal.

Monitorización antes de la inducción anestésica.

1. ECG

2. Saturación arterial de oxígeno medida por pulsioximetría (SpO₂).

3. Presión arterial automática indirecta.

Monitorización después de la inducción anestésica e intubación traqueal.

1. Presión arterial invasiva / gasometrías seriadas.

2. Presión venosa central.

3. Gasto urinario (horario).

Patrones Ideales de Monitorización

(Homeostasis cerebral): (Homeostasis sistémica):

SpO₂: 95 % TAM: 90 – 130 mm de Hg

PPC: 70 - 90 mm de Hg PVC: 6 – 10 cm. de agua

PIC: 20 cm. de agua.

PCO₂: 40 mm de Hg.

III.-POSTOPERATORIO

-Despertar precoz en quirófano, salvo que esté indicado lo contrario (ver protocolo habitual de neuroanestesia del hospital).

Hay que tener presente la alta frecuencia de “retraso del despertar”, especialmente tras intervenciones con manipulación tumoral y en las que se ha registrado valores de PIC elevado

Pero en todo caso, ante un retraso de despertar se realizará un TC craneal urgente para descartar otras alteraciones que puedan explicar el cuadro (hemorragia cerebral, neumoencéfalo...).

-Control postoperatorio en UCI durante 24 horas

En el caso de intervenciones no complicadas y sin registro de picos de PIC, el ingreso puede realizarse en sala de neurocirugía.

-Cuidados especiales durante el postoperatorio:

Aparte de los cuidados propios de todo paciente neuroquirúrgico, es de especial importancia:

-Control neurológico: anisocoria/paresia, trastornos de memoria y atención, convulsiones...

-Vigilancia y control de los posibles trastornos hidroelectrolíticos.

-Control estrecho de la temperatura corporal.

-Evaluar signos de irritación meníngea (cefalea, meningismo, fiebre...)

-Control gasométrico.

Grupo I: Inmediatamente de la inducción anestésica se procede a la canalización de vena periférica con branula de grueso calibre y se procede a la extracción según fórmula de Borke- Smith modificada.

Volumen a extraer = $VSC \times (Hto (i) - Hto (m)) / Hto (i) \times 3$

donde, VSC- volumen sanguíneo circulante. 70ml/kg

Hto (i): valor del hto prequirúrgico

Hto (m): valor del hto mínimo seguro

El resultado es la cantidad a infundir que en nuestro caso se realizó con 2/3 cristaloides (Ringer- lactato), 1/3 coloide (gelofusin) de la dosis total a administrar. Con posterioridad cuando se elimine el sangramiento se infunde nuevamente la sangre total extraída posteriormente luego de abrir la vía oral se inicia el tratamiento con suplementos de hierro y ácido fólico por al mínimo 30 días.

Grupo II: no se realizó la HNIA y posteriormente luego de abrir la vía oral se inicia el tratamiento con suplementos de hierro y ácido fólico por al mínimo 30 días.

La decisión de transfundir para ambos grupos estuvo motivada fundamentalmente cuando las pérdidas pasaron las pérdidas sanguíneas permisibles, además la disminución del Htto por debajo de niveles seguros.

2.4 Declaración de las variables:

| VARIABLES DEPENDIENTES | | |
|---|--------------------------------|---|
| VARIABLES | TIPO | INDICADOR |
| Tensión arterial sistólica (TAS) Tensión arterial diastólica (TAD) | Variable cuantitativa continua | Se midió por el método indirecto mediante el estetoscopio esfigmomanómetro, en preoperatorio en trans y en postoperatorio inmediato de manera no invasiva expresada en mmHg. -Hipotensión arterial: Se consideró cuando la cifra de la TAS y TAD se encontró debajo del 20 al 30 % del valor basal. - Hipertensión arterial: Se consideró cuando la cifra de la TAS > o igual a 140mmHg y TAD > o igual a 90mmHg. -Normal: TAS entre 100mmHg y 139mmHg, y TAD entre 60 y 89mmHg. |

| | | |
|--|------------------------------|--|
| | | 60mmHg y 89mmHg. |
| Frecuencia cardiaca (FC) | Variable cuantitativa contin | Se midió mediante el Doct continuamente por latidos minutos (lpm). Determinamos como: - Bradicardia (FC<60lpm). - Taquicardia (FC>100lpm). - Normal (FC entre 60 a lpm). |
| Frecuencia respiratoria (FR) | Variable cuantitativa contin | Medida gracias al Doctus-V forma continua por número respiraciones en un mi (rpm). Determinamos como: - Bradipnea (FR<12 rpm). - Taquipnea (FR>20rpm). - Normal (FR entre 12 a rpm). |
| Saturación periférica de oxígeno (SpO ₂) | Variable cuantitativa contin | Medición por el Doctus-V manera continua la cual interpretó como: - Adecuada (SpO ₂ >95%) - Inadecuada (SpO ₂ <95%) |
| Hemoglobina Hb | Variable cuantitativa contin | Mayor de 12 buena %9y 11.9 tolerable. Menor de 8.5 no tolerable |
| Presión arterial de O ₂ | Variable cuantitativa contin | Entre 90 a 100 adecuada Menos de 90 no adecuada |

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Presión arterial de CO2 | Variable cuantitativa continua | Entre 35 a 45 adecuada Menos de 35 hipocapnia Más de 45 hipercapnia |
| pH | Variable cuantitativa continua | 7.35-7.45 normal Menor-acidosis Mayor- alcalosis |
| Complicaciones | Variable cualitativa nominal politémica. | Detalladas según cada variable analizada. |
| Transfusión | Variable cualitativa nominal dicotómica | Si No |

2.5 Procedimientos y técnicas para la elaboración y recolección de los datos:

El análisis descriptivo de los elementos que caracterizaron la muestra, se implementó a través de media, moda, máximo, mínimo, rango, desviación típica.

En este trabajo se aplicó el esquema de comparación de poblaciones aplicable a investigaciones con dos grupos de casos con una variable a comparar. Se utilizó el esquema general de comparación de poblaciones con pruebas no paramétricas. En la comparación horizontal entre los grupos se aplicó la prueba de U Mann Whitney y para la comparación vertical o análisis de varianza en bloque, la prueba de Friedman. Además, con el fin de probar homogeneidad entre los grupos en algunas variables, se aplicó la prueba de chi Cuadrado.

En todos los test o pruebas se trabajó con niveles de significación de 0.05 (significativo).

Todos los datos recogidos al efecto fueron reflejados en el formulario (Anexo 2), lo que facilitó el procesamiento estadístico, para lo cual se apoyó en el programa SPSS para Windows (versión 11.00). Se empleó una computadora Pentium III, con ambiente de Windows XP. Los textos se procesaron con Word XP, y las tablas y gráficos se realizaron con Excel XP que viabilizó el procesamiento de los datos y el análisis correspondiente, así como la elaboración de los gráficos y tablas al efecto, para así arribar a conclusiones.

2.6 Aspectos de carácter ético:

La investigación se realizó previa autorización del Comité de Ética Médica de la Institución Hospitalaria (Anexo 3) quien supervisó y fiscalizó el estricto cumplimiento de los principios de la ética médica de autonomía, justicia, no maleficencia y el consentimiento informado de los pacientes participantes en la investigación, previa explicación de los objetivos, beneficios y efectos de su aplicación y los resultados que pueden aportar.

| Estadígrafo | | Grupo I (n=37) | Grupo II (n=37) | |
|------------------|----|----------------|-----------------|----|
| Edad(años) | | 43.82±8.53 | 45.77±9.57 | |
| Peso(Kilogramos) | | 65.92±6.92 | 66.52±7.05 | |
| III. DE LOS | Se | M | 20 | 18 |
| | | F | 14 | 16 |

CAPÍTULO
DISCUSIÓN

RESULTADOS

Título: Hemodilución Normovolémica Intencional aguda en cirugía de aneurisma intracraneal.

Tabla 1 Características de la muestra estudiada en cuanto a edad, peso, sexo. pacientes operados de tumores cerebrales mayo del 2008- mayo del 2011 Hospital Provincial Docente Capitán Roberto Rodríguez Morón.

Fuente: formulario $p > 0.05$

El grupo I presentó un edad media de 43.82±8.53 años y el grupo II mostró una edad media en años de 45.77±9.57. En cuanto al peso, éste mostró una media de 65.92±6.92 Kg para el grupo I y una media de 66.52±7.05 para el grupo II. El sexo se comportó de forma similar en ambos grupos: en el grupo I, 20 pacientes del sexo masculino y 14 del sexo femenino y en el grupo II, 18 pacientes del sexo masculino y 16 del femenino. Al aplicar la prueba de

Mann Whitney para edad, peso y la prueba de chi Cuadrado para sexo se comprobó que los dos grupos resultaron similares en los índices descritos, sin diferencias significativas entre los mismos ($p>0.05$).

Por lo analizado los pacientes conformaron dos grupos notablemente homogéneos en cuanto a los datos generales (edad, peso, sexo y estado físico) por lo tanto comparables.

Tabla 2 Comportamiento hemodinámico (Media Aritmética / Desviación Estándar)

| Variable | Basal | | Transoperatorio | | Postoperatorio | |
|-------------|------------|------------|-----------------|-----------|----------------|------------|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 1 | Grupo 2 |
| Hb | 13.6+-1.2 | 13.1+-1.9 | 9.9+-0.9 | 8.9+-0.8 | 10.8+-1.3 | 10.5+-1.2 |
| Htto | 40.6+-2.3 | 39.9+-1.3 | 33.8+-1.1 | 26.9+-1.5 | 37.9+-2.2 | 37.3+-0.5 |
| Fc | 89.2+-6.3 | 90.1+-3.7 | 91.1+-5.4 | 99+-6.5 | 94.8+-1.8 | 95.1+-2.4 |
| TAS | 130.3+-3.9 | 129.4+-2.4 | 114.6+-2.7 | 110+-2.4 | 120.9+-5.5 | 130.4+-2.6 |
| TAD | 87.9+-1.9 | 88.1+-3.4 | 82.9+-3.4 | 75.6+-1.3 | 85.4+-2.2 | 82.7+-4.6 |
| TAM | 98.3+-1.1 | 96.8+-2.0 | 92.7+-2.7 | 89.9+-0.2 | 95.3+-2.6 | 92.1+-2.1 |
| PVC | 8.1+-3.1 | 8.6+-3.4 | 8.6+-1.1 | 9.2+-1.2 | 9.9+-0.5 | 9.2+-1.3 |

$p>0.05$

En la tabla 2 observamos el comportamiento hemodinámico de los pacientes intervenidos quirúrgicamente. La hemoglobina transoperatoria registra un decrecimiento proporcional a la extracción y el sangramiento transoperatorio con una media de 9.9+-0.9 en el grupo 1 lo que significa que en ninguno de los pacientes se alcanzó un valor inferior a 9.0 g/l, por lo que se mantuvo sobre valores seguros aún para pacientes con enfermedad cardíaca isquémica, mientras en el grupo 2 se mantuvo con una media de 8.9+-0.8 un descenso inferior al registrado en el primer grupo resultados similares obtuvieron Fàbregas y colaboradores, (38) quienes concluyeron que los pacientes que reciben HNIA tienen una disminución de la hemoglobina inferior a los que no la reciben alegando que la hemodilución disminuye las pérdidas eritrocitaria. El hematocrito tuvo un comportamiento similar siempre sobre valores seguros para ambos grupos. Estudios recientes mostraron que aumento del hematocrito del

20 al 40% provoca disminución del FSC, un 56% de la cual depende de aumento de la viscosidad y el resto de vasoconstricción por aumento del aporte de oxígeno. (31)

Existe controversia respecto de cuáles son los valores de hematocrito capaces de producir el mejor aporte de oxígeno al cerebro, variando los niveles sugeridos entre 30-32 y 40-45%. FHAMY(31) concluye de la revisión de la bibliografía que hematocritos entre 30 y 42% producen una oxigenación tisular óptima; con valores mayores, la ventaja del incremento del contenido de oxígeno es sobrepasada por el efecto negativo del aumento de la viscosidad. Por su parte la tensión arterial media, variable importante para garantizar la perfusión cerebral en condiciones de autorregulación conservadas, en el grupo 1 tuvo su valor más alto en estado basal 98.3 ± 1.1 y su valor más bajo en el periodo transoperatorio 92.7 ± 2.7 es decir, en ningún caso escapó a los valores estandarizados como adecuados para garantizar la perfusión cerebral entre 90 y 110 mmHg. en todos los casos. Ambesh (39) considera que los mecanismos de adaptación cardiovasculares que se ponen de manifiesto en la HNIA son lo bastante eficiente para garantizar la hemodinámica, lo que convierte a la HNIA en un método seguro para su aplicación en el paciente neuroquirúrgico. En todos los casos $p > 0.05$ para cada uno de los grupos estudiados, no se hallaron diferencias significativas en ninguno de los mismos en el decursar del tiempo.

Tabla 3 Comportamiento hemogasométricos

| Variable | Basal | | Transoperatorio | | Postoperatorio | |
|-----------------------------------|----------|----------|-----------------|-----------|----------------|----------|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 1 | Grupo 2 |
| Sat O ₂ | 98.5±0.9 | 98.6±0.7 | 99.7±0.3 | 99.5±0.2 | 98.3±0.5 | 97.2±2.1 |
| PaO ₂ | 96.8±2.2 | 97.3±1.4 | 105.2±3.1 | 102.3±2.5 | 99.2±1.4 | 98.9±0.8 |
| paCO ₂ | 38.6±3.1 | 39.1±2.1 | 34.5±0.2 | 35.3±1.9 | 37.2±2.2 | 39.1±0.5 |
| pH | 7.37±1.2 | 7.38±0.3 | 7.42±0.9 | 7.40±0.3 | 7.43±0.8 | 7.41±0.6 |
| PO ₂ /FiO ₂ | | | | | | |
| D _{(A-a)O₂} | | | | | | |

En la tabla 3 observamos el comportamiento hemogasométricos de interés en paciente neuroquirurgico. La saturación periférica de oxígeno tuvo un comportamiento similar en ambos grupos en los tres tiempos, mostrando un estado de afinidad de la hemoglobina hacia el O₂ no alterado clínicamente, 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 oxígeno (40), otros autores (41) afirman resultados similares apoyando la idea de la seguridad del uso de la HNIA en los pacientes neuroquirurgico. El FSC permanece constante dentro de un amplio rango de presión parcial arterial de oxígeno (PaO₂). Cuando la PaO₂ cae por debajo de 50 mmHg, el FSC aumenta exponencialmente un 32% con PaO₂ de 35 mmHg, cuadruplicándose con PaO₂ de 15 mmHg. Algunas evidencias indican que la hiperoxia disminuye el FSC; la inhalación de oxígeno al 100% puede disminuir el FSC en 12-13% en adultos (40)

La PaCO₂ juega un rol crítico en el control del FSC. Entre 20 y 80 mmHg de PaCO₂, el cambio en 1mmHg se asocia con modificación del 2-4% en el FSC. (41) La hipocapnia puede reducir el FSC, en individuos sanos, a un tercio del basal. La reducción del FSC, se asocia con disminución del VSC, lo cual a su vez disminuye la PIC.

La presión arterial de oxígeno, dióxido de carbono y el pH se mantienen muy similar en los grupos en todos los tiempos lo que sugiere que los cambios inducidos por la HNIA son muy bien tolerados por el organismo

En todos los casos $p > 0.05$ para cada uno de los grupos estudiados, no se hallaron diferencias significativas en ninguno de los mismos en el decursar del tiempo.

Tabla 4. Necesidad de utilización de sangre alogénica.

| Necesidad de transfundir | Grupo 1 n=37 | | Grupo 2 n=37 | |
|--------------------------|--------------|-------|--------------|------|
| | No | % | No | % |
| Si | - | - | 28.0 | 75.6 |
| No | 37.0 | 100.0 | 9.0 | 24.4 |

$p < 0.05$

En la tabla 4 observamos la necesidad de transfundir a los pacientes del estudio, en el grupo 1 no se utilizó la transfusión en ningún caso, mientras que en el grupo 2 se transfundió el 75.6% de los pacientes. Muchos autores (42-45) reconocen que la cirugía de tumores cerebrales es candidata a sangramiento de moderada intensidad y que un alto número de pacientes necesitan ser transfundidos, por lo que se beneficiarían del uso de la HNIA. González O (46) menciona en su estudio una disminución del 54% del consumo de transfusiones alogénicas con el uso de la Hemodilución Normovolémica Intencional Aguda.

En todos los casos $p < 0.05$ para cada uno de los grupos estudiados, se hallaron diferencias significativas entre ambos grupos.

Tabla 5 Aparición de complicaciones asociadas.

| complicaciones | Grupo 1 n=37 | | Grupo 2 n=37 | |
|-------------------------------|--------------|-----|--------------|-----|
| | No | % | No | % |
| Reacción transfusional | - | - | 3 | 8.1 |
| Sobrecarga de líquidos | 1 | 2.7 | - | - |

p>0.05

En la tabla 5 Observamos la aparición de complicaciones, la reacción transfusional apareció en el 8.1% de los pacientes del grupo 2, mientras 2.7% de los pacientes del grupo 1 presentó signos de sobrecarga de líquidos en nuestro trabajo no se observó gran incidencia de complicaciones cosa que no se recoge así en la literatura, en diferentes estudios (47-50) se reparta Entre las desventajas de la HNIA con cristaloides la dilución de las proteínas plasmáticas y la consecuente disminución de la presión coloidosmótica, lo que produce ampliación generalizada del espacio extravascular intersticial y potencialmente la formación de edemas. La magnitud del edema tisular depende de la extensión y del tiempo que dure la HNIA, el grado de presión hidrostática venosa y la disponibilidad de sobreflujo en cada órgano. El miocardio también se ve expuesto a dicho edema, lo que disminuye la adaptabilidad y altera las funciones sistodiastólicas. Además, determinaría, tanto en piel como en tubo digestivo, consecuencias en la cicatrización de heridas, resistencias a las infecciones y nutrición postoperatoria (49). En un estudio (50), arrojó que el 40% de los pacientes sometidos a procedimientos neuroquirúrgicos sin HNIA fueron admitidos en unidad de cuidados intensivos con una sobrecarga de líquidos del más del 10% del peso corporal.

En todos los casos p>0.05 para cada uno de los grupos estudiados, no se hallaron diferencias significativas en ninguno de los mismos en el decursar del tiempo.

CONCLUSIONES

El estudio se realizó en una muestra homogénea y por tanto comparable entre sí, no reportándose diferencias significativas en los cambios hemodinámicos, ni en los hemogasométricos entre ambos grupos, recogiendo la utilización de transfusiones de sangre alogénica en el 75.6% de los pacientes del grupo que no se le practicó la HNIA. En ambos grupos existió un bajo índice de complicaciones. Demostrándose que la HNIA es una técnica ahorradora de sangre efectiva para su empleo en cirugía de aneurisma cerebral anunciado para cirugía electiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brienza A, Martinelli G, Montanini S, Barbieri GC, Tufano R, Giron GP, et al. Hemodilución normovolémica intencional. Revisión de noticias. Una alternativa práctica para la transfusión homóloga de sangre. Revisión del grupo de estudio GISEN, Italia,2008-2009:1-5.
2. Mortelmans Y, Aken H van, Vermaut G. Hemodilution and autotransfusion, a blood sparing and safety program. *Acta Orthop Bel* 2008;54(1):21-33.
3. Mortelmans Y, Van Der Linden, Trow BA, Banon JF, Samama C, Geiger P, et al. Hemodilución normovolémica: estado actual de los conocimientos. Simposio satélite en el Congreso de la Sociedad Europea de Anestesiología. Bruselas, 13 de mayo,2009:1-8.
4. Audibert G, Donner M, Lefevre JC, Stoltz JF, Laxenaire MC. Rheologic effects of plasma substitutes used for preoperative hemodilution.*Anesth Analg* 2007;78:740-5.
5. Coste C, Reyes Ortiz C, Baron JF. Técnicas de ahorro de sangre: tolerancia a la hemodilución. 1ra. ed. Talleres Gráficos de la Ley S.A.E. I, 2007:57-92.
6. Lichtenstein A, Eckhart WF, Swanson KT, Vacanti CA, Zapol WM. Unplanted intraoperative and postoperative hemodilution: oxygen transport and consumption during severe anemia. *Anesthesiology* 2008;69:119-22.
7. Messmer K. Hemodilution: possibilities and safety aspects. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008;32(89):49-53.
8. Induni LE, Alvarado M, Méndez E. Autotransfusión y terapia de Componentes sanguíneos autólogos en cirugía cardíaca: consideraciones generales y experiencia en el Hospital de México. *Rev. Costarric. Cardiol.*, 2010; 5 (1): 9-18
9. Ladrón Y, Carrascosa A, Rández M, Bregua J. Hemodonación predepósito en cirugía programada del Hospital de Tudela. Citado el 14 de abril del 2009. Disponible en: <http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol26/n3/cartas1.html>
10. Lichtenstein A, Eckhart WF, Swanson KT, Vacanti CA, Zapol WM. Unplanted intraoperative and postoperative hemodilution: oxygen transport and consumption during severe anemia. *Anesthesiology* 2008;69:89-92.
11. González O, Hidalgo PA. Técnicas actuales para la cirugía cardiovascular sin utilizar componentes sanguíneos. *Rev Cub. Anest. Reanim.*, 2007; 6 (1): 45-62
12. BJORAKER DG.: Transfusión de sangre. Cuidados intensivos. Editorial Americana. 2007. Vol. 3. Pág. 369 - 380.
13. SCHLEINZER W., MEHRKENS HH., et al.: Procedimiento clínico de la transfusión autóloga: hemodilución, autotransfusión mecánica, plasmaféresis, donación de

- sangre autóloga. *Anesthesiologie und Intensiv Medizin*. 2007. Vol. 28. Pág. 235 - 241.
14. SAFAR P., BIRCHER N.: Reanimación avanzada. Reanimación cardiopulmonar y cerebral. 1990. Pág. 182 - 189.
 15. HOVET JF., LEPIOTTEVIN L., et al.: L`hemodilution est-elle suffisante pour eviter la transfusion homologue au cours des mammoplasties de reduction. *Journal article English abstract*. France. 2009. Vol. 42. Nº 3. Pág. 353 - 355.
 16. MOTOYAMA E., DAVIS P.: Blood conservation. *Anesthesia for infants and children*. 9^{na}Edición. Cap. 15. Pág. 371 - 392.
 17. MATHRU M., ROONEY M.: Hemodilución. *Cuidados intensivos*. Editorial Americana.2010. Vol. 3. Pág. 383 - 392
 18. COTE CH., RYAN J., et al.: Strategies to reduce blood transfusions. *A practice of anesthesia for infants and children*.2009. Pág. 206 - 208.
 19. FELDMAN JM., ROTH JV., et al.: Maximun blood savings by acute normovolemic hemodilution. *Anesth. Analg*.2006.Vol. 80. Nº 1. Pág. 108 - 113.
 20. SPAHN DR., LEONE BJ., et al.:Physiology of hemodilution. *Anesth Analg*.2007. Vol. 78. Pág. 1000 - 1021.
 21. SIMPSON P.: Perioperative blood loss and its reduction. *British Journal of Anaesthesia*.2009. Vol. 69. Pág. 498 - 507.
 22. LOWELL JA, SCHIFFERDECKER C, et al.: Postoperative fluid overland. *Critical Care Medicine*.Vol. 18. Nº 7. Pág. 728 - 733.
 23. MALZONE A.: Hemodilución normovolémica (I Parte). *Revista Argentina de Anestesiología*. 2006. Vol. 44. Nº4. Pág. 287 - 308.
 24. SHOEMAKER WC., APPEL PL., KRAM HB.: Role of oxygen debit in the development of organ fairule sepsis, and death in high risk patients.2006. *Chest* 102. Pág. 208 - 215.
 25. SHOEMAKER WC., APPEL PL., KRAM HB.: Hemodynamic and oxigen transport responses in survivors and nonsurvivors of high-risk surgery. *Crit. Care Med* 21.2006. Pág. 977 - 990.
 26. SHANGRAW R.:Oxygen consuption and oxygen delivery. *Seminars in Anesthesia*.2010. Vol.13. Nº 3. Pág. 265 - 275.
 27. SHIBUTANI K., KOMATSU T.,et al.:Critical level of oxygen delivery in anesthetized man. *Critical Care Medicine*. 2003. Vol.11. Nº 8. Pág. 640 - 643.
 28. HOUSSAY B.: Circulación coronaria y consumo de oxígeno miocárdico. *Fisiología Humana*. Tomo II. 1993.

29. JARAMILLO MAGAÑA, IGARTUA GARCIA LM.: Cambios en la p50 secundarios a hemodilución normovolémica en pacientes neuroquirúrgicos. Rev. Arg. de Anestesiología.2010. Nº3. Pág. 129 - 136.
30. SOLARES G., QUALLS C.: Efecto de los cambios del gasto cardíaco sobre la oxigenación y el cortocircuito (Qs/Qt) intrapulmonar bajo anestesia inhalatoria. Rev. Esp. Anest. y Reanimación.2006. Vol. 41. Nº4. Pág. 200 - 204.
31. FAHMY NR, CHANDLER HP, et al.: Hemodynamic an oxygen availavility during acute hemodilution in concious man. Anesthesiology. 2006. Vol. 53. Pág. 84.
32. MILLER R.: Terapéutica transfusional. Autotransfusión y hemodilución. Anestesia.1993. Vol. 2. Cap. 48 - 49. Pág. 1333 - 1340 - 1352 - 1355 - 1359 - 1360 - 1365 - 1367 - 1372 - 1374 .
33. GUAY J., HAIG M., et al.: Predicting blood loss in surgery for idiopathic scoliosis. Can J. Anaesth. 2004. Vol. 41, Nº 9. Pág. 775 - 781.
34. BELL CH., HUGHES C., et al.: Reposición de sangre. Manual de anestesia pediátrica. 1993. Pág. 106 - 107.
35. PROUGH D.: Perioperative fluid management: the uses of crystalloid and hypertonic solutions. Seminars in Anesthesia.2009. Pág. 223.
36. MC GOUGH EK.: Reanimación en caso de choque, traumatismos y quemaduras. Cuidados intensivos.2010. Vol. 3. Pág. 329 - 248.
37. PALADINO MA., et al.: Hemodilución. Bases farmacológicas de la anestesia.1994. Cap. 6. Pág. 218 - 231.
38. Fàbregas N, López A, Valero R, Carrero E, Caral L, Ferrer E. Anaesthetic management of blood tranfusion in surgical neuroendoscopies. Anesthesiol 2010; 12: 21-28.
39. Ambesh SP, Kumar R. Neuroendoscopic Procedures: Anaesthetic Considerations for a Growing Trend. J Neurosurg Anesthesiol 2009; 12: 262-70.
40. Mathru M, Rooney M. Hemodillución. En: Kyrby RR, Taylor RW: Tratamiento innovador con líquidos y electrolitos, nutrición y transfusional. 1a. De. México D.F. Interamericana.2009. Pag. 383-392.
41. Bjoraker DG. Transfusión de sangre: ¿Cuál es un valor hematócrito Seguro?. En: Kyrby RR, Taylor RW: Tratamiento innovador con líquidos y electrolitos, nutricional y transfusional. 1a. De. México D.F. Interamericana. 2009 pag. 369-381.
42. Simpson MB, Georgopoulos G, Orsini E, Eilert RE. Autologous Transfusions for Neuroendoscopic Procedures at a children's Hospital. *J Bone Joint Surg*, 2009; 74: 652-658.
43. 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 de tumores cerebrales

- (l). Estudio prospectivo en niños de peso superior a 12 kg. *Revista Española de Neurocirugía*, 2007; 40: 28-34.
44. Schaller RT, Schaller J, Morgan A, Furman EB. Hemodilution anesthesia: a valuable aid to major cancer surgery in children. *Am J Surg*, 2010; 146: 79-84.
 45. Messmer K, Sunder-Plassmann L. Hemodilution. *Prog Surg*, 1974; 13:208-211.
 46. González O, Hidalgo PA. Técnicas actuales para la cirugía cardiovascular sin utilizar componentes sanguíneos. *Rev Cub. Anest. Reanim.*, 2007; 6 (1): 46
 47. Red blood cell transfusion contaminated with *Yersenia enterocolitica* in the United States, 2001-2009 and initiation of a national study to detect bacteria associated transfusion reactions. *MMWR* 1997; 46: 553-55.
 48. Klein H. G., Dodd R. Y., Ness P. M., Frattoni J. A., Nemo G. J. Current status of microbial contamination of blood components: Summary of a conference. *Transfusion* 2007; 34: 95-101.
 49. Chiu E. K. W., Yuen K. Y., Lie A. K. W., et al. A prospective study of symptomatic bacteremia following platelet transfusion and of its management. *Transfusion* 2008; 34: 950-54.
 50. Bordin J. O., Heddle N. M., Blajchman M. A.. Biologic effects of leucocytes present in transfused cellular blood products. *Blood* 2010; 84: 17023-21.