

El uso de Soluciones Salinas Hipertónicas en Resucitación y en Cirugía Electiva Mayor

Informe Preliminar

J.F. PATIÑO, M.D., FACS (Hon.), MSCC., G. GOMEZ, M.D., A. PINILLA, M.D., E. ARANGO, M.D., H. CUERVO, M.D., FACA., LIC. M.C. ACOSTA.

Palabras Claves: Solución hipertónica de sodio (NaCl 3%), Balance positivo de agua, Mediciones bioquímicas y fisiológicas, Índices hemodinámicos y respiratorios, Monitoría meticulosa.

Se estudió el efecto fisiológico de la administración de una solución hipertónica de sodio (NaCl 3%) en 30 pacientes sometidos a cirugía mayor. Durante la cirugía se reemplazaron las pérdidas de sangre con glóbulos rojos o sangre total según la necesidad, pero el líquido de mantenimiento, que usualmente ha sido lactato de Ringer, fue la solución NaCl 3% a razón de 1.5 a 2.9 ml/Kg/hora (promedio 2.4 ml/Kg/hora) para un total de 4.3 a 12.8 ml/Kg/hora (promedio 8.4 ml/Kg/hora), lo cual representa un total de sodio intraoperatorio de 272 mEq a 666 mEq (promedio 482 mEq).

El balance positivo de agua durante la fase intraoperatoria osciló entre 13.2 ml/Kg y 39.8 ml/Kg (promedio 24 ml/Kg). Estas cifras son considerablemente inferiores a las que comúnmente se observan en pacientes tratados con lactato de Ringer. Los valores postoperatorios de sodio sérico oscilaron entre 135 y 151 mEq/l. No se observó hipokalemia. Las mediciones bioquímicas y fisiológicas no detectaron complicaciones ni fenómenos indeseables y, por el contrario, se observaron satisfactorios índices hemodinámicos y respiratorios. Fue notorio el grado ínfimo de acumulación de edema, así como la diuresis temprana con eliminación del mínimo exceso de líquidos. Se presentan, a manera de ilustración, cuatro casos individuales tratados con la solución salina hipertónica, y otros cuatro que se comparan con cuatro similares tratados con soluciones isotónicas.

Nuestros resultados preliminares justifican continuar el estudio sobre el uso de la solución de cloruro de sodio hipertónica (NaCl 3%), cuidadosamente controlado en pacientes bien seleccionados. No recomendamos el uso indiscriminado de esta solución, ni tampoco la aplicación en ambientes hospitalarios que no posean los elementos necesarios para la meticulosa monitoría que su utilización exige.

INTRODUCCION

Se denomina solución hipertónica a una de mayor osmolaridad, o sea, de mayor concentración de solutos que la del

plasma. Las soluciones isotónicas, tales como el lactato de Ringer o la solución salina "normal" (NaCl 0.9%), poseen osmolaridades similares a la del plasma y tradicionalmente han sido utilizadas para la resucitación de pacientes en shock hipovolémico o con quemaduras graves, o para el mantenimiento de la estabilidad hemodinámica en el curso de operaciones mayores.

Por su mayor potencial volumétrico, las soluciones hipertónicas de cloruro y lactato de sodio han tenido aplicación desde hace años en el tratamiento del shock hipovolémico (1, 2) y del shock asociado con quemaduras (3, 4). Se ha sugerido que es la cantidad de sodio, y no el volumen de líquido administrado, el factor crítico determinante de la supervivencia después de un shock hemorrágico. Puesto que el sodio está principalmente confinado al compartimiento extracelular, la solución hipertónica de sodio logra la expansión del líquido extracelular mediante la extracción de agua desde el espacio intracelular (5). Es conocido el fenómeno de la acumulación de agua intracelular y la contracción del líquido extracelular en el shock hipovolémico (11). También se ha propuesto que el ión sodio de por sí ejerce un efecto benéfico sobre la fosforilación oxidativa en los estados de shock (5).

En los últimos tiempos se ha renovado el interés en estas preparaciones. Tanto los estudios experimentales, como las investigaciones clínicas en cirugía aórtica electiva, han demostrado mejor función cardiopulmonar con incremento de la presión arterial, del gasto cardíaco, del flujo mesentérico y del consumo de oxígeno y disminución de la resistencia vascular sistémica (5, 6). Recientemente se ha informado prevención de la hipertensión intracraneana después de resucitación con solución salina al 3% en comparación con la hipertensión que se observa en los pacientes resucitados con solución salina normal (0.9%) o Dextran-40 (7, 22). Publicaciones de actualidad relatan los buenos resultados con soluciones de NaCl al 3% o al 7.5%, o sea de osmolaridades de 1026 mOsm/l. y 2400 mOsm/l. respectivamente (8-10, 13), o con soluciones balanceadas con una concentración de sodio de 250 mEq/litro y osmolaridad de 514 mOsm/litro (5). Además de las soluciones salinas hipertónicas mencionadas, también se ha utilizado la solución salina al 10%, cuya osmolaridad es de 3200 mOsm/l., sobre lo cual existe muy poca información. Recientes informes confirman los

Doctores: José Félix Patiño, Jefe del Depto. de Cirugía, Gabriel Gómez, Serv. de Soporte Metabólico y Nutricional, Alvaro Pinilla, Enrique Arango, Herman Cuervo, Dpto. de Anestesiología, Lic. María Constanza Acosta, Centro Médico de los Andes, Bogotá, Colombia.

El uso de Soluciones Salinas Hipertónicas en Resucitación y en Cirugía Electiva Mayor

Informe Preliminar

J.F. PATIÑO, M.D., FACS (Hon.), MSCC., G. GOMEZ, M.D., A. PINILLA, M.D., E. ARANGO, M.D., H. CUERVO, M.D., FACA., LIC. M.C. ACOSTA.

Palabras Claves: Solución hipertónica de sodio (NaCl 3%), Balance positivo de agua, Mediciones bioquímicas y fisiológicas, Índices hemodinámicos y respiratorios, Monitoría meticulosa.

Se estudió el efecto fisiológico de la administración de una solución hipertónica de sodio (NaCl 3%) en 30 pacientes sometidos a cirugía mayor. Durante la cirugía se reemplazaron las pérdidas de sangre con glóbulos rojos o sangre total según la necesidad, pero el líquido de mantenimiento, que usualmente ha sido lactato de Ringer, fue la solución NaCl 3% a razón de 1.5 a 2.9 ml/Kg/hora (promedio 2.4 ml/Kg/hora) para un total de 4.3 a 12.8 ml/Kg/hora (promedio 8.4 ml/Kg/hora), lo cual representa un total de sodio intraoperatorio de 272 mEq a 666 mEq (promedio 482 mEq).

El balance positivo de agua durante la fase intraoperatoria osciló entre 13.2 ml/Kg y 39.8 ml/Kg (promedio 24 ml/Kg). Estas cifras son considerablemente inferiores a las que comúnmente se observan en pacientes tratados con lactato de Ringer. Los valores postoperatorios de sodio sérico oscilaron entre 135 y 151 mEq/l. No se observó hipokalemia. Las mediciones bioquímicas y fisiológicas no detectaron complicaciones ni fenómenos indeseables y, por el contrario, se observaron satisfactorios índices hemodinámicos y respiratorios. Fue notorio el grado ínfimo de acumulación de edema, así como la diuresis temprana con eliminación del mínimo exceso de líquidos. Se presentan, a manera de ilustración, cuatro casos individuales tratados con la solución salina hipertónica, y otros cuatro que se comparan con cuatro similares tratados con soluciones isotónicas.

Nuestros resultados preliminares justifican continuar el estudio sobre el uso de la solución de cloruro de sodio hipertónica (NaCl 3%), cuidadosamente controlado en pacientes bien seleccionados. No recomendamos el uso indiscriminado de esta solución, ni tampoco la aplicación en ambientes hospitalarios que no posean los elementos necesarios para la meticulosa monitoría que su utilización exige.

INTRODUCCION

Se denomina solución hipertónica a una de mayor osmolalidad, o sea, de mayor concentración de solutos que la del

plasma. Las soluciones isotónicas, tales como el lactato de Ringer o la solución salina "normal" (NaCl 0.9%), poseen osmolaridades similares a la del plasma y tradicionalmente han sido utilizadas para la resucitación de pacientes en shock hipovolémico o con quemaduras graves, o para el mantenimiento de la estabilidad hemodinámica en el curso de operaciones mayores.

Por su mayor potencial volumétrico, las soluciones hipertónicas de cloruro y lactato de sodio han tenido aplicación desde hace años en el tratamiento del shock hipovolémico (1, 2) y del shock asociado con quemaduras (3, 4). Se ha sugerido que es la cantidad de sodio, y no el volumen de líquido administrado, el factor crítico determinante de la supervivencia después de un shock hemorrágico. Puesto que el sodio está principalmente confinado al compartimiento extracelular, la solución hipertónica de sodio logra la expansión del líquido extracelular mediante la extracción de agua desde el espacio intracelular (5). Es conocido el fenómeno de la acumulación de agua intracelular y la contracción del líquido extracelular en el shock hipovolémico (11). También se ha propuesto que el ión sodio de por sí ejerce un efecto benéfico sobre la fosforilación oxidativa en los estados de shock (5).

En los últimos tiempos se ha renovado el interés en estas preparaciones. Tanto los estudios experimentales, como las investigaciones clínicas en cirugía aórtica electiva, han demostrado mejor función cardiopulmonar con incremento de la presión arterial, del gasto cardíaco, del flujo mesentérico y del consumo de oxígeno y disminución de la resistencia vascular sistémica (5, 6). Recientemente se ha informado prevención de la hipertensión intracraneana después de resucitación con solución salina al 3% en comparación con la hipertensión que se observa en los pacientes resucitados con solución salina normal (0.9%) o Dextran-40 (7, 22). Publicaciones de actualidad relatan los buenos resultados con soluciones de NaCl al 3% o al 7.5%, o sea de osmolaridades de 1026 mOsm/l. y 2400 mOsm/l. respectivamente (8-10, 13), o con soluciones balanceadas con una concentración de sodio de 250 mEq/litro y osmolaridad de 514 mOsm/litro (5). Además de las soluciones salinas hipertónicas mencionadas, también se ha utilizado la solución salina al 10%, cuya osmolaridad es de 3200 mOsm/l., sobre lo cual existe muy poca información. Recientes informes confirman los

Doctores: José Félix Patiño, Jefe del Depto. de Cirugía, Gabriel Gómez, Serv. de Soporte Metabólico y Nutricional, Alvaro Pinilla, Enrique Arango, Herman Cuervo, Dpto. de Anestesiología, Lic. María Constanza Acosta, Centro Médico de los Andes, Bogotá, Colombia.

benéficos resultados con el uso de tales soluciones en preparaciones experimentales de shock hipovolémico cuidadosamente controladas (20, 21).

En el Centro Médico de los Andes ya hemos comprobado en la práctica clínica en pacientes monitorizados en forma adecuada y bajo estricto control que con el uso de soluciones salinas hipertónicas al 3% se logran los efectos cardiovascular y respiratorios benéficos que informa la literatura.

Sin embargo, también debemos llamar la atención sobre trabajos en cerdos, que señalan efectos deletéreos, y aun la muerte temprana, con el uso de soluciones al 10%, lo cual puede estar relacionado con una acción inotrópica negativa ya sea por la infusión rápida de la solución o por la elevada concentración iónica de ésta, efecto que contrasta en forma importante con el de las soluciones hipertónicas que se inyectan directamente en la circulación coronaria para preservación miocárdica durante hipotermia y circulación extracorpórea (18).

Las soluciones hipertónicas de sodio proveen gradientes osmóticos que logran la restauración distributiva de los líquidos corporales, restablecen la función adecuada y normalizan el potencial eléctrico de la membrana celular en el shock hipovolémico (11). Las observaciones del Instituto de Ciencias Bioquímicas de la Universidad de Sao Paulo indican que el uso de NaCl al 7.5% en el shock hemorrágico experimental produce un notorio incremento en la eficacia dinámica del sistema circulatorio aun sin un aumento apreciable del volumen plasmático (9, 15), posiblemente por mejoría en la contractilidad y eficiencia miocárdicas y la disminución de la resistencia precapilar, fenómenos que inducen las soluciones hiperosmolares (15).

En general las soluciones salinas hipertónicas producen un aumento del volumen plasmático y mejoría de la función circulatoria con descenso de la resistencia vascular total, incremento de la perfusión tisular y rápida resolución de trastornos metabólicos tales como la acidosis.

El efecto de la solución salina hipertónica es diferente al de las soluciones de coloides, las cuales elevan transitoriamente el volumen plasmático a expensas de un ya depletado espacio intersticial. La solución salina hipertónica equilibra y ayuda a restaurar el espacio extracelular total (intravascular e intersticial), por una movilización osmótica de líquido desde el gran reservorio que es el espacio intracelular (17, 18). Además, Nakayama y asociados han demostrado que la solución salina hipertónica normaliza tanto el potencial de membrana como la concentración de electrolitos y el volumen de agua intracelulares después del shock hemorrágico (19).

Los pacientes tratados con estas soluciones requieren volúmenes de líquidos y cantidades totales de sodio muy inferiores a los que demandan los pacientes tratados con soluciones isotónicas, lo cual evita la sobrecarga de agua y el edema, así como la disfunción respiratoria, que son usuales después de resucitación de quemados (17) o de operaciones prolongadas; generalmente exhiben concentraciones séricas de sodio >150 mEq/l. y osmolaridad plasmática de >305 mOsm/l.; en algunos casos estas concentraciones ascienden a valores superiores, hasta 160 mEq/l., sin consecuencias indeseables (5). Es interesante observar que en la resucitación del shock hemorrágico o de las quemaduras graves, se disminuyen las cargas totales de sodio en comparación con las que son necesarias en la resucitación con lactato de Ringer (13, 17).

Se puede estimar que 250 ml. de NaCl al 7.5% poseen el efecto de por lo menos 2000 ml. de solución isotónica (13). En la actualidad no es raro registrar administraciones de 10 a 20 litros de lactato de Ringer en situaciones críticas de resucitación o cirugía mayor, lo cual significa enormes cargas de agua que resultan en retenciones masivas que producen el bien conocido cuadro de edema generalizado. Estas cifras hacen necesario recordar el histórico editorial que llamó la atención sobre el uso de volúmenes excesivos de soluciones salinas balanceadas, hace ya 20 años (14).

Experimentalmente se han utilizado soluciones hipertónicas de NaCl al 7.5% en la resucitación del shock hemorrágico (8, 13, 15); los resultados indican que el NaCl al 7.5% puede ser útil en la resucitación de pacientes traumatizados (13).

Blaisdell y asociados (12) presentaron en la 107a. reunión de la American Surgical Association en abril de 1987, un estudio de resucitación con NaCl al 3% en pacientes severamente traumatizados, con buenos resultados, sin complicaciones y sin producción de flebitis. La solución fue administrada a razón de 4 ml/Kg/hora por más de 3 horas como el líquido de resucitación primario no sanguíneo, junto con la administración de soluciones isotónicas complementarias según necesidad.

En conclusión, se puede afirmar que existe suficiente documentación experimental y clínica sobre las bondades y ventajas del uso de las soluciones salinas hipertónicas de variadas concentraciones en la resucitación de pacientes traumatizados en el shock hipovolémico o por quemaduras y en el soporte perioperatorio de pacientes sometidos a cirugía mayor. Su uso clínico se debe limitar, en general, a soluciones de concentración no mayores de 3% y debe ser cuidadosamente prescrito y controlado mediante rigurosa monitoría bioquímica y hemodinámica para evitar efectos deletéreos como los desequilibrios electrolíticos o la hipokalemia que han sido informados (10).

EXPERIENCIA CLINICA

Con base en los informes sobre los beneficios obtenidos con la utilización de las soluciones salinas hipertónicas (1-19), los Departamentos de Cirugía y Anestesiología del Centro Médico de los Andes, diseñaron un protocolo para el uso de dichas soluciones en pacientes sometidos a cirugía mayor.

Como inicio de un ensayo clínico programado para determinar la conveniencia de utilizar NaCl 3%, de acuerdo al protocolo diseñado para tal fin (16), fueron estudiados los primeros 30 pacientes sometidos a cirugía mayor electiva que recibieron solución salina hipertónica durante el segundo semestre de 1987.

Su distribución por sexo, edad, servicio quirúrgico y procedimiento operatorio, aparece en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Distribución por sexo y edad.

Sexo	No.	E d a d	
		Rango	Promedio
Masculino	16	23-83	56.5
Femenino	14	29-75	53
Total	30	23-83	55

benéficos resultados con el uso de tales soluciones en preparaciones experimentales de shock hipovolémico cuidadosamente controladas (20, 21).

En el Centro Médico de los Andes ya hemos comprobado en la práctica clínica en pacientes monitorizados en forma adecuada y bajo estricto control que con el uso de soluciones salinas hipertónicas al 3% se logran los efectos cardiovascular y respiratorios benéficos que informa la literatura.

Sin embargo, también debemos llamar la atención sobre trabajos en cerdos, que señalan efectos deletéreos, y aun la muerte temprana, con el uso de soluciones al 10%, lo cual puede estar relacionado con una acción inotrópica negativa ya sea por la infusión rápida de la solución o por la elevada concentración iónica de ésta, efecto que contrasta en forma importante con el de las soluciones hipertónicas que se inyectan directamente en la circulación coronaria para preservación miocárdica durante hipotermia y circulación extracorpórea (18).

Las soluciones hipertónicas de sodio proveen gradientes osmóticos que logran la restauración distributiva de los líquidos corporales, restablecen la función adecuada y normalizan el potencial eléctrico de la membrana celular en el shock hipovolémico (11). Las observaciones del Instituto de Ciencias Bioquímicas de la Universidad de Sao Paulo indican que el uso de NaCl al 7.5% en el shock hemorrágico experimental produce un notorio incremento en la eficacia dinámica del sistema circulatorio aun sin un aumento apreciable del volumen plasmático (9, 15), posiblemente por mejoría en la contractilidad y eficiencia miocárdicas y la disminución de la resistencia precapilar, fenómenos que inducen las soluciones hiperosmolares (15).

En general las soluciones salinas hipertónicas producen un aumento del volumen plasmático y mejoría de la función circulatoria con descenso de la resistencia vascular total, incremento de la perfusión tisular y rápida resolución de trastornos metabólicos tales como la acidosis.

El efecto de la solución salina hipertónica es diferente al de las soluciones de coloides, las cuales elevan transitoriamente el volumen plasmático a expensas de un ya deplegado espacio intersticial. La solución salina hipertónica equilibra y ayuda a restaurar el espacio extracelular total (intravascular e intersticial), por una movilización osmótica de líquido desde el gran reservorio que es el espacio intracelular (17, 18). Además, Nakayama y asociados han demostrado que la solución salina hipertónica normaliza tanto el potencial de membrana como la concentración de electrolitos y el volumen de agua intracelulares después del shock hemorrágico (19).

Los pacientes tratados con estas soluciones requieren volúmenes de líquidos y cantidades totales de sodio muy inferiores a los que demandan los pacientes tratados con soluciones isotónicas, lo cual evita la sobrecarga de agua y el edema, así como la disfunción respiratoria, que son usuales después de resucitación de quemados (17) o de operaciones prolongadas; generalmente exhiben concentraciones séricas de sodio > 150 mEq/l. y osmolaridad plasmática de > 305 mOsm/l.; en algunos casos estas concentraciones ascienden a valores superiores, hasta 160 mEq/l., sin consecuencias indeseables (5). Es interesante observar que en la resucitación del shock hemorrágico o de las quemaduras graves, se disminuyen las cargas totales de sodio en comparación con las que son necesarias en la resucitación con lactato de Ringer (13, 17).

Se puede estimar que 250 ml. de NaCl al 7.5% poseen el efecto de por lo menos 2000 ml. de solución isotónica (13). En la actualidad no es raro registrar administraciones de 10 a 20 litros de lactato de Ringer en situaciones críticas de resucitación o cirugía mayor, lo cual significa enormes cargas de agua que resultan en retenciones masivas que producen el bien conocido cuadro de edema generalizado. Estas cifras hacen necesario recordar el histórico editorial que llamó la atención sobre el uso de volúmenes excesivos de soluciones salinas balanceadas, hace ya 20 años (14).

Experimentalmente se han utilizado soluciones hipertónicas de NaCl al 7.5% en la resucitación del shock hemorrágico (8, 13, 15); los resultados indican que el NaCl al 7.5% puede ser útil en la resucitación de pacientes traumatizados (13).

Blaisdell y asociados (12) presentaron en la 107a. reunión de la American Surgical Association en abril de 1987, un estudio de resucitación con NaCl al 3% en pacientes severamente traumatizados, con buenos resultados, sin complicaciones y sin producción de flebitis. La solución fue administrada a razón de 4 ml/Kg/hora por más de 3 horas como el líquido de resucitación primario no sanguíneo, junto con la administración de soluciones isotónicas complementarias según necesidad.

En conclusión, se puede afirmar que existe suficiente documentación experimental y clínica sobre las bondades y ventajas del uso de las soluciones salinas hipertónicas de variadas concentraciones en la resucitación de pacientes traumatizados en el shock hipovolémico o por quemaduras y en el soporte perioperatorio de pacientes sometidos a cirugía mayor. Su uso clínico se debe limitar, en general, a soluciones de concentración no mayores de 3% y debe ser cuidadosamente prescrito y controlado mediante rigurosa monitoría bioquímica y hemodinámica para evitar efectos deletéreos como los desequilibrios electrolíticos o la hipokalemia que han sido informados (10).

EXPERIENCIA CLINICA

Con base en los informes sobre los beneficios obtenidos con la utilización de las soluciones salinas hipertónicas (1-19), los Departamentos de Cirugía y Anestesiología del Centro Médico de los Andes, diseñaron un protocolo para el uso de dichas soluciones en pacientes sometidos a cirugía mayor.

Como inicio de un ensayo clínico programado para determinar la conveniencia de utilizar NaCl 3%, de acuerdo al protocolo diseñado para tal fin (16), fueron estudiados los primeros 30 pacientes sometidos a cirugía mayor electiva que recibieron solución salina hipertónica durante el segundo semestre de 1987.

Su distribución por sexo, edad, servicio quirúrgico y procedimiento operatorio, aparece en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Distribución por sexo y edad.

Sexo	No.	E d a d	
		Rango	Promedio
Masculino	16	23-83	56.5
Femenino	14	29-75	53
Total	30	23-83	55

El análisis de estos primeros 30 pacientes revela resultados muy favorables y coincidentes con los que han sido informados en la literatura citada.

Tabla 2. Tipos de operación y procedimientos quirúrgicos practicados.

Tipo de Operación	No. de pacientes	Procedimiento quirúrgico	No. de pacientes
I Gastrointestinal	12	Hemicolectomía	1
		Op. hepatobiliar	4
		Esplenectomía+ linfadenectomía	1
II Pélvica	2	Prostatectomía radical+ linfadenectomía	1
		Histerectomía radical	1
III Aorta abdominal	2	Aneurisma de la aorta abdominal	2
IV Neurocirugía	4	Resección de meningioma bilateral	1
		Hipofisectomía	1
		Aneurisma cerebral	1
		Resección de tumor cerebeloso	1
V Cirugía del tórax	3	Injertos óseos	1
		Resección de tumor de la pared del tórax	1
		Lobectomía pulmonar	1
VI Otras	6	Ortopédica	3
		Plástica	3

RESULTADOS

Se analizaron, en forma preliminar, los efectos de la solución de NaCl 3% en los 30 primeros pacientes sometidos a cirugía mayor, en la fase inicial de nuestro estudio sobre la utilización clínica de soluciones salinas hipertónicas.

La duración promedio de las operaciones, según los grupos, osciló entre 3.75 y 6.12 horas. Los volúmenes promedios de

líquidos administrados variaron entre 1.5 y 2.9 ml/Kg/hora para el NaCl 3%, y entre 7.0 y 12.8 ml/Kg/hora para los líquidos totales (Tabla 3).

No se observaron grados exagerados de hipernatremia ni de hipokalemia. En la totalidad de los pacientes las concentraciones de sodio sérico permanecieron dentro de límites normales, o muy cerca (135-151 mEq/L), así como las de potasio sérico (3.5-5 mEq/L).

Tabla 3. Duración promedio y volúmenes promedio de líquidos administrados.

Operación	Duración Promedio	Total ml/Kg/h	Volúmenes Intraoperatorios (Promedio)		
	Horas		NaCl 3% ml/Kg/h	Orina ml/Kh/h	Balance ml/Kg
I Gastrointestinal	4.10	9.3	2.2	1.93	30.3
II Otras operaciones abdominales	4.00	12.0	2.9	2.03	39.8
III Aneurisma de la aorta abdominal	3.75	12.8	3.3	3.10	36.4
IV Neurocirugía	6.12	7.0	1.5	2.65	26.6
V Torácica	3.80	7.3	2.9	2.35	18.8
V Otras	5.2	4.3	3.6	1.76	13.2

La evaluación hemodinámica postoperatoria de los seis grupos quirúrgicos demostró ausencia de complicaciones o fenómenos indeseables.

Al comparar los resultados de este estudio preliminar con los publicados por otros autores (1-19) podemos concluir con ellos, que el uso de NaCl 3% en pacientes sometidos a cirugía mayor resulta en beneficios hemodinámicos en los períodos intra y postoperatorio y que su utilización es aparentemente más segura que la de las soluciones isotónicas convencionales.

La redistribución de los líquidos corporales, secundaria a la infusión intravenosa de NaCl 3%, tiene como consecuencia un notable incremento de la función cardiovascular que se refleja en disminución de la resistencia vascular sistémica y aumento del gasto cardíaco, todo lo cual resulta en mejor perfusión tisular y orgánica.

Con el incremento del índice de volumen sistólico se disminuye considerablemente la demanda de líquidos y se facilita el manejo hemodinámico durante los períodos intra y postoperatorio. Generalmente se presenta un precoz y favorable balance negativo de líquidos dentro de las primeras 72 horas (Fig. 1) que se manifiesta por el aumento del volumen urinario y la disminución rápida del peso corporal (Fig. 6).

Por otra parte, el muy inferior aporte de líquidos durante el período intraoperatorio resulta en menor acumulación de edema intersticial. Con ello se facilita el transporte de oxígeno y la hipoxia tisular y la conversión a metabolismo anaeróbico. Así mismo, se debe esperar una menor tendencia hacia el edema pulmonar intersticial y la consiguiente disfunción respiratoria.

La adecuada rehidratación preoperatoria del paciente, junto con una estabilización simultánea de su estado hemodinámico, permite el uso racional de las soluciones de NaCl 3%, las cuales facilitan el manejo intraoperatorio de los líquidos parenterales y minimizan las complicaciones derivadas de la sobrehidratación y la acumulación de edema. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que las soluciones hipertónicas, al mantener la estabilidad hemodinámica intraoperatoria, pueden enmascarar un déficit preoperatorio de agua corporal; éste generalmente se evidencia en el período postoperatorio inmediato, con disminución notoria del volumen urinario (Caso 2, Fig. 2), hipernatremia y signos hemodinámicos de hipovolemia que entonces obliguen a la administración de soluciones isotónicas con la consiguiente retención de agua y desarrollo de edema y la abolición de los efectos benéficos perseguidos. Es por ello que en nuestro protocolo se incluye rehidratación preoperatoria rutinaria, usualmente con 1 litro de lactato de Ringer administrado en las horas inmediatamente anteriores a la cirugía.

La administración de NaCl 3% aparentemente previene la acumulación de líquido en el intersticio pulmonar; la difusión del oxígeno en el nivel alveolar se mantiene y la consiguiente mejoría del índice arterio-alveolar permite la extubación temprana.

Luego de la utilización de la solución salina hipertrónica deben administrarse los líquidos parenterales de acuerdo con las características y la evolución de cada paciente. Para este reemplazo se utilizan preferencialmente soluciones hipotónicas, teniendo en cuenta que los pacientes generalmente presentan algún grado de hipernatremia, tales como el lactato de Ringer o la solución salina al medio normal, en volúmenes acordes con las concentraciones de elec-

trolitos séricos y urinarios, la osmolaridad de la sangre y la orina y la estimación del déficit de agua libre.

Además de su utilización en pacientes sometidos a cirugía mayor electiva, la solución de NaCl 3% se usa ventajosamente en la hemodilución aguda (reemplazando el volumen 1:1) en pacientes en quienes no es posible administrar grandes volúmenes de líquidos, y en cirugía neurológica en aquellas situaciones en que se desea prevenir hipertensión endocraneana.

El uso del NaCl 3% está contraindicado en pacientes con insuficiencia renal asociada, ya que en un alto porcentaje de ellos se pueden presentar trastornos neurológicos secundarios a la hipernatremia.

Presentamos, a manera de ilustración, cuatro casos de nuestra serie, que demuestran los beneficios obtenidos con el uso de estas soluciones, y algunas de las dificultades observadas.

Caso 1

Hombre de 83 años con cuadro clínico de dolor abdominal de seis días de evolución, con antecedente de gastrectomía Billroth II por úlcera duodenal. Con el diagnóstico de pirocolecistitis fue sometido a laparotomía; se encontró peritonitis generalizada. Durante 2 horas y 30 minutos de cirugía permaneció hemodinámicamente estable, bajo cuidadosa monitoría con catéter de Swan-Ganz y soporte ventilatorio (Fig. 1).

El manejo usual de las soluciones isotónicas, generalmente lactato de Ringer, en este tipo de pacientes, requiere un aporte muy grande de líquidos en los períodos intra y postoperatorios, con la consecuente acumulación de edema; la movilización del exceso de líquidos se hace en forma tardía. Por el contrario, este paciente de alto riesgo evolucionó satisfactoriamente gracias a una adecuada hidratación previa y al uso intraoperatorio de NaCl 3% que permitió un menor aporte intraoperatorio de líquidos, con mantenimiento de diuresis horaria óptima (Fig. 5), ausencia de edema y balance negativo de líquidos desde el segundo día postoperatorio (Fig. 1).

Caso 2

Mujer de 77 años sometida a hemicolectomía electiva por carcinoma. Los estudios radiológicos preoperatorios y la preparación del colon para cirugía condicionaron un déficit de líquidos.

El uso de NaCl 3% en el curso de la anestesia permitió una buena estabilidad hemodinámica (Fig. 2), a pesar del déficit preoperatorio y de un balance negativo de líquidos en la fase intraoperatoria (Fig. 5). La paciente requirió mayor aporte de líquidos en la fase postoperatoria inmediata, lo cual resultó en ligeros balances positivos y aumento del peso corporal (Figs. 2 y 6). Estos, sin embargo, fueron bastante más modestos que los que se observan usualmente con el uso de lactato de Ringer o de solución salina normal.

El fenómeno observado en esta paciente podría explicarse por un posible hiperaldosteronismo secundario a la deshidratación preoperatoria, el cual posiblemente causó excesiva retención del sodio administrado durante la operación. La rehidratación preoperatoria rutinaria con 1 a 2 litros de lactato de Ringer, que no se hizo en esta paciente, habría evitado la retención intraoperatoria de sodio. Su evolución fue ampliamente satisfactoria.

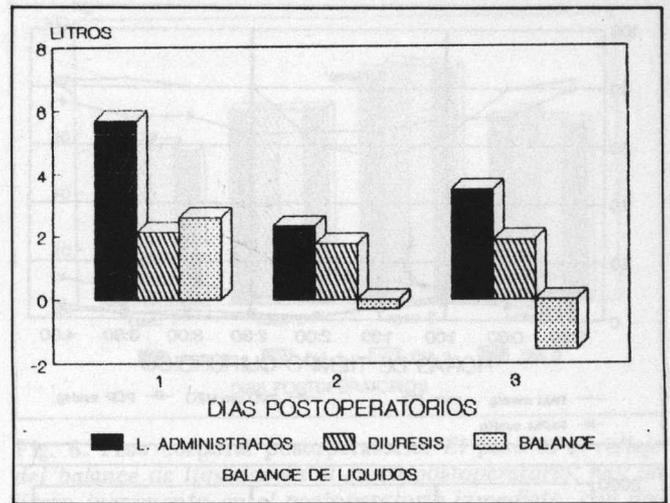
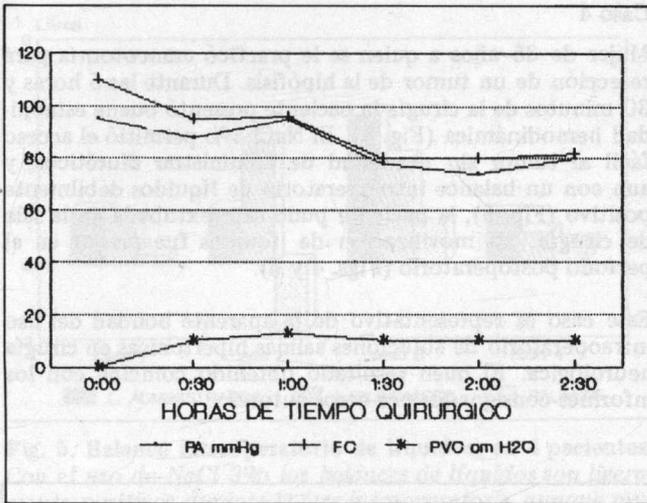


Fig. 1. Caso 1, correspondiente a un paciente con severa peritonitis generalizada. La monitoría hemodinámica (izquierda), indica estabilidad de la presión arterial, la frecuencia cardíaca y la presión venosa central durante la cirugía, con un menor aporte de líquidos. El curso postoperatorio transcurrió sin problemas (derecha) con balance negativo de líquidos desde el segundo día postoperatorio.

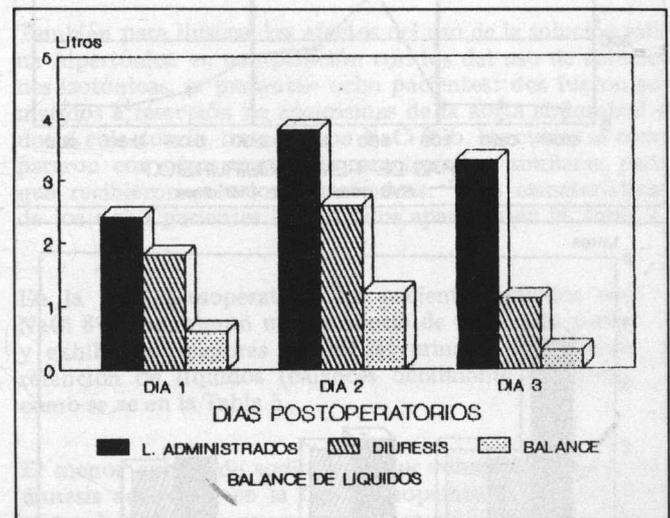
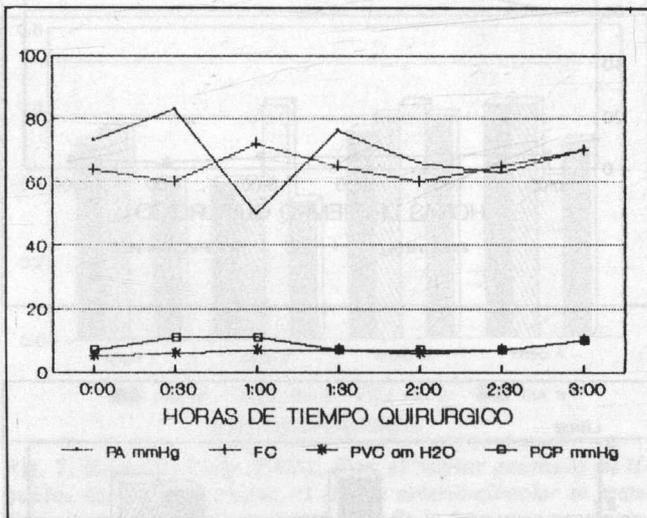


Fig. 2. Caso 2, sometido a hemicolecotomía derecha. A pesar de tener un déficit preoperatorio de líquidos, la cirugía transcurrió con gran estabilidad hemodinámica (parte izquierda), y este déficit se manifestó en el postoperatorio (derecha) con incremento de las necesidades de agua y sodio que se refleja en un modesto balance positivo.

Caso 3

Hombre de 72 años sometido a resección electiva de un aneurisma de la aorta abdominal. Durante la cirugía de 4 horas y 30 minutos de duración, con 1 hora y 17 minutos de oclusión de la aorta, demostró gran estabilidad hemodinámica bajo la administración rutinaria de lactato de Ringer (Fig. 3).

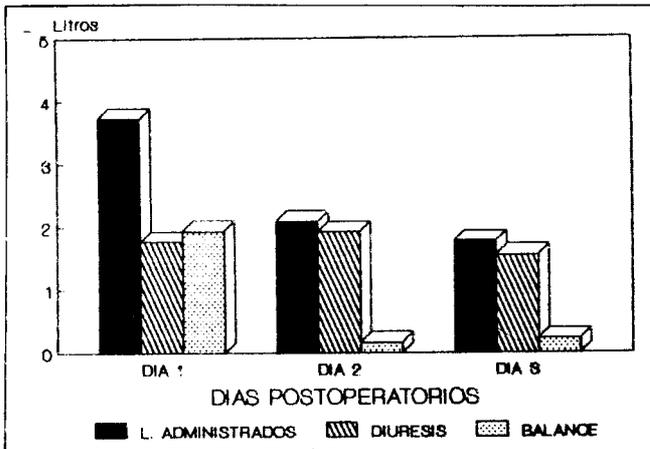
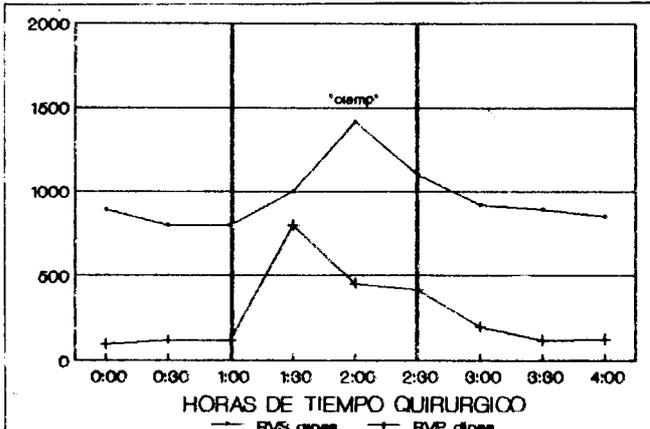
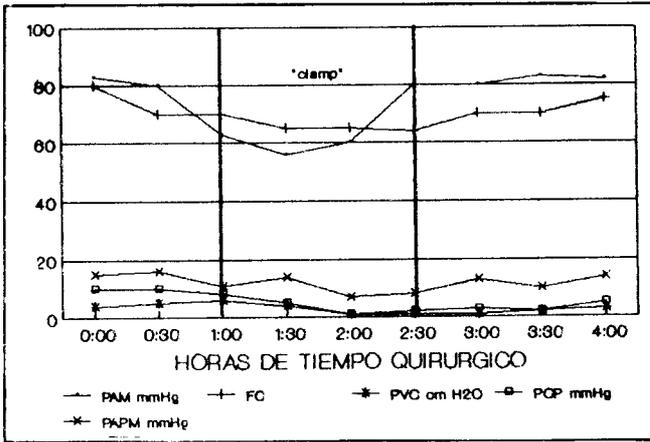
El uso de NaCl 3% luego de retirar el clamp aórtico permitió mantener la estabilidad hemodinámica con disminución de las resistencias pulmonar y sistémica (Fig. 3); el gasto cardíaco se mantuvo, los volúmenes urinarios se sostuvieron satisfactorios y no fue necesario instaurar mecanismos adicionales de protección renal.

Se esperaba que este paciente de edad avanzada y con enfermedad vascular sistémica hubiese requerido soporte inotró-

pico y diuresis forzada mediante algún método farmacológico de protección renal (por ejemplo manitol o furosemda) de no haber sido utilizada la solución de NaCl3%. Así mismo, que hubiera requerido altos volúmenes intraoperatorios y hubiera presentado disfunción respiratoria.

Nada de esto ocurrió con el uso de la solución salina hipertónica.

El índice arterio-alveolar de presión parcial de oxígeno, que en los días postoperatorios exhibió valores superiores al estado preoperatorio (Fig. 7), permitió la extubación en forma temprana, a las siete horas de finalizado el procedimiento operatorio; la movilización de líquidos fue igualmente rápida (Fig. 3).



PAM = Presión arterial media
 PAMP = Presión arterial pulmonar media
 PVC = Presión venosa central
 PCP = Presión capilar pulmonar

RVS = Resistencia vascular sistémica
 RVP = Resistencia vascular pulmonar

Fig. 3. Caso 3, correspondiente a un aneurisma de la aorta abdominal. Durante la resección de un aneurisma de la aorta abdominal se consiguió disminuir los requerimientos de agua y sodio, se alcanzó gran estabilidad hemodinámica durante la oclusión de la aorta y posteriormente a la misma y, además, no fue necesario el soporte farmacológico para proyección renal (parte superior y media). En el postoperatorio (parte inferior), los volúmenes urinarios fueron adecuados, con balance de líquidos cercano a cero desde el segundo día.

Caso 4

Mujer de 35 años a quien se le practicó craneotomía para resección de un tumor de la hipófisis. Durante las 5 horas y 30 minutos de la cirugía la paciente presentó buena estabilidad hemodinámica (Fig. 4). El NaCl 3% permitió el acceso fácil al tumor sin necesidad de administrar diuréticos, y aun con un balance intraoperatorio de líquidos débilmente positivo (Fig. 5), la paciente pudo salir extubada de la sala de cirugía. La movilización de líquidos fue precoz en el período postoperatorio (Figs. 4 y 6).

Este caso es representativo de la aparente bondad del uso intraoperatorio de soluciones salinas hipertónicas en cirugía neurológica. El buen resultado obtenido coincide con los informes consignados por otros autores.

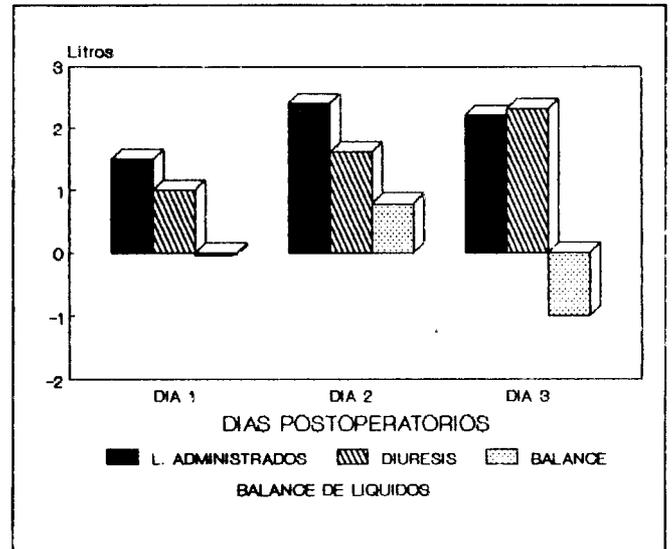
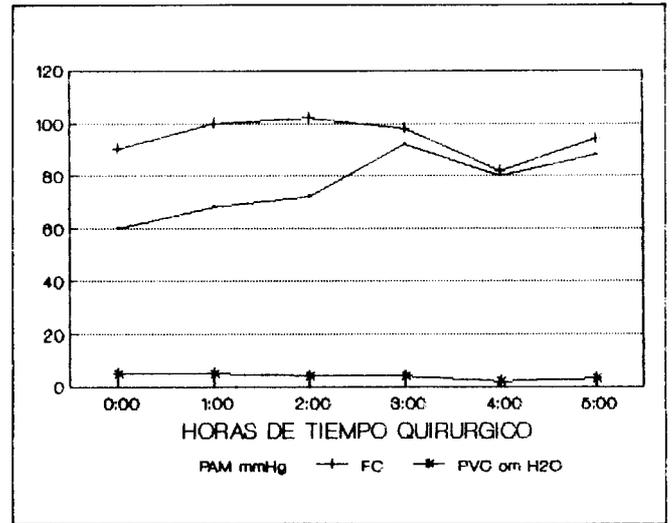


Fig. 4. Caso 4, correspondiente a una craneotomía para hipofisectomía. En cirugía neurológica los menores volúmenes de líquidos administrados facilitan el acceso quirúrgico, al tiempo que mantienen la estabilidad hemodinámica; la paciente exhibió buena diuresis, con mínimo balance positivo en el primer día postoperatorio, y balance negativo en el tercero.

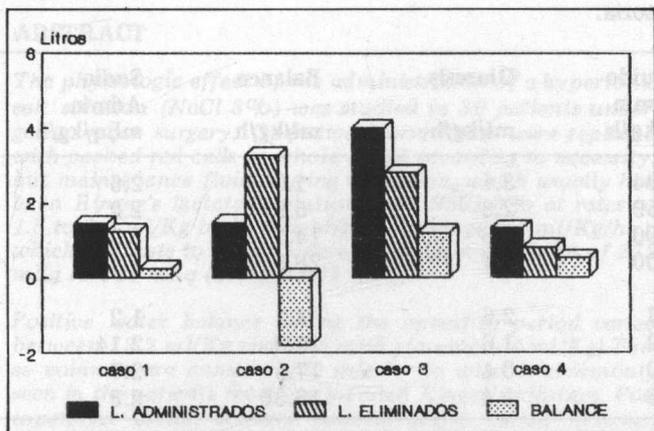


Fig. 5. Balance intraoperatorio de líquidos, en 4 pacientes. Con el uso de NaCl 3% los balances de líquidos son ligeramente positivos durante la fase intraoperatoria, aunque mucho menos de lo que se observa en pacientes tratados con soluciones isotónicas. El Caso 2 aun con déficit de líquido en la fase preoperatoria, presentó balance negativo de líquidos durante la cirugía.

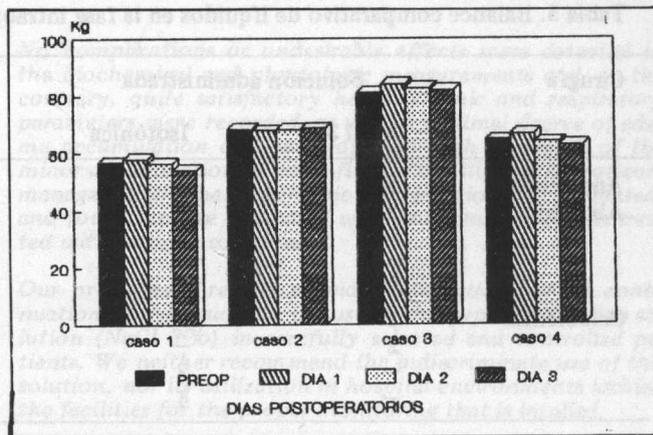


Fig. 6. Peso corporal postoperatorio. El peso es el reflejo del balance de líquidos en el curso postoperatorio; hay un ligero incremento en el postoperatorio inmediato, con disminución de allí en adelante. En el Caso 2 hay un mínimo aumento de peso en la fase postoperatoria, resultado del déficit de líquidos con que llegó a cirugía.

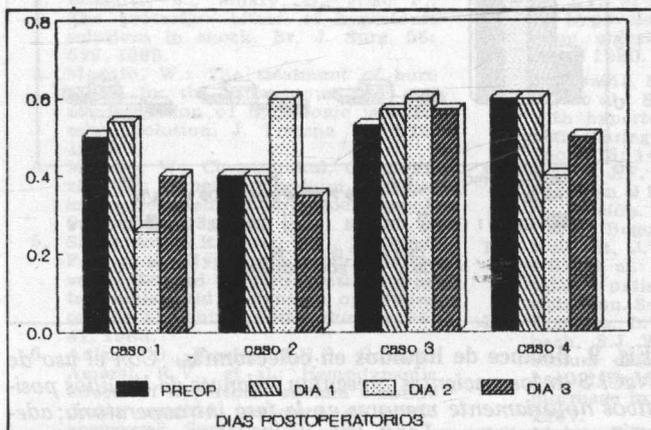


Fig. 7. Relación PaO₂/PAO₂. Con el menor acúmulo de líquidos durante la cirugía, el índice arterio-alveolar se mantiene en niveles aún superiores a los de la fase preoperatoria, lo cual indica ausencia de la disfunción respiratoria que es usual cuando los pacientes reciben elevadas cargas de soluciones isotónicas.

También para ilustrar los efectos del uso de la solución salina hipertónica en comparación con los del uso de soluciones isotónicas, se presentan ocho pacientes: dos fueron sometidos a resección de aneurismas de la aorta abdominal y dos a colectomía, tratados con NaCl 3%, los cuales se compararon con otros cuatro de características similares, pero que recibieron soluciones isotónicas. Tales características de los ocho pacientes comparados aparecen en la Tabla 4.

En la fase intraoperatoria los pacientes tratados con NaCl 3% requirieron menor aporte de agua y de sodio, y exhibieron mayores volúmenes urinarios con menor retención de líquidos (balances débilmente positivos), como se ve en la Tabla 5.

El menor aporte de sodio y menor volumen de agua, con diuresis adecuada, en la fase intraoperatoria, son los fenómenos beneficiosos que se mantienen en la fase postoperatoria inmediata y que garantizan la estabilidad hemodinámica observada en estos pacientes (Tabla 6), (Figs. 8 y 9).

Tabla 4. Características de los pacientes comparados.

Cirugía	Solución NaCl 3%	Solución Isotónica	Edad	Sexo	Tiempo Quirúrgico
Aneurisma Abdominal	1	—	58	M	4:00h
	2	—	72	M	3:30h
	—	3	72	M	4:30h
	—	4	65	M	4:00h
Colectomía	1	—	64	M	2:00h
	2	—	56	F	2:30h
	—	3	65	M	2:00h
	—	4	72	F	3:00h

Tabla 5. Balance comparativo de líquidos en la fase intraoperatoria.

Cirugía	Solución administrada		Líquido Admin. ml/kg/h	Diuresis ml/kg/h	Balance ml/kg/h	Sodio Admin. mEq/kg/h
	NaCl 3%	Isotónica				
Aneurisma Abdominal	1	—	11.04	3.4	1.0	2.6
	2	—	14.59	2.8	5.9	2.2
	—	3	23.00	2.8	14.7	3.0
	—	4	48.00	3.1	28.5	4.4
Colectomía	1	—	6.7	2.6	4.1	1.2
	2	—	12.2	1.6	10.0	2.14
	—	3	22.0	0.4	17.5	2.7
	—	4	17.5	1.4	16.35	2.3

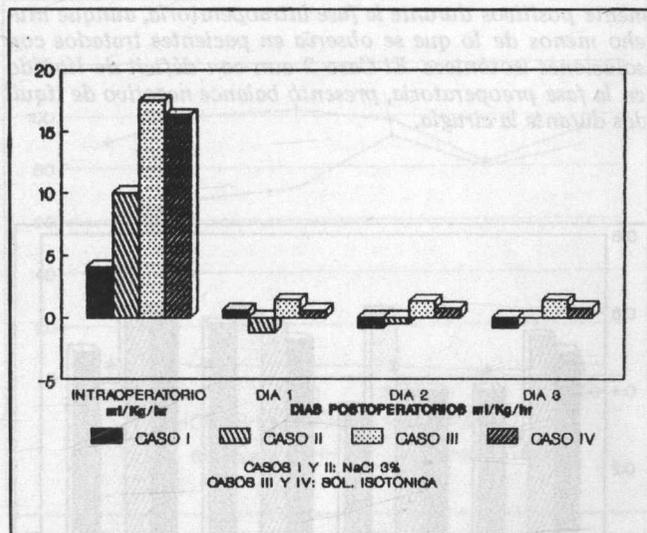
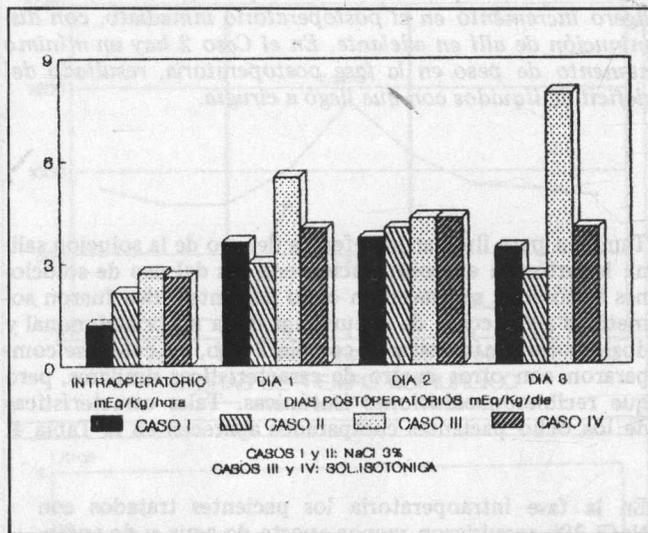


Fig. 8. Sodio administrado en colectomías. La administración total de sodio resultó ser menor en los pacientes tratados con NaCl 3%. La mayor concentración del sodio en la solución hipertónica hace que su disponibilidad sea inmediata y eficiente, lo cual no ocurre con el uso de las soluciones isotónicas que obligan a mayores provisiones de volúmenes de agua para alcanzar similares aportes de sodio.

Fig. 9. Balance de líquidos en colectomías. Con el uso de NaCl 3% los pacientes presentan balances de líquidos positivos notoriamente menores en la fase intraoperatoria; además, este menor acúmulo es movilizado en forma precoz, casi siempre en los primeros tres días de la fase postoperatoria.

Tabla 6. Líquidos administrados y eliminados en la fase postoperatoria.

Cirugía	Solución		Volumen administrado ml/kg			Diuresis ml/kg/h		
	NaCl 3%	Isotónica	Días postoperatorios			Días postoperatorios		
			1	2	3	1	2	3
Aneurisma Abdominal	1	—	45	34	30	0.9	1.0	1.5
	2	—	46	26	22	1.0	1.0	1.0
	—	3	45	45	41	0.6	1.4	0.8
	—	4	111	37	30	1.8	1.5	0.4
Colectomía	1	—	35	38	46	0.8	2.0	1.0
	2	—	27	39	27	1.0	1.8	1.0
	—	3	53	65	58	0.6	1.1	1.1
	—	4	35	35	49	0.5	0.4	0.7

ABSTRACT

The physiologic effect of the administration of a hypertonic salt solution (NaCl 3%) was studied in 30 patients undergoing major surgery. Operative blood losses were replaced with packed red cells or whole blood according to necessity, but maintenance fluids during operation, which usually had been Ringer's lactated solution, was NaCl 3% at rates of 1.5 to 2.9 ml/Kg body weight/hour (average 2.4 ml/Kg/hr.), which amounts to a total operative sodium-provision of 272 mEq to 666 mEq (average 482 mEq).

Positive water balance during the operative period varied between 13.2 ml/Kg and 39.8 ml/Kg (average 24 ml/Kg). These volumes are considerably inferior to what is commonly seen in the patients receiving lactated Ringer's solution. Postoperative serum sodium concentrations varied between 135 and 151 mEq/liter. Hypokalemia was not encountered.

No complications or undesirable effects were detected in the biochemical and physiologic measurements and, on the contrary, quite satisfactory hemodynamic and respiratory parameters were recorded, as well as minimal degree of edema accumulation and early diuresis with excretion of the minor accumulation of body fluid. Four illustrative patients managed with the hypertonic salt solution are presented, and four other are compared with four similar patients treated with isotonic solutions.

Our preliminary results provide justification for the continuation of this study on the use of the hypertonic saline solution (NaCl 3%) in carefully selected and controlled patients. We neither recommend the indiscriminate use of this solution, nor its utilization in hospital environments lacking the facilities for the proper monitoring that is implied.

BIBLIOGRAFIA

- Baue, A.E., Tragus, E.T., Parkins, W. M.: A comparison of isotonic and hypertonic solutions on blood flow and oxygen consumption in the initial treatment of hemorrhagic shock. *J. Trauma* 7: 743, 1967.
- Messmer, K., Mokry, G., Jesh, F.: The protective effect of hypertonic solutions in shock. *Br. J. Surg.* 56: 626, 1969.
- Monafo, W.: The treatment of burn shock by the intravenous and oral administration of hypertonic lactated saline solution. *J. Trauma* 10: 575, 1970.
- Monafo W., Chuntrarakul, C., Ayvazian, V.: Hypertonic sodium solutions in the treatment of burn shock. *Am. J. Surg.* 126: 778, 1973.
- Shackford, S.R., Sise, M.J., Firdlund, P.H., et al.: Hypertonic sodium lactate versus lactated Ringer's solution for intravenous fluid therapy in operations on the abdominal aorta. *Surgery* 94: 41, 1983.
- Auler, J.O., Pereira, M.H.C., Gomide-Amaral, R.V., et al.: Hemodynamic effects of hypertonic sodium chloride during surgical treatment of aortic aneurysms. *Surgery* 101: 594, 1987.
- Gunnar, W.P., Merlotti, G.J., Jonasson, O., Barrett, J.: Resuscitation from hemorrhagic shock. Alteration of the intracranial pressure after normal saline, 3% saline and Dextran-40. *Ann. Surg.* 204: 686, 1986.
- Lopes, O.V.: Pontieri, V., Rocha, E., et al.: Haemodynamic effects of hypertonic sodium chloride infusions during hemorrhagic shock in dogs. *J. Physiol.* 301: 64, 1980.
- De Filippo, J. Jr., Rimoner, J., Velasco, I.T., et al.: Treatment of refractory hypovolemic shock by 7.5% sodium chloride injections. *Lancet* 2: 1002, 1980.
- Nakayama, S., Sibley, L., Gunther, R. A., et al.: Small volume resuscitation with hypertonic saline (2400 mOsm/liter) during hemorrhagic shock. *Circ. Shock* 13: 149, 1984.
- Patiño, J.F. *Metabolismo, Nutrición y Shock en el Paciente Quirúrgico*. Tercera Edición. Fundación Lucía Patiño Osorio. Bogotá, 1986.
- Holcroft, J.W., Vassar, M.J., Turner, J.E., et al.: Resuscitation of severely injured patients with a 3% NaCl solution. *Ann. Surg.* 206: 279, 1987.
- Traverso, L.W., Bellamy, R.F., Hollenbach, S.J., Witcher, L.D.: Hypertonic sodium chloride solutions: Effect on hemodynamics and survival after hemorrhage in swine. *J. Trauma* 27: 32, 1987.
- Moore, F.D., Shires, G.T.: Moderation (Editorial). *Ann. Surg.* 166: 300, 1967.
- Velasco, I.T., Pontieri, V., Roche Silva, M., Jr., López, O.V.: Hyperosmotic NaCl and severe hemorrhagic shock. *Am. J. Physiol.* 239: H664, 1980.
- Patiño, J.F., Gómez, G., Pinilla, A., Arango, E., y colaboradores: Protocolo para el uso de soluciones hipertónicas. Departamentos de Cirugía y de Anestesiología. Centro Médico de los Andes. Bogotá, julio de 1987.
- Yoshioka, T., et al.: Effect of intravenously administered fluid on hemodynamic change and respiratory function in extensive thermal injury. *Surg. Gynecol. Obstet.* 151: 503, 1980.
- Maier, R., Carrico, J.: Developments in the Resuscitation of Critically Ill Surgical Patients. Year Book Medical Publishers Inc. Chicago, 1986.
- Nakayama, S., et al.: Infusion of very hypertonic saline to bleed rats: Membrane potentials and fluid shifts. *J. Surg. Res.* 38(2): 180-6, 1985.
- Cone, J.B., Wallace, B.H., Caldwell, F.T., Jr., et al.: Beneficial effects of a hypertonic solution for resuscitation in the presence of acute hemorrhage. *Am. J. Surg.* 154: 585, 1987.
- Maningas, P.A.: Resuscitation with 7.5 NaCl in 6% Dextran-70 during hemorrhagic shock in swine: Effects on organ flow. *Crit. Care Med.* 15: 1121, 1987.
- Gunnar, W., Jonasson, O., Merlotti, G., et al.: Head injury and hemorrhagic shock: Studies of the blood brain barrier and intracranial pressure after resuscitation with normal saline solution, 3% saline and Dextran 40. *Surgery* 103: 398, 1988.

ASOCIACION MEXICANA DE CIRUGIA GENERAL

Congreso Nacional de Cirugía

Acapulco, Octubre 31 a Noviembre 4 de 1988

Informes: Avenida Veracruz No. 93-201, Col. Condesa,
06140 México, D.F. - Teléfono: 2863012