



## Trabajo de Investigacion

### Choque hemorrágico en fase II. Efecto del Hidroxi-etil-almidón al 10% sobre el gasto cardiaco.

<sup>1</sup>José Luis Carranza Cortés. <sup>2</sup>Adelina Brito Madrid. <sup>1</sup>Profesor Investigador Hospital Universitario-BUAP. Puebla. Puebla

<sup>2</sup>Exresidente Hospital Universitario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

Ocaranza90@gmail.com

#### Resumen.

El mantenimiento del Gasto Cardiaco (Qt), en el paciente con choque hemorrágico en la Fase II, es determinante para evitar que evolucione a Falla Orgánica Múltiple en el postoperatorio inmediato.

**Objetivo:** determinar si existe incremento en el Qt en el paciente con choque hemorrágico en la Fase II, con la administración de Hidroxi-etil-almidón al 10%.

**Material y método:** se realizó un estudio de serie de casos, prospectivo y longitudinal, en paciente con choque hemorrágico en la Fase II. A los pacientes se les administró Hidroxi-etil-almidón al 10% a razón de 15 mL/kg, como dosis única y se les evaluó en tres etapas, las variables del gasto cardiaco y de la oxigenación sistémica, mediante ANOVA de medidas repetidas con  $P < 0.05$ .

**Resultados:** se estudiaron un total de 20 pacientes ( $N = 20$ ). Se observó un aumento en el Qt y la disponibilidad de oxígeno ( $DO_2$ ), principalmente en las etapas II y III del estudio, sin repercusión estadística. El consumo de oxígeno ( $VO_2$ ), se mantuvo constante durante todo el estudio. La tasa de extracción de Oxígeno ( $O_2ER$ ), se observó en rango normal y las resistencias periféricas totales (RPT), tuvieron un descenso sin evidencia significativa.

**Discusión:** El Qt,  $DO_2$ , y la oxigenación sistémica tuvieron un comportamiento adecuado. No datos de deuda de oxígeno durante el estudio. Se concluye que el Hidroxi-etil-almidón al 10%, resultó de utilidad y sostiene el gasto cardiaco en los pacientes con choque hemorrágico en la Fase II.

**Palabras clave:** gasto cardiaco, Hidroxi-etil-almidón al 10%, choque hemorrágico.

#### Introducción.

El choque hemorrágico es una entidad clínica, en la cual existe una pérdida hemática que supera el 40% del volumen sanguíneo total (VST). Ante tal eventualidad, existen mecanismos de compensación rápida, como es liberación endógena de adrenalina y noradrenalina, actividad del sistema renina-angiotensina-aldosterona, así como el del factor natriurético auricular e inhibición de la hormona antidiurética. Posteriormente hacen su aparición los mecanismos de compensación menos rápida como es; la extravasación del líquido del espacio intracelular al extracelular, y del espacio intersticio al espacio intravascular,

#### Abstract.

Maintenance of Cardiac Output (Qt), in patients with hemorrhagic shock in Phase II, is crucial to prevent multiple organ failure evolve in the immediate postoperative period.

**Objective:** To determine if there is an increase in cardiac output in patients with hemorrhagic shock in Phase II, with the administration of Hydroxy ethyl 10% starch.

**Material and Methods:** A prospective and longitudinal study of cases, in patients with hemorrhagic shock in phase II was performed. Patients were administered hydroxyethyl starch 10% at 15 mL/kg as a single dose and were evaluated in three stages, the variables of cardiac output and systemic oxygen by repeated measures ANOVA  $P < 0.05$ .

**Results:** A total of 20 patients ( $N = 20$ ) were studied. An increase in Qt and the availability of oxygen ( $DO_2$ ), mainly in stages II and III of the study, no statistical impact was observed. The oxygen consumption ( $VO_2$ ), remained constant throughout the study. The oxygen extraction rate ( $O_2ER$ ), was observed in normal range and total peripheral resistance (TPR), they had a descent without significant evidence.

**Discussion:** Qt,  $DO_2$ , and systemic oxygenation were appropriate behavior. No oxygen debt data for the study. It is concluded that the hydroxyl-ethyl starch 10%, was useful and supports cardiac output in patients with hemorrhagic shock in Phase II.

**Keywords:** cardiac output, hydroxyethyl starch 10%, hemorrhagic shock.

todo esto es para favorecer el gasto cardiaco.

Para la reanimación del choque hemorrágico se han utilizado diversas soluciones, con diferentes características físico-químicas. Las soluciones cristaloides Ringer Lactado que tienen la ventaja de una rápida difusión en el espacio intravascular; su distribución es mayor hacia el espacio intersticial en el orden del 75% del volumen infundido. Su actividad dilucional sobre las proteínas plasmáticas y el gran volumen que se requiere para restituir un mililitro de sangre perdida, han hecho que su administración se restrinja para las pérdidas hemáticas no mayores del 30% del VST (1,2).

Las soluciones que contienen gelatina también han sido utilizada en la reposición de volumen. De acuerdo al criterio de algunos autores, existe una adecuada actividad sobre el gasto cardiaco, superior a los resultados que brindan las soluciones cristaloïdes; tienen como inconveniente una duración que oscila entre las 3 y 4 horas, con pocos efectos anafilactoides (3-5).

Varios autores consideran que la administración de albúmina no tiene fundamento en la reposición aguda, pese a sus características físico-químicas. Indican su utilización para la fase II y III del choque hemorrágico, en donde su efecto oncótico puede favorecer la redistribución de líquidos (6,7).

Las soluciones que contienen almidón (8-10), representa ventajas sobre el resto de soluciones de reemplazo. Sus propiedades aseguran una presión oncótica suficiente que se mantiene durante mayor tiempo, este efecto favorece el incremento del gasto cardiaco y del equilibrio del oxígeno, necesarios en los pacientes que cursan con este compromiso fisiológico. En un reciente metaanálisis no se encontró un incremento de la mortalidad o aumento en la incidencia de daño renal agudo, que esté relacionado con la administración de hidroxi-etil-almidón (HEA) en el perioperatorio (11).

Las soluciones que contiene dextrán ha sido excluido del arsenal de nuestro hospital, en virtud de su efecto negativo sobre algunos factores de coagulación y su compromiso negativo sobre la función renal su eliminación es del orden del 70% por vía renal se asocia su administración con obstrucción tubular renal; en forma particular en los pacientes que presentan hipovolemia, con presencia de oliguria y disfunción renal. También se le ha atribuido a los dextranos respuesta anafiláctica reacción antígeno/anticuerpo-as (12).

### Definición del problema.

El paciente portador de choque hemorrágico presenta alteraciones en la macro y microcirculación que alteran el gasto cardiaco y la oxigenación sistémica. La mayoría de soluciones de reemplazo que son utilizadas representan ciertos beneficios. Sin embargo posterior a la corrección de la hemostasia, que comprende el final de la Fase I, la mayor cantidad de soluciones administradas cristaloïdes y gelatinas; ya ha sido eliminado por vía renal. En las soluciones cristaloïdes que se administraron, aparece una importante cantidad que se encuentra en el espacio intersticial, que puede incrementar el volumen intrapulmonar en el postoperatorio inmediato, que es el inicio de Fase II. El riesgo mayor es que el gasto cardiaco disminuya y esto represente lesión renal aguda y compromiso multisistémico.

En las ventajas que da la infusión de almidones, se puede observar que al inicio de esta fase, su poder oncótico favorezca la redistribución de líquidos y de esta forma, sostenga el gasto cardiaco y al resto de componentes de la oxigenación sistémica, durante el lapso del postoperatorio inmediato.

Ante estos argumentos, nos formulamos la siguiente pregunta: ¿Existe respuesta en el gasto cardiaco y la oxigenación sistémica, al infundir HEA al 10%, en los pacientes con choque hemorrágico en la Fase II?

El objetivo general del estudio, fue el de determinar si existen modificaciones en el gasto cardiaco y en la oxigenación sistémica en los pacientes con choque hemorrágico en la fase del postoperatorio, con la administración de HEA al 10%.

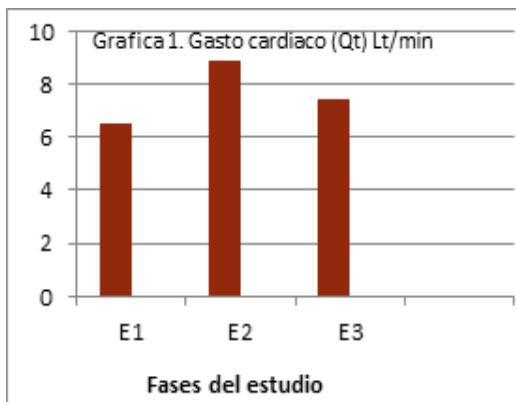
### Material y método.

Se realizó un estudio descriptivo serie de casos, con el siguiente diseño; prospectivo, observacional, longitudinal, abierto y unicéntrico, en pacientes postoperados de cirugía de trauma y con choque hemorrágico, y que ingresaron a la Unidad de Cuidado Postanestésicos (UCP), bajo los siguientes criterios: Se incluyeron los siguientes pacientes: a) que fueron reanimados de choque hemorrágico, bajo anestesia endovenosa total ketamina a doble compartimento +  $O_2 = FIO_2 : 1$ ; b) con pérdidas hemáticas mayores del 30% del VST, durante la Fase I; c) con contenido arterial de oxígeno ( $CaO_2$ ), como límite inferior de 15 volúmenes %; d) con volumen urinario en cifras mínimas de 1 mL/k/h; e) con presión arterial media no menor de 70 mm Hg .

Método: los pacientes se mantuvieron en la Unidad de Cuidado Postanestésica, con soporte ventilatorio, con  $FIO_2$  de 1, con monitorización de las variables hemodinámicas por el principio de Fick gasto cardiaco ( $Qt$ ), disponibilidad de oxígeno ( $DO_2$ ), consumo de oxígeno ( $VO_2$ ), Tasa de extracción de oxígeno ( $O_2ER$ ) y resistencias periféricas totales (RPT). También fue monitorizaron la frecuencia cardíaca (FC), la presión arterial media directa (PAMd) y los volúmenes urinarios por hora. A los pacientes se les administró HEA al 10% a razón de 15 mL/k, como dosis única y se les evaluó en tres etapas. El estudio se realizó en tres etapas que son: E1; al ingreso a la unidad y fue antes de la infusión de almidón al 10% a razón de 15 mL/k, en una sola dosis; E2: fue a las siguientes 3 horas de la infusión; E3: a las siguientes 3 horas. La sedación de los pacientes fue con flunitrazepam 0.030 mg/k, nalbufina a razón de 0.100 mg/k y bromuro de pancuronio como relajante neuromuscular a 0.050 mg/k/h. Las pérdidas insensibles y de mantenimiento se calcularon en un estándar de 120 mL/h con solución de Ringer Lactado. El análisis estadístico aplicado en las variables del estudio paramétricas, fue; ANOVA de medidas repetidas con dos grados de libertad, con una  $P < 0.05$ .

## Resultados.

Se estudiaron un total de 20 pacientes, los cuales cubrieron los criterios de inclusión. Se encontró en esta población que los pacientes ingresaron a quirófano evaluados como riesgo anestésico quirúrgico alto. Al ingreso a la UCP 8 pacientes (40%) se evaluaron como Estado Físico (ASA) III y 12 pacientes (60%), como EF-IV. Edad con un rango de 20 a 32 años, con una  $X = 23.8 \pm DE 4.71$ . Peso de  $X = 69 \pm DE 16.7$  kilogramos, El comportamiento hemodinámico presenta los siguientes resultados: FC: existió un ligero incremento en las fases E2 y E3. El mismo comportamiento fue para la PAM. El Qt presentó un crecimiento más notable la fase E2, en valores supra óptimos, sin llegar a representar diferencias estadísticamente significativas. Este comportamiento perduró durante toda la fase de estudio. Se exhiben estos resultados en la (Grafica 1).



Valores en media aritmética  $\pm$  DS ANOVA  $P < 0.05$ . E1.  $X = 6.49 L \pm DE 2.37$ . E2.  $X = 8.86 L \pm DE 5.22$  E3.  $X = 7.42 L \pm DE 3.57$ .

La DO<sub>2</sub> tiene un comportamiento similar al del Qt, durante todo el procedimiento sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas. (Grafica 2).



Valores en media aritmética  $\pm$  DS  
E1.  $X = 946.5 \pm 371$ . E2.  $X = 1172.5 \pm 576$  E3.  $X = 998.5 \pm 377$ .

El VO<sub>2</sub> presenta valores continuos durante toda la fase de estudio. La O<sub>2</sub>ER presenta un comportamiento en rangos de la normalidad, es decir se muestra una adecuada extracción de oxígeno a los tejidos. Las RPT muestran una disminución en la E2 principalmente, que se mantiene en la fase E3.

Los valores de los parámetros hemodinámicos y del equilibrio del oxígenos se encuentran representados en (Cuadro 1); y se describen en valores de media aritmética y desviación estándar.

Cuadro 1. Parámetros hemodinámicos y equilibrio del oxígeno

Variable	E1	E2	E3	$P < 0.05$
FC (lat/min)	$99 \pm 10.2$	$103 \pm 10$	$100 \pm 14$	NS
PAMd (mm Hg)	$82 \pm 10.9$	$89 \pm 16.7$	$93.8 \pm 14$	NS
VO <sub>2</sub> (mL/min/m <sup>2</sup> )	$224 \pm 36$	$230 \pm 33$	$229 \pm 33$	NS
O <sub>2</sub> ER (Volúmenes%)	$25.7 \pm 15$	$25.1 \pm 16$	$28.1 \pm 14$	NS
RPT (D/cm <sup>3</sup> )	$1043 \pm 326$	$887 \pm 48$	$980 \pm 39$	NS

En el (Cuadro 2) se presentan las indicaciones quirúrgicas de los pacientes de la población de estudio; todos los pacientes son postoperados de trauma.

Cuadro 2. Tipo de intervenciones quirúrgicas

Intervención Quirúrgica	Número de pacientes.
Contusión profunda de abdomen	4
Politraumatizado	2
Herida penetrante de cuello	4
Herida penetrante de abdomen	4
Doble penetrante	6
Total	20

En ninguna de las variables de estudio, se observaron diferencias estadísticamente significativas, analizadas mediante ANOVA de medidas repetidas con una  $P < 0.05$ .

Los volúmenes urinarios arrojaron las siguientes cifras  $X = 3.18 \text{ mL/k/h}$ , valores adecuados al efecto del almidón. Se reportaron durante el transanestésico pérdidas hemáticas de  $X = 1775 \text{ ml} \pm 512$ . Ningún paciente del estudio fue transfundido durante la fase del estudio.

La evolución de los pacientes fue satisfactoria, los pacientes ingresaron posteriormente a su servicio tratante, sin complicaciones posteriores.

## Discusión.

Un inadecuado régimen de reposición de volumen al espacio intravascular durante el perioperatorio da como resultado una disminución del gasto cardíaco, con una reducción de la capacidad de la disponibilidad de oxígeno a los tejidos, que se puede asociar a incrementos en la morbi-mortalidad. Sin embargo las cargas de líquido en exceso, también puede favorecer las complicaciones postoperatorias. La cirugía mayor está expuesta a complicaciones más frecuentes, si se considera que puede presentarse una respuesta inflamatoria sistémica y una subsecuente reacción neuroendocrina (13).

Las metas de reanimación deben de ir encaminadas a favorecer el gasto cardíaco y el transporte de oxígeno. Estas variables se pueden ver afectadas en el posoperatorio en virtud de que existe una exclusión del líquido intravascular por la vida media de las soluciones administradas, las cuales durante su infusión emigran en gran porcentaje al espacio intersticial. La fase de redistribución de líquidos, es una etapa en la cual el paciente puede caer en hipovolemia, además de que hay presencia de líquido en el espacio intersticial que amenaza con ocasionar edema pulmonar no cardiogénico. El efecto oncótico positivo de los almidones, favorece la salida del líquido existente en el espacio intersticial y eso ayuda a la su redistribución y actúa de forma preventiva para la no formación de edema pulmonar iatrogénico.

En nuestro estudio como uno de los principales puntos de los criterios de inclusión, se consideró contemplar el valor del  $\text{CaO}_2$ , como un indicador que se asemeja más al estado real que guarda el transporte de oxígeno, en el que se integra como uno de los componentes fundamentales junto con el gasto cardíaco. De tal manera que no contemplamos evaluar los niveles de hemoglobina como un indicador de necesidad de transfusión o no, para no caer en errores de apreciación y de criterio.

Ha sido reportado ampliamente por varios autores (14-16) en donde el debate está presente y activo, sobre cuál es la cifra límite menor de hemoglobina para indicar la transfusión homóloga y que conducta seguir para ello; ¿clerical o restrictiva?

Los resultados encontrados en el presente estudio, sugieren que el almidón al 10%, puede ser utilizado en pacientes portadores de choque hemorrágico sobre todo al finalizar la Fase I y al inicio de la Fase II. Esto es; la Fase I comprende desde el momento de la lesión e inicio de la pérdida hemática, hasta el control de la hemostasia. La Fase II comprende desde el final de la Fase I y en el momento que el paciente empieza a ganar peso como consecuencia de la redistribución de líquidos. Las propiedades físico-químicas del HEA al 10%, cubren el requisito para su administración en esta entidad clínica. Se observó un aumento del gasto cardíaco en niveles que se pueden considerar como supraóptimos, favorables para estos pacientes que presentan durante esta fase descensos que pueden tener repercusiones multiorgánicas.

El efecto del HES de peso molecular intermedio y bajo grado de hidroxietilación (HES 200/0.5), sobre la coagulación es prácticamente nulo y no es causa de problemas hemorragíparos. Tiene una vida media de acción de 3 a 6 horas, se ha demostrado que 500 ml de HES expande a 800 ml posterior a una hora de su infusión. Las ventajas que presenta este almidón es que no tiene riesgos de infecciones, su costo accesible y tiene efectos secundarios mínimos (17).

Por lo regular los coloides sintéticos que contienen gelatina, que son utilizados en el transoperatorio, ya han sido eliminados por vía renal, su vida media es mucho más corta que la de los almidones. Esta puede ser una de las razones de la disminución importante del gasto cardíaco en pacientes portadores de choque hemorrágico sobre todo en el postoperatorio inmediato.

Se observó además que el consumo de oxígeno se mantuvo constante, lo que favorece al paciente, si se tiene presente que un  $\text{VO}_2$  disminuido, puede condicionar deuda de oxígeno y presentar una tasa de sobrevivencia más baja.

Estos conceptos de sobrevivencia han sido vertidos por otros autores (18,19), quienes indican mantener el gasto cardíaco en niveles supraóptimos.

Nuestro grupo de trabajo concluye que el HEA al 10%, tiene utilidad en el paciente reanimado de choque hemorrágico en la fase del postoperatorio fase II, por las siguientes razones:

- a) el  $\text{Qt}$  se incrementó principalmente en las dos fases posteriores a su infusión.
- b) la oxigenación sistémica presentó un comportamiento que se entiende como adecuado, con los niveles de  $\text{DO}_2$  aumentados. El  $\text{VO}_2$  fue constante; la  $\text{O}_2\text{ER}$  fue adecuada lo que garantiza la utilización adecuada del oxígeno. Las RPT estuvieron disminuidas pero en niveles que son considerados como aceptables; esto se atribuye a el efecto sobre la viscosidad sanguínea, con una repercusión directa sobre la postcarga, que al disminuirla reduce el trabajo final del ventrículo izquierdo.

c) es posible la presencia de crecimiento de la presión oncotíca, clínicamente se correlaciona este comportamiento con los volúmenes urinarios y no existió evidencia de signos de sobrecarga de líquido intrapulmonar en ninguno de los pacientes del estudio-, lo que ayuda a pensar en el retiro del apoyo ventilatorio.

d) todos estos argumentos muestran un comportamiento hemodinámico adecuado durante el estudio y la adecuada evolución postoperatoria en su servicio tratante.

Finalmente mencionamos que los hallazgos del presente estudio no pueden ser concluyente, si tenemos presente en el tamaño de la muestra; sin embargo los resultados reportan que la infusión de HEA al 10%, en los paciente en la fase II del choque hemorrágico, resultó de utilidad y puede ser considerada para su utilización en los pacientes que presentan esta entidad clínica.

## Bibliografía.

1. Schaller RT, Schaller J. Hemodilution anaesthesia: a valuable aid to major cancer surgery in children. *Am J Surgery* 1983;146:79-84.
2. Twigley AJ, Hillman KM. the end of the crystalloid era?. *Anaesthesia* 1985;40:860- 871.
3. Saddler JM, Horsey PJ. The new generation gelatins. *Anaesthesia* 1987;42:998-1004.
4. Edwards DJ, Nightingale O. Hemodynamic and Oxygen transport response to modified fluid gelatin in critically ill patients. *Critical Care Medicine* 1989;17:996-998.
5. Carranza- Cortés JL, Martínez Domínguez MB. Efecto de las soluciones de reemplazo sobre el gasto cardíaco en pacientes con hemodilución isovolémica aguda. *Anestesia en México* 1997;9:10-14.
6. Gres B, Grunner M. Comparison of the hemodynamic effects of haemaccel and diluted albumin in the immediate postoperative period after heart surgery. *Cashier D Anesthesiolgie* 1989;37:326-332.
7. Haupt MT, Rachow EC. Colloid osmotic pressure and fluid resuscitation with hetastarch, albumin, and saline solutions. *Critical Care Medicine* 1987;42:159- 162.
8. London HJ, Ho JS. A randomized clinical trial of 10%, pentastarch (low molecular weight hydroxyethyl starch) versus 5% albumin for plasma volume expansion after cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989;97:785-797.
9. Rackow E. Effects of pentastarch and albumin infusion on cardiorespiratory function and coagulation in patients with severe sepsis and systemic hypoperfusion. *Critical Care Medicine* 1989; 17:394-398
10. Waxman R, Holness R. Hemodynamic and oxygen transport effects of pentastarch in burn resuscitation. *Ann Surg* 1989;209:340-345.
11. Gillies MA, Habicher M, et al. Incidence of postoperative death and acute kidney injury associated with i.v 6% Hydroxyethylstarch use: systematic review and meta- analysis. *Br J Anaesth* 2014;112:25-34.
12. McCahon R, Hardman J. Pharmacology of plasma expander. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine* 2014;15(9):436-438.
13. Marsh C, Brown J. Perioperative fluid therapy. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine* 2012;13(12):594-597.
14. Dubos C, Ausset S, et al. Hospital audit to delayed transfusion after orthopaedic surgery. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2015. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.accpm.2015.10.002>.
15. Carlson JL, Terrin ML, et al. Liberal or restrictive transfusion in high risk patients after hip surgery. *N Engl J Med* 2011;365:2453-2456.
16. Foss NB, Kristensen MT, et al. The effects of liberal versus restrictive transfusion thresholds on ambulatory after hip fracture surgery. *Transfusion* 2009;49:227-234.
17. Edwards J, Brown G. Use of survivors cardiorespiratory values as therapeutic goals in septic shock. *Crit Care Med* 1989;17:1098-1103.
18. Guerrero M, Andriguetti G. Reposición de volumen en el Politraumatizado. *REV.MED. CLIN.CONDES* 2011;22:599-606.
19. Shoemaker WC, Appel P. Prospective trial of supranormal values of survivors as therapeutic goals in high risk surgical patients. *Chest* 1988; 94:1176- 1186.