

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA FARMACÉUTICA



**PROPUESTA Y EVALUACIÓN DE UN GUÍA PARA EL TRATAMIENTO
DE HIPONATREMIA E HIPERNATREMIA EN UN SERVICIO DE
EMERGENCIA HOSPITALARIO**

Trabajo de investigación presentado por María Marta Julia Chacach para
optar al grado de Licenciada en Química Farmacéutica

Guatemala
2010

**PROPUESTA Y EVALUACIÓN DE UNA GUÍA PARA EL
TRATAMIENTO DE HIPONATREMIA E HIPERNATREMIA EN UN
SERVICIO DE EMERGENCIA HOSPITALARIO**

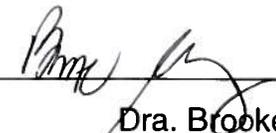
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA FARMACÉUTICA

**PROPUESTA Y EVALUACIÓN DE UNA GUÍA PARA EL
TRATAMIENTO DE HIPONATREMIA E HIPERNATREMIA EN UN
SERVICIO DE EMERGENCIA HOSPITALARIO**

Trabajo de investigación presentado por María Marta Julia Chacach para
optar al grado de Licenciada en Química Farmacéutica

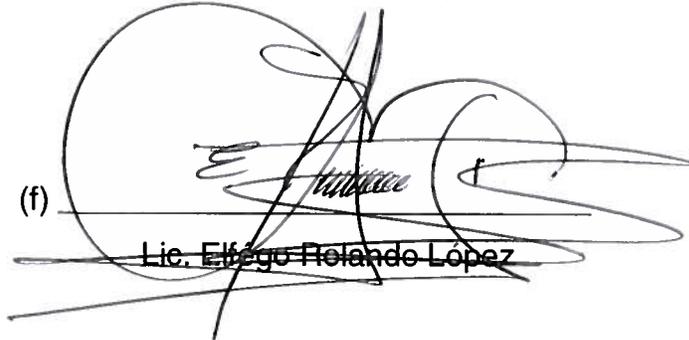
Guatemala
2010

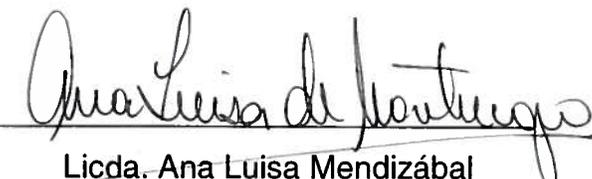
Vo.Bo.:

(f) 
Dra. Brooke Ramay

Tribunal:

(f) 
Dra. Brooke Ramay

(f) 
Lic. Eléger Rolando López

(f) 
Licda. Ana Luisa Mendizábal

Fecha de aprobación: 14 de diciembre de 2010 /

	Página
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO CONCEPTUAL	2
A. Antecedentes del problema	2
B. Justificación	3
C. Planteamiento del problema	3
D. Alcances	4
E. Límites	4
III. MARCO TEÓRICO	5
A. Regulación del balance hidrosalino	5
B. Hiponatremia	6
C. Hipernatremia	11
IV. MARCO METODOLÓGICO	15
A. Objetivos	15
B. Población	15
D. Procedimiento	16
E. Diseño de investigación	16
F. Análisis estadístico	16
V. MARCO OPERATIVO	17
A. Recabación de datos	17
B. Recursos	17
VI. RESULTADOS	18
VII. DISCUSIÓN	23
VIII. CONCLUSIONES	26
IX. RECOMENDACIONES	27

X. LITERATURA CITADA	28
XI. ANEXOS	30
1. Ejemplos para calcular la dosis de administración de infusión en pacientes hiponatremicos	30
2. Ejemplos para calcular la dosis de administración de infusión en pacientes hipernatremicos	33

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Causas y clasificación de hiponatremia	8
2. Causas y clasificación de hipernatremia	12
3. Fórmulas utilizadas en el tratamiento de hiponatremia e hipernatremia y características de infusiones	21
4. Valores de referencia para pruebas de laboratorio, útiles en el diagnóstico de hiponatremia e hipernatremia	22

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Propuesta de hoja de recolección de datos de pacientes con hiponatremia o hipernatremia	18
2. Propuesta de diagrama de flujo para el tratamiento de hiponatremia	19
3. Propuesta de diagrama de flujo para el tratamiento de hipernatremia	20
4. Algoritmo para la clasificación de la hiponatremia	36
5. Algoritmo para la clasificación de la hipernatremia	37

RESUMEN

Las alteraciones del sodio, hiponatremia e hipernatremia, son las más comunes a nivel hospitalario. El alivio satisfactorio y sin mayores complicaciones de estos problemas depende del tratamiento adecuado y su correcta aplicación. Es por ello que este estudio tuvo como objetivo diseñar y proponer una guía para el tratamiento de estas alteraciones en un servicio de emergencia de adultos hospitalario. La importancia de este trabajo se basa en la necesidad y utilidad que tiene el uso de guías de tratamiento para la unificación de criterios por parte del personal médico y así mejorar la calidad de vida del paciente. Se realizó la revisión y evaluación bibliográfica del tratamiento para hiponatremia e hipernatremia. Finalmente, a partir de la revisión se propuso una guía que incluye la recolección de datos del paciente, su tratamiento y dosificación. Así como recomendaciones que deben ser tomadas en cuenta al momento de establecer estas guías a nivel hospitalario.

I. INTRODUCCIÓN

El cuerpo humano está constituido en su mayoría por agua. Los líquidos corporales tanto intracelulares como extracelulares son soluciones diluidas compuestas por diversos electrolitos. Entre ellos el principal y más abundante es el sodio. Este tiene como papel fundamental mantener la osmolalidad y el estado de hidratación del cuerpo. La alteración de la concentración de sodio en el cuerpo puede causar dos trastornos muy importantes. El primero se denomina hiponatremia y ocurre cuando los niveles de sodio plasmático están por debajo de lo normal (< 136 mEq/L). El segundo es totalmente contrario al primero ya que los niveles de sodio plasmático están por arriba de lo normal (> 145 mEq/L) y se denomina hipernatremia.

Ambos trastornos se presentan con mucha frecuencia en el ámbito hospitalario. Es muy común que un paciente hospitalizado presente alguno de estos desórdenes, ya que la ingesta libre de agua está condicionada y depende de los profesionales sanitarios. Pero también estos trastornos pueden presentarse en pacientes no hospitalizados debido al uso de medicamentos o como consecuencia de una enfermedad. Este problema está asociado a un incremento en la mortalidad hospitalaria en un rango de 42-60%.⁽¹⁵⁾ Debido al manejo incorrecto del trastorno, así como la pronta acción del tratamiento.

A través de este trabajo de investigación se pretende hacer una propuesta de guía para el tratamiento de hiponatremia e hipernatremia en un servicio de emergencia hospitalario. Mediante la revisión bibliográfica de guías ya disponibles.

II. MARCO CONCEPTUAL

A. Antecedentes del problema

Los desórdenes del sodio, hiponatremia e hipernatremia, son problemas comunes en pacientes adultos hospitalizados y están asociados con la mortalidad hospitalaria en un 42-60%. ⁽¹⁵⁾ Estos problemas ocurren generalmente porque un paciente hospitalizado para su ingesta diaria de agua requiere de la ayuda un profesional sanitario, es decir su consumo de agua está restringido. Otra causa posible es el uso de medicamentos que predisponen al paciente a padecer un desorden de estos. Y en última instancia, pero no menos importante, la causa desencadenante puede ser una enfermedad que provoque la pérdida o ganancia de sodio y agua. ^(1,2,3,8)

El principal problema de estos desórdenes es el tratamiento que se le da. Es por lo que en la literatura se reportan lineamientos que ayudan a establecer una guía de tratamiento basándose en la causa del trastorno. ^(7,2,1) Adicionalmente, los problemas neurológicos (convulsiones, coma, edemas y muerte) son los síntomas más peligrosos y muchas veces irreversibles que se tienen que tomar en cuenta al tratar el desbalance de electrolitos. ^(1,2)

En Guatemala son pocos los hospitales que cuentan con guías de tratamiento de ciertas enfermedades, en especial de hiponatremia e hipernatremia. Los médicos tratan este tipo de desorden de la forma más adecuada. Desconocen la importancia de un tratamiento adecuado de la hiponatremia e hipernatremia para una evolución satisfactoria del paciente.

B. Justificación

Los trastornos del sodio, hiponatremia e hipernatremia, son los más comunes en la medicina clínica. Diariamente en los servicios de emergencia de hospitales se registran casos de hiponatremia o hipernatremia. Y muchos pacientes hospitalizados presentan trastornos electrolíticos. Los signos y síntomas de mayor importancia en ambos trastornos son los efectos neurológicos, los cuales al no ser manejados de la forma correcta pueden tener secuelas graves. El alivio satisfactorio y sin mayores complicaciones de estos problemas depende del tratamiento adecuado y su correcta aplicación.

La importancia de este trabajo de investigación se basa principalmente en la necesidad y utilidad que tiene el uso de guías para el tratamiento de trastornos del sodio, tanto para la unificación de criterios por parte del personal médico (especialistas, residentes y estudiantes de medicina) como para mejorar la calidad de vida del paciente.

Los resultados del estudio permitirán conocer la importancia que tiene una guía dentro del hospital. Además, de dar a conocer la forma más apropiada para manejar este tipo de trastornos y que características se deben tener en cuenta para establecer estas guías.

C. Planteamiento del problema

¿Es posible que una guía para el tratamiento de hiponatremia e hipernatremia en pacientes comprendidos entre 18 y 65 años sea de utilidad para un servicio de emergencia hospitalaria?

D. Alcances

1. Pacientes ingresados a un servicio de emergencia de adultos hospitalario presentado un trastorno del sodio.
2. Pacientes que presenten un descenso o aumento en los valores normales de sodio plasmático ($135 \text{ mEq/L} < \text{sodio} > 145 \text{ mEq/L}$).

E. Límites

1. Pacientes hombres y mujeres que se encuentren dentro del rango de edad comprendido entre 18 y 65 años.
2. Pacientes que se encuentren bajo tratamiento médico con algún medicamento que induzca hiponatremia o hipernatremia.
3. Pacientes que presenten pseudohiponatremia.
4. Pacientes con insuficiencia renal, insuficiencia hepática e insuficiencia cardiaca.
5. Pacientes que ingresen a emergencia y provengan del servicio de Oncología.

III. MARCO TEÓRICO

A Regulación del balance hidrosalino

Los líquidos corporales, intracelulares y extracelulares, son soluciones diluidas constituidas principalmente por electrólitos. Mantener un volumen apropiado de estos líquidos en los diferentes compartimientos corporales es de gran trascendencia para la vida. Por ejemplo, el sodio tiene como papel fundamental mantener la osmolalidad y el estado de hidratación del medio. Además de ser el electrolito más abundante del organismo. ⁽⁷⁾

El agua corporal total (TBW, por sus siglas en inglés) en un hombre sano constituye alrededor del 60% de su peso y el 50% en una mujer. El agua corporal se distribuye como sigue: 66% en el líquido intracelular (LIC) y 34% en el líquido extracelular (LEC). De este último, 75% representa el fluido intersticial y 25% esta en el plasma. La determinante más importante del volumen de LEC, es el contenido de sodio. Cualquier cambio en el volumen de LEC indica la ganancia o pérdida neta de sodio acompañada de ganancia o pérdida de agua. ^(7,6)

El sodio en forma libre representa el 70% del sodio corporal total, de éste 97% se encuentra en el líquido extracelular y el resto (3%) en el líquido intracelular. El otro 30% del sodio corporal total se encuentra en forma fija, es decir no intercambiable, en el hueso, cartílago y tejido conectivo. ⁽¹⁵⁾ Los valores normales de sodio en el plasma son 136-145 mEq/L. ⁽⁹⁾ Si este valor aumenta o disminuye de lo normal da como resultado un desbalance hidrosalino, denominado hipernatremia o hiponatremia respectivamente.

El desplazamiento de agua entre los espacios extracelular e intracelular está determinado por la concentración de solutos osmóticamente activos a cada lado

de las membranas celulares. ⁽⁷⁾ La osmolalidad no es más que la medida del número total de solutos en una solución, y se relaciona con la concentración molar de esos solutos. El sodio, la glucosa y la urea son los principales determinantes de la osmolalidad plasmática. Si, por ejemplo la osmolalidad de un espacio disminuye, el agua se desplazará al espacio de mayor osmolalidad con el objetivo de igualar las diferencias de osmolalidad. Los valores normales de la osmolalidad plasmática son 285-295 mOsm/Kg. ^(7,6,9)

B Hiponatremia

La hiponatremia es un trastorno del sodio que se da cuando la concentración sérica de sodio es menor de 136 mEq/L, y usualmente se acompaña de hipo-osmolalidad <285 mOsm/Kg. ^(6,2) Es un trastorno muy frecuente en la práctica hospitalaria, con una incidencia de 1% y una prevalencia de 2.5%. El tipo de hiponatremia más común es la dilucional, causada por la retención de agua. ^(7,15)

1. Causas y clasificación. La hiponatremia es la consecuencia de la incapacidad para diluir suficientemente la orina y se acompaña siempre de hiposmolalidad plasmática. ⁽⁷⁾ Esta incapacidad puede originarse a partir de tres posibles mecanismos: ⁽¹⁵⁾

- a. Ingestión deficiente de sodio
- b. Excesiva pérdida de sodio
- c. Retención excesiva de agua

Para clasificar la hiponatremia se debe tomar muy en cuenta los tres mecanismos antes mencionados. Se divide en: hiponatremia hipotónica e hiponatremia no hipotónica. A esta última también se le conoce como pseudohiponatremia, porque es causada por grandes concentraciones de lípidos y proteínas que reducen la concentración de agua plasmática y por ende la de sodio. Pero la osmolalidad plasmática es normal. Por otra parte la hiponatremia

hipotónica se clasifica según la volemia en: hipovolemica, euvolemica e hipervolemica. Ver Cuadro 1.^(6,4)

La hiponatremia hipovolemica esta dada por la disminución del volumen del líquido extracelular. Tanto el agua como el sodio disminuyen. Se diagnostica por sus signos clínicos y por cuantificación en plasma de urea, creatinina, ácido úrico y el más útil, la concentración de sodio en la orina. La pérdida de sodio puede ocurrir por vía renal o no renal (digestivas y cutáneas).^(15,4,14)

La hiponatremia euvolemica se diagnostica cuando no hay detección clínica de depleción o expansión del agua corporal total y el sodio total permanece normal. Estas condiciones incluyen el síndrome de secreción inadecuada de hormona antidiurética (SIADH), deficiencia glucocorticoide, hipotiroidismo, hiponatremia asociado a ejercicio, polidipsia primaria y ocasionalmente hiponatremia debido a una ingesta pobre de soluto.^(15,4,14)

Finalmente, en la hiponatremia hipervolemica el agua corporal aumenta. Está asociada con edema que se puede dar por insuficiencia cardiaca, cirrosis, insuficiencia renal y síndrome nefrótico. Estos pacientes tienen problemas con la liberación de ADH, lo que aumenta la absorción de agua libre.^(16,4,14)

Cuadro 1. Causas y clasificación de hiponatremia ⁽¹³⁾

Hiponatremia (osmolalidad plasmática)	Evaluación del volumen extracelular	
Hipotónica (< 285 mmol/Kg H ₂ O)	Hipovolemia (pacientes deshidratados)	<u>Pérdida de sodio extrarrenal</u> Gastrointestinal <ul style="list-style-type: none"> • Diarrea, Vómitos, Aspiración de jugo gástrico, Fistula 3º espacio <ul style="list-style-type: none"> • Ascitis, Derrame pleural Transdérmico <ul style="list-style-type: none"> • Diaforesis, Quemadura Pulmonar <ul style="list-style-type: none"> • Respiración, Secreciones bronquiales
		<u>Pérdida de sodio renal</u> Primaria <ul style="list-style-type: none"> • Diuréticos, Diuresis osmótica (glucosuria, Manitol), Nefropatías (Nefropatía intersticial, Poliquistosis, Acidosis tubular proximal, Postinsuficiencia renal aguda) Secundaria <ul style="list-style-type: none"> • Insuficiencia suprarrenal
	Euvolemia (pacientes bien hidratados)	<u>ADH es activa</u> SIADH <ul style="list-style-type: none"> • Neuropatía <ul style="list-style-type: none"> - Traumatismo craneal, AVC, Encefalitis, Polirradiculoneuritis, Tumor cerebral, Porfiria, Absceso cerebral • Endocrinopatía <ul style="list-style-type: none"> - Hipotiroidismo, Insuficiencia antehipofisaria, Insuficiencia suprarrenal (ej: ADDISON) • Neumopatía <ul style="list-style-type: none"> - Neumonía (virica, bacteriana, otra), Tuberculosis, Aspergilosis, otras • Neoplasia <ul style="list-style-type: none"> - Carcinoma bronquial, Tumores gastrointestinales, Tumores pancreáticos, Hemopatías malignas • Varios <ul style="list-style-type: none"> - Postoperatorio, Medicamentoso (Morfina, psicotrópicos, antiepilépticos, diureticos tiazídicos, AINES), Idiopático
		<u>ADH no es activa</u> <ul style="list-style-type: none"> • Intoxicación por agua • Potomanía
Hipervolemia (pacientes con sobrecarga hidrica)	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiencia renal aguda y crónica • Insuficiencia hepática (Cirrosis hepática) • Insuficiencia cardíaca • Síndrome nefrótico 	

2. Manifestaciones clínicas. Generalmente, la hiponatremia no presenta manifestaciones hasta que la concentración plasmática de sodio descienda de 120 mEq/L, pero pueden manifestarse síntomas a altas concentraciones si el descenso es rápido. Esto quiere decir que la sintomatología se relaciona más con la velocidad de descenso del electrolito. Por debajo de 120 mEq/L las manifestaciones son neurológicas debido al edema cerebral, inicia con cefalea, náuseas, letargia y calambres musculares. Este cuadro puede complicarse y seguir con delirio, psicosis, convulsiones, daño cerebral permanente, complicaciones respiratorias, coma y muerte. También, puede haber manifestaciones gastrointestinales como anorexia y náuseas. ^(7,6,15,2)

3. Diagnóstico y tratamiento. Para su diagnóstico son necesarios estudios de laboratorio tanto en plasma como en orina. La concentración de glucosa y lípidos en plasma puede ayudar a descartar hiponatremia. ⁽¹⁴⁾ Pero los cuatro valores de laboratorio que proporcionan información y permiten establecer el diagnóstico diferencial de la hiponatremia son: concentración de sodio plasmático, osmolalidad plasmática, concentración de sodio urinario y osmolalidad urinaria. ⁽³⁾ Los dos últimos valores se puede vigilar constantemente para evaluar la eficacia del tratamiento. Además, de revisar sus antecedentes patológicos como ICC, cirrosis, síndrome nefrótico, enfermedad de Addison, hipotiroidismo, etc. ⁽¹⁴⁾

Son dos los objetivos principales del tratamiento, primero elevar la concentración plasmática de sodio restringiendo la ingestión de agua y favoreciendo su pérdida y luego corregir el proceso de fondo. Se requiere de un tratamiento urgente si hay presencia de síntomas neurológicos o la concentración de sodio plasmático es inferior a 110 mEq/L. Sin embargo, corregir la hiponatremia con demasiada rapidez (valores superiores a 130 mEq/L en menos de 48 h) se corre el riesgo de provocar el síndrome de desmielinización osmótica. Este es un proceso neurológico que se caracteriza

por parálisis flácidas, disartria, disfagia y coma. Se se presenta con mayor frecuencia en pacientes alcohólicos, diabéticos y desnutridos. ^(7,6,3)

La corrección de la hiponatremia dependa de la presencia o ausencia de trastornos neurológicos. En pacientes asintomáticos la concentración de sodio debe aumentarse a una velocidad que no supere los 0.5-1 mmol/L/hora pero no inferior a 10-12 mmol/ en las primeras 24 horas. Es necesario corregir la hiponatremia aguda de una forma agresiva debido a la manifestación de trastornos de la conciencia acompañados de convulsiones. La hiponatremia intensa y sintomática debe tratarse con una solución salina hipertónica (NaCl 3%) para elevar la concentración de sodio en un rango de 1-2 mmol/L/hora en las primeras 3 a 4 horas o hasta que paren las convulsiones, monitoreando los niveles de sodio. Pero es importante que aquí la concentración de sodio no exceda de 12 mmol/L en las primeras 24 horas. ^(3,14)

La hiponatremia también puede ser corregida según la patología que causa la misma. Para la hiponatremia hipovolemica se recomienda re-expandir el volumen del LEC con solución salina isotónica. En situaciones más leves puede ser suficiente permitir la ingestión de sal y la supresión de diuréticos si eran éstos los causantes. ^(7,6,4) En la hiponatremia euvolemica, el tratamiento consiste en la restricción de agua conjuntamente con solución salina hipertónica para inducir un balance negativo de agua o el uso de terapia con un antagonista de arginina vasopresina, como la demeclociclina. ^(7,4)

El tratamiento básico para la hiponatremia hipervolemica es la restricción de agua (1-1.5 L/día) y sodio (1-3 g/día), y la administración de diuréticos no tiazidicos. La restricción de agua en estos pacientes es difícil porque hay un aumento en la sed. En estos casos el tratamiento se dirige al control de edemas y no a la normalización de la natremia. Si la hiponatremia continua, la velocidad de corrección debe controlarse y es necesario medidas del sodio plasmático. ^(7,6,4) Finalmente, el médico debe elegir la infusión más apropiada para el paciente y

calcular la velocidad de infusión mediante los cambios en el sodio plasmático. Referirse al Cuadro 1.

C Hipernatremia

La hipernatremia está definida por el incremento de la concentración de sodio plasmático por arriba de 145 mEq/L y está acompañada de hiper-osmolalidad >295 mOsm/Kg. ^(1,14) Es representativo de un déficit de agua en relación con el sodio sérico, resulta por la pérdida neta de agua o por la ganancia de sodio. En pacientes hospitalizados es muy frecuente el desarrollo de dicho desorden eletrolítico, con una incidencia de <1% a >3%, asociado a un rango de mortalidad entre 40% a >60%. ⁽¹⁰⁾ Se debe una incidencia tan alta al tratamiento inapropiado que se le da al paciente.

1. Causas y clasificación. La hipernatremia generalmente ocurre cuando se altera la sed o el acceso al agua, es por eso que los grupos con mayor riesgo son los pacientes con alguna alteración mental, paciente entubados, infantes y personas mayores. ⁽¹⁾ La incidencia en pacientes hospitalizados se debe principalmente al hecho de que dependen de los profesionales trabajando en su salud para satisfacer su necesidad de líquido.

Tres situaciones pueden llevar a la hipernatremia: ⁽⁷⁾

- a. Insuficiente acción de la hormona antidiurética ADH, tanto por déficit de producción como por falta de respuesta renal
- b. Pérdidas excesivas de agua en relación con el sodio, causas renales o extrarrenales
- c. Balances positivos de sal

La hipernatremia también puede clasificarse según la volemia (Ver Cuadro 2) en: hipovolemica por pérdidas cutáneas, pérdidas gastrointestinales, diuréticos,

postobstrucción y enfermedad renal crónica; hipervolemia por iatrogenia como soluciones salinas hipertónicas, paciente intubados, antibióticos en forma de sal y diálisis hipertónicas; y por último euvolemicas en casos de diabetes insípida central o nefrógica, hipodipsia, fiebre, hiperventilación o ventilación mecánica.

(15,14)

Cuadro 2. Causas y clasificación de hipernatremia ⁽¹⁴⁾

Hipernatremia (osmolalidad plasmática)	Evaluación del volumen extracelular	
Hipertónica (> 295 mmol/Kg H ₂ O)	Hipovolemia (perdidas de agua y sodio)	<u>Pérdida extrarrenal</u> Gastrointestinal • Diarrea • Vómitos • Fístula Transdérmico • Sudoración • Quemadura
		<u>Pérdida renal</u> • Diuréticos • Diuresis osmótica (glucosuria, Manitol) • Insuficiencia renal aguda y crónica
	Euvoemia (Perdidas de agua)	<u>Pérdidas extrarrenales</u> Cutáneas • Fiebre Respiratorias • Hiperventilación • Ventilación mecánica Hipodipsia
		<u>Pérdidas renales</u> Diabetes insípida • Central • Nefrogénica • Gestacional
	Hipervolemia (aumento de sodio)	Iatrógeno • Solución salina hipertónica • Alimentación parenteral • Antibióticos que contengan sodio • Diálisis Síndrome de Conn Síndrome de Cushing

2. Manifestaciones clínicas. Los síntomas de la hipernatremia se relacionan tanto con la magnitud del trastorno como con la rapidez de la instauración. La gravedad de los síntomas depende del incremento de la cantidad de sodio y lo tan rápido que se da. Pero, en cualquier caso, la sed es la principal y constante manifestación, acompañada de poliuria (con importante eliminación de sodio en la orina: natriuresis), diarrea y sudoración. El mecanismo que origina la sintomatología clínica es la deshidratación celular, el cual tiene mayor significado fisiológico y clínico a nivel neuronal, por ello, el cuadro clínico característico corresponde a alteraciones relacionadas con el sistema nervioso. En niños los síntomas que se presentan son taquipnea, debilidad muscular, fatiga, insomnio, letargia y coma. En adultos los síntomas no específicos que tienden a aparecer son anorexia, debilidad muscular, fatiga, náusea y vómito. Los síntomas más serios incluyen alteración mental, letargia, irritabilidad y coma. La deshidratación de las células cerebrales provoca el encogimiento del volumen encefálico, pueden ocasionar sangrado cerebral y hemorragias subaracnoides. ^(7,15,3,14)

3. Diagnóstico y tratamiento. El diagnóstico de la hipernatremia se basa principalmente en los valores del volumen extracelular, el volumen de orina, la osmolalidad urinaria y el sodio en la orina. El riñón responde a la hipernatremia eliminando un volumen mínimo de orina concentrada (aproximadamente 500mL/día) con una osmolalidad superior a 800 mOsm/Kg. Se debe hacer una revisión de la historia clínica del paciente en que se obtengan todos los medicamentos consumidos recientemente, así como una evaluación del estado neurológico y de la conciencia. ⁽³⁾

Los principales objetivos del tratamiento son la restauración de la osmolalidad plasmática y el control de causa desencadenante: situaciones como pérdidas de fluidos gastrointestinales, fiebre, hiperglicemia, glucosuria, hipercalcemia e hipokalemia, así como la corrección de preparaciones nutricionales orales o parenterales. ^(7,1) Es necesario corregir tales causas para lograr controlar la hipernatremia. Han demostrado que si la hipernatremia se

manifiesta en los pacientes de una forma rápida (horas), la corrección pronta del sodio plasmático (aproximadamente 1mmol/hora) mejora el pronóstico del paciente al evitar el riesgo de convulsiones o de un edema cerebral. Ya que si hay un descenso brusco de la osmolalidad se da una entrada rápida de agua a las células que están adaptándose osmóticamente causando la aparición de convulsiones o lesiones cerebrales permanentes. ^(3,14)

El tratamiento puede estar dirigido según la volemia que presenta el paciente. En la manifestación hipovolemica se inicia administrando soluciones salinas isotónicas hasta controlar los síntomas y luego se administra una solución salina al 0.45% o una glucosada al 5% hasta corregir completamente la hipernatremia. Para ello se debe calcular el déficit de agua que produce la hipernatremia, el cual debe corregirse lentamente en un período de 48 a 72 horas, según la fórmula 1 en la Cuadro 3. ^(7,1)

El tratamiento para la hipernatremia no hipovolemica se debe tener en cuenta la pérdida continua de agua, por lo que la concentración de sodio en plasma debe descender 0.5mmol/L/hora sin rebasar los 12mmol/L en 24 horas. También puede utilizarse una solución glucosada 5% o una solución salina semi-isotónica. El médico debe elegir la infusión más apropiada para el paciente y debe tener en cuenta que entre más hipotónica sea la infusión la velocidad de infusión será menor. La velocidad puede ser calculada según las formulas en la Cuadro 3. ^(1,3)

Finalmente, en el tratamiento de hipernatremia por diabetes insípida central es necesario administrar desmopresina intravenosa, asimismo la diabetes insípida nefrogénica consiste en retirar el medicamento precipitante e iniciar tratamiento con un diurético tiazídico, un antiinflamatorio no esteroideo o ambos. ⁽¹⁴⁾

IV. MARCO METODOLÓGICO

A. Objetivos

1. Proponer una guía para el tratamiento de hiponatremia e hipernatremia en pacientes ingresados a un servicio de emergencia de adultos hospitalario

2. Diseñar una guía para el manejo y tratamiento de pacientes con hiponatremia e hipernatremia.

B. Población

La población a la cual debe aplicarse la guía de tratamiento de hiponatremia e hipernatremia debe cumplir con los siguientes ciertos criterios:

1. Pacientes de un servicio de emergencia de adultos que ingresen por manifestar hiponatremia o hipernatremia.
2. Pacientes entre 18 y 65 años.

La población a la cual no debe aplicarse la guía de tratamiento de hiponatremia e hipernatremia incluye a los siguientes pacientes:

1. Pacientes mayores de 65 años.
2. Pacientes que presenten pseudohiponatremia.
3. Pacientes con insuficiencia renal, insuficiencia hepática, insuficiencia cardiaca.
4. Pacientes del servicio de oncología.

D. Procedimiento

1. Revisión bibliográfica de artículos y libros de texto sobre la hiponatremia e hipernatremia.
2. Elaboración de una propuesta de guía para el tratamiento de hiponatremia e hipernatremia en pacientes que ingresen a un servicio de emergencia de adultos hospitalario.
3. Análisis y discusión de los resultados obtenidos.
4. Presentación del informe final.

E. Diseño de investigación

Esta investigación sigue un diseño no experimental de tipo transeccional descriptivo. Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables. ⁽⁸⁾

Se hizo una revisión bibliográfica de artículos científicos y libros de texto sobre el tratamiento de hiponatremia e hipernatremia. Luego se elaboró una propuesta de guía para el tratamiento de ambos trastornos en pacientes que ingresen a un servicio de emergencia de adultos hospitalario.

F. Análisis estadístico

Este trabajo de investigación, por seguir un diseño de tipo descriptivo, no hace uso de estadística pues no hay variables que medir ni resultados numéricos que analizar.

V. MARCO OPERATIVO

A. Recabación y tratamiento de datos

Se realizó una revisión bibliográfica en donde se presenten los lineamientos de tratamiento a seguir en el caso de hiponatremia e hipernatremia. Además, se revisó casos clínicos en los cuales se aplique la guía de tratamiento respectiva, desde el punto de vista dosificación de soluciones electrolíticas.

B. Recursos

1. Recurso humano

- a. Autora: María Marta Julia Chacach
- b. Asesora: Dra. Brooke Ramay

2. Recurso material

a. Equipo

- Computadora con Microsoft © Word 2003
- Impresora
- Hojas

b. Materiales

- Artículos originales de diversas revistas científicas
- Libros de texto

VI. RESULTADOS

Figura 1. Propuesta de hoja de recolección de datos de pacientes con hiponatremia o hipernatremia

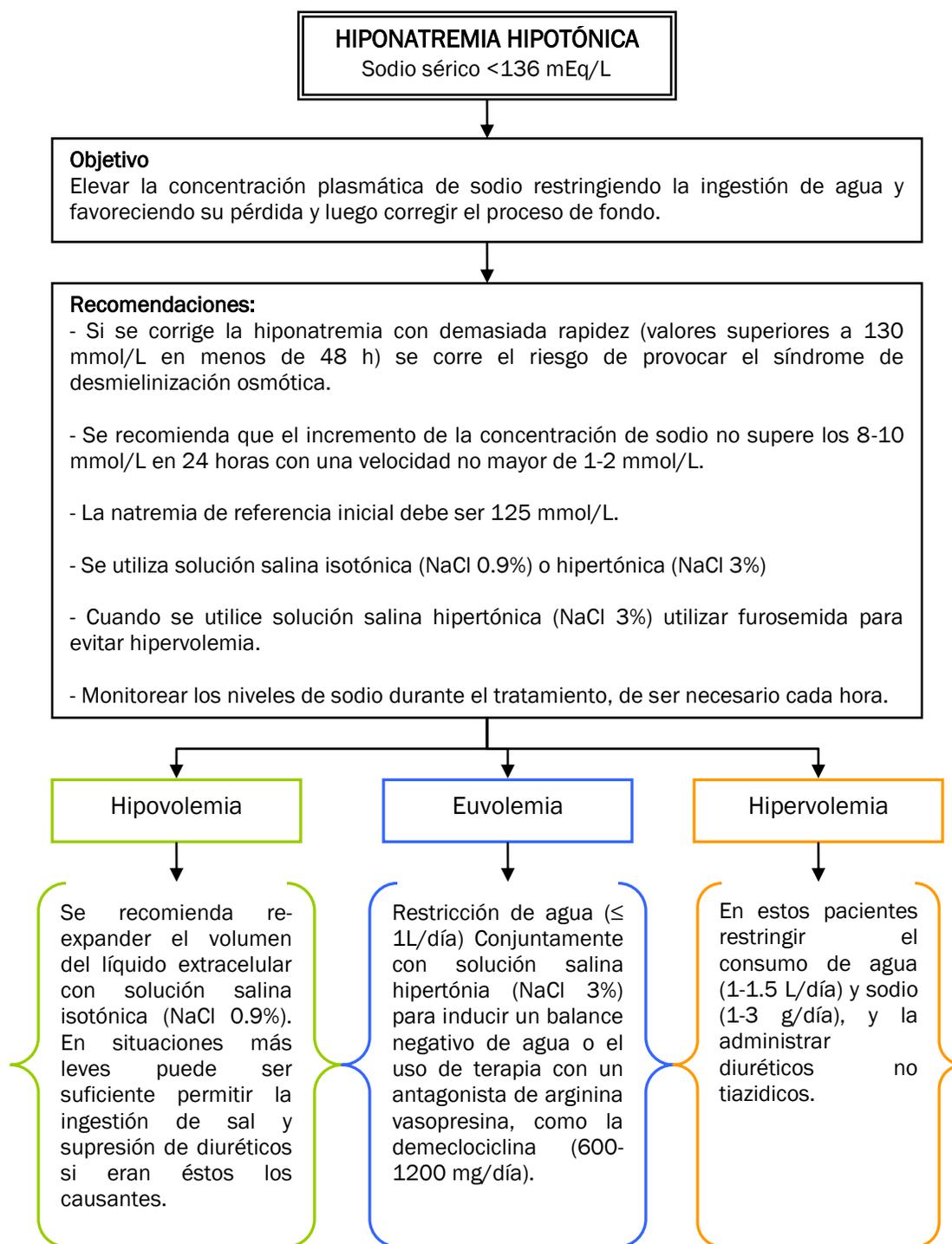
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PACIENTES CON HIPONATREMIA O HIPERNATREMIA

No: _____

Nombre:	Edad:	Sexo:
Motivo de consulta:		
Historia médica:		
Historia social:		
Medicamentos:		
Alergias:		
General:		
Signos vitales:		
Examen físico:		
Laboratorios:		
Diagnóstico:		
Tratamiento:		
Observaciones:		

Figura 2. Propuesta de Diagrama de flujo para el tratamiento de hiponatremia

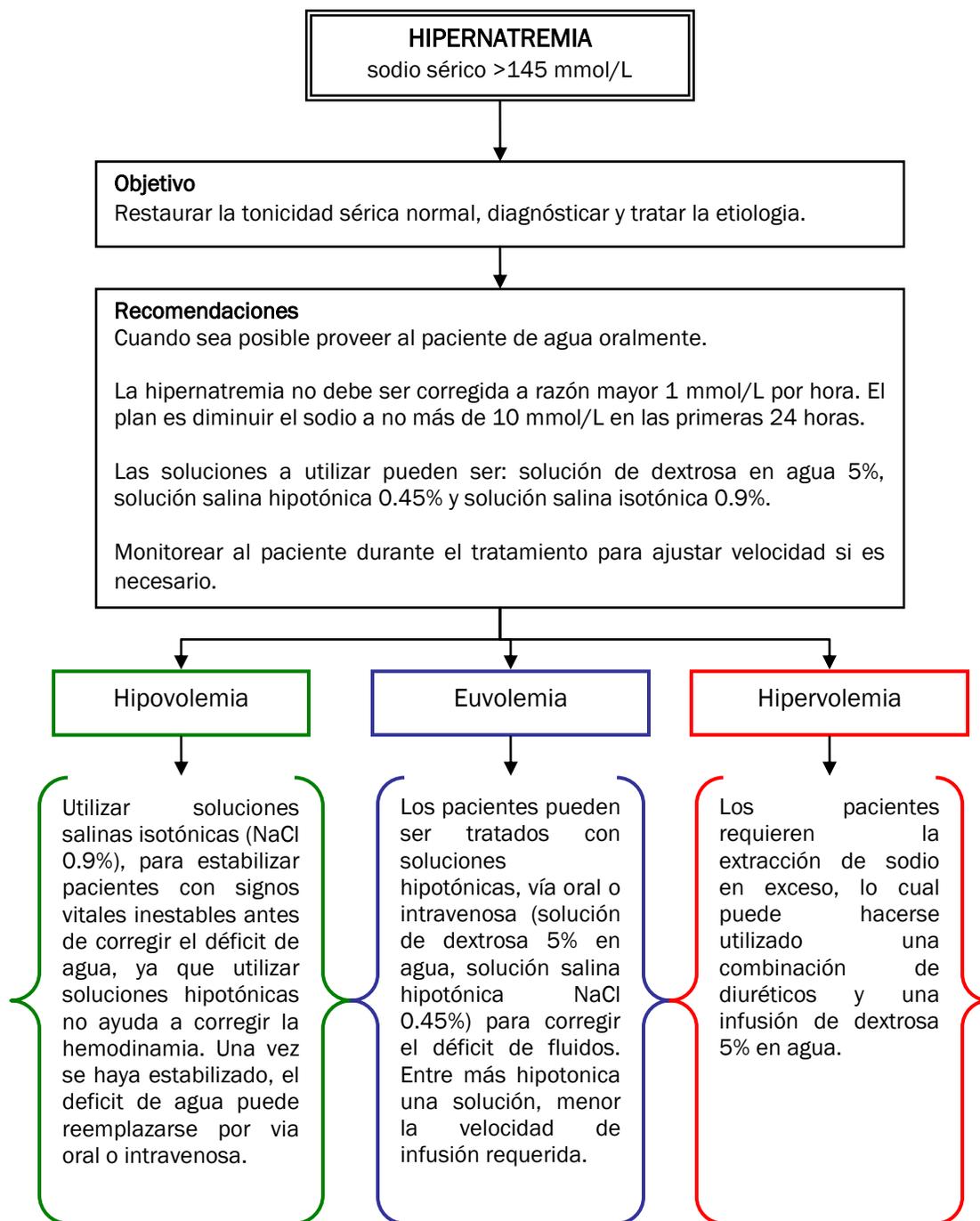
(5,13,15,16)



* La hiponatremia intensa y sintomática debe tratarse con una solución salina hipertónica (NaCl 3%) para elevar la concentración de sodio en un rango de 1-2 mmol/L/hora en las primeras 3 a 4 horas y suspender hasta que mejoren los síntomas, monitoreando los niveles de sodio. Tras mejorar los síntomas reducir la velocidad de reposición a 0.5 mmol/L/h.

Figura 3. Propuesta de diagrama de flujo para el tratamiento de hipernatremia

(13,15,16,18)



Cuadro 3. Fórmulas utilizadas en el manejo de hiponatremia e hipernatramia y características de infusiones ^(2,1,3)

<i>Fórmula</i>		<i>Uso clínico</i>
1. Deficit de agua (L) = $TBW * \frac{[Na] \text{ actual} - 140}{140}$ TBW = (0.6 [‡] * peso Kg)		Calcula la cantidad de agua necesaria para corregir el déficit.
2. Cambio en Na ⁺ plasmático = $\frac{\text{infusión Na}^+ - \text{Na}^+ \text{ plasmático}}{TBW + 1}$		Estima el efecto de 1 L de cualquier infusión en el Na ⁺ plasmático
3. Cambio en Na ⁺ plasmático = $\frac{(\text{infusión Na}^+ + \text{infusión K}^+) - \text{Na}^+ \text{ plasmático}}{TBW + 1}$		Estima el efecto de 1L de cualquier infusión que contenga Na ⁺ y K ⁺ en el Na ⁺ plasmático
<i>Infusión</i>	<i>Na⁺ en infusión (mmol/L)</i>	<i>Distribución en el fluido extracelular (%)</i>
Para hiponatremia e hipernatremia		
0.9% cloruro de sodio en agua	154	100
Solución lactato de Ringer	130	97
0.45% cloruro de sodio	77	73
0.2% cloruro de sodio en 5% dextrosa en agua	34	55
5% dextrosa en agua	0	40
Exclusivo de hiponatremia		
5% cloruro de sodio en agua	855	100
3% cloruro de sodio en agua	513	100

‡ Se utiliza 0.6 en niños, 0.6 y 0.5 en hombres y mujeres adultos, 0.5 y 0.45 en hombres y mujeres adultos mayores respectivamente.

Cuadro 4. Valores de referencia para pruebas de laboratorio, útiles en el diagnóstico de hipo e hipernatremia ⁽⁹⁾

<i>Prueba</i>	<i>Tipo*</i>	<i>Valor</i>
Calcio	S	2.2-2.6 mmol/L
Creatinina	S	< 133 µmol/L
Glucosa	P	4.2–6.4 mmol/L
Litio	S	0.6-1.2 mEq/L
Osmolalidad	P	285-295 mOsm/Kg
	O	300-900 mOsm/Kg
Potasio	S	3.5-5 mEq/L
Proteína	S	5.5-8 g/dl
Sodio	S	136-145 mEq/L
	O	Depende la dieta
Triglicéridos	S	< 1.8 mmol/L
Urea	S	3.6-7.1 mmol/L
Hemoglobina	P	1-5 mg/dl
Hematocrito	WB	41.0–53.0% ♂
		36.0–46.0% ♀
Globulos blancos		3.4-10x10 ⁹ /L
Conteo plaquetas	WB	150–350x10 ³ /mm ³
Albumina	S	3.5–5.5 g/dl

* Se refiere al fluido corporal donde se requiere la prueba. S= sérico, P= plasma y O= orina, WB= sangre completa.

VII. DISCUSIÓN

El principal objetivo de este estudio fue proponer una guía para el tratamiento de hiponatremia e hipernatremia en pacientes que ingresen a un servicio de emergencia de adultos hospitalario. Esto se hizo mediante la revisión bibliográfica de los lineamientos que se utilizan y realizan para tratar a los pacientes con hiponatremia e hipernatremia. A partir de la revisión bibliográfica se procedió a realizar una propuesta de guía para el tratamiento de ambos trastornos, en donde se incluye una hoja de recolección de datos de los pacientes, un diagrama de flujo que indica el tratamiento a seguir en cada caso y finalmente, que soluciones utilizar y como dosificarlas.

En la Figura 1, se observa la hoja propuesta de recolección de datos de los pacientes. Para darle el mejor tratamiento a un paciente se requiere de toda la información posible. Primero, se debe conocer el motivo de consulta del paciente ya que ello indicará, mediante signos y síntomas, la causa del trastorno. Así también, la historia médica, la cual muchas veces puede indicar una enfermedad que como consecuencia este provocando cambios en los niveles de sodio. Otro dato importante es la historia social, en la cual se indica el consumo de alcohol, tabaco y dietas que el paciente este llevando.

Otro apartado muy importante son los medicamentos al corriente, se debe recordar que existen medicamentos que provocan tanto el aumento como la disminución en el sodio plásmico y que en muchas ocasiones con el solo hecho de retirar el medicamento la persona regresa a su estado normal.

Los signos vitales también pueden indicar el estado hídrico de un paciente. Los principales signos y síntoma de hiponatremia e hipernatremia se pueden encontrar mediante el examen físico del paciente. Ya que a través de este examen se revisan cada una de las partes de cuerpo. Los exámenes de

laboratorio son complementos que confirmaran el diagnóstico dado por el médico. En el Cuadro 4, se exponen valores de referencia de los laboratorios más importantes que deben tomarse en cuenta en los pacientes hiponatremicos e hipernatremicos. Estos serán los que deben evaluarse cada cierto tiempo durante el tratamiento del paciente para verificar que el tratamiento dado es efectivo. Además, de indicar que la dosificación es la correcta o si debe reajustarse la dosis.

A partir del diagnóstico dado por el médico, el cual de acuerdo a la historia clínica del paciente se espera sea hiponatremia o hipernatremia, se procederá a indicar el tratamiento más indicado para el paciente. En las Figuras 2 y 3, se observa el diagrama de flujo a seguir en cualquiera de los dos casos. Estos diagramas indican el objetivo del tratamiento, algunas recomendaciones que deben tomarse en cuenta al momento de administrar la solución correctora de electrolitos y el tratamiento específico para cada clasificación de hiponatremia e hipernatremia. La clasificación se basa principalmente en la causa del trastorno del sodio (Cuadro 1 y 2).

El tratamiento no solo consiste en el tipo de solución a utilizar para reestablecer la concentración de sodio, sino la velocidad con la cual se debe reestaurar y administrar el tratamiento. Esto se hace mediante fórmulas en las que se toma en cuenta la concentración de sodio de la solución (ver Cuadro 3). En los Anexos 1 y 2, se expone la utilización paso a paso de las fórmulas antes mencionadas en casos de pacientes con estos trastornos. Para adoptar el tratamiento propuesto es de suma importancia tomar en cuenta que el paciente debe ser diagnosticado como hiponatremico o hipernatremico.

También, en el Cuadro 3, se indican las soluciones más utilizadas para corregir estos trastornos. Hay soluciones que pueden ser utilizadas en ambos trastornos y hay otras que son exclusivas para hiponatremia. Para cada solución se indica la concentración de sodio que aportará al momento de ser utilizada y

su distribución en el fluido extracelular. Al momento de establecer la propuesta de guía en un hospital se debe tomar en cuenta la disponibilidad de estas soluciones o bien ver la posibilidad de introducir estas soluciones para un mejor tratamiento del paciente.

La guía que se propone será de uso exclusivo en pacientes que cumplan con criterios como: pacientes comprendidos entre 18 y 65 años de edad que sean ingresados a un servicio de emergencia de adultos hospitalario por manifestar hiponatremia o hipernatremia. Esto debido a que pacientes mayores de 65 años tienen las funciones vitales disminuidas lo cual los hace pacientes delicados a tratar. Otra población que debe ser excluida para la utilización de esta guía son los pacientes que presenten enfermedades como insuficiencia renal, insuficiencia hepática, insuficiencia cardíaca y oncológicas. Debido a que no se cuenta con la experiencia para tratar a estos que por su condición son muy delicados de tratar.

Finalmente, la importancia de adoptar guías de tratamiento en el ámbito hospitalario es unificar criterios de atención al paciente. Esto de alguna forma ayuda también a disminuir costos, porque se evita que el paciente reciba un tratamiento empírico que posiblemente no sea efectivo y se gasten insumos. También, es importante mencionar que si tanto a un médico como a un farmacéutico desde que es estudiante se le enseña mediante guías de diagnóstico y tratamiento respectivamente, su trabajo en el hospital sería más organizado y cada uno desempeñaría el papel que le corresponde como profesional.

VIII. CONCLUSIONES

1. A través de las revisiones bibliográficas realizadas fue posible proponer una guía para el tratamiento de hiponatremia e hipernatremia en pacientes ingresados a un servicio de emergencia de adultos hospitalario.
2. La guía de tratamiento propuesta tiene un diseño tal que incluye desde la recolección de datos del paciente al momento del ingreso al hospital hasta su tratamiento farmacológico.
3. Una de las limitantes de esta guía de tratamiento es su utilización exclusiva en pacientes comprendidos entre 18 y 65 años de edad que no padezcan enfermedades como insuficiencia renal, hepática, cardíaca y oncológica.

IX. RECOMENDACIONES

1. Llevar a la práctica la guía para el tratamiento de hiponatremia e hipernatremia de acuerdo con las necesidades del hospital realizando un estudio para evaluar las deficiencias y fortalezas del tratamiento actual.
2. Establecer ambas guías de tratamiento en conjunto entre el departamento de Unidosis y el departamento de Medicina Interna del hospital. Mediante un programa piloto en el servicio de emergencia de adultos.
3. Capacitar a estudiantes de medicina y médicos sobre el uso de ambas guías. Y que desde el primer año de residencia se capacite a los médicos.
4. Tomar muy en cuenta la disponibilidad de soluciones correctoras de electrolitos o bien ver la posibilidad que existe de introducir nuevas soluciones, por ejemplo, solución salina NaCl 3%, que ayuden a un mejor tratamiento del paciente.
5. Diseñar y establecer una guía para el tratamiento de hiponatremia e hipernatremia en pacientes con insuficiencia renal, insuficiencia hepática e insuficiencia cardíaca realizando un estudio observacional del tratamiento en estos pacientes ya que deben considerarse factores propios del paciente y su enfermedad.
6. Complementar ambas guías de tratamiento con un guía para el diagnóstico de hiponatremia e hipernatremia elaborado por un médico residente para un mejor manejo del trastorno en los pacientes.

X. LITERATURA CITADA

1. Adrogué, H.J.; Madias, N.E. *Hypernatremia*. New England Journal of Medicine. 2000, 342:1493-1499.
2. Adrogué, H.J.; Madias, N.E. *Hyponatremia*. New England Journal of Medicine. 2000. 342: 1581-1589.
3. Brauwald, E.; *et al.* *Principios de Medicina Interna*. 15ª edición. Volumen 1. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. deC.V. México, 2002. 325-330 pp.
4. Chubb, P. *Hyponatremia Treatment Guidelines 2007: Expert Panel Recommendations*. Clinical Biochemistry Review. 2009. 30: 35-38
5. Escott-Stump, S. *Nutrición, diagnóstico y tratamiento*. 5ª edición. McGraw-Hill Interamericana. México, 2005. 584 y 588 pp.
6. Ewald, G.A.; McKenzie, C.R. *Manual of Medical Therapeutics*. 28ª edición. Department of Medicine, Washington University. USA, 1995. 44 – 50 pp.
7. Farreras, P.; Rozman C. *Medicina Interna*. 14ª edición. Ediciones Harcourt, S.A. España, 2000.
8. Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, P. *Metodología de la Investigación*. 2ª edición. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. México, 1998. 60-62, 184-188 pp.
9. Kratz, A.; Ferraro, M.; Sluss, P.; Lewandrowski, K. *Laboratory reference values*. The New England Journal of Medicine 2004; 351: 1548-63
10. Liamis, G.; Tsimihodimos, V.; Dourmas, M.; Spyrou, A.; Bairaktari, E.; Elisaf, M. *Clinical and laboratory characteristics of hypernatraemia in an internal medicine clinic*. Nephrology Dialysis Transplantation. 2008. 23: 136-143
11. Montgomery, D.C.; Runger, G.C. *Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería*. 2ª edición. Limusa Wiley. México, 2005.
12. Palevsky, P.M.; Bhagrath, R.; Greenberg, A. *Hypernatremia in hospitalized patients*. Annals of Internal Medicine 1996; 124: 197-203.

13. Reddy, P.; Mooradian, A.D. *Diagnosis and management of hyponatraemia in hospitalized patients*. The International Journal of Clinical Practice 2009; 63 (10): 1494-1508.
14. Reynolds, R.M.; Padfield, P.L.; Seckl, J.R. *Disorders of sodium balance*. British Medical Journal 2006; 332: 702-5
15. Roversi, M.A.; Matijasevic, E. *Trastornos del sodio*. En: Guías para manejo de urgencias: Tomo II. 3ra edición. Ministerio de la Protección Social. Colombia 2009. 695-703 pp.
16. Smellie, W.S.A.; Heald, A. *Hyponatraemia and hypernatraemia: pitfalls in testing*. British Medical Journal 2007; 334: 473-6
17. Smellie, W.S.A.; Hampton, K.K.; Bowlees, R.; et al. *Best practice in primary care pathology: review 8*. Journal of Clinical Pathology 2007; 60: 740-748.
18. Stelfox, H.T.; et al. *The epidemiology of intensive care unit-acquired hyponatraemia and hypernatraemia in medical-surgical intensive care units*. Critical Care. 2008. 12 (6)
19. Stephanides, S.L. *Hypernatremia*. Medscape 2009. obtenido el 01/08/2010 desde www.emedicine.com/emerg/topic263.htm

XI. ANEXOS

Anexo 1. Ejemplos para calcular la dosis de administración de infusión en pacientes hiponatremicos. * (2)

- Ejemplo 1

“Una mujer de 32 años tuvo tres convulsiones tonico-clónicas dos días después de una apendicectomía. Recibió 20mg de diazepam y 250mg de fenitoina IV, fue entubada y dejada con ventilación mecánica. Durante el primer día después de la cirugía se le dejó 3 litros de solución 5% dextrosa y seguidamente la paciente tomó una gran cantidad de agua. Clínicamente, ella está euvolemica y pesa 46Kg. Ella estaba en estupor y respondía al dolor, pero no a comandos simples.

Na ⁺	K ⁺	Osm plasma	Osm orina
112 mmol/L	4.1 mmol/L	228 mOsm/Kg H ₂ O	510 mOsm/Kg H ₂ O

La hiponatremia hipotónica en esta paciente es el resultado de la retención de agua causada por la deficiencia en excreción de agua asociada a su estado post-operatorio.

El tratamiento incluye la restricción de agua, una infusión 3% de NaCl y la administración de 20mg de furosemida IV. Se utiliza una solución 3% NaCl porque presenta hiponatremia severa sintomática y es necesario aumentar rápidamente su concentración de sodio. La combinación de solución 3% NaCl con furosemida se utiliza para limitar el tratamiento a inducir una expansión del volumen del líquido extracelular.

Según la fórmula 2 en el Cuadro 3, se puede estimar que la retención de 1L de infusión 3% NaCl incrementará el sodio sérico en 16.7 mmol/L. Sabiendo que la solución 3% NaCl contiene 513 mmol/L de sodio.

$$\begin{aligned} \text{TBW} &= 0.5 * \text{peso Kg} \\ \text{TBW} &= 0.5 * 46 = 23 \text{ litros} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cambio en Na}^+ \text{ plasmático} &= \frac{\text{infusión Na}^+ - \text{Na}^+ \text{ plasmático}}{\text{TBW} + 1} \\ \text{Cambio en Na}^+ \text{ plasmático} &= \frac{513 - 112}{23 + 1} = 16.7 \text{ mmol/L} \end{aligned}$$

* Son ejemplos directamente transcritos del New England Journal of Medicine.

Dados los síntomas graves de la paciente, la meta inicial es incrementar la concentración de sodio en 3 mmol/L en las siguientes 3 horas. Generalmente, se recomienda elevar la concentración de sodio en un rango de 1-2 mmol/L/h en las primeras 3-4 horas. Esto es 0.18 L de la solución hipertónica o más específico 60mL de 3% NaCl por hora.

$$\text{L de solución} = \frac{3\text{mmol}}{16.7\text{mmol/L}} = 0.18 \text{ L de solución}$$

$$\text{mL de solución/hora} = \frac{0.18 \text{ L}}{3 \text{ hora}} * 1000\text{mL} = 60\text{mL/h solución } 3\% \text{ NaCl}$$

Inicialmente cada 2-3 horas monitorear la concentración de sodio para ver si es necesario un ajuste en la velocidad de infusión.

Tres horas más tarde, la concentración de sodio se incremento a 115mmol/L y las convulsiones pararon, pero sigue sin responder. La meta ahora es incrementar el sodio por 3mmol/L en 6 horas con la ayuda de la solución 3% NaCl. La velocidad de infusión se calcula nuevamente y da 30 mL/h. Nueve horas después la concentración de sodio llego a 119 mmol/L, no hay actividad convulsiva y la paciente responde a comandos simples. Se descontinúa la solución 3% NaCl, pero se mantiene un constante monitoreo del estado clínico de la paciente y su concentración de sodio.”

- Ejemplo 2

“Un hombre de 58 años con carcinoma microcelular de pulmón presenta una confusión severa y letargia. Clínicamente su estado es euvolemico. Su peso es de 60 Kg.

Na ⁺	K ⁺	BUN	Scr	Osm Plasma	Osm orina
108 mmol/L	3.9 mmol/L	5 mg/dl	0.5 mg/dl	220 mOsm/Kg H ₂ O	600 mOsm/Kg H ₂ O

Provisionalmente se diagnóstico el SIADH inducido por el tumor. Basándose en la presencia de hiponatremia hipotónica y concentración de orina en un paciente euvolemico, así como la ausencia de historia de uso de diuréticos y la falta de evidencia de hipotiroidismo o hipoadrenalismo.

El tratamiento incluye la restricción de agua, una infusión 3% de NaCl y la administración de 20mg de furosemida IV. Se utiliza una solución 3% NaCl porque presenta hiponatremia severa sintomática y es necesario aumentar rápidamente su concentración de sodio. La combinación de solución 3% NaCl con furosemida se utiliza para limitar el tratamiento a inducir una expansión del volumen del líquido extracelular.

Según la fórmula 2 en el cuadro 3, se puede estimar que la retención de 1L de infusión 3% NaCl incrementará el sodio sérico por 10.9 mmol/L. Sabiendo que la solución 3% NaCl contiene 513 mmol/L de sodio.

$$TBW = 0.6 \cdot 60 = 36 \text{ litros}$$

$$\text{Cambio en Na}^+ \text{ plasmático} = \frac{\text{infusión Na}^+ - \text{Na}^+ \text{ plasmático}}{TBW + 1}$$

$$\text{Cambio en Na}^+ \text{ plasmático} = \frac{513 - 108}{36 + 1} = 10.9 \text{ mmol/L}$$

La meta inicial es incrementar la concentración de sodio por 5 mmol/L en las siguientes 12 horas. Se recomienda el incremento de al menos 10-12 mmol/L en 24 horas. Esto es 0.46 L de la solución hipertónica o más específico 38 mL 3% NaCl por hora.

$$\text{L de solución} = \frac{5 \text{ mmol}}{10.9 \text{ mmol/L}} = 0.46 \text{ L de solución}$$

$$\text{mL de solución/Hora} = \frac{0.46 \text{ L}}{12 \text{ horas}} * 1000 \text{ mL} = 38 \text{ mL/h solución 3\% NaCl}$$

Doce horas después de su admisión, la concentración de sodio se incremento a 114 mmol/L. El paciente presentaba letargia moderada, pero fácilmente excitable. La solución hipertónica es retirada, pero la restricción de fluidos y la constante monitorización de paciente continua.”

Anexo 2. Ejemplos para calcular la dosis de administración de infusión en pacientes hipernatremicos.^{† (1)}

- Ejemplo 1

“Un hombre de 76 años se presenta con el estado mental severamente alterado, mucosas membranosas secas, disminución en la turgencia de la piel, fiebre, taquipnea y una presión arterial de 142/82 mmHg sin cambios ortostáticos.

$$\text{Na}^+ = 168 \text{ mmol/L}$$

$$\text{Peso} = 68 \text{ Kg}$$

Se diagnóstico hipernatremia causada por depleción de agua y perdidas insensibles. El tratamiento es una infusión 5% dextrosa.

Según la fórmula 2 del Cuadro 3 se estima que la concentración de sodio disminuirá por 4.8 mmol/L con una solución de dextrosa 5%. La cual contiene 0 mmol/L de sodio. Se elige esta solución porque la hipernatremia es debido a pérdidas netas de agua pura.

$$\text{TBW} = 0.5 * 68 = 34 \text{ litros}$$

$$\text{Cambio en Na}^+ \text{ plasmático} = \frac{\text{infusión Na}^+ - \text{Na}^+ \text{ plasmático}}{\text{TBW} + 1}$$

$$\text{Cambio en Na}^+ \text{ plasmático} = \frac{0 - 168}{34 + 1} = -4.8 \text{ mmol/L}$$

La meta del tratamiento es reducir la concentración de sodio por 10 mmol/L en 24 horas (es la concentración máxima permitida). Por lo tanto 2.1 L de solución son necesarios, pero se debe agregar 1.5 L para compensar las pérdidas obligatorias de agua en 24 horas. Entonces un total de 3.6 L de solución se administrarán en 24 horas a una velocidad de 150 mL/h.

$$\text{L de solución} = \frac{10 \text{ mmol}}{4.8 \text{ mmol/L}} = 2.1 \text{ L de solución}$$

$$\text{mL de solución/hora} = \frac{3.6 \text{ L}}{24 \text{ horas}} * 1000 \text{ mL} = 150 \text{ mL/h solución 5\% Dextrosa}$$

Los 1.5 L de solución extra se calculan utilizando la fórmula 1 del Cuadro 3. El paciente tiene un déficit de 6.8 L de líquidos, el cual debe ser administrado en 48 horas. Es decir que 3.4 L en 24 horas, pero como ya se calculo 2.1 L de solución ya solo es necesario aproximadamente 1.5 L de solución para cubrir el déficit de líquidos.

[†] Son ejemplos directamente transcritos del New England Journal of Medicine.

$$\text{Deficit de agua (L)} = \text{TBW} * \frac{[\text{Na}] \text{ actual} - 140}{140}$$

$$\text{Deficit de agua (L)} = 34 * \frac{168 - 140}{140} = 6.8\text{L}$$

Es importante monitorear la concentración de glucosa y en el primer indicio de hiperglicemia administrar insulina. Además, vigilar el estado clínico del paciente y los valores de laboratorio en un periodo de 6 a 8 horas. Lo cual dirá si es necesario un reajuste en el tratamiento.

- Ejemplo 2

“Una mujer de 58 años, post-operada del íleo esta bajo succión nasogastrica. Ella tiene un estado mental alterado, la turgencia de su piel está disminuida y presenta hipotensión ortostatica moderada. Su peso es de 63Kg.

Na ⁺	K ⁺
158 mmol/L	4 mmol/L

Se diagnosticó hipernatremia causada por perdida de fluido hipotónico. Se indicó tratamiento con solución salina hipotónica 0.45%. Se elige esta solución porque el estado hemodinámico de la paciente no garantiza el uso de una solución 0.9% NaCl, la cual sería la indicada. Y utilizar una solución 5% dextrosa no es posible por su estado post-operatorio, ya que no permitiría una buena cicatrización.

Según la fórmula 2 del Cuadro 3 se tiene que 1 L de solución 0.45% NaCl reduce el sodio plasmático por 2.5 mmol/L. Sabiendo que 0.45% NaCl contiene 77 mmol/L de sodio.

$$\text{TBW} = 0.5 * 63 = 31.5 \text{ L}$$

$$\text{Cambio en Na}^+ \text{ plasmático} = \frac{\text{infusión Na}^+ - \text{Na}^+ \text{ plasmático}}{\text{TBW} + 1}$$

$$\text{Cambio en Na}^+ \text{ plasmático} = \frac{77 - 158}{31.5 + 1} = -2.5 \text{ mmol/L}$$

La meta es disminuir la concentración de sodio por 5mmol/L en las siguientes 12 horas. Esto permitiría monitorear a la paciente y considerar cambios en la solución o velocidad de infusión. Por lo tanto, 2 L de la solución son necesario, pero para compensar las perdidas de fluidos gastricos se agrega 1L más. Un total de 3L deben administrarse en las siguientes 12 horas, es decir 250 mL/h.

$$\text{L de solución} = \frac{5\text{mmol}}{2.5\text{mmol/L}} = 2\text{ L de solución}$$

$$\text{mL de solución/Hora} = \frac{3\text{ L}}{12\text{ horas}} * 1000\text{mL} = 250\text{ mL/h solución } 0.45\% \text{ NaCl}$$

El 1L de solución extra se calcula utilizando la fórmula 1 del Cuadro 3. El paciente tiene un déficit de 4.1 L de líquidos, el cual debe ser administrado en 48 horas. Es decir que 2.1 L en 24 horas. En este caso con la solución a administrar vastaría para cubrir el déficit de agua, pero se debe tomar en cuenta que la paciente esta recién operada y eso hace que pierda líquidos, por lo cual es necesario al menos 1L de solución más.

$$\text{Deficit de agua (L)} = \text{TBW} * \frac{[\text{Na}] \text{ actual} - 140}{140}$$

$$\text{Deficit de agua (L)} = 31.5 * \frac{158 - 140}{140} = 4.1\text{ L}$$

Después de 12 horas, el sodio plasmático es 155mmol/L. Presenta fiebre y esta moderadamente somnolienta pero hemodinamicamente estable. Su peso es 64Kg y tiene 32 L de agua corporal.

El médico no está satisfecho con los resultados y decide utilizar una solución 0.2% NaCl. La meta es reducir el sodio plasmático por 10mmol/L en las siguientes 24 horas. El cálculo de esta solución da como resultado una reducción en el sodio por 3.7 mmol/L. Sabiendo que la solución 0.2% NaCl contiene 34 mmol/L de sodio.

$$\text{TBW} = 64 * 0.5 = 32\text{ L}$$

$$\text{Cambio en Na}^+ \text{ plasmático} = \frac{\text{infusión Na}^+ - \text{Na}^+ \text{ plasmático}}{\text{TBW} + 1}$$

$$\text{Cambio en Na}^+ \text{ plasmático} = \frac{34 - 155}{32 + 1} = -3.7\text{ mmol/L}$$

Por lo tanto, es necesario administrar 2.7 L de solución más 2L para compensar perdidas. Un total de 4.7 L se administrarán en 24 horas, es decir 200mL/h.”

$$\text{L de solución} = \frac{10\text{mmol}}{3.7\text{mmol/L}} = 2.7\text{ L de solución}$$

$$\text{mL de solución/Hora} = \frac{4.7\text{ L}}{24\text{ horas}} * 1000\text{mL} = 200\text{ mL/h solución } 0.2\% \text{ NaCl}$$

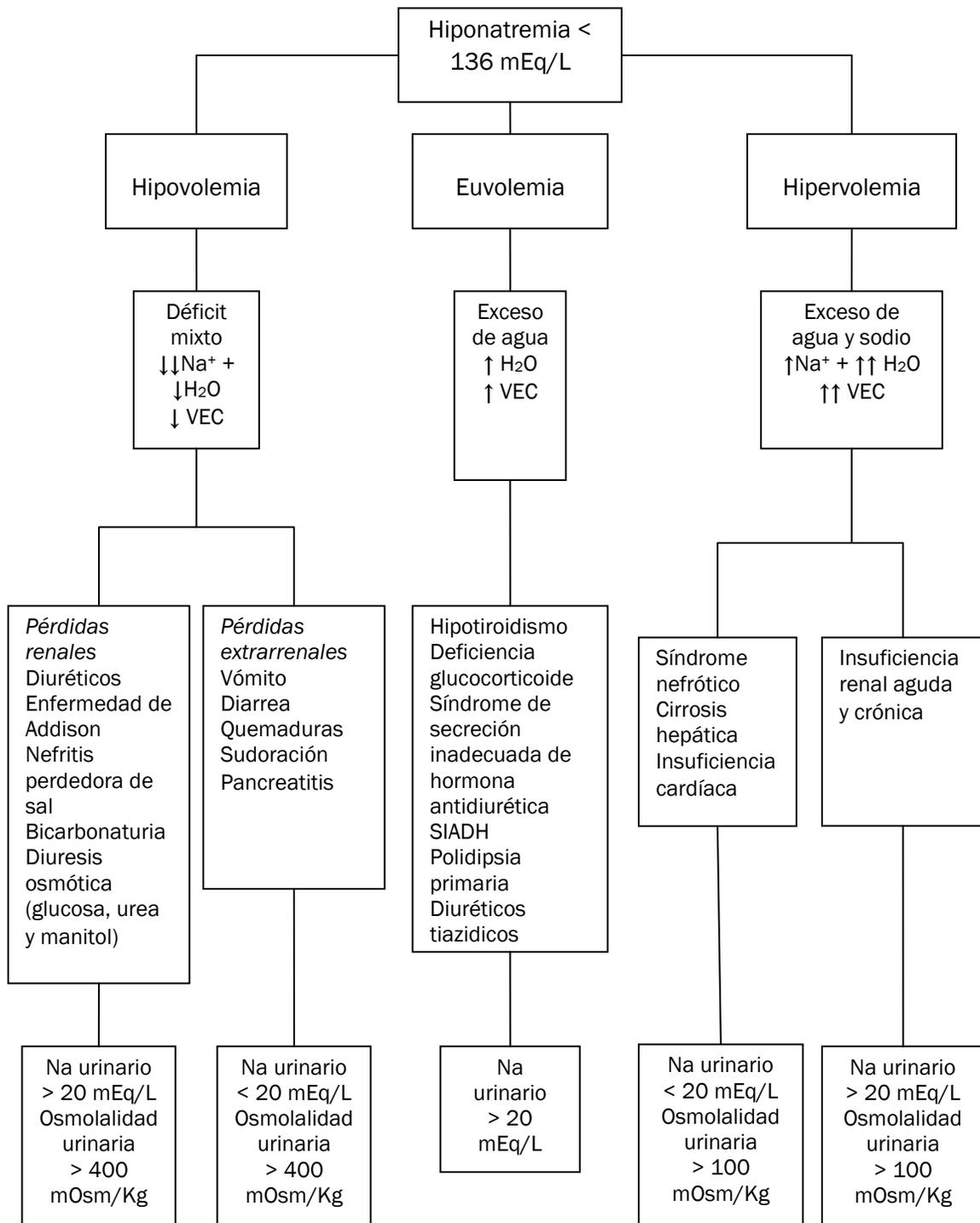
Figura 4. Algoritmo para la clasificación de la hiponatremia ^(7,14)

Figura 5. Algoritmo para la clasificación de la hipernatremia ^(7,14)