
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI

TÍTULO

**FRECUENCIA DE ALTERACIONES ELECTROLÍTICAS EN PACIENTES
SOMETIDOS A CIRUGÍA MAYOR EN EL HOSPITAL DE
ESPECIALIDADES DE CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI**

TESIS QUE PRESENTA

DRA. JUDITH NE'EMAN MÁRQUEZ REYES

PARA OBTENER EL DIPLOMA

EN LA ESPECIALIDAD EN

MEDICINA INTERNA

ASESOR: DR. MIGUEL GUILLERMO FLORES PADILLA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

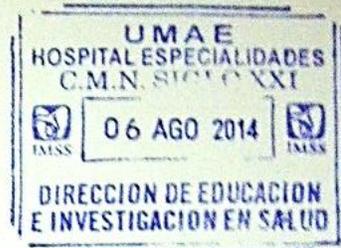


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



DRA. DIANA GRACIELA MÉNEZ DÍAZ

JEFE DE DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CMN SIGLO XXI, IMSS

DR. HAIKO NELLEN HUMMEL

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA INTERNA

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CMN SIGLO XXI, IMSS

DR. MIGUEL GUILLERMO FLORES PADILLA

ASESOR CLÍNICO

ESPECIALIDAD EN MEDICINA INTERNA

MÉDICO ADSCRITO DE MEDICINA INTERNA

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CMN SIGLO XXI, IMSS



Dirección de Prestaciones Médicas
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud
Coordinación de Investigación en Salud



Dictamen de Autorizado

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud 3601
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DR. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI,
D.F. SUR.

FECHA 28/04/2014

DR. MIGUEL GUILLERMO FLORES PADILLA

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

FRECUENCIA DE ALTERACIONES ELECTROLÍTICAS EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA MAYOR EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DE CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

que sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de Ética y de Investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

Núm. de Registro
R-2014-3601-39

ATENTAMENTE

DR.(A). CARLOS FREDY CUEVAS GARCÍA

Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3601

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

ÍNDICE

RESUMEN	1
INFORMACIÓN DE LA TESIS	3
MARCO TEÓRICO	
- INTRODUCCIÓN	4
- ANTECEDENTES	7
JUSTIFICACIÓN	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
OBJETIVO	11
HIPÓTESIS	11
MATERIAL Y MÉTODOS	
- TIPO DE ESTUDIO	11
- UBICACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL	11
- CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA	11
- CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA	12
- VARIABLES	13
- ANÁLISIS ESTADÍSTICO	18
- DESCRIPCIÓN OPERATIVA	18
- CONSIDERACIONES ÉTICAS	20
- RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD	20
- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	21
RESULTADOS	22
DISCUSIÓN	28
CONCLUSIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS	47

RESUMEN

Antecedentes: Las alteraciones electrolíticas son un problema clínico frecuente, especialmente en pacientes hospitalizados y en aquellos sometidos a cirugía mayor. En orden de frecuencia la hiponatremia ocupa el primer lugar, seguido de la hipocalcemia, situaciones que se han relacionado al uso de diferentes fármacos y soluciones intravenosas, le continúa la hipercalemia e hipernatremia, sin contar hasta el momento con la frecuencia de alteraciones en cuanto al magnesio, fósforo y calcio.

La relevancia de las alteraciones electrolíticas en los pacientes hospitalizados radica en que se ha observado un incremento en la morbilidad, mortalidad, estancia y costos intrahospitalarios.

Objetivo: Determinar la frecuencia de alteraciones electrolíticas en adultos que sean sometidos a cirugía mayor en el Hospital de Especialidades de Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Material y métodos: El estudio será prospectivo, observacional y descriptivo. Se recabará la información de los expedientes clínicos en una base de datos, siendo necesario contar con estudios de laboratorio que incluya la medición de los electrolitos séricos antes y después del procedimiento quirúrgico mayor.

Recursos: Humanos: médico residente, materiales: computadora, hojas blancas, bolígrafo e impresora.

Resultados: La frecuencia de alteraciones electrolíticas presentadas el primer día posterior al evento quirúrgico mayor fue hiperfosfatemia 17 (34%), hipocalcemia 16 (32%), hiperpotasemia 9 (18%), hiponatremia 8 (16%), hipomagnesemia e hipernatremia 5 (10%), hipopotasemia 4 (8%) y por último hipermagnesemia e hipercalcemia 2 (4%). El tercer día se presentó con orden de frecuencia hiponatremia 13 (26%), hipocalcemia 11 (22%), hipofosfatemia 10 (20%), hiperfosfatemia 9 (18%), hiperpotasemia 7 (14%), hipernatremia

6 (12%), hipopotasemia 3 (6%), hipomagnesemia 2 (4%) y hipermagnesemia e hipercalcemia 1 (2%) correspondientemente. El séptimo día la frecuencia de alteraciones electrolíticas fue la siguiente hiponatremia 14 (28%), hipofosfatemia 12 (24%), hiperfosfatemia 8 (16%), hipernatremia e hipocalcemia con 6 (12%), hipopotasemia 3 (6%), hipermagnesemia 2 (4%), sin presentarse ningún caso de hipercalcemia.

Conclusiones: En este estudio se observó que el primer día del posoperatorio la alteración electrolítica que se presentó con mayor frecuencia fue la hiperfosfatemia, lo cual no coincide con lo encontrado en la bibliografía, quizás debido a la poca población dado que las muestras pequeñas producen altas variaciones, y a que una gran parte de los pacientes tenían el antecedente de enfermedad renal crónica. En el tercer y séptimo día la alteración más frecuente fue hiponatremia, coincidiendo con lo reportado en la bibliografía.

1. Datos del alumno**1. Datos del alumno**

(Autor)	
Apellido Paterno: Apellido Materno: Nombre (s): Teléfono: Universidad: Facultad o escuela: Carrera: No. de cuenta:	Márquez Reyes Judith Ne'eman 55 66 95 40 21 Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Medicina Medicina Interna 511218194
2. Datos del asesor	2. Datos del asesor
Apellido Paterno: Apellido Materno: Nombre (s):	Flores Padilla Miguel Guillermo
3. Datos de la tesis	3. Datos de la tesis
Título: No. de páginas: Año: Número de registro:	Frecuencia de alteraciones electrolíticas en pacientes sometidos a cirugía mayor en el Hospital de Especialidades de Centro Médico Nacional Siglo XXI. 49 páginas 2015 R-2014-3601-39

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

Las alteraciones electrolíticas son un problema clínico frecuente, especialmente en pacientes hospitalizados, siendo la hiponatremia, definida como una concentración plasmática de sodio $[Na^+] < 135 \text{ mmol/L}$, la alteración electrolítica más frecuente a nivel hospitalario, afectando entre un 2% hasta un 15% de los enfermos (1-5,100). Algunos de los factores que contribuyen al desarrollo de la hiponatremia hospitalaria son: edad avanzada, diabetes mellitus, insuficiencia renal crónica, infecciones pulmonares, tratamiento con diuréticos y antibióticos, uso de soluciones intravenosas (i.v.) hipotónicas y procedimientos quirúrgicos (1, 6-11).

Después de la hiponatremia, se encuentra en segundo lugar la hipocalcemia, definida como una concentración de potasio $[K^+] < 3.5 \text{ mmol/L}$, reportándose en algunas series una frecuencia de hasta un 20% en los pacientes hospitalizados, siendo más común en mujeres, pacientes con neoplasia y asociándose en un 56% a causas consideradas como iatrogénicas, debidas a drogas o uso de soluciones i.v. (134).

La hipercalemia ocupa el tercer lugar. Se define como una concentración de potasio $[K^+] > 5.0 \text{ mmol/L}$, con incidencia que varía entre 1.4 a 10% (136-139). Fármacos como los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA), diuréticos ahorradores de potasio, suplementos de potasio, entre otros, y una función renal alterada incrementan su incidencia (136).

En cuarto lugar, se encuentra la hipernatremia, definida como una concentración de sodio $[Na^+] >145\text{mmol/L}$, con una incidencia intrahospitalaria de 1.1% hasta el 10% en aquellos pacientes sometidos a cirugía mayor (96,133), encontrando como factores de riesgo edad avanzada y alteraciones del sensorio.

Debido a que el magnesio sérico es raramente solicitado en los estudios de laboratorio, se sabe poco sobre su frecuencia en cuanto a su alteración en el paciente hospitalizado y en especial sobre su impacto en el perioperatorio.

La hipomagnesemia, definida como una concentración de $[Mg^{2+}] <1.6\text{mg/dL}$, es la principal anomalía electrolítica que ha sido subdiagnosticada en la práctica clínica (128, 142, 143), se ha reportado una incidencia que abarca desde un 14% hasta un 70%, esto en pacientes que se encuentran en una unidad de cuidados intensivos, sin contar hasta el momento con una estimación de la prevalencia en pacientes hospitalizados y principalmente sometidos a procedimientos quirúrgicos mayores. Se ha relacionado a mala absorción gastrointestinal, uso de sonda nasogástrica, administración de fármacos como diuréticos, aminoglucósidos, anfotericina B y causas de pérdidas renales. Se asocia frecuentemente con otras anomalías electrolíticas (143).

La hipermagnesemia, definida como una concentración de magnesio $(Mg^{2+}) >2.6\text{mg/dL}$, es menos frecuente y se ha asociado a falla renal o causa iatrogénica (143).

Por último, la frecuencia del calcio y fósforo no han sido determinadas en pacientes hospitalizados ni en aquellos sometidos a cirugía mayor.

La relevancia de las alteraciones electrolíticas en los pacientes hospitalizados radica en que se ha observado un incremento en la mortalidad, reportándose en el caso de pacientes con hiponatremia hasta más de un 50% dependiendo de la severidad, y persistiendo 5 años posterior a su egreso, asociándose principalmente en aquellos pacientes con cáncer metastásico, falla cardíaca y cirugía ortopédica (9,100). En el caso de la hipernatremia se ha asociado como predictor de mal pronóstico en aquellos pacientes sometidos a cirugía mayor (133). Así como la hipercalemia se asocia a un incremento en la mortalidad hasta un 17% (135), incrementándose la mortalidad de condiciones médicas severas como infección y sangrado cuando se acompañan de hipercalemia (136).

ANTECEDENTES

La hiponatremia postoperatoria es una complicación que se desarrolla en más del 4% de los pacientes que son sometidos a cirugía (2, 6-9, 12-14). Aunque es un hallazgo frecuente y la mayor parte de los casos permanecen asintomáticos, un nivel sérico disminuido de sodio no es un hallazgo trivial ya que puede asociarse con un aumento en la morbilidad y mortalidad post-quirúrgica. Los síntomas relacionados con este desorden electrolítico son principalmente de naturaleza neurológica y se correlacionan con la severidad y rapidez del descenso de la concentración de Na⁺ (1). Además, ciertos pacientes son más propensos a desarrollar manifestaciones neurológicas graves, por ejemplo, las mujeres premenopáusicas (9, 15-21), ancianas que han iniciado tratamiento con tiazidas (9, 22, 23), niños (9, 20, 24, 25), enfermos psiquiátricos con polidipsia primaria e individuos con hiponatremia e hipoxia (20, 26, 27). Particularmente, las mujeres pre-menopáusicas tienen un riesgo 25 veces mayor de desarrollar complicaciones neurológicas que los hombres o las mujeres post-menopáusicas (19, 20, 28-34).

Entre las manifestaciones clínicas de la hiponatremia postoperatoria se encuentran fatiga, malestar general, cefalea, letargia y en casos extremos, daño cerebral permanente, convulsiones y paro cardíaco (5, 17, 20, 24, 26, 29, 32, 35-40). De hecho, diferentes estudios han demostrado que la hiponatremia severa (<125 mmol/L) es un predictor independiente de mortalidad hospitalaria, con un riesgo estimado de muerte de entre 27% y 40% (1, 9-11, 41-43). Reportes previos se han enfocado principalmente en el desarrollo de la hiponatremia aguda que ocurre en las primeras horas después de una cirugía o en población pediátrica.

La hipernatremia postoperatoria es infrecuente y se presenta con mayor frecuencia en cirugía de hipófisis (44-48), en pacientes en estado crítico, con insuficiencia renal, con el uso inadecuado de soluciones parenterales o con bicarbonato de sodio (49), en sujetos con insuficiencia cardíaca (50-52) y con ciertos anestésicos (53). La importancia clínica de esta alteración no se conoce.

Los reportes sobre la frecuencia de las alteraciones en la concentración de potasio en suero en el periodo perioperatorio se limita a informes de casos o series pequeñas de pacientes, por lo que su importancia y correlación clínica no se conocen con certeza (54-75). El espectro clínico de la hipocalemia en el período perioperatorio se refiere principalmente a grupos de pacientes en cirugía cardíaca o a sujetos con alteraciones electrolíticas en el período preoperatorio y se manifiesta por alteraciones de la conducción cardíaca, alteraciones motoras severas y paro cardio-respiratorio, sin embargo, la importancia de la hipocalemia leve no se conoce con claridad (54, 60, 76-78). Los mecanismos que han sido implicados en la generación de la hipocalemia son el uso inadecuado de soluciones intravenosas, estrés perioperatorio, aumento de los niveles de insulina en suero y aumento de la excreción urinaria de potasio (55, 79). Con respecto a la hipercalemia en el perioperatorio, los informes son aún más escasos, la expresión clínica es una alteración en la conducción cardíaca la cual tiene alta letalidad y se presenta en pacientes con insuficiencia renal aguda o crónica, asociada al uso de relajantes musculares despolarizantes y acidosis metabólica (61, 63-73, 75, 80-85).

En cuanto a la hipomagnesemia y su impacto en la morbilidad y mortalidad en el perioperatorio se ha estudiado principalmente en pacientes sometidos a cirugía cardiovascular (127, 140,141), pero aún no está bien definido, como sucede con las alteraciones del fosforo y calcio en el perioperatorio.

JUSTIFICACION

De las alteraciones electrolíticas en pacientes hospitalizados, la hiponatremia es el trastorno electrolítico más frecuente causando una elevada morbilidad y en casos extremos daño cerebral permanente generando un costo elevado para la atención hospitalaria. Las alteraciones del potasio le siguen en frecuencia y su importancia estriba en una alta letalidad cardiovascular. En cuanto al resto de alteraciones electrolíticas no se ha determinado de forma clara su prevalencia en el paciente hospitalizado y por lo tanto sus implicaciones.

La mayoría de los estudios de las alteraciones electrolíticas se han realizados en pacientes hospitalizado en servicios clínicos, existiendo pocas series que determinan las implicaciones de dichas alteraciones en el perioperatorio, siendo un período que ofrece oportunidades únicas para los médicos en la estratificación del riesgo, anticipación de complicaciones, mejoría en el cuidado perioperatorio y en algunos casos intervención de los riesgos modificables. Por lo anterior se desea determinar la prevalencia de las alteraciones electrolíticas en aquellos pacientes sometidos a un procedimiento quirúrgico mayor para posteriormente implementar medidas preventivas y lograr por lo tanto disminuir la morbilidad y mortalidad en el paciente hospitalizado.

Conocer la frecuencia de las alteraciones electrolíticas después de la cirugía mayor, aportará información vital en el tratamiento de los pacientes. El Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional es un hospital que lleva a cabo alrededor de 1000 cirugías mayores por año, conocer la frecuencia de estas alteraciones disminuiría la morbilidad y mortalidad de los pacientes y en consecuencia los costos de la atención.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las alteraciones del medio interno (electrolíticos o ácido-base) ocurren en pacientes adultos hospitalizados y en sujetos sometidos a cirugía mayor. En la literatura, la hiponatremia es la alteración electrolítica más común, para la que se han publicado incidencias que varían entre un 2 hasta un 15%, según la población y definición utilizada (7, 86-90, 100). La hipocalcemia le sigue con una prevalencia de 1.9% y una incidencia de 1.4% (91-93), reportándose en algunas series hasta un 20% (134). La hipercalemia es la tercera alteración más frecuente, con incidencias que varían entre 1.4 hasta un 10% (94, 95, 136, 139). Finalmente, la hipernatremia ocurre principalmente en ancianos o pacientes con alteración del sensorio y tienen una incidencia intrahospitalaria reportada de 1.1% hasta 10% (96, 133).

Diferentes estudios han determinado que estas alteraciones se desarrollan principalmente en pacientes hospitalizados sometidos a cirugía mayor y que presentan algún factor de riesgo como edad avanzada, diabetes mellitus, enfermedad renal crónica, tratamiento con diuréticos o antibióticos y uso de soluciones intravenosas (7, 8, 12, 16, 19, 97).

De lo antes mencionado, surge la necesidad de determinar la frecuencia de las alteraciones electrolíticas y determinar si los factores de riesgo anteriormente comentados los presentan los pacientes adultos sometidos a cirugía mayor en el Hospital de Especialidades de Centro Médico Nacional Siglo XXI, para posteriormente poder ejercer acciones preventivas. Es de resaltar, que cada institución puede presentar características epidemiológicas especiales de estas alteraciones y que ello depende del tipo de paciente atendido y las costumbres del manejo de soluciones parenterales y de fármacos. Cabe mencionar que la corrección de estas alteraciones incrementa el costo de la atención médica, aumenta el tiempo de estancia hospitalaria y la mortalidad por causas ajenas a la propia enfermedad que motivó la cirugía (98-104).

OBJETIVO

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la frecuencia de alteraciones electrolíticas en adultos que sean sometidos a cirugía mayor en el Hospital de Especialidades de Centro Médico Nacional Siglo XXI.

HIPÓTESIS

Las alteraciones electrolíticas son frecuentes en pacientes adultos sometidos a cirugía mayor en el Hospital de Especialidades de Centro Médico Nacional Siglo XXI.

MATERIAL Y MÉTODOS

TIPO DE ESTUDIO:

Prospectivo, observacional, descriptivo.

UBICACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL:

Servicios de Cirugía y Medicina Interna del Hospital de Especialidades de Centro Médico Nacional Siglo XXI. Período de febrero a junio de 2014.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Criterios de Inclusión: Pacientes adultos (edad ≥ 18 años) derechohabientes del IMSS sometidos a cirugía mayor de urgencia o electiva en el Hospital de Especialidades de Centro Médico Nacional Siglo XXI en el período comprendido entre marzo a junio de 2014.

No se excluirán pacientes con comorbilidades debido a que se desea conocer si dichos pacientes presentan mayor frecuencia de alteraciones electrolíticas en comparación con

aquellos que no cuentan con dichos antecedentes.

Criterios de Exclusión: Pacientes que requieran ventilación mecánica o que fallezcan en las primeras 24 horas por causas relacionados a su problema clínico de base que fue el motivo de la cirugía.

Criterios de Eliminación: Pacientes con muerte antes de los siete días de seguimiento del estudio.

CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Tamaño de la población (para el factor de corrección de la población finita o fcp)(N):	1000000
frecuencia % hipotética del factor del resultado en la población (p):	25%+/-5
Límites de confianza como % de 100(absoluto +/-%)(d):	5%
Efecto de diseño (para encuestas en grupo-EDFF):	1

Tamaño muestral (n) para Varios Niveles de Confianza

Intervalo	Confianza (%)	Tamaño de la muestra
95%		289

Ecuación

Tamaño de la muestra $n = [EDFF * Np(1-p)] / [(d^2 / Z^2_{1-\alpha/2} * (N-1) + p*(1-p)]$

VARIABLES

Variables Independientes

Variable	Conceptualización	Tipo de Unidad	Tipo de Variable
Edad	Medida de cantidad de tiempo que ha pasado desde el nacimiento de una persona	Años	Razón
Género	Caracteres Sexuales Secundarios	Masculino Femenino	Nominal
Servicio quirúrgico	Unidades independientes que agrupan a los médicos de un área quirúrgica	Neurocirugía Urología Cirugía de Colon y Recto Gastro-Cirugía Cirugía de Cabeza y Cuello Angiología	Nominal
Tipo de Soluciones parenterales	Soluciones estériles instiladas en la vena de los pacientes	Coloides Cristaloides Isotónicas Hipotónicas Hipertónicas	Nominal
Volumen de Soluciones parenterales	Soluciones estériles instiladas en la vena de los pacientes	Mililitros	Razón

Medicamento	Uno o más <u>fármacos</u> , integrados en una <u>forma farmacéutica</u> , dotado de propiedades que permitan el mejor efecto <u>farmacológico</u> de sus componentes con el fin de prevenir, aliviar o mejorar enfermedades, o para modificar estados fisiológicos.	Miligramos Microgramos UI	Razón
--------------------	---	---------------------------------	-------

Variables Dependientes:

Variable	Conceptualización	Tipo de Unidad	Escala
Sodio	Mineral que se encuentra en el organismo en forma iónica, en su mayor parte en el líquido extracelular.	mmol/L	Razón
Potasio	Mineral que se encuentra en el organismo en forma iónica. El 97% del	mmol/L	Razón

	potasio es intracelular y el 3% restante extracelular		
Magnesio	Mineral que se encuentra en el organismo principalmente a nivel intracelular.	mg/dL	Razón
Fosforo	Mineral que se encuentra en el organismo como ion fosfato. El 85% del fosforo se encuentra en huesos y dientes en forma de hidroxapatita.	mg/dL	Razón
Calcio	La mayor parte se encuentra en el hueso como fosfato y solo un 1% en el líquido extracelular.	mg/dL	Razón
Hiponatremia	Trastorno hidroelectrolítico definido como una concentración de	Presente Ausente	Nominal dicotómica

	sodio en sangre menor a 136 mmol/L		
Hipernatremia	Trastorno hidroelectrolítico definido como una concentración de sodio en sangre mayor a 145 mmol/L	Presente Ausente	Nominal Dicotómica
Hipocalemia	Trastorno hidroelectrolítico definido como una concentración de potasio en sangre menor a 3.5 mmol/L	Presente Ausente	Nominal Dicotómica
Hipercalemia	Trastorno hidroelectrolítico definido como una concentración de potasio en sangre mayor a 5 mmol/L	Presente Ausente	Nominal Dicotómica
Hipomagnesemia	Trastorno hidroelectrolítico definido como una concentración de magnesio en sangre	Presente Ausente	Nominal Dicotómica

	menor a 1.6mg/dL		
Hipermagnesemia	Trastorno hidroelectrolítico definido como una concentración de magnesio en sangre mayor de 2.6mg/dL	Presente Ausente	Nominal Dicotómica
Hipofosfatemia	Trastorno hidroelectrolítico definido como una concentración de fosforo en sangre menor a 2.7mg/dL	Presente Ausente	Nominal Dicotómica
Hiperfosfatemia	Trastorno hidroelectrolítico definido como una concentración de fosforo en sangre mayor a 4.5mg/dL	Presente Ausente	Nominal Dicotómica
Hipocalcemia	Trastorno hidroelectrolítico definido como una concentración de calcio en sangre menor a 8.4mg/dL	Presente Ausente	Nominal Dicotómica

Hipercalcemia	Trastorno	Presente	Nominal
	hidroelectrolítico definido como una concentración de calcio en sangre mayor a 10.2mg/dL	Ausente	Dicotómica

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Análisis estadístico: resultados de las variables cuantitativas con distribución normal se presentan como la media \pm desviación estándar (DE), cuantitativas con distribución libre se presentan como la mediana y percentiles (25%-75%); y las variables categóricas como porcentajes. La comparación entre diferentes variables cualitativas y cuantitativas relacionadas con distribución libre se realizara con la prueba Wilcoxon, las variables cualitativas y cuantitativas no relacionadas con distribución libre se realizara con la prueba U de Mann Whitney, mientras que para las variables cuantitativas con distribución normal relacionadas o no se utilizará la prueba T de Student. Un valor de P menor de 0.05 se considerara estadísticamente significativo. El análisis estadístico se hará utilizando el paquete estadístico PAWS statistics version 19 (SPSS, Inc. 2009, Chicago, Illinois).

DESCRIPCIÓN OPERATIVA

Durante un período de 4 meses se recabará la información de los pacientes adultos que ingresaron para cirugía mayor (electiva o de emergencia) en un centro médico de tercer nivel de la Ciudad de México. De manera prospectiva recabarán los siguientes datos: edad, género, presencia o ausencia de menstruación, problemas médicos preoperatorios

(diabetes mellitus, hipertensión arterial sistémica, insuficiencia renal, etc.), tipo de cirugía y anestesia, administración de soluciones intravenosas, evolución postoperatoria con una determinación de electrolitos séricos al primer, tercer y séptimo día posteriores a la cirugía.

Se tomaran muestras venosas para medición de electrolitos séricos antes de la cirugía (niveles basales) y en el primer, tercer y séptimo día del post-operatorio. Las concentraciones plasmáticas de los electrolitos se medirán en el laboratorio clínico utilizando un fotómetro Sincron CX3. Los rangos de referencia de los electrolitos séricos con los instrumentos de nuestro laboratorio tienen una confiabilidad del 95%, con límites de normalidad para el sodio de 136 a 145 mmol/L por lo que un resultado menor de 136 mmol/L fue considerado hiponatremia y mayor de 145mmol/L como hipernatremia; los límites de normalidad para el potasio de 3.5 a 5.0mmol/L así que un potasio menor de 3.5mmol/L fue considerado hipopotasemia y mayor de 5.0mmol/L como hiperpotasemia; los límites de normalidad para el magnesio de 1.6 a 2.6mg/dL, entonces un magnesio menor de 1.6mg/dL fue considerado como hipomagnesemia y mayor de 2.6mg/dL como hipermagnesemia; los límites de normalidad para el calcio de 8.4 a 10.2mg/dL, luego el calcio menor de 8.4mg/dL fue considerado como hipocalcemia y mayor de 10.2mg/dL como hipercalcemia; por último, los límites de la normalidad del fosforo de 2.7 a 4.5mg/dL, por lo que un fosforo menor de 2.7mg/dL fue considerado hipofosfatemia y mayor de 4.5mg/dL como hiperfosfatemia.

Las variables de desenlace serán el desarrollo de hiponatremia, hipernatremia, hipopotasemia, hiperpotasemia, hipomagnesemia, hipermagnesemia, hipofosfatemia, hiperfosfatemia, hipocalcemia e hipercalcemia registrándose el primer evento desarrollado, con seguimiento de los pacientes de forma clínica y bioquímica hasta su egreso.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

La presente investigación no implica un riesgo para la población en estudio, siendo considerada como una investigación con riesgo mínimo (Artículo 17 del reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la salud), al contrario otorga un beneficio tanto para el paciente, médico e institución de salud, ya que se determinara la frecuencia de las alteraciones electrolíticas para posteriormente actuar durante el perioperatorio para lograr una disminución de la morbilidad, mortalidad y costos intrahospitalarios.

Durante la realización del estudio, si se detecta alguna alteración electrolítica se harán recomendaciones al servicio tratante para su manejo.

Se presentará la carta de consentimiento informado a todo aquel paciente que cumpla con los criterios de inclusión y que acepte participar en el protocolo de estudio.

Carta de consentimiento informado **ANEXO 1**.

RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD

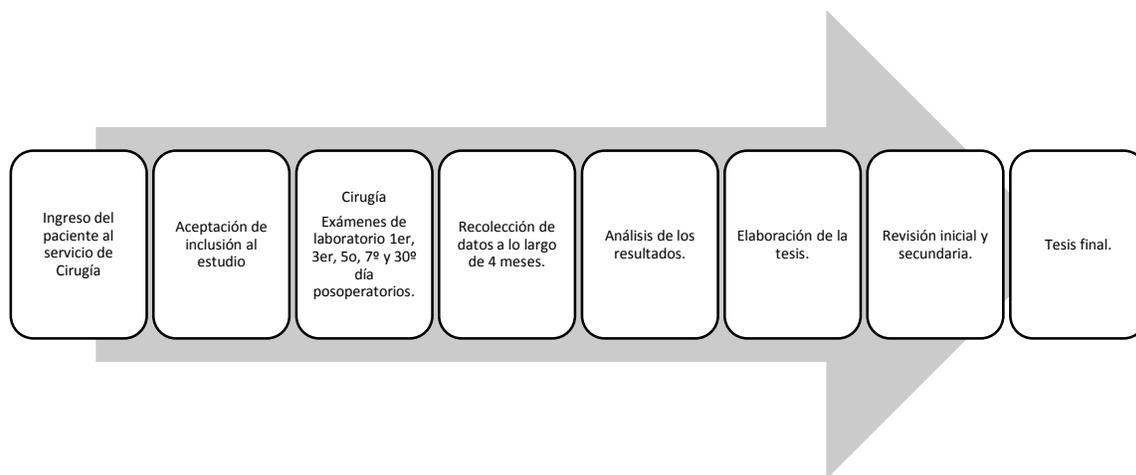
HUMANOS

- Residente de Medicina Interna quien se encargara de recabar en la base de datos la información de los pacientes que cumplen los criterios de inclusión.
- Médico adscrito al servicio de Medicina Interna quien orientara y brindara apoyo durante el procesamiento de la información.
- Personal de laboratorio quienes serán los encargados de la toma de muestras sanguíneas así como del procesamiento de las mismas.

FÍSICOS

- Hospital de Especialidades de Centro Médico Nacional Siglo XXI en los servicios quirúrgicos que realicen procedimientos quirúrgicos mayores.
- Computadora con paquetería office y base de datos.
- Hojas blancas, fotocopias.
- Bolígrafos.
- Impresora.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



RESULTADOS

Durante el periodo comprendido entre el mes de Marzo a Julio de 2014 se recabó información de un total de 50 pacientes que cumplían los criterios de inclusión para el presente estudio.

De la población de interés, la mediana de edad fue de 46 años (rango mínimo - máximo de 17 y 84 años), de las cuales 26 (52%) participantes fueron del género masculino, ingresando a los servicios de Gastrocirugía 17 (34%), Unidad de Trasplante Renal 15 (30%), Urología 7 (14%), Neurocirugía 6 (12%), Cirugía de Cabeza y Cuello 4 (8%) y Angiología 1 (2%). Las principales comorbilidades que presentaban los pacientes fueron Hipertensión Arterial Sistémica 26 (52%), seguida de Enfermedad Renal Crónica 18 (36%), Diabetes Mellitus tipo 2 8 (16%) y otras comorbilidades 17 (34%) dentro de las cuales se encontraba Artritis Reumatoide, Hipotiroidismo, cáncer, entre otras. Antes de someterse al procedimiento quirúrgico se solicitaron electrolitos séricos basales mostrando sodio (Na) con una mediana 139 (percentiles 136-141), potasio (K) 4.1 (3.7-4.9), magnesio (Mg) 1.9 (1.7-2.2), fósforo (PO₄) 4 (3.1-4.6) y calcio corregido (Ca corregido) 9.1 (8.4-9.6). Las soluciones utilizadas previamente al procedimiento quirúrgico fueron solución salina en 43 (86%) pacientes, solución glucosada 4 (8%), solución mixta 2 (4%) y otras soluciones 1 (2%). Dentro de los fármacos que pudieran alterar los niveles de electrolitos séricos utilizados previos al procedimiento quirúrgico se encontró que los diuréticos se utilizaron en 4 (8%) pacientes, administración de electrolitos en 3 (6%), dentro de los cuales se incluía a cloruro de potasio (KCL), fosfato de magnesio (MgSO₄) y gluconato de calcio ([Tabla 1](#)).

Tabla 1: Características basales de la población en estudio.

Características	Población en estudio (N = 50)
Edad - años	
Mediana	46
Rango mínimo-máximo	17-84
Genero – no. (%)	
Masculino	26 (52)
Femenino	24 (48)
Servicio – no. (%)	
Gastrocirugía	17 (34)
Unidad de Trasplante Renal	15 (30)
Urología	7 (14)
Neurocirugía	6 (12)
Cirugía de Cabeza y Cuello	4 (8)
Angiología	1 (2)
Comorbilidades – no. (%)	
Hipertensión Arterial Sistémica	26 (52)
Enfermedad Renal Crónica	18 (36)
Diabetes Mellitus tipo 2	8 (16)
Otras	17 (34)
Fármacos pre-quirúrgicos – no. (%)	
Diuréticos	4 (8)
Electrolitos (KCL, Ca, MgSO4)	3 (6)
Otros (analgésicos y antibióticos)	50 (100)
Soluciones intravenosas pre-quirúrgicas – no. (%)	
Solución salina	43 (86)
Solución glucosada	4 (8)
Solución mixta	2 (4)
Otras	1 (2)
Electrolitos séricos pre-quirúrgicos	
Sodio mEq/dL	
Mediana	139
Percentiles (25%-75%)	136-141
Potasio mEq/dL	
Mediana	4.1
Percentiles (25%-75%)	3.7-4.9
Magnesio mg/dL	
Mediana	1.9
Percentiles (25%-75%)	1.7-2.2
Fósforo mg/dL	
Mediana	4
Percentiles (25%-75%)	3.1-4.6
Calcio corregido mg/dL	
Mediana	9.1
Percentiles (25%-75%)	8.4-9.6

La frecuencia de alteraciones electrolíticas presentadas previo al procedimiento quirúrgico

correspondían en primer lugar hiponatremia 10 (20%), hiperfosfatemia 14 (18%), seguido de hipopotasemia e hipocalcemia 8 (16%), hiperpotasemia e hipomagnesemia 7 (14%), hipofosfatemia e hipercalcemia 6 (12%) y por último hipermagnesemia 4 (8%), sin presentarse ningún caso de hipernatremia (Tabla 2).

Tabla 2. Frecuencia de alteraciones electrolíticas pre-quirúrgicas.

Alteración electrolítica	Población estudiada (N = 50)
Sodio – no. (%)	
Hiponatremia	10 (20%)
Hipernatremia	0 (0%)
Potasio – no. (%)	
Hipopotasemia	8 (16%)
Hiperpotasemia	7 (14%)
Magnesio – no. (%)	
Hipomagnesemia	7 (14%)
Hipermagnesemia	4 (8%)
Fósforo – no. (%)	
Hipofosfatemia	6 (12%)
Hiperfosfatemia	14 (18%)
Calcio – no. (%)	
Hipocalcemia	8 (16%)
Hipercalcemia	6 (12%)

Posterior al evento quirúrgico, se obtuvieron determinaciones de electrolitos séricos el primero, tercero y séptimo día, de los cuales el primer día la mediana +/- percentiles (25%-75%) de los diferentes electrolitos séricos fueron para el Na 140 (137-141), K 4.1 (3.9-4.9), Mg 1.9 (1.7-2.1), P 3.9 (3.1-4.9) y Ca corregido 8.7 (8.2-9.3); el tercer día Na 139 (135-142), K 4.2 (3.8-4.7), Mg 2.0 (1.8-2.3), P 3.5 (2.9-4.2) y Ca corregido 9.0 (8.5-9.1); y el séptimo día con Na 137 (135-143), K 4.3 (3.9-4.6), Mg 1.9 (1.8-2.1), P 3.4 (2.4-4.5) y Ca corregido 8.8 (8.5-9.1) (Tabla 3).

Tabla 3. Niveles de electrolitos séricos pos-quirúrgicos durante el período de seguimiento.

Nivel	Primer día (N = 50)	Tercer día (N = 50)	Séptimo día (N = 40)
Sodio (mEq/dL)			
Mediana	140	139	137
Percentiles (25%-75%)	137-141	135-142	135-143
Potasio (mEq/dL)			
Mediana	4.1	4.2	4.3
Percentiles (25%-75%)	3.9-4.9	3.8-4.7	3.9-4.6
Magnesio (mg/dL)			
Mediana	1.9	2.0	1.9
Percentiles (25%-75%)	1.7-2.1	1.8-2.3	1.8-2.1
Fosforo (mg/dL)			
Mediana	3.9	3.5	3.4
Percentiles (25%-75%)	3.1-4.9	2.9-4.2	2.4-4.5
Calcio corregido (mg/dL)			
Mediana	8.7	9.0	8.8
Percentiles (25%-75%)	8.2-9.3	8.5-9.1	8.5-9.1

La frecuencia de alteraciones electrolíticas presentadas el primer día posterior al evento quirúrgico mayor fue hiperfosfatemia 17 (34%), hipocalcemia 16 (32%), hiperpotasemia 9 (18%), hiponatremia 8 (16%), hipomagnesemia e hipernatremia 5 (10%), hipopotasemia 4 (8%) y por último hipermagnesemia e hipercalcemia 2 (4%). El tercer día se presentó con orden de frecuencia hiponatremia 13 (26%), hipocalcemia 11 (22%), hipofosfatemia 10 (20%), hiperfosfatemia 9 (18%), hiperpotasemia 7 (14%), hipernatremia 6 (12%), hipopotasemia 3 (6%), hipomagnesemia 2 (4%) y hipermagnesemia e hipercalcemia 1 (2%) correspondientemente. El séptimo día la frecuencia de alteraciones electrolíticas fue la siguiente hiponatremia 14 (28%), hipofosfatemia 12 (24%), hiperfosfatemia 8 (16%), hipernatremia e hipocalcemia con 6 (12%), hipopotasemia 3 (6%), hipermagnesemia 2 (4%), sin presentarse ningún caso de hipercalcemia (Tabla 4).

Tabla 4. Frecuencia de alteraciones electrolíticas post-quirúrgicas.

Alteración electrolítica	Primer día (N = 50)	Tercer día (N = 50)	Séptimo día (N = 40)
Sodio – no. (%)			
Hiponatremia	8 (16%)	13 (26%)	14 (28%)
Hipernatremia	5 (10%)	6 (12%)	6 (12%)
Potasio – no. (%)			
Hipopotasemia	4 (8%)	3 (6%)	3 (6%)
Hiperpotasemia	9 (18%)	7 (14%)	1 (2%)
Magnesio – no. (%)			
Hipomagnesemia	5 (10%)	2 (4%)	4 (8%)
Hipermagnesemia	2 (4%)	1 (2%)	2 (4%)
Fósforo – no. (%)			
Hipofosfatemia	6 (12%)	10 (20%)	12 (24%)
Hiperfosfatemia	17 (34%)	9 (18%)	8 (16%)
Calcio – no. (%)			
Hipocalcemia	16 (32%)	11 (22%)	6 (12%)
Hipercalcemia	2 (4%)	1 (2%)	0 (0%)

El servicio de Gastrocirugía ocupó el primer lugar en frecuencia de hiponatremia con 29.4%, seguido de Urología 14.3% y Unidad de Trasplante Renal (UTR) en un 13.3%. Se presentó con mayor frecuencia hipernatremia en el servicio de Neurocirugía en un 33.3% seguido de Gastrocirugía 11.8% y UTR 6.7%. La hipopotasemia se presentó con mayor frecuencia en el servicio de Cirugía de Cabeza y Cuello (CCC) en un 25% y la hiperpotasemia en el servicio de UTR en un 46.7%. Hipomagnesemia en Urología en un 28.6% e hipermagnesemia en UTR con un 13.3%. Hipofosfatemia en Neurocirugía con 33.3% e hiperfosfatemia en UTR 53.3%. Hipocalcemia en Urología con 42.9% e hipercalcemia en UTR con 6.7%.

El análisis bivariado de los principales factores de riesgo en relación a la presencia de alteraciones electrolíticas, para los cuales no existió diferencia significativa en relación al género y alteraciones electrolíticas fueron sodio, potasio, calcio y magnesio ($p > 0.05$), sin embargo si existió diferencia significativa en el fósforo ($p = 0.042$), debido a que el género

femenino presentó con mayor frecuencia hipofosfatemia (25%) a comparación del género masculino (0%) (Tabla 5).

En cuanto al análisis bivariado entre aquellos paciente con edad avanzada, premenopausia, uso de soluciones hipotónicas y diuréticos durante el pre y trans-quirúrgico, y alteraciones electrolíticas no existió diferencia significativa ($p>0.05$), excepto en el análisis bivariado del antecedente personal patológico de Enfermedad Renal Crónica y alteraciones electrolíticas donde existió una diferencia significativa ($p<0.05$) en relación al potasio, fosforo y magnesio, no así en sodio y calcio ($p>0.5$) (Tablas 6-10).

Tabla 5. Análisis bivariado entre el género y presencia de alteraciones electrolíticas.					
	Na	K	PO4	Ca	Mg
U de Mann-Whitney	254.000	264.000	216.500	310.500	252.000
Valor de p	0.143	0.226	0.042	0.973	0.053

Tabla 6. Análisis bivariado entre edad avanzada y presencia de alteraciones electrolíticas.					
	Na	K	PO4	Ca	Mg
U de Mann-Whitney	150.500	162.000	179.000	164.500	171.000
Valor de p	0.264	0.461	0.879	0.553	0.572

Tabla 7. Análisis bivariado entre el antecedente de premenopausia y presencia de alteraciones electrolíticas.					
	Na	K	PO4	Ca	Mg
U de Mann-Whitney	66.000	50.000	62.000	51.500	54.000
Valor de p	0.778	0.162	0.468	0.242	0.240

Tabla 8. Análisis bivariado entre uso de soluciones hipotónicas y presencia de alteraciones electrolíticas.					
	Na	K	PO4	Ca	Mg
U de Mann-Whitney	88.000	82.500	74.000	79.000	61.000
Valor de p	0.852	0.659	0.285	0.610	0.193

Tabla 9. Análisis bivariado entre el uso de diuréticos y presencia de alteraciones electrolíticas.					
	Na	K	PO4	Ca	Mg
U de Mann-Whitney	267.500	226.500	235.500	256.500	269.000
Valor de p	0.482	0.078	0.196	0.373	0.398

Tabla 10. Análisis bivariado entre el antecedente de Enfermedad Renal Crónica y presencia de alteraciones electrolíticas.					
	Na	K	PO4	Ca	Mg
U de Mann-Whitney	268.500	148.000	75.500	268.500	216.000
Valor de p	0.608	0.000	0.000	0.644	0.016

DISCUSIÓN

Se realizó el presente estudio de frecuencia acerca de alteraciones electrolíticas en aquellos pacientes que fueron sometidos a un procedimiento considerado como cirugía mayor. Actualmente existen pocos estudios en relación al tema, principalmente en las alteraciones presentadas del magnesio, fósforo y calcio, siendo esto de relevancia por las implicaciones en la morbilidad y mortalidad. Además, las frecuencias reportadas en la literatura varían con respecto a las distintas series, por lo que es importante conocer la frecuencia de dichas alteraciones en otro entorno particular.

En este estudio realizado en el Hospital de Especialidades de Centro Médico Nacional Siglo XXI, encontramos que la alteración electrolítica que se presentó con mayor frecuencia el primer día después del evento quirúrgico fue hiperfosfatemia en un 34% y ocupando el segundo lugar la hipocalcemia en 32% de la población en estudio, información no reportada en la bibliografía, debido a que se reporta que la hiponatremia seguida de la hipopotasemia son las alteraciones más frecuentemente presentadas (1-9, 12-14, 100, 134); lo anterior puede estar en relación a la poca población que se pudo recabar para el estudio además de que gran parte de ella eran pacientes con enfermedad renal crónica que serían

sometidos a trasplante renal y probablemente presentaban hiperparatiroidismo secundario. En el tercer día del posoperatorio la alteración electrolítica con mayor frecuencia que se encontró fue la hiponatremia en un 26% seguida de hipocalcemia en un 22% e hipofosfatemia en un 20%; y el séptimo día en primer lugar de nuevo ocurrió hiponatremia con un 28% seguido de hipofosfatemia con un 24%, de lo anterior, haciendo referencia que a lo reportado en la bibliografía, la hiponatremia ocupa el primer lugar de las alteraciones presentadas en el paciente hospitalizado así como en relación al procedimiento quirúrgico, no coincidiendo en cuanto a la hipofosfatemia, relacionándola a la muestra en estudio, debido a, como ya se mencionó, que una gran parte de la población tenía el antecedente de enfermedad renal crónica y de los cuales fueron sometidos a trasplante renal, siendo lo más probable la resolución del hiperparatiroidismo secundario posterior al trasplante renal y por consiguiente la hipofosfatemia reportada.

De las alteraciones electrolíticas encontradas se observa que dependiendo el servicio, hubo mayor frecuencia en su presentación, así, tenemos que la hiponatremia se presentó con mayor frecuencia en el servicio de Gastrocirugía en un 29.4%. Por su parte, la hipernatremia se presentó con mayor frecuencia en el servicio de Neurocirugía en un 33.3%, lo anterior puede estar en relación a los procedimientos quirúrgicos realizados debido que uno de los factores de riesgo para presentar hipernatremia es la alteración en el estado de sensorio (49, 50-52, 96, 133). La hipopotasemia se presentó más frecuentemente en el servicio de Cirugía de Cabeza y Cuello y la hiperpotasemia en el servicio de UTR en relación lo más probable al antecedente de enfermedad renal crónica. La hipomagnesemia e hipocalcemia fueron más frecuentemente en Urología y la hipermagnesemia, hiperfosfatemia e hipercalcemia en UTR.

Mediante el análisis bivariado se intentó obtener la relación de los diferentes factores de riesgo para la presencia de alteraciones, considerando para la hiponatremia los factores: edad avanzada (>65 años), género femenino, premenopausia, DM, ERC, infecciones

pulmonares, tratamiento con diuréticos y antibióticos, uso de soluciones intravenosas hipotónicas y procedimientos quirúrgicos (1, 6-11), sin embargo no se encontró alguna diferencia significativa. Ante la presencia de hipernatremia consideraron como factores de riesgo la edad avanzada (>65 años), alteraciones en el sensorio, ERC, soluciones IV. ICC. (49, 50-52, 96, 133), sin encontrarse diferencia estadística significativa. La presencia de hipopotasemia se relaciona a género femenino, cáncer, fármacos o soluciones intravenosas (55, 79, 134), sin encontrarse diferencia significativa. En cuanto a la hiperpotasemia los factores de riesgo son diuréticos ahorradores de potasio, IECA, suplementos de K, ERC (61, 63-73, 75, 80-85, 136), para lo cual no se observó diferencia estadística significativa excepto en lo relacionado al antecedente de Enfermedad renal crónica lo cual sí mostro diferencia significativa.

CONCLUSIONES

En este estudio se observó que el primer día del posoperatorio la alteración electrolítica que se presentó con mayor frecuencia fue la hiperfosfatemia, lo cual no coincide con lo encontrado en la bibliografía, quizás debido a la poca población dado que las muestras pequeñas producen altas variaciones, y a que una gran parte de los pacientes tenían el antecedente de enfermedad renal crónica. En el tercer y séptimo día la alteración más frecuente fue hiponatremia, coincidiendo con lo reportado en la bibliografía.

Es necesario recalcar, que generalmente en los pacientes que serán y fueron sometidos a un procedimiento quirúrgico mayor no se les solicita de forma rutinaria todos los electrolitos séricos, por lo general solo se solicita sodio y potasio, sin embargo, con este estudio observamos que además de las alteraciones del sodio y potasio, que si bien son las que se presentan con mayor frecuencia, existen otras que pueden repercutir en la morbilidad y mortalidad, por lo que se sugiere que se valore la solicitud rutinaria de todos los electrolitos séricos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Beukhof C, Hoorn E, Lindemans J, Zietse R. Novel risk factors for hospital-acquired hyponatraemia: a matched case-control study. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2007 March 1, 2007;66(3):367-72.
2. Bagshaw S, Townsend D, McDermid R. Disorders of sodium and water balance in hospitalized patients. *Can J Anaesth*. 2009 February 1, 2009;56(2):151-67.
3. Bennani SL, Abouqal R, Zeggwagh AA, Madani N, Abidi K, Zekraoui A, et al. [Incidence, causes and prognostic factors of hyponatremia in intensive care]. *La Revue de medecine interne / fondee par la Societe nationale francaise de medecine interne*. 2003 Apr;24(4):224-9. PubMed PMID: 12706778. Epub 2003/04/23. Incidence, etiologies et facteurs pronostiques de l'hyponatremie en reanimation. fre.
4. Boscoe A, Paramore C, Verbalis JG. Cost of illness of hyponatremia in the United States. *Cost effectiveness and resource allocation : C/E*. 2006;4:10. PubMed PMID: 16737547. Pubmed Central PMCID: PMC1525202. Epub 2006/06/02. eng.
5. Audibert G, Hoche J, Baumann A, Mertes PM. [Water and electrolytes disorders after brain injury: mechanism and treatment]. *Annales francaises d'anesthesie et de reanimation*. 2012 Jun;31(6):e109-15. PubMed PMID: 22683162. Epub 2012/06/12. Desordres hydroelectrolytiques des agressions cerebrales : mecanismes et traitements. fre.
6. Amede F, James K, Michelis M, Gleim G. Changes in serum sodium, sodium balance, water balance, and plasma hormone levels as the result of pelvic surgery in women. *Int Urol Nephrol*. 2002 January 1, 2002;34(4):545-50.
7. Anderson R. Hospital-associated hyponatremia. *Kidney Int*. 1986 June 1, 1986;29(6):1237-47.
8. Anderson R, Chung H, Kluge R, Schrier R. Hyponatremia: a prospective analysis of its epidemiology and the pathogenetic role of vasopressin. *Ann Intern Med*. 1985 February

1, 1985;102(2):164-8.

9. Gill G, Huda B, Boyd A, Skagen K, Wile D, Watson I, et al. Characteristics and mortality of severe hyponatraemia--a hospital-based study. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2006 August 1, 2006;65(2):246-9.

10. Hoorn EJ, Geary D, Robb M, Halperin ML, Bohn D. Acute Hyponatremia Related to Intravenous Fluid Administration in Hospitalized Children: An Observational Study. *Pediatrics*. 2004 May 1, 2004;113(5):1279-84.

11. Hoorn EJ, Lindemans J, Zietse R. Development of severe hyponatraemia in hospitalized patients: treatment-related risk factors and inadequate management. *Nephrol Dial Transplant*. 2006 January 1, 2006;21(1):70-6.

12. Chung H, Kluge R, Schrier R, Anderson R. Postoperative hyponatremia. A prospective study. *Arch Intern Med*. 1986 February 1, 1986;146(2):333-6.

13. Guy A, Michaels J, Flear C. Changes in the plasma sodium concentration after minor, moderate and major surgery. *Br J Surg*. 1987 November 1, 1987;74(11):1027-30.

14. Lane N, Allen K. Hyponatraemia after orthopaedic surgery. *BMJ*. 1999 May 22, 1999;318(7195):1363-4.

15. Arieff A, Ayus J. Endometrial ablation complicated by fatal hyponatremic encephalopathy. *JAMA*. 1993 September 8, 1993;270(10):1230-2.

16. Ayus J, Arieff A. Postoperative hyponatremia. *Ann Intern Med*. 1997 June 15, 1997;126(12):1005-6.

17. Ayus J, Arieff A. Pulmonary complications of hyponatremic encephalopathy. Noncardiogenic pulmonary edema and hypercapnic respiratory failure. *Chest*. 1995 February 1, 1995;107(2):517-21.

18. Ayus J, Arieff A. Pathogenesis and prevention of hyponatremic encephalopathy. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 1993 June 1, 1993;22(2):425-46.

19. Ayus J, Wheeler J, Arieff A. Postoperative hyponatremic encephalopathy in

- menstruant women. *Ann Intern Med.* 1992 December 1, 1992;117(11):891-7.
20. Ayus JC, Achinger SG, Arieff A. Brain cell volume regulation in hyponatremia: role of sex, age, vasopressin, and hypoxia. *Am J Physiol Renal Physiol.* 2008 September 1, 2008;295(3):F619-24.
 21. Ayus JC, Arieff AI. Brain damage and postoperative hyponatremia: The role of gender. *Neurology.* 1996 February 1, 1996;46(2):323-8.
 22. Adrogue H, Madias N. Hyponatremia. *N Engl J Med.* 2000 May 25, 2000;342(21):1581-9.
 23. Chow KM, Szeto CC, Wong TY-H, Leung CB, Li PK-T. Risk factors for thiazide-induced hyponatraemia. *QJM.* 2003 December 1, 2003;96(12):911-7.
 24. Arieff AI, Ayus JC, Fraser CL. Hyponatraemia and death or permanent brain damage in healthy children. *BMJ.* 1992 May 9, 1992;304(6836):1218-22.
 25. Au A, Ray P, McBryde K, Newman K, Weinstein S, Bell M. Incidence of postoperative hyponatremia and complications in critically-ill children treated with hypotonic and normotonic solutions. *J Pediatr.* 2008 January 1, 2008;152(1):33-8.
 26. Achinger SG, Moritz ML, Ayus JC. Dysnatremias: why are patients still dying? *Southern medical journal.* 2006 Apr;99(4):353-62; quiz 63-4. PubMed PMID: 16634244. Epub 2006/04/26. eng.
 27. Knochel J. Hypoxia is the cause of brain damage in hyponatremia. *JAMA.* 1999 June 23, 1999;281(24):2342-3.
 28. Wenner MM, Stachenfeld NS. Blood pressure and water regulation: understanding sex hormone effects within and between men and women. *J Physiol.* 2012 December 1, 2012;590(23):5949-61.
 29. Sterns R. Postoperative hyponatremia in menstruant women. *Ann Intern Med.* 1993 June 15, 1993;118(12):984-5.
 30. Bhananker SM, Paek R, Vavilala MS. Water Intoxication and Symptomatic

Hyponatremia After Outpatient Surgery. *Anesth Analg*. 2004 May 1, 2004;98(5):1294-6.

31. Fraser CL, Kucharczyk J, Arieff AI, Rollin C, Sarnacki P, Norman D. Sex differences result in increased morbidity from hyponatremia in female rats. *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol*. 1989 April 1, 1989;256(4):R880-5.

32. Effros R. Respiratory consequences of postoperative hyponatremia in young women. *Chest*. 1995 February 1, 1995;107(2):300-1.

33. Stachenfeld NS, Taylor HS, Leone CA, Keefe DL. Oestrogen effects on urine concentrating response in young women. *J Physiol*. 2003 November 1, 2003;552(3):869-80.

34. Stachenfeld NS, Keefe DL. Estrogen effects on osmotic regulation of AVP and fluid balance. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2002 October 1, 2002;283(4):E711-21.

35. Hardesty D, Sanborn M, Parker W, Storm P. Perioperative seizure incidence and risk factors in 223 pediatric brain tumor patients without prior seizures. *J Neurosurg Pediatr*. 2011 June 1, 2011;7(6):609-15.

36. Yao HX, Luo SQ, Ma ZY, Zhang YQ, Jia G. [Complications after transcallosal transseptal interforniceal resection of hypothalamic hamartoma: analysis of 37 cases]. *Zhonghua yi xue za zhi*. 2009 Apr 7;89(13):898-900. PubMed PMID: 19671290. Epub 2009/08/13. chi.

37. Arieff A. Hyponatremia, convulsions, respiratory arrest, and permanent brain damage after elective surgery in healthy women. *N Engl J Med*. 1986 June 12, 1986;314(24):1529-35.

38. Moritz ML, Ayus JC. Preventing neurological complications from dysnatremias in children. *Pediatric nephrology (Berlin, Germany)*. 2005 Dec;20(12):1687-700. PubMed PMID: 16079988. Epub 2005/08/05. eng.

39. Segura Matute S, Balaguer Gargallo M, Cambra Lasaosa FJ, Zambudio Sert S, Martin Rodrigo JM, Palomeque Rico A. [Fluid and electrolyte disorders following surgery for brain tumors]. *Anales de pediatria (Barcelona, Spain : 2003)*. 2007 Sep;67(3):225-30.

PubMed PMID: 17785159. Epub 2007/09/06. Trastornos hidroelectroliticos en postoperados de tumores cerebrales. spa.

40. Arieff A. Fatal postoperative pulmonary edema: pathogenesis and literature review. *Chest*. 1999 May 1, 1999;115(5):1371-7.

41. Bennani S, Abouqal R, Zeggwagh A, Madani N, Abidi K, Zekraoui A, et al. [Incidence, causes and prognostic factors of hyponatremia in intensive care]. *Rev Med Interne*. 2003 April 1, 2003;24(4):224-9.

42. Wattad A, Chiang ML, Hill LL. Hyponatremia in Hospitalized Children. *Clinical Pediatrics*. 1992 March 1, 1992;31(3):153-7.

43. Huda MSB, Boyd A, Skagen K, Wile D, van Heyningen C, Watson I, et al. Investigation and management of severe hyponatraemia in a hospital setting. *Postgrad Med J*. 2006 March 1, 2006;82(965):216-9.

44. Baisset A, Fabre P, Montastruc P, Boisson L, Azais C. [Apropos of a case of post operative hypernatraemia: favorable effects of post-pituitary treatment]. *Therapie*. 1967 Jul-Aug;22(4):933-6. PubMed PMID: 6062712. Epub 1967/07/01. A propos d'une observation d'hypernatremie post operatoire: effet favorable du traitement post-hypophysaire. fre.

45. Iundunov VM, Kazeev KN, Kertsman VI, Kuratev LV. [Dynamics of changes in the indicators of electrolyte metabolism after surgical treatment of Cushing's syndrome]. *Problemy endokrinologii*. 1977 Jan-Feb;23(1):43-7. PubMed PMID: 846976. Epub 1977/01/01. Dinamika izmenenii pokazatelei elektrolitnogo obmena posle khirurgicheskogo lecheniia bol'nykh bolezniu Ishchenko-Kushinga. rus.

46. Matsukado Y. [Water and electrolytes metabolism in neurosurgical practice. -2 Clinical analyses of various disorders--(author's transl)]. *Neurologia medico-chirurgica*. 1977 Mar;17(2 pt. 2):95-103. PubMed PMID: 67580. Epub 1977/03/01. jpn.

47. Shoji M, Kimura T, Matsui K, Ota K, Iitake K, Inoue M, et al. [A case of hyponatremia due to resetting of osmostat with cavernous angioma of the anterior third ventricle and

hypernatremia following its operation]. *Nihon Naika Gakkai zasshi The Journal of the Japanese Society of Internal Medicine*. 1985 Oct;74(10):1420-6. PubMed PMID: 4093697. Epub 1985/10/01. jpn.

48. Richner K. [Diabetes insipidus occultus. A case of diabetes insipidus occultus hypersalemicus following surgery for craniopharyngioma with acute progressive hypernatremia, hyperosmolar coma and hypokalemic paralysis]. *Schweizerische medizinische Wochenschrift*. 1970 Dec 5;100(49):2100-5. PubMed PMID: 5495327. Epub 1970/12/05. Diabetes insipidus occultus. Ein Fall von Diabetes insipidus occultus hypersalaemicus nach kraniopharyngeomoperation mit akut-progredienter Hypernatramie, hyperosmolarem Koma und hypokaliamischer Paralyse. ger.

49. Hilton AK, Pellegrino VA, Scheinkestel CD. Avoiding common problems associated with intravenous fluid therapy. *The Medical journal of Australia*. 2008 Nov 3;189(9):509-13. PubMed PMID: 18976194. Epub 2008/11/04. eng.

50. Walker WS, Thurston CJ. Extreme hypernatraemia in association with renal failure following caecocystoplasty. *Postgraduate medical journal*. 1984 Oct;60(708):700-1. PubMed PMID: 6494095. Pubmed Central PMCID: PMC2418032. Epub 1984/10/01. eng.

51. Gleichmann U. [Postoperative electrolyte and water balance after mitral valve replacement]. *Thoraxchirurgie, vaskulare Chirurgie*. 1972 Oct;20(5):318-24. PubMed PMID: 4539096. Epub 1972/10/01. Postoperativer Elektrolyt- und Wasserhaushalt nach Mitralklappenersatz. ger.

52. Khodas M, Lebedeva RN, Konstantinov BA, Abbakumov VV, Dement'eva, II. [Evaluation of the indicators of acid-base equilibrium, oxygen and electrolyte blood levels for early diagnosis of hemodynamic disorders after heart surgery]. *Kardiologiya*. 1977 Jul;17(7):100-7. PubMed PMID: 303721. Epub 1977/07/01. Otsenka pokazatelei kislotno-shchelochnogo ravnovesiia, kislorodnogo i elektrolitnogo, balansa krovi dlia rannei diagnostiki narushenii gemodinamiki u bol'nykh, perenessikh operatsiiu serdtse. rus.

53. Lebowitz MH. Nephrogenic diabetes insipidus following methoxyflurane anesthesia. A report of two cases. *Anesthesia and analgesia*. 1969 Mar-Apr;48(2):233-6. PubMed PMID: 5813072. Epub 1969/03/01. eng.
54. Tolksdorf W. Electrolyte disorders relevant to anesthesia. *Acta anaesthesiologica Scandinavica Supplementum*. 1997;111:328-9. PubMed PMID: 9421065. Epub 1997/01/01. eng.
55. Sack RA, Kroener WF, Jr. Hypokalemia of various etiologies complicating elective surgical procedures. *American journal of obstetrics and gynecology*. 1984 May 1;149(1):74-8. PubMed PMID: 6720776. Epub 1984/05/01. eng.
56. Nisnevich ED. [Hypokalemia and its correction during an immediate postoperative period after open-heart surgery]. *Anesteziologija i reanimatologija*. 1983 Jul-Aug(4):29-32. PubMed PMID: 6638579. Epub 1983/07/01. Gipokalemiia i ee korrektsiia u bol'nykh, operirovannykh na otkrytom serdtse, v blizhaishem posleoperatsionnom periode. rus.
57. Bhatt SB, Jayalakshmi TS, Dash HH, Raghavan SV, Bithal PK, Kale SC. Potassium homeostasis during & after cardiopulmonary bypass. *The Indian journal of medical research*. 1990 Dec;92:433-9. PubMed PMID: 2079359. Epub 1990/12/01. eng.
58. Boelhouwer RU, Bruining HA, Ong GL. Correlations of serum potassium fluctuations with body temperature after major surgery. *Critical care medicine*. 1987 Apr;15(4):310-2. PubMed PMID: 3816276. Epub 1987/04/01. eng.
59. Chernow B, Bamberger S, Stoiko M, Vadnais M, Mills S, Hoellerich V, et al. Hypomagnesemia in patients in postoperative intensive care. *Chest*. 1989 Feb;95(2):391-7. PubMed PMID: 2914492. Epub 1989/02/01. eng.
60. el Hijri A, Harandou M, el Kettani NE, Caidi A, Kanjaa N, Azzouzi A, et al. [Quadriplegia secondary to potassium depletion]. *Annales francaises d'anesthesie et de reanimation*. 2001 Mar;20(3):294-6. PubMed PMID: 11332065. Epub 2001/05/03. Tetraplegie secondaire a une hypokaliemie de depletion. fre.

61. Anandh B, Madhusudan Reddy K, Mohanty A, Umamaheswara Rao G, Chandramouli B. Intraoperative bradycardia and postoperative hyperkalemia in patients undergoing endoscopic third ventriculostomy. *Minim Invasive Neurosurg*. 2002 September 1, 2002;45(3):154-7.
62. Baesl TJ, Buckley JJ. Preoperative assessment, preparation for operation, and routine postoperative care. *The Urologic clinics of North America*. 1983 Feb;10(1):3-17. PubMed PMID: 6340315. Epub 1983/02/01. eng.
63. Berkebile PE, Pfaeffle HH, Smith RB. Succinylcholine induced hyperkalaemia in patients with strabismus. *Canadian Anaesthetists' Society journal*. 1973 Mar;20(2):170-2. PubMed PMID: 4689263. Epub 1973/03/01. eng.
64. Chesney RW, Kaplan BS, Freedom RM, Haller JA, Drummond KN. Acute renal failure: an important complication of cardiac surgery in infants. *The Journal of pediatrics*. 1975 Sep;87(3):381-8. PubMed PMID: 1165517. Epub 1975/09/01. eng.
65. Cullen DJ, Cullen BL. Postanesthetic complications. *The Surgical clinics of North America*. 1975 Aug;55(4):987-98. PubMed PMID: 1101418. Epub 1975/08/01. eng.
66. Delhumeau A, Spiesser R, Soret JY, Cavellat JF. [Hyperkalemia during kidney transplants]. *Anesthesie, analgesie, reanimation*. 1977 Jul-Aug;34(4):807-13. PubMed PMID: 339783. Epub 1977/07/01. Hyperkaliemie au cours des transplantations renales. fre.
67. Dent DM. Immediate pre-operative correction of electrolyte balance. *South African medical journal = Suid-Afrikaanse tydskrif vir geneeskunde*. 1976 Oct;50(42):1656-9. PubMed PMID: 996653. Epub 1976/10/01. eng.
68. El-Dawlatly A, Takrouri M, Murshid W. Intraoperative bradycardia and postoperative hyperkalemia in patients undergoing endoscopic third ventriculostomy. *Minim Invasive Neurosurg*. 2004 June 1, 2004;47(3):196.
69. Ganeshan N, Bihari D. Life-threatening hyperkalaemia after cardiac surgery. *Lancet*. 1996 Sep 14;348(9029):755. PubMed PMID: 8806312. Epub 1996/09/14. eng.

70. Halabe-Cherem J, Palomo-Pinon S, Flores-Padilla G, Romero E, Chong-Martinez BA, Nellen-Hummel H, et al. [Preoperative assessment in adults]. *Gaceta medica de Mexico*. 1995 May-Jun;131(3):267-75; discussion 75-6. PubMed PMID: 8582564. Epub 1995/05/01. La valoracion preoperatoria en el adulto. spa.
71. Pfaff WW. Electrolyte disorders. *International anesthesiology clinics*. 1968 Spring;6(1):151-63. PubMed PMID: 5704452. Epub 1968/01/01. eng.
72. List WF. Succinylcholine-induced cardiac arrhythmias. *Anesthesia and analgesia*. 1971 May-Jun;50(3):361-7. PubMed PMID: 5103768. Epub 1971/05/01. eng.
73. Schottle H. [Guidelines for the diagnosis and therapy of water and electrolyte imbalance in surgery]. *Der Chirurg; Zeitschrift fur alle Gebiete der operativen Medizen*. 1973 Sep;44(9):389-94. PubMed PMID: 4767334. Epub 1973/09/01. Leitlinien fur die Diagnostik und Therapie von Storungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes in der Chirurgie. ger.
74. Jenkins MT, Giesecke AH, Johnson ER. The postoperative patient and his fluid and electrolyte requirements. *British journal of anaesthesia*. 1975 Feb;47(2):143-50. PubMed PMID: 807228. Epub 1975/02/01. eng.
75. Powell DR, Miller R. The effect of repeated doses of succinylcholine on serum potassium in patients with renal failure. *Anesthesia and analgesia*. 1975 Nov-Dec;54(6):746-8. PubMed PMID: 1106254. Epub 1975/11/01. eng.
76. Sweeney WJ, 3rd. FLUID, ELECTROLYTE, AND ACID-BASE THERAPY IN POSTOPERATIVE GYNECOLOGIC PATIENTS. *Clinical obstetrics and gynecology*. 1964 Mar;13:159-73. PubMed PMID: 14136585. Epub 1964/03/01. eng.
77. Su HX. [Prevention and treatment of hypokalemia during and after open heart surgery under extracorporeal circulation. II. Clinical predetermination of potassium replacement at various stages]. *Zhonghua yi xue za zhi*. 1983 Jun;63(6):353-8. PubMed PMID: 6414663. Epub 1983/06/01. chi.
78. Struck MF, Nowak A. Cardiac arrest during elective orthopedic surgery due to

moderate hypokalemia. Middle East journal of anesthesiology. 2011 Oct;21(3):435-6. PubMed PMID: 22428506. Epub 2012/03/21. eng.

79. Qian CY. [Clinical study of perioperative changes in plasma potassium]. Zhonghua wai ke za zhi [Chinese journal of surgery]. 1991 Mar;29(3):157-60, 205. PubMed PMID: 1874094. Epub 1991/03/01. chi.

80. Weisberg LS. The risk of preoperative hyperkalemia. Seminars in dialysis. 2003 Jan-Feb;16(1):78-9. PubMed PMID: 12535308. Epub 2003/01/22. eng.

81. Tobita K, Kohno T. [Case of hyperkalemia after the administration of hypertonic mannitol during craniotomy]. Masui The Japanese journal of anesthesiology. 2010 May;59(5):641-4. PubMed PMID: 20486581. Epub 2010/05/22. jpn.

82. Taniguchi R, Koshiyama H, Yamauchi M, Tanaka S, Inoue D, Sato Y, et al. A case of aldosterone-producing adenoma with severe postoperative hyperkalemia. Tohoku J Exp Med. 1998 November 1, 1998;186(3):215-23.

83. Rouge JC. [Renal insufficiency and anesthesiology]. Revue medicale de la Suisse romande. 1979 Jan;99(1):25-8. PubMed PMID: 441606. Epub 1979/01/01. Insuffisance renale et anesthesiologie. fre.

84. Reddy VG. Potassium and anaesthesia. Singapore medical journal. 1998 Nov;39(11):511-6. PubMed PMID: 10067390. Epub 1999/03/06. eng.

85. Kasiske BL, Kjellstrand CM. Perioperative management of patients with chronic renal failure and postoperative acute renal failure. The Urologic clinics of North America. 1983 Feb;10(1):35-50. PubMed PMID: 6340316. Epub 1983/02/01. eng.

86. Kennedy PG, Mitchell DM, Hoffbrand BI. Severe hyponatraemia in hospital inpatients. Br Med J. 1978 November 4, 1978;2(6147):1251-3.

87. DeVita M, Gardenswartz M, Konecky A, Zabetakis P. Incidence and etiology of hyponatremia in an intensive care unit. Clin Nephrol. 1990 October 1, 1990;34(4):163-6.

88. DeVita M, Michelis M. Perturbations in sodium balance. Hyponatremia and

hypernatremia. *Clin Lab Med*. 1993 March 1, 1993;13(1):135-48.

89. Krishnan S, DeVita M, Panagopoulos G, Michelis M. Failure of intravenous fluid therapies to decrease serum sodium levels in elderly hospitalized patients. *Int Urol Nephrol*. 2002 January 1, 2002;34(3):409-13.

90. Flear C, Gill G, Burn J. Hyponatraemia: mechanisms and management. *Lancet*. 1981 July 4, 1981;2(8236):26-31.

91. Carney S, Morgan T. Diuretic-induced hypokalemia and altered renal function. *Int J Clin Pharmacol Ther Toxicol*. 1986 December 1, 1986;24(12):665-7.

92. Lawson D, Henry D, Lowe J, Gray J, Morgan H. Severe hypokalemia in hospitalized patients. *Arch Intern Med*. 1979 September 1, 1979;139(9):978-80.

93. Morgan DB, Davidson C. Hypokalaemia and diuretics: an analysis of publications. *Br Med J*. 1980 March 29, 1980;280(6218):905-8.

94. Ponce S, Jennings A, Madias N, Harrington J. Drug-induced hyperkalemia. *Medicine (Baltimore)*. 1985 November 1, 1985;64(6):357-70.

95. Rimmer J, Horn J, Gennari F. Hyperkalemia as a complication of drug therapy. *Arch Intern Med*. 1987 May 1, 1987;147(5):867-9.

96. Snyder N, Feigal D, Arieff A. Hypernatremia in elderly patients. A heterogeneous, morbid, and iatrogenic entity. *Ann Intern Med*. 1987 September 1, 1987;107(3):309-19.

97. Moritz ML, Ayus JC. The pathophysiology and treatment of hyponatraemic encephalopathy: an update. *Nephrol Dial Transplant*. 2003 December 1, 2003;18(12):2486-91.

98. Gheorghiade M, Abraham WT, Albert NM, Gattis Stough W, Greenberg BH, O'Connor CM, et al. Relationship between admission serum sodium concentration and clinical outcomes in patients hospitalized for heart failure: an analysis from the OPTIMIZE-HF registry. *Eur Heart J*. 2007 April 2, 2007;28(8):980-8.

99. Abraham W, Fonarow G, Albert N, Stough W, Gheorghiade M, Greenberg B, et al.

Predictors of in-hospital mortality in patients hospitalized for heart failure: insights from the Organized Program to Initiate Lifesaving Treatment in Hospitalized Patients with Heart Failure (OPTIMIZE-HF). *J Am Coll Cardiol*. 2008 July 29, 2008;52(5):347-56.

100. Waikar S, Mount D, Curhan G. Mortality after hospitalization with mild, moderate, and severe hyponatremia. *Am J Med*. 2009 September 1, 2009;122(9):857-65.

101. Pizzotti N, Madi J, Iamanaca A, Seguro A, Rocha A. [Hyponatremia: study of its epidemiology and mortality]. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*. 1989 November 1, 1989;44(6):307-11.

102. Upadhyay A, Jaber B, Madias N. Epidemiology of hyponatremia. *Semin Nephrol*. 2009 May 1, 2009;29(3):227-38.

103. Boscoe A, Paramore C, Verbalis J. Cost of illness of hyponatremia in the United States. *Cost Eff Resour Alloc*. 2006 January 1, 2006;4:10.

104. Shea AM, Hammill BG, Curtis LH, Szczech LA, Schulman KA. Medical Costs of Abnormal Serum Sodium Levels. *J Am Soc Nephrol*. 2008 April 1, 2008;19(4):764-70.

105. Stelfox H, Ahmed S, Khandwala F, Zygun D, Shahpori R, Laupland K. The epidemiology of intensive care unit-acquired hyponatraemia and hypernatraemia in medical-surgical intensive care units. *Crit Care*. 2008 January 1, 2008;12(6):R162.

106. Stelfox H, Ahmed S, Zygun D, Khandwala F, Laupland K. Characterization of intensive care unit acquired hyponatremia and hypernatremia following cardiac surgery. *Can J Anaesth*. 2010 July 1, 2010;57(7):650-8.

107. Eulmesekian P, Perez A, Minces P, Bohn D. Hospital-acquired hyponatremia in postoperative pediatric patients: prospective observational study. *Pediatr Crit Care Med*. 2010 July 1, 2010;11(4):479-83.

108. Anzai S, Sato T, Takayasu S, Asada Y, Terashi H, Takasaki S. Postoperative hyponatremia in a patient with ACTH-producing Merkel cell carcinoma. *J Dermatol*. 2000 June 1, 2000;27(6):397-400.

109. Poon WS, Lolin YI, Yeung TF, Yip CP, Goh KY, Lam MK, et al. Water and sodium disorders following surgical excision of pituitary region tumours. *Acta neurochirurgica*. 1996;138(8):921-7. PubMed PMID: 8890988. Epub 1996/01/01. eng.
110. Herrod P, Awad S, Redfern A, Morgan L, Lobo D. Hypo- and hypernatraemia in surgical patients: is there room for improvement? *World J Surg*. 2010 March 1, 2010;34(3):495-9.
111. Georgiadou T, Vasilakakis I, Meitanidou M, Georgiou M, Filippopoulos K, Kanakoudis F, et al. Changes in serum sodium concentration after transurethral procedures. *Int Urol Nephrol*. 2007 January 1, 2007;39(3):887-91.
112. Gravenstein D. Transurethral resection of the prostate (TURP) syndrome: a review of the pathophysiology and management. *Anesth Analg*. 1997 February 1, 1997;84(2):438-46.
113. Radziwill A, Vuadens P, Borruat F, Bogousslavsky J. Visual disturbances and transurethral resection of the prostate: the TURP syndrome. *Eur Neurol*. 1997 January 1, 1997;38(1):7-9.
114. Holte K, Sharrock NE, Kehlet H. Pathophysiology and clinical implications of perioperative fluid excess. *Br J Anaesth*. 2002 October 1, 2002;89(4):622-32.
115. Bohn D, Davids MR, Friedman O, Halperin ML. Acute and fatal hyponatraemia after resection of a craniopharyngioma: a preventable tragedy. *QJM*. 2005 September 1, 2005;98(9):691-703.
116. Davids MR, Lin S-H, Edoute Y, Cheema-Dhadli S, Halperin ML. Hyponatraemia and hyperglycaemia during laproscopic surgery. *QJM*. 2002 May 1, 2002;95(5):321-30.
117. Gowrishankar M, Lin S, Mallie J, Oh M, Halperin M. Acute hyponatremia in the perioperative period: insights into its pathophysiology and recommendations for management. *Clin Nephrol*. 1998 December 1, 1998;50(6):352-60.
118. Steele A, Gowrishankar M, Abrahamson S, Mazer C, Feldman R, Halperin M.

Postoperative hyponatremia despite near-isotonic saline infusion: a phenomenon of desalination. *Ann Intern Med.* 1997 January 1, 1997;126(1):20-5.

119. Moritz ML, Ayus JC. Water Water Everywhere: Standardizing Postoperative Fluid Therapy with 0.9% Normal Saline. *Anesth Analg.* 2010 February 1, 2010;110(2):293-5.

120. Moritz ML, Ayus JC. Prevention of Hospital-Acquired Hyponatremia: A Case for Using Isotonic Saline. *Pediatrics.* 2003 February 1, 2003;111(2):227-30.

121. Moritz ML, Ayus JC. Prevention of Hospital-Acquired Hyponatremia: Do We Have the Answers? *Pediatrics.* 2011 November 1, 2011;128(5):980-3.

122. Kelly D, Laws E, Fossett D. Delayed hyponatremia after transsphenoidal surgery for pituitary adenoma. Report of nine cases. *J Neurosurg.* 1995 August 1, 1995;83(2):363-7.

123. Zada G, Liu C, Fishback D, Singer P, Weiss M. Recognition and management of delayed hyponatremia following transsphenoidal pituitary surgery. *J Neurosurg.* 2007 January 1, 2007;106(1):66-71.

124. Chow K, Kwan B, Szeto C. Clinical studies of thiazide-induced hyponatremia. *J Natl Med Assoc.* 2004 October 1, 2004;96(10):1305-8.

125. Gaspar M, Biermann C, Pottecher T. [A surgical urgency which becomes medical...]. *Annales francaises d'anesthesie et de reanimation.* 2008 Nov;27(11):963-4. PubMed PMID: 19013052. Epub 2008/11/18. Une urgence chirurgicale qui devient medicale... fre.

126. Grace GT, Badder E, Shin B, Wehburg K, Brunner M, Sutter B, et al. Acute postoperative hypokalemia. *Current surgery.* 1990 Nov-Dec;47(6):435-8. PubMed PMID: 2279402. Epub 1990/11/01. eng.

127. Aglio LS, Stanford GG, Maddi R, Boyd JL, 3rd, Nussbaum S, Chernow B. Hypomagnesemia is common following cardiac surgery. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia.* 1991 Jun;5(3):201-8. PubMed PMID: 1863738. Epub 1991/06/01. eng.

128. Schwarz RE, Nevarez KZ. Hypomagnesemia after major abdominal operations in cancer patients: clinical implications. *Archives of medical research.* 2005 Jan-Feb;36(1):36-

41. PubMed PMID: 15777993. Epub 2005/03/22. eng.
129. Sheybani A, Geraci SA. When should serum magnesium be measured prior to non-cardiac surgery? *Journal of the Mississippi State Medical Association*. 2008 Oct;49(10):295-8. PubMed PMID: 19297917. Epub 2009/03/21. eng.
130. Shires GT, Canizaro P. Fluid and electrolyte therapy. *Surgery annual*. 1971;3(0):63-95. PubMed PMID: 5164578. Epub 1971/01/01. eng.
131. Siddiqui MN, Zafar H, Alvi R, Ahmed M. Hypomagnesaemia in postoperative patients: an important contributing factor in postoperative mortality. *International journal of clinical practice*. 1998 Jun;52(4):265-7. PubMed PMID: 9744153. Epub 1998/09/23. eng.
132. Soave PM, Conti G, Costa R, Arcangeli A. Magnesium and anaesthesia. *Current drug targets*. 2009 Aug;10(8):734-43. PubMed PMID: 19702521. Epub 2009/08/26. eng.
133. Linder G, Funk GC, Lassnigg A, et al. Intensive care-acquired hypernatremia after major cardiothoracic surgery is associated with increased mortality. *Intensive Care Med*. 2010;36:1718-1723.
134. Paice BJ, Paterson KR, Onyanga-Omara F, Donnelly T, Gray JM, Lawson DH. Record linkage study of hypokalemia in hospitalized patients. *Postgrad Med J* 1986; 62: 187-191.
135. Stevens M, Dunlay R. Hyperkalemia in hospitalized patients. *International Urology and Nephrology* 2000; 32: 177-180.
136. An JN, Lee JP, Jeon HJ, Kim DH, Oh YK, Kim YS, Lim CS. Severe hyperkalemia requiring hospitalization: predictors of mortality. *Critical Care* 2012; 16:1-14.
137. Paice B, Gray JMB, McBride D, Donnelly T, Lawson DH. Hyperkalemia in patients in hospital. *BMJ*. 1983;286:1189-1192.
138. Moore ML, Bailey RR. Hyperkalemia in patients in hospital. *N Z Med J*. 1989;102:557-558.
139. Shemer J, Modan M, Ezra D, Cabili S. Incidence of hyperkalemia in hospitalized patients. *Isr J Med Sci*. 1983;19:659-661.

140. Parra L, Fita G, Gomar C, Rovira I, Marin JL. Plasma magnesium in patients submitted to cardiac surgery and its influence on perioperative morbidity. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2001;42:37-42.
141. Booth JV, Phillips-Bute B, McCants CB, Podgoreanu MV, Smith PK, Mathew JP, Newman MF. Low serum magnesium level predicts major adverse cardiac events after coronary artery bypass graft surgery. *Am Heart J* 2003;145:1108-1113.
142. Paul Marino: Fluid and electrolyte disorders- Magnesium. *The ICU Book*, Philadelphia, Lippincott, Williams and Wilkins 2004;660-672.
143. Limaye CS, Londhey VA, Nadkar MY, Borges NE. Hypomagnesemia in Critically Ill Medical Patients. *J Assoc Physicians India*, 2011, 59; 19-22.

ANEXOS

ANEXO 1. Carta de consentimiento informado.

INFORME AL PACIENTE Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

TITULO: Frecuencia de alteraciones electrolíticas en pacientes adultos sometidos a cirugía mayor en el Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI”

INVESTIGADOR: Dra. Judith Ne’eman Márquez Reyes
Teléfono: 5530183154

CENTRO: Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI

Introducción

Antes de que usted decida tomar parte en este estudio de investigación, es importante que lea, cuidadosamente, este documento. Su doctor discutirá con usted el contenido de este informe y le explicará todos aquellos puntos en los que tenga dudas. Si después de haber leído toda la información usted decide participar en este estudio, deberá firmar este consentimiento en el lugar indicado y devolverlo a su médico.

Objetivos del estudio

A usted se le ha pedido que participe en un estudio de investigación para conocer las alteraciones de los electrolitos que pueden presentarse durante el primer mes después de haberse sometido a un procedimiento quirúrgico considerado como mayor. El estudio tiene el objetivo conocer únicamente la frecuencia de las alteraciones de los electrolitos que suceden en los primeros siete días después de la cirugía u operación que le van a realizar para posteriormente normar conductas preventivas. Los investigadores no intervienen de ninguna manera en su tratamiento aunque la detección de la alteración puede alertar a sus médicos a tomar decisiones para prevenir complicaciones.

Procedimientos a seguir

Si usted acepta participar en este estudio antes de la cirugía se le hará un examen físico completo que incluye además de exámenes de laboratorio un electrocardiograma y una radiografía de tórax. Estos exámenes se le hacen en la evaluación preoperatoria de rutina. Dichos exámenes de laboratorio se repetirán al primer, tercero y séptimo día de la cirugía, se tomarán a través de punción venosa para la obtención de aproximadamente 3ml de sangre por cada muestra, pudiéndose presentar como complicación la aparición de equimosis (moretón) o hematoma (colección de sangre) en el sitio de punción.

En el preoperatorio y durante la semana de evaluación se realizaran una entrevista diaria, exploración física y si es necesario una radiografía de tórax.

Nombre y firma del Paciente

Nombre y firma del testigo 1

Nombre y firma del testigo 2

ANEXO 2. Hoja de recolección de datos.

INFORMACIÓN GENERAL								
Nombre	Afilicación	Edad	Sexo	Servicio	Diagnóstico	Cirugía	Fecha	APP
1								
2								
3								
4								
5								

	SODIO					POTASIO					MAGNESIO					FOSFÓRO					CALCIO									
	Pre	Pos (1)	Pos (3)	Pos (7)	Pos (30)	Pre	Pos (1)	Pos (3)	Pos (7)	Pos (30)	Pre	Pos (1)	Pos (3)	Pos (7)	Pos (30)	Pre	Pos (1)	Pos (3)	Pos (7)	Pos (30)	Pre	Pos (1)	Pos (3)	Pos (7)	Pos (30)					
1																														
2																														
3																														
4																														
5																														

MEDICAMENTOS

	Pre	Trans	Pos (1)	Pos (3)	Pos (7)	Pos (30)
1						
2						
3						
4						
5						

SOLUCIONES INTRAVENOSAS

	Pre	Trans	Pos (1)	Pos (3)	Pos (7)	Pos (30)
1						
2						
3						
4						
5						