



HEMODILUCIÓN NORMOVOLÉMICA AGUDA EN PACIENTES SOMETIDOS A REVASCULARIZACIÓN CORONARIA

Dra. Rocio Areli Rojas Jaimes*, Dra. Eva María Ortiz Ramírez**, Dr. Raúl Medina Barrera***

RESUMEN

El presente estudio intenta demostrar que la técnica de hemodilución normovolémica se puede aplicar a pacientes sometidos a cirugía cardiovascular con pocos o nulos efectos deletéreos en el período posquirúrgico. El estudio fue de tipo longitudinal, aleatorio y descriptivo, se estudiaron 20 pacientes ASA II-III, hemodinámicamente estables, en dos grupos de 10 cada uno. Un grupo recibiría solución coloidal y otro cristaloidal respectivamente. Fueron determinados previos al inicio de la anestesia, trans y postanestesia, los valores de Hb, Hto y de gasometría arterial y venosa, así como el registro de signos vitales y determinación de fibrinógeno.

El valor de Hb y Hto fue más abajo en el periodo posquirúrgico en promedio comparativamente con el basal así como el de fibrinógeno; los parámetros gasométricos arteriales mostraron cambios significativos en PCO_2 y HCO_3 en el periodo pre y posanestésico. Los parámetros gasométricos venosos también mostraron los mismos cambios. La TAM no mostró cambios muy significativos en los periodos pre y posanestésico sin ser determinantes. Las variables de T/A sistólica y diastólica permanecieron dentro de los parámetros normales con modificaciones ligeras. Nosotros concluimos que la técnica de hemodilución normovolémica en este tipo de pacientes es un método seguro, para ser aplicado sin consecuencias hemodinámicas deletéreas importantes.

Palabras clave: Hemodilución normovolémica, revascularización coronaria, líquidos.

ABSTRACT

The present study tries to demonstrate that the technique of normovolemic haemodilution can be apply in patients undergoing to surgery, these with light or null effects deleterious posquirurgics. In a study of longitudinal, prospective, aleatory and descriptive type 20 patients were studied ASA II-III stable hemodynamic, in two groups of each one that you/they would receive solution colloid or crystalloid respectively. They were determined previous to the beginning of the anesthesia, trans and postanesthetic Hb, Hto's values and arterial, veined gasometrical, as well as registration of vital signs and fibrinogen. A value of Hb was observed Hto post surgical smaller average that the basal one as well as that of fibrinogen, the arterial gasometric showed significant changes in PCO_2 , HCO_3 in the period pre and postanesthetic. The veined gasometric also showed in the same variable changes significant without ending up being decisive for later behavior, That de TAM showed not very significant changes in the periods pre and postanesthetic without ending up leaving the normal parameters. The variable of systolic T/A and diastolic stayed inside normal parameters with slight modifications. You concludes that the haemodilution normovolemic in this type of patients is a sure method, to be applied without important deleterious hemodynamic consequences.

Key words: Normovolemic haemodilution, tocardiac surgery, ... surgery, fluids.

Recibido: Julio 29, 2002.

Aceptado: Enero 3, 2003.

INTRODUCCION

La hemodilución suele ser el resultado de la restitución intencionada de volumen con soluciones cristaloides o coloides, como una alternativa para disminuir los riesgos que acompañan a la transfusión de sangre homóloga. El término hemodilución normovolémica aguda, significa que las pérdidas agudas de sangre son restituidas de inmediato con líquidos libres de células, en tanto se conserva el volumen sanguíneo circulante en sus límites normales. La hemodilución intencionada tiene tres aspectos manifiestos: 1) reduce la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre, 2) reduce la viscosidad de la sangre y 3) se incrementa el gasto cardíaco.^{1,2}

La hemodilución tuvo sus inicios poco después del descubrimiento de los grupos sanguíneos. Panico y Neptuno llevan a cabo la técnica de hemodilución en cirugía cardíaca hacia el año 1959 para evitar el uso de sangre para el llenado del sistema en la circulación extracorpórea con relativo éxito.⁹

Se sabe actualmente que los cambios fisiológicos que se aplican a la hemodilución están en relación con diversos factores de la serología sanguínea, alterando de forma diversa y transitoria la fisiología de la microcirculación. Uno de los factores más afectados es la viscosidad sanguínea que es definida por el hematocrito, la agregación plaquetaria además de la viscosidad plasmática. El efecto más importante de la hemodilución es la disminución de la viscosidad sanguínea al descender el hema-tocrito, esto resulta en un aumento del

*Médico adscrito de anestesiología del C.M.N. 20 de Noviembre. Prolongación Uxmal 899-102 Col. Santa Cruz Atoyac C.P. 03310. Tel. 5688-2291, radio 5211-1111 clave 43770, correo electrónico: rareli@prodigy.net.mx. **Médico residente anestesiología de segundo año. *** Médico residente anestesiología de tercer año C.M.N. 20 de Noviembre.

gasto cardíaco y del volumen -latido por aumento del retorno venoso.^{6,9,10,12}

Se sabe también que debido a la disminución transitoria de la masa globular necesariamente disminuye el contenido arterial de oxígeno; sin embargo, este decremento se ve compensado de tres maneras diferentes: a) incremento en la velocidad del flujo sanguíneo, b) aumento en la extracción tisular de oxígeno y c) desplazamiento de la curva de la hemoglobina hacia la derecha o disminución de la afinidad por oxihemoglobina.¹¹

La dilución de la sangre hasta un valor del hematocrito de 20 - 25 % se denomina hemodilución moderada, y cuando el hematocrito disminuye a valores alrededor de 10% se refiere como dilución extrema.³

El objetivo del presente estudio es describir con base en las variables observadas y analizadas, el comportamiento hemodinámico de los pacientes sometidos a ésta técnica, así como una disminución en el empleo de hemoderivados y consecuentemente en la incidencia de enfermedades postransfusionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE), se estudió a un grupo conformado por 20 pacientes sometidos a cirugía de revascularización coronaria realizándoseles hemodilución normovolémica. El estudio fue de tipo longitudinal, prospectivo y descriptivo. Dentro de los criterios de inclusión se estimaban las siguientes características: pacientes de ambos sexos que fueran sometidos a revascularización coronaria, hemodinámicamente estables, con clasificación ASA II o III, quienes tuvieran cateterización central y línea arterial, con buena función ventricular, testigos de Jehová (no necesariamente) y con rangos aceptables de Hemoglobina (no menor de 10 gr). Se eliminarían a aquellos pacientes con inestabilidad hemodinámica.

Todos los pacientes fueron monitorizados con técnica invasiva al llegar a sala con colocación de línea arterial y catéter venoso central. Se les tomó una primera muestra de gasometría arterial-venosa, posteriormente se procedió a la inducción a anestésica con Diacepam 200 mcgs/ Kg y fentanilo 5 a 10 mcgs/Kg, se asistieron con mascarilla y O₂ al 100% se relajaron con Pancuronio 100 mcgs/kg, se intubaron con sonda orotraqueal tipo Murphy, manteniendo la anestesia con Oxígeno al 100% y Fentanilo. Se procedió a la aplicación de la siguiente fórmula para la cuantificación de sangre por extraerse: volumen corporal = $vc \times hto \text{ real} - hto \text{ ideal} / hto \text{ promedio}$, ($vc = \text{peso} \times 70$ para varones y $\text{peso} \times 60$ para mujeres). Los pacientes fueron escogidos en forma aleatoria, y la reposición del volumen extraído se realizó con solución

crystaloide ó coloide, en proporción 2:1 para crystaloides y 1:1 para coloides. Se tomaron en cuenta variables como Hb, Hto, en varias tomas pre, trans y postoperatorio, HCO₃ y exceso de Base, presión venosa central (PVC), Tensión arterial media (TAM) frecuencia cardíaca (FC), diuresis y temperatura. Se tomó muestra también pre, trans y posoperatoria para la determinación de Fibrinógeno. Se tomaron en cuenta los valores basales como determinantes para la comparación de resultados. El análisis de resultados se realizó con estadística descriptiva que incluyó media y desviación estándar y se aplicó la prueba de ANOVA (análisis de varianza) para las variables cuantitativas. Se tomaron en cuenta para el estudio los principios éticos del comunicado de la Secretaria de Salud (SS) (diario oficial 26 de Enero de 1982 y los códigos establecidos en la declaración Helsinki 1964 y Tokio 1975, así como los estatutos del comité de ética del hospital.

RESULTADOS

De un total de 20 pacientes se distribuyeron dos grupos de 10 cada uno (independientemente del sexo); el 50% recibió coloide y el otro 50% recibió crystaloide; el 15% fue del sexo femenino (3 pacientes) y 85% del sexo masculino el promedio de edad fue de 56±8 años y de peso promedio de 75±10 kilos.

El volumen promedio extraído fue de 578±188 ml y el volumen repuesto entre coloide y crystaloide fueron de 945±330 ml.

La hemoglobina promedio basal fue de 14.28±1.74 gr, transanestésica de 11.73±1.87 gr y posanestésica de 11.17±1.67 gr. El hematocrito promedio en los tres periodos fue de 42.83±5.14 para el preanestésico, 35.03±5.57 en el transanestésico y 33.3±5.08. El fibrinógeno basal tuvo un promedio de 288 mg/dl±44.52, transanestésico de 211.1±59.4 y posanestésico de 261.75±82.25. (Tabla I)

La gasometría arterial tuvo los siguientes promedios: pH 7.41±0.3, 7.41±0.5 y 7.40±0.5, para los periodos pre, trans y posanestésico y que estadísticamente no fueron significativas.

El PO₂ no mostró fluctuación estadísticamente significativa en ninguno de los tres periodos. (Tablas II y III)

El PCO₂ se modificó en los tres periodos como sigue: 30.47±4.69, 29.9±4.17 y 33.33±3.81 (p<0.03) que muestra una tendencia al incremento de CO₂ en el periodo posanestésico principalmente. (Tablas II y III)

El HCO₃ arterial mostró las siguientes cifras en los tres periodos respectivamente, 19.26±39, 18.73±1.96 y 20.55±2.14 con una p<0.03. (Tabla II)

Las variables hemodinámicas mostraron los siguientes valores: T/A sistólica en el periodo preanestésico de 134.6±16, trans de 102 ±13 y posanestésica de 122 ±12, lo cual denota una tendencia

a la recuperación de la cifra basal en el periodo posanestésico ($p < 0.0001$). La diastólica por su parte se mostró de la siguiente manera: $76 \pm 9, 66 \pm 9, 67 \pm 6$ mmHg.

La frecuencia cardiaca en el periodo preanestésico fue de 72 ± 12 , trans de 84 ± 14 y posanestésica de 87 ± 6 latidos x minuto ($p < 0.00$). La temperatura se registró en el periodo preanestésico 36.2 ± 0.4 , en el trans 35.4 ± 1 y en el posanestésico 36 ± 0.4 grados centígrados sin cambios muy significativos, así como la PVC que mostró en el preanestésico 13 ± 3 , trans 12 ± 2 y posanestésico de 13 ± 3 (mmHg) y la diuresis la cual registró en el preanestésico 203 ± 114 , trans 230 ± 113 y el pos 291 ± 180 ml. (Tabla IV)

Tabla I. Medidas de valores del grupo total de estudio en promedio.

VARIABLE	BIOMETRÍA HEMÁTICA			P
	PRE	TRANS	POST	
HEMOGLOBINA	14.28 + -1.74	11.73 + - 1.87	11.17 + - 1.67	0.001
HEMATOCRITO	42.83 + -5.14	35.03 + -5.57	33.3 + -5.08	0.001
FIBRINÓGENO	288.1 + - 44.52	211.1 + - 59.4	261.75 + - 82.25	0.001

Tabla II. Medidas de parámetros gasométricos venosos promedio en el grupo total de estudio.

VARIABLE	GASMETRÍA VENOSA			P
	PRE	TRANS	POST	
PH	7.37+ -0.04	7.38+ -0.04	7.36+ -0.07	NS
PO2	49.8+ -14.17	44.65+ -10.14	40.40+ -5.35	0.02
PCO2	35.35+ -5.4	35.8+ -3.65	39.31+ -3.79	0.01
HCO3	20.10+ -2.33	21.14+ -4.55	22.3+ -2	NS
BASE	-4.14+ -2.39	-3.65+ -3.21	-3.05+ -2.7	NS

Tabla III. Medidas de parámetros gasométricos arteriales promedio en el grupo total de estudio.

VARIABLE	GASMETRÍA ARTERIAL			P
	PRE	TRANS	POST	
PH	7.41+ -0.3	7.41+ -0.05	7.4+ -0.05	NS
PO2	245.5+ -66.3	262.16+ -68.34	186.85+ -90.55	NS
PCO2	30.47+ -4.69	29.9+ -4.17	33.33+ -3.81	0.03
HCO3	19.26+ -2.39	18.73+ -1.96	20.55+ -2.14	0.03
BASE	-4.28+ -2.07	-4.27+ -3.32	-3.05+ -3.45	NS

Tabla IV. Medidas de parámetros hemodinámicos promedio en el grupo total de estudio.

VARIABLE	VARIABLES HEMODINÁMICAS			P
	PRE	TRANS	POST	
SISTOLICA	134+ -16	102+ -13	122+ -12	0.001
DIASTOLICA	76+ -9	66+ -9	67+ -6	0.001
FC	72+ -12	84+ -14	87+ -6	0.001
TAM	94+ -11	78+ -9	86+ -3	0.001
TEMP	36.2+ -.4	35.4+ -1	36+ -.4	NS
PVC	13+ -3	12+ -2	13+ -3	NS
DIURESIS	203+ -114	230+ -113	291+ -180	NS

DISCUSIÓN

Las variables medidas demuestran cambios poco significativos en la Biometría hemática posterior a la hemodilución, ya que el Hto y la Hb disminuyeron en promedio 2 grs después de la autotransfusión realizada. El fibrinógeno por su parte, se mantuvo en rango aceptable y dentro de los parámetros normales, lo que evidencia la escasa alteración de este parámetro con la técnica empleada. Las variables hemodinámicas por su parte, muestran una tendencia de leve alteración, en comparación con el periodo pre y posanestésico; únicamente son más significativas en el transanestésico, esto debido a la interacción de diversos factores, tales como efectos farmacológicos, hipotermia, derivación extracorpórea etc.⁹

Moore señala que la hemodilución se considera normovolemica cuando el volumen de exanguinación es recuperado en forma equiparable por medio de infusión de fluidos intravasculares, hipovolémica cuando la exanguinación intencional o accidental es superior al volumen de fluidos administrados, e hipervolémica cuando la resustitución del volumen es superior a la cantidad de la sangre pérdida. La hemodilución tiene su lugar bien definido en cirugía cardiaca donde su aplicación se ha generalizado como lo señalan Cooley, Zudhy, Rhoe y De Wall.^{10,7} El hematocrito es el parámetro que mejor refleja la relación entre el plasma y los glóbulos el valor de éste es el adecuado para determinar la hemodilución según Argüero y Cols.

Mathru y Cols, demostraron que en la hemodilución extrema la presión arterial media cae de 90 a 55 mmHg, pero el índice cardiaco se incrementa de 2.3 a 4.0 l/min/m² y se mantiene constante a diferentes grados de dilución, mientras que la tasa de extracción de oxígeno es directamente proporcional al grado de hemodilución.^{4,5,8}

Kloverkorn y Cols., han demostrado que con hemodilución hay mejoría en la perfusión capilar del músculo cardíaco, por lo que el pH de la superficie muscular es mayor al pH venoso al terminar la cirugía.

En otras especialidades quirúrgicas también se ha utilizado esta técnica con buenos resultados; Scanni y Cols. efectuaron hemodilución extrema en endarterectomía carotídea, sin alteraciones neurológicas posoperatorias. La hemodilución también se ha utilizado en cirugía urológica, Ness y Cols., aplicaron la hemodilución a 25 pacientes en quienes se efectuó prostatectomía retropúbica y cuyo hematocrito disminuyó a 31.2% en promedio y comparado con un grupo control en quienes el hematocrito fue de 35%, con la finalidad de prevenir tromboembolismo posoperatorio en pacientes sometidos a cirugía de rodilla.

En cirugía vascular, Druy¹³ demostró que las reoperaciones por obstrucción de injertos de la bifurcación aortica correlacionaban positivamente con valores altos de hematocrito, y Kramer y cols.¹⁴ efectuaron hemodilución en procedimientos quirúrgicos de aorta toraco-abdominal en donde observaron mejores parámetros hemodinámicos transoperatorios, sin problemas hemorrágicos descritos en forma convencional.

La literatura existente en el campo de la hemodilución aguda en cirugía cardiovascular expone que una de las diversas formas de tratamiento efectiva de los pacientes es la hemodilución aguda, especialmente dirigida a personas que son testigos de Jehová, esto señalado por Estioko¹⁵ en 1992 quien comparó pacientes con transfusión autóloga, y homóloga no testigos de Jehová, sin encontrar cambios muy significativos entre estos dos grupos.

Uno de los aspectos primordiales a tomarse en cuenta para la elección de este tipo de técnica son las reacciones adversas transfusionales, refiriéndose a sangre homóloga. En un estudio reportado por la asociación Americana de Bancos Sanguíneos, el 43% de complicaciones se debió a la falta de identificación correcta del grupo sanguíneo del paciente donador.¹⁵

Las reacciones asociadas a la transfusión sanguínea son de dos tipos principalmente: a) Inmunológica, y 2) No inmunológica. Por el tiempo de aparición pueden ser inmediatas, mediatas y tardías, y por la forma de presentación son: locales y generales siendo estas últimas las más importantes por poner en riesgo la vida del paciente.¹⁶

La hemólisis anormal de tipo inmunológico puede ser debida a la acción de los anticuerpos específicos contra los glóbulos rojos del donador o del receptor. Creemos que la exposición innecesaria a productos derivados sanguíneos homólogos puede derivar en los acontecimientos antes mencionados y que aunado con la morbilidad de la enfermedad de la que se trate en

cada caso, puede llegar a agravar el pronóstico particular del paciente. Por lo mismo y conforme a la revisión antes citada damos crédito a que la hemodilución aguda es una buena alternativa para pacientes cardíopatas o no cardíopatas sometidos a cirugía.

En conclusión consideramos que la hemodilución normovolémica aguda en pacientes sometidos a revascularización del miocardio, mantiene los parámetros hemodinámicos estables, y que la alteración de los parámetros gasométricos obedecen a mecanismos compensatorios independientes de esta técnica. La relación hematocrito-hemoglobina permanece dentro de los límites adecuados para proporcionar un suficiente aporte de oxígeno a los tejidos y permite una función aceptable del trabajo miocárdico en este tipo de pacientes. La técnica ofrece ventajas múltiples, como aminorar costos al nosocomio y evitar los riesgos ya citados de una transfusión sanguínea.

REFERENCIAS

- Schou H, Perez de Sá V, Roscher R, Jonmarker C, Warner O. Circulatory effects of hypoxia, acute normovolemic hemodilution. *Anesthesiology* 1996; 84(6): 1443-1454.
- Levy P, Quigley RL, Gould S. Acute dilutional anemia and critical left anterior descending coronary artery stenosis impairs end organ oxygen delivery. *J Trauma: Injury, Infection and Critical Care* 1996; 41(3): 416-423.
- Al Olden A, Varga Z, Dangelini G. Haematocrit measurements during cardiopulmonary Bypass surgery: comparison of three stat methods with a blood cell counter. *Perfusion* 1994; 9: 127-134.
- Sewson MJ: La sangre. Propiedades fisiológicas y constituyentes celulares y químicos. MJ México. SA Aguilar Editor, 1996; PPI27-34.
- Argüero Fraga, R Avendaño. Transfusión sanguínea vs. Hemodilución, un problema de actualidad. *II Neumo Tort Cir.* 1983; 44(s4) 21.
- Restorf W, Ölfing B, Holtz J, et al. Effect of increased blood fluidity through hemodilution on coronary circulation at rest and during exercise in dogs. *Pluig arts.* 1997; II 357-60.
- Raxe D, Didiechen H, Schenck WVG. Regional Blood flow during dextran induced normovolemic dilution in Dogs, *J thorac Cardiovasc Surg.* 1993; 53, 578.
- Matru M, Cleinman B, Blackman B et al. Cardiovascular adjustments and gas exchange during extreme dilution in humans. *Crit Care Medicine.* 1991; 19: 700-5.
- Ruben Argüero Sánchez. Hemodilución en medicina y cirugía. *JGH edit.* 2000; 333-335.
- De Wall RA, Taylor R, O'Brien Ch, et al. Hemodilution perfusion for all types of open heart surgery. *Int Med Dig* 1986. 3: 23.
- Sunder - Plasmann L, Kessler M, Jesch F, et al. Acute normovolemic haemodilution: Changes in tissue oxygen supply and Hemoglobin-oxygen affinity. *International Dilution. Bibl. Haematolog.* 1975; 41-4.
- Scheneditz D, Kainz T, Morser M, et al. Influence of tonicity on the viscoelastic properties of Blood during isovolemic dilution. *Basic Res Cardio.* 1987; 82: 388-95.
- Druy JK, Leinberman DP, Gilmour DC. Operation for late complications of aortic grafts. *Surg Gynecol Obstetric.* 1999, 149: 831-836.
- Kramer A, Hertzner NR, Beven. Intraoperative haemodilution during elective vascular reconstruction. *Surg Cardiotorac* 1998. 156: 905-909.
- Jeanne VL, Harold SK. Transfusion Errors: Causes and effects. *Transfusión Medicine Reviews.* 1994 Vol. VIII No 3, 169-18
- Linare GJ. Inmunohematología y transfusión. Principios y procedimientos. Accidentes de la transfusión. 1ª, ed. Caracas 1986; 174-6.