



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI  
UMAE HOSPITAL DE PEDIATRÍA**

“Efecto de la hiperhidratación intravenosa sobre la presión arterial en pacientes pediátricos con cáncer que reciben su primer ciclo de quimioterapia”

**TESIS**

Para optar por el grado de especialista en nefrología pediátrica.

**PRESENTA:**

Dra. Citlalli Valera Sarmiento.  
Residente de Nefrología  
Correo-e: athenas85@hotmail.com

**AUTORES:**

Dra. Ma. Alejandra Aguilar Kitsu.  
Jefe Servicio Nefrología  
Correo-e: aleagkit@prodigy.net.mx

Dr. Miguel Ángel Villasís Keever.  
Unidad Investigación Epidemiología Clínica  
Correo-e: miguel.villasis@imss.gob.mx

CD. México a marzo del 2017.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



**"EFECTO DE LA HIPERHIDRATACIÓN INTRAVENOSA SOBRE LA PRESIÓN  
ARTERIAL EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON CÁNCER QUE RECIBEN SU PRIMER  
CICLO DE QUIMIOTERAPIA"**

**JURADO**

\_\_\_\_\_  
Dra. María Alejandra Aguilar Kitsu  
PRESIDENTA

\_\_\_\_\_  
Dra. Julia Rocio Herrera Márquez  
SECRETARIA

\_\_\_\_\_  
Dra. Claudia Del Carmen Zepeda Martínez  
SINODAL



# DEDICATORIA

Le agradezco a Dios por acompañarme y guiarme, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, por los aprendizajes y experiencias en este camino, por que durante estos años de la residencia me ha dado la bendición de ser su instrumento para conservar la vida de muchos de mis pacientes y aliviar su sufrimiento, por que el día de hoy permites que uno de mis sueños se haga realidad.

A mis padres por su amor, por el ánimo infundido y la confianza depositada, por que a pesar de que no siempre coincidieron con mis decisiones, me dieron su apoyo incondicional, como lo han hecho en cada paso que eh dado a lo largo de mi vida.



## ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Resumen.....</b>                         | <b>5</b>  |
| <b>Marco Teórico.....</b>                   | <b>6</b>  |
| <b>Justificación.....</b>                   | <b>12</b> |
| <b>Planteamiento del problema.....</b>      | <b>13</b> |
| <b>Objetivos.....</b>                       | <b>14</b> |
| <b>Materialy Métodos.....</b>               | <b>15</b> |
| <b>Criterios de selección.....</b>          | <b>16</b> |
| <b>Análisis estadístico.....</b>            | <b>19</b> |
| <b>Descripción general del estudio.....</b> | <b>20</b> |
| <b>Aspectos éticos.....</b>                 | <b>21</b> |
| <b>Resultados.....</b>                      | <b>21</b> |
| <b>Discusión.....</b>                       | <b>25</b> |
| <b>Conclusiones.....</b>                    | <b>28</b> |
| <b>Anexos.....</b>                          | <b>29</b> |
| <b>Bibliografía.....</b>                    | <b>32</b> |



## RESUMEN

“Efecto de la hiperhidratación intravenosa sobre la presión arterial en pacientes pediátricos con cáncer que reciben su primer ciclo de quimioterapia”

Dra. Citlalli Valera Sarmiento, Dra. Ma. Alejandra Aguilar Kitsu, Dr. Miguel Ángel Villasís Keever.

### **Antecedentes:**

La hiperhidratación intravenosa consiste en la administración de líquidos a razón de 2,500 a 3,000 ml/m<sup>2</sup>/día a base de solución glucosada al 5% y solución salina 0.9%, dicho volumen equivale al 160% del volumen sanguíneo circulante, se emplea en ciertas patologías oncológicas durante la administración de la quimioterapia con el fin de disminuir la nefrotoxicidad y otros efectos adversos del fármaco, a su vez para contrarrestar la presencia del síndrome de lisis tumoral e hipercalcemia. Se ha demostrado que la expansión de volumen, conduce a un incremento en el retorno venoso y gasto cardiaco, resultando en un aumento de la presión arterial sistémica. En la población pediátrica la presión arterial es un parámetro variable, presentando valores de normalidad que varían según el sexo, y además aumentan progresivamente a lo largo de los años con el crecimiento y desarrollo corporal.

**Objetivo:** Describir el comportamiento de la presión arterial durante la hiperhidratación intravenosa en pacientes pediátricos con cáncer en su primer ciclo de quimioterapia en el hospital de pediatría del CMN SXXI.

**Diseño:** Observacional, descriptivo, longitudinal y prospectivo.

**Materiales y métodos:** Se utilizó un dispositivo portátil de medición de la presión arterial (MAPA), el cual se programó para realizar tomas durante la administración de hiperhidratación intravenosa, cada hora en el día y cada 2 horas en la noche en pacientes que recibieron su primer ciclo de quimioterapia.

### **Universo de estudio:**

Niños entre 6 y 16 años con cáncer de reciente diagnóstico y que no hayan recibido tratamiento.

**Palabras clave:** Hiperhidratación, presión arterial y quimioterapia



## MARCO TEÓRICO

La presión arterial (PA) se define como la medición de la fuerza ejercida contra las paredes de las arterias a medida que el corazón bombea sangre a través del cuerpo generando un volumen de eyección, el cual se refiere a la cantidad de sangre que se expulsa con cada latido cardíaco, está dada en función del volumen sanguíneo, gasto cardíaco (GC) y resistencias vasculares periféricas totales, el GC puede incrementar por aumento del volumen sanguíneo, de la contractilidad del corazón por estimulación nerviosa y de la frecuencia cardíaca. Los cambios en el gasto cardíaco y resistencias periféricas dependen de la interacción de diversos sistemas que actúan interrelacionados entre sí, mientras unos tienden a elevar los niveles de PA como lo es la actividad adrenérgica, el sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA), prostaglandinas vasoconstrictoras, endotelinas y factor atrial natriurético, otros tienden a disminuirlos como el óxido nítrico, prostaglandinas vasodilatadoras, bradikininas. El SRAA juega un papel primordial en la regulación de la presión arterial debido a que regula las resistencias vasculares periféricas directamente a través de efectos de la angiotensina II (AII) y el volumen intravascular indirectamente a través de la acción de la aldosterona.<sup>1,2</sup>

La expansión de volumen intravascular conduce a un incremento en el retorno venoso y el gasto cardíaco generando aumento de la presión arterial sistémica, sin embargo, los efectos de la expansión de volumen se invierten rápidamente si el estímulo que genera la hipervolemia se retira, esto implica que el aumento inicial de las resistencias periféricas es secundario a un estímulo hormonal de la autorregulación que involucra a todos los vasos sanguíneos.<sup>3,4</sup>

En condiciones de normalidad existe un equilibrio constante entre la ingesta y las pérdidas hidroelectrolíticas, las entradas de agua diarias en un individuo proceden de la ingesta libre de agua entre 1.000-1.300 ml, del agua contenida en los alimentos entre 700-1.000 ml, agua endógena generada por la oxidación de las grasas 300 ml, en situaciones especiales existen otras vías de entrada de líquidos como es la dieta administrada por sonda nasogástrica, administración de sueroterapia por vía endovenosa, a su vez las pérdidas diarias de líquidos se producen por diferentes vías de eliminación, los riñones

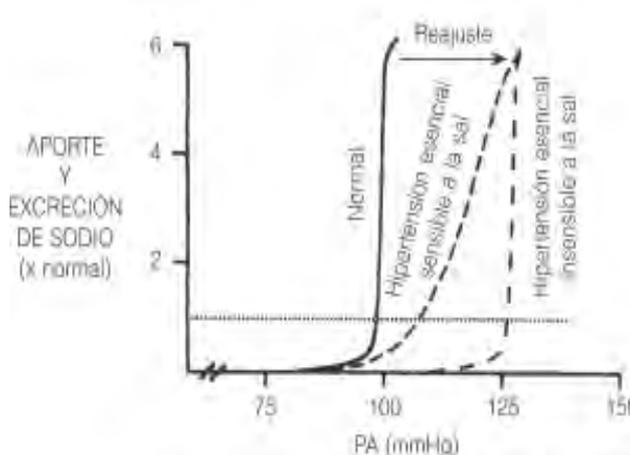
que desempeñan el papel principal en el balance de agua, han sido durante mucho tiempo el centro de la investigación en la hipertensión arterial.<sup>5</sup>

Los glomérulos del riñón de un hombre de 70 kg filtran alrededor de 25,000 mEq de Na y 180 litros de agua por día y reabsorben casi el 99,5% de esta carga filtrada por una variedad de mecanismos de transporte de Na. No es sorprendente, por lo tanto, que los defectos en los mecanismos que alteren el transporte renal de Na pueden contribuir a la ganancia o pérdida neta de agua, produciendo una expansión del volumen plasmático, sin embargo, en todas las situaciones entran en juego mecanismos homeostáticos para proteger contra grandes cambios de volumen, algunos de estos mecanismos pueden alterar la presión sanguínea para defenderse de los cambios de volumen en el plasma.<sup>6</sup> Se considera que el mecanismo por el cual el riñón causa hipertensión es un trastorno de la excreción de sal, existen varias hipótesis que explican este trastorno, Guyton a principios de la década de los 70's estableció la existencia de diferencias en la relación de la PA y excreción urinaria de sodio, la denominada curva de presión-natriuresis entre los normotensos y los hipertensos. En los normotensos el incremento de la PA lleva a un incremento de la excreción urinaria de sodio (fenómeno presión – natriuresis, que permite la normalización de la PA), en los hipertensos se produce un reajuste de la curva con desplazamiento de la misma hacia la derecha, de forma que para excretar la misma cantidad de sodio se precisarán valores más elevados de PA.<sup>7</sup>

Puede existir una desviación de toda la curva hacia la derecha o disminución de la pendiente, según el tipo de alteración renal que, a su vez, es reflejada por la diferente sensibilidad al Na.

Una desviación hacia la derecha (no sensible al Na) obedece a vasoconstricción de

las arteriolas aferentes, como ocurre en la hipertensión renovascular e HTA





esencial. Un aplanamiento de la pendiente (sensible al Na) se debe a disminución de ultrafiltración glomerular o al aumento de la reabsorción tubular de Na, como ocurre en hipertensión en individuos de raza negra, glomerulonefritis, hiperaldosteronismo primario y diabetes. Existen diversos factores que actúan como mecanismos de reajuste de la relación presión-natriuresis, el SRAA (el más importante), la actividad del Sistema nervioso simpático (SNS), el factor natriurético auricular, los metabolitos del ácido araquidónico y el óxido nítrico. El SRAA en la hipertensión arterial esencial no se inhibe por el aumento de presión en el aparato yuxtglomerular, esto conduce a la disminución de la capacidad de la excreción renal de sodio y desplaza la curva hacia la derecha. El bloqueo del SRA desplazaría de nuevo la curva hacia la normalidad, la excreción renal de sodio se eleva con niveles más bajos de PA, manteniendo así el balance de sodio sin expansión de la volemia.<sup>7,8</sup>

Se han descrito factores hipertensinogénicos como la obesidad, la resistencia a la insulina, la ingesta elevada de sal en pacientes sensibles a la sal, el sedentarismo, la diabetes mellitus, el estrés entre otros, con respecto a la obesidad esta ha sido ampliamente reconocida como un factor de riesgo para el desarrollo de HTA, es común en todas las sociedades desarrolladas y ha sido observada con una alta frecuencia entre niños, el mecanismo por el cual la obesidad y la distribución de la grasa a nivel abdominal provoca un mayor riesgo de HTA no es conocido, se ha observado que la pérdida de peso se correlaciona con una disminución de las cifras de PA.<sup>9,10,11</sup>

La resistencia a la insulina es un trastorno metabólico que se manifiesta por una reducción en la utilización de la glucosa en el músculo esquelético periférico, el hecho de que ciertos grupos étnicos no presenten asociación entre la resistencia a la insulina y la hipertensión significa probablemente, que están participando tanto mecanismos genéticos como fenómenos ambientales, que contrarrestan la influencia de la insulina. No todos los individuos que presentan resistencia a la insulina son hipertensos y la mayoría de los hipertensos no obesos, no presentan resistencia a ella, sin embargo, ambas alteraciones se presentan juntas con una frecuencia mucho mayor de lo que se esperaría por azar. La insulina favorece la retención renal de sodio (Na) con el consecuente aumento del volumen intravascular, incrementa las resistencias



periféricas y el GC, favoreciendo la proliferación de las células musculares lisas, facilitando la aterogénesis, incrementando la concentración de calcio intracelular y aumentando la resistencia vascular.

La elevada ingesta de sal que genera un aporte excesivo de Na induce hipertensión por aumento del volumen sanguíneo y de la precarga, lo cual eleva el gasto cardíaco.<sup>4,12</sup> El estrés es un estimulante evidente del sistema nervioso simpático, los individuos hipertensos y los que probablemente presentarán hipertensión sufren mayor estrés o responden a él de una manera diferente, las personas expuestas al estrés psicógeno pueden desarrollar hipertensión más frecuentemente que quienes no lo sufren, incluso en individuos jóvenes sanos se ha demostrado disfunción endotelial transitoria después de experimentar estrés mental.<sup>13</sup>

En la población pediátrica la presión arterial es un parámetro muy variable, presentando valores de normalidad que varían según el sexo, y además aumentan progresivamente a lo largo de los años con el crecimiento y desarrollo corporal. Se define HTA cuando la PA sistólica y/o diastólica están por encima del percentil 95 específico para edad, sexo y talla, en 3 ó más ocasiones.<sup>14,15,16</sup>

Un punto de interés considerado en Task Force Report del 2004 son las consideraciones respecto al método para la medida de la PA. Las tablas de PA están basadas en medidas auscultatorias por lo tanto es el método preferido, se basa en la percepción de una serie de ruidos con el estetoscopio, cuando la cápsula se coloca a nivel de la arteria humeral después de haberla comprimido con el manguito del esfigmomanómetro y de efectuar la descompresión paulatina.<sup>1,17,18</sup>

La presencia de HTA en la infancia es consecuencia de una serie de patologías subyacentes, cuya primera manifestación puede ser la elevación de la PA, en general cuando más joven es el niño y más altos son los valores de PA, más posibilidades de que la HTA sea secundaria, siendo las causas de origen renal la más frecuente. La edad de comienzo orienta a las causas más frecuentes.

En condiciones fisiológicas durante el primer mes de vida la PA sistólica aumenta de forma rápida enlenteciéndose posteriormente hasta la edad de cinco años, entre esta edad y el inicio de la pubertad la PA sistólica aumenta a



un ritmo de 1-2 mmHg, y la PA diastólica de 0.5-1 mmHg por año, con mínimas diferencias entre varones y mujeres, la edad comprendida entre 13 a los 18 años se caracteriza por un notable incremento de los valores de PA siendo más evidente en los varones que en las mujeres.<sup>19,20,21</sup>

Se han descrito fármacos que pueden incrementar las cifras de PA como el grupo de quimioterapéuticos que inhiben de la angiogénesis, como los son el bevacizumab, sunitinib, sorafenib, pazopanib, axitinib y regorafenib generando a su vez incremento de las cifras tensionales el cisplatino, la vinblastina, la bleomicina.<sup>22,23</sup> El mecanismo asociado por el que se produce no es del todo entendido, pero se considera que al inhibir el factor de crecimiento derivado del endotelio disminuye la síntesis de óxido nítrico en las arteriolas y otros vasos de resistencia, lo cual provoca vasoconstricción e hipertensión arterial.<sup>24</sup>

En el 2008 se realizó un consenso en el cual se estableció la administración de hiperhidratación intravenosa durante la quimioterapia, la cual consta de un volumen entre 2,500 a 3,000 ml/m<sup>2</sup>sc/día a base de solución glucosada al 5% y solución salina al 0.9%, dependiendo de la patología se agrega un aporte de 50mEq de HCO<sub>3</sub> por cada litro de solución, con lo que se facilita la excreción de metabolitos tóxicos y se reduce la viscosidad de la sangre.<sup>20,27</sup> Los tumores del sistema nervioso central, osteosarcomas, teratomas, leucemias entre otros, así como el grupo de fármacos comprendidos por el cisplatino, la ifosfamida y el methotrexate requieren de hiperhidratación intravenosa para reducir la cantidad del fármaco que llega a nivel intratubular, reduciendo el daño tubular renal sin afectar a la citotoxicidad general.<sup>25</sup> La hiperhidratación intravenosa se emplea a su vez para contrarrestar el síndrome de lisis tumoral (SLT) tríada clásica compuesta de hiperuricemia, hiperfosfatemia e hiperkalemia, asociada a hipocalcemia e insuficiencia renal aguda, aunque esta alteración metabólica puede presentarse antes de iniciar el tratamiento, lo habitual es que se manifieste dentro de los primeros 3 a 5 días de iniciada la quimioterapia, siendo más frecuente en pacientes con tumores grandes o diseminados, con acelerada velocidad de crecimiento y además quimiosensibles como son el linfoma de Burkitt, el linfoma linfoblástico y la leucemia linfoblástica aguda, por lo que, debido a la rápida destrucción de las células tumorales, se produce liberación al torrente sanguíneo de metabolitos intracelulares que la excreción renal o el tamponamiento celular no son capaces de compensar, a su vez la



hiperuricemia causada por la rápida destrucción de los blastos, sobrepasa la capacidad excretora del riñón, conduciendo a la acumulación de ácido úrico que en pH ácido precipita en los túbulos renales, esta precipitación de cristales de ácido úrico provoca insuficiencia renal por uropatía obstructiva; lo que agrava aún más la lisis tumoral es la hiperkalemia debida a la liberación de potasio intracelular y a la falta de depuración por insuficiencia renal aguda.<sup>26</sup> Finalmente, los blastos, especialmente ricos en fosfatos, al destruirse liberan a la circulación este ión, si la solubilidad del fósforo es mayor a 60, se producen cristales de fosfato de calcio que pueden precipitar en los túbulos renales, aumentando la uropatía obstructiva, o pueden provocar hipocalcemia secundaria, esta hipocalcemia puede producir hipotensión, compromiso del ritmo cardiaco y efectos neuromusculares como tetania, calambres, parestesias, laringoespasma, compromiso de conciencia y convulsiones, por lo cual la hiperhidratación es probablemente el factor más crítico, debido a que el aumento en la hidratación generara una mayor tasa de filtración glomerular y un mayor flujo urinario, el objetivo es lograr una diuresis mayor a 100 cc/m<sup>2</sup>/hr y un pH urinario entre 7 y 7.5, debido a que entre estos límites de pH el ácido úrico permanece ionizado sin precipitar.



## JUSTIFICACIÓN

Según lo reportado por el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica en el 2015, el número de pacientes pediátricos con cáncer ha aumentado a lo largo de los últimos años, en nuestro país se registraron 3, 738 casos de cáncer en menores de 19 años, con una incidencia de 11.4 por cada 100 000 habitantes. Por su parte la Organización mundial de la salud reporto en el 2012 1, 691 defunciones en menores de 14 años con una tasa de mortalidad de 5.1 por cada 100 000 habitantes.

En el hospital de pediatría del CMN SXXI el 60% de los ingresos son por causas hematológicas;el 85% de los pacientes que reciben quimioterapia requieren de hiperhidratación intravenosa ( 3,000 ml/m<sup>2</sup>sc/día) sin que hasta el momento existan estudios que evidencien el efecto que genera sobre la presión arterial, por lo que este estudio aportará mediante la toma continua de la presión arterial, un registro que describirá la conducta de las cifras tensionales ante dicho estímulo, evidenciando incremento de la presión arterial en caso de presentarse o demostrar que no existen modificaciones a pesar del volumen administrado, demostrando la necesidad de realizar modificaciones en lo establecido tener la seguridad que dicho volumen no generará efecto deletéreo en la presión arterial.





## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

En el hospital de Pediatría del CMN siglo XXI nos enfrentamos diariamente ante un gran número de paciente oncológicos, los cuales representan el 60% de los ingresos hospitalarios.

A pesar que la hiperhidratación intravenosa que se utiliza durante la administración de ciertos esquemas antineoplásicos equivale al 160% del volumen sanguíneo circulante, con un consecuente incremento del gasto cardiaco, no hay información hasta el momento que describa los efectos sobre las cifras tensionales que induce la hiperhidratación intravenosa, por lo que se planteó la siguiente pregunta.

¿Cuál es el efecto de la hiperhidratación intravenosa sobre la presión arterial en escolares y adolescente durante su primer ciclo de quimioterapia?



## **OBJETIVO GENERAL**

Describir el comportamiento de la PA durante la hiperhidratación intravenosa en pacientes pediátricos con cáncer en su primer ciclo de quimioterapia en el hospital de pediatría del CMN SXXI.

## **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Medir la PA de manera horaria mediante un dispositivo portátil durante el tiempo de administración de hiperhidratación intravenosa de la quimioterapia.



## **MATERIAL Y METODO**

### **LUGAR DONDE SE REALIZARÁ EL ESTUDIO**

Servicios de oncología del Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI, institución de tercer nivel de atención que recibe pacientes referidos de Hospitales Generales de Zona, del sur del Distrito Federal y de los estados de Morelos, Chiapas, Querétaro, Veracruz y Guerrero.

### **DISEÑO DEL ESTUDIO**

Observacional, descriptivo, longitudinal y prospectivo.

### **PERIODO DE ESTUDIO**

1ero de noviembre al 30 enero del 2016.

### **UNIVERSO DE ESTUDIO**

Niños entre 6 y 16 años con cáncer de reciente diagnóstico y que no hayan recibido tratamiento.

### **RECURSOS HUMANOS Y FINANCIAMIENTO**

Residentes del 1ero y segundo año de la subespecialidad de nefrología y médicos adscritos al servicio nefrología del turno matutino y vespertino del Hospital de pediatría del CMN Siglo XXI. Los insumos serán cubiertos por la tesista.

### **RECURSOS MATERIALES**

2 equipos portátiles de monitorización ambulatoria de la presión arterial (anexo 4) que corresponde a parte de la infraestructura del servicio de nefrología del Hospital de pediatría del CMN Siglo XXI.



## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **Criterios de inclusión:**

1. Pacientes masculinos y femeninos.
2. Edad entre 6 y 16 años con 11 meses.
3. Pacientes que se encuentren en su 1er ciclo de quimioterapia y que reciban hiperhidratación intravenosa.
4. Pacientes que firmen el consentimiento informado aceptando su participación en el estudio.

### **Criterios de exclusión:**

- Hipertensión arterial.
- Enfermedad renal crónica estadio III, IV y V.
- Hipertiroidismo.
- Síndrome de lisis tumoral.
- Tumores productores de renina o catecolaminas.
- Tumores compresores renales.
- Pacientes con dolor persistente al inicio del estudio.

### **Criterios de eliminación:**

- Pacientes que se les administren vía intravenosa menos de 2,500 ml/m<sup>2</sup>/día
- Pacientes que durante la hiperhidratación presenten vómito persistente que les produzca deshidratación.
- Dolor persistente durante la administración de la hiperhidratación.
- Pacientes a los cuales se les administre metilprednisolona durante la hiperhidratación.
- Síndrome de lisis tumoral.

## **TAMAÑO DE LA MUESTRA**

En vista que no hay datos para estimar el número de pacientes a analizar, este estudio se considero piloto, por lo que se espero tener al menos 20 pacientes.

## **TIPO DE MUESTREO**

Por conveniencia, de casos consecutivos.



## VARIABLES

| VARIABLE INDEPENDIENTE | DEFINICION CONCEPTUAL   | DEFINICION OPERATIVA   | ESCALA DE MEDICIÓN | CATEGORIA           |
|------------------------|---|--|--------------------|---------------------|
| Hiperhidratación.      | Líquidos intravenosos administrado a 2,500-3,000 ml/m <sup>2</sup> /día durante la administración de la quimioterapia para reducir los efectos secundarios generados por el fármaco. <sup>2</sup> | Volumen intravenoso administrado mayor a 2,500ml/m <sup>2</sup> /24hrs durante la quimioterapia. | Cualitativa.       | Presente<br>Ausente |

| VARIABLE DEPENDIENTE | DEFINICION CONCEPTUAL   | DEFINICION OPERATIVA  | ESCALA DE MEDICIÓN         | CATEGORIA      |
|----------------------|---|---|----------------------------|----------------|
| Presión arterial.    | Es la presión que ejerce la sangre contra las paredes capilares al ser bombeada por el corazón. | Registro de la presión arterial sistólica y diastólica previo y durante toda la hiperhidratación intravenosa mediante un dispositivo de monitorización ambulatoria de la presión arterial, programado para realizar tomas horarias. | Cuantitativa.<br>Continua. | Cifras en mmHg |

| VARIABLE DE CONFUSIÓN                  | DEFINICION CONCEPTUAL  | DEFINICION OPERATIVA  | ESCALA DE MEDICIÓN | CATEGORIA  |
|--|--|---|--------------------|--|
| Fármacos empleados para quimioterapia. | Fármaco empleado en el tratamiento de las enfermedades neoplásicas que impide la reproducción de las células cancerosas. | Nombre del antineoplásico.  | Cualitativa        | Cisplatino.<br>Vincristina.<br>Carboplatino.<br>Ifosfamida.<br>Esteroides. |
| Volumen total de líquido.              | Volumen intravenoso total que recibe el paciente durante la hiperhidratación.  | El total de mililitros administrados intravenosos.  | Cuantitativa       | Mililitros.  |
| Balance hídrico                        | Resultado entre los ingresos y egresos hídricos.   | La cantidad de mililitros resultante entre ingresos (IV y VO) y egresos hídricos (uresis, | Cuantitativa       | Mililitros.  |



|                       |  |   |             |               |
|-----------------------|--|---|-------------|---------------|
|                       |  | perdidas insensibles, evacuaciones)   |             |               |
| Esteroide intravenoso | Glucocorticoide sintético con acciones que se asemejan a las hormonas esteroideas. | Fármaco con acción antiinflamatoria administrado en ciertas patologías oncológicas, durante la administración de quimioterapia. | Cualitativa | Dexametasona. |

| VARIABLES UNIVERSALES | DEFINICION CONCEPTUAL   | DEFINICION OPERATIVA   | ESCALA DE MEDICIÓN | CATEGORIA                                  |
|-----------------------|---|--|--------------------|--|
| Edad                  | Años de vida que tiene el paciente.   | Edad en Años y meses con los que cuenta el paciente al iniciar hiperhidratación. | Cuantitativa       | Años.                                      |
| Sexo                  | Género al que pertenece el paciente.  | Femenino/ Masculino.   | Cualitativa.       | Femenino/ Masculino.                       |
| Tipo de cáncer        | Tumor maligno, duro o ulceroso, que tiende a invadir y destruir los tejidos orgánicos circundantes. | Nombre de la patología oncológica.   | Cualitativa        | Tumores sólidos.<br>Linfomas.<br>Leucemia. |

| VARIABLE EPIDEMIOLOGICA | DEFINICION CONCEPTUAL  | DEFINICION OPERATIVA   | ESCALA DE MEDICIÓN | CATEGORIA |
|-------------------------|--|--|--------------------|-----------|
| Días.                   | Es el tiempo que tarda la tierra desde que el sol está en el punto más alto sobre el horizonte hasta que nuevamente vuelve a estar sobre él. | Días de la semana durante los cuales se administrará hiperhidratación. | Cuantitativa.      | Numérica. |
| Talla.                  | Medida de la estatura del cuerpo humano desde los pies hasta el techo de la bóveda del cráneo.   | Estatura del paciente determinado en centímetros.                      | Cuantitativa.      | Numérica. |



## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se utilizó estadística descriptiva con determinación de frecuencias simples y porcentajes, así como medidas de tendencia central y de dispersión, de acuerdo al tipo de distribución.

## **DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO**

1. Se incluyeron 15 pacientes de reciente diagnóstico oncológico en su primer ciclo de quimioterapia
2. Se tomó la presión arterial con el brazalete adecuado, con el paciente sentado con las piernas colgando, se midió al paciente y se registró la talla, el resultado de la presión arterial se comparó con las tablas de la National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents (anexo ) para establecer que se encontraban dentro de parámetros normales para la talla.
3. Se colocó el equipo de monitorización ambulatoria de la presión arterial al inicio de la hiperhidratación intravenosa en el brazo izquierdo, validado, calibrado y programado previamente, el equipo procedió de manera automática a la medición de las cifras tensionales, se tomó la TA cada hora durante el día ( 8:00 – 20:00hrs) y cada 2 horas durante la noche, completando el estudio al término de la administración de la hiperhidratación, cada 24 horas se recabó la información al conectarlo a una computadora que contaba con el sistema de programación, se descargó la información, posteriormente se recolocó el equipo en el paciente.
4. Se realizó el análisis del total de las determinaciones de las cifras tensionales y se compararon con las tablas de la National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents para determinar el percentil en el que se encontraban.



## **ASPECTOS ETICOS**

El presente estudio se realizo siguiendo lo expuesto en el reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la salud, por las características se considera investigación con riesgo mínimo.

En caso de detectar pacientes con hipertensión arterial durante la realización del estudio, se corroborará y de requerirlo se dará manejo farmacológico.

Se entregará carta de asentimiento a todos los pacientes mayores de 8 años.



## RESULTADOS

Estudiamos de junio del 2016 a enero del 2017 una muestra de 15 pacientes en los que la distribución entre hombres y mujeres fue del 53% a favor de los varones, con una edad promedio de 13 años 4 meses (mínima de 7 años y máxima de 16 años); el seguimiento se dio durante el tiempo que se administró hiperhidratación intravenosa con un promedio de 4 días (mínimo de 3 y máximo de 5), dado que al total de los pacientes se les estudió por 3 días los resultados reportados son sobre dicho lapso de tiempo.

El osteosarcoma fue el tipo de cáncer que se presentó con mayor frecuencia. (Tabla 1).

**Tabla 1. Frecuencia de las enfermedades oncológicas en los 15 pacientes incluidos en el estudio.**

| Tipo de cáncer                    | n (%)      |
|-----------------------------------|------------|
| Osteosarcoma                      | 4 (26.6 %) |
| Tumor de sistema nervioso central | 3 (20%)    |
| Linfoma no Hodking                | 3(20.0%)   |
| Teratoma inmaduro                 | 2 (13.3 %) |
| Tumor germinal                    | 2 (13.3 %) |
| Retinoblastoma                    | 1 (6.6%)   |

El cisplatino y la amifastina fueron los antineoplásicos administrados con mayor frecuencia, se aplicó en el 33.3% de los pacientes (Tabla 2).

**Tabla 2. Antineoplásicos administrados en los 15 pacientes incluidos en el estudio.**

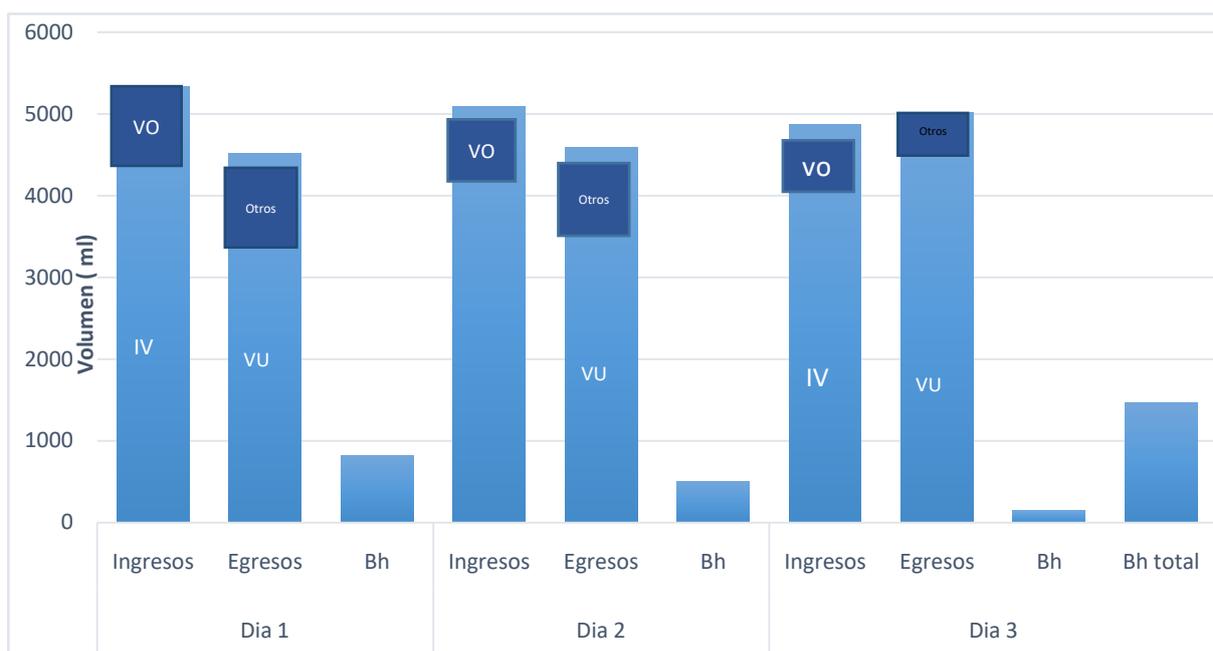
| Fármaco        | n (%)      |
|----------------|------------|
| Amifastina     | 5 (33.3%)  |
| Cisplatino     | 5 (33.3%)  |
| Etoposido      | 4 (26.6)   |
| Ifosfamida     | 4 (26.6)   |
| VP-16          | 2 (13.3 %) |
| Bleomicina     | 2 (13.3 %) |
| Desrazoxane    | 2 (13.3 %) |
| Carboplatino   | 2 (13.3 %) |
| Ara C          | 1 (6.6%)   |
| Ciclofosfamida | 1 (6.6%)   |
| Dacarbazina    | 1 (6.6%)   |
| Epirubicina    | 1 (6.6%)   |



|              |          |
|--------------|----------|
| Methotrexate | 1 (6.6%) |
| Vincristina  | 1 (6.6%) |

Al momento del estudio el 100% de los pacientes tenían función renal normal, con una creatinina sérica promedio de 0.5mg/dl (mínima de 0.36 mg/dl y máxima de 0.70 mg/dl) que corresponde a una tasa de filtrado glomerular de 104 ml/min/1.73

El volumen intravenoso promedio administrado durante la hiperhidratación fue de 3,470 ml/m<sup>2</sup>/día (máximo 3,800 y mínimo de 3,140), el vía oral promedio fue de 583 ml (máximo 898 y mínimo de 326), los egresos promedio fueron de 4,665 ml (máximo 4,761 y mínimo de 4,491), el balance hídrico acumulado promedio de las 72 horas fue positivo de 666 ml. (Figura 1)



**Figura 1. Ingresos, egresos y balance hídrico durante las primeras 72 horas de hiperhidratación intravenosa en los 15 pacientes estudiados.**

Antes del inicio de la hiperhidratación intravenosa las cifras tensionales basales se encontraban dentro de percentiles normales para la talla, la PA sistólica basal promedio fue de 105 mmHg (DE 6.8 / PAS mínima de 95 y

máxima de 115), la PA diastólica basal promedio de 62 mmHg (DE 4.9 / PAD mínima de 55 y máxima de 70).

Durante la primera hora de hiperhidratación intravenosa el 100% de los pacientes incrementaron sus cifras tensionales sistólicas en promedio a 122 mmHg (DE -10.4 / P 0.000), a las 2 horas a 118 mmHg (DE -12 / P 0.002), a las 3 horas a 117 mmHg (DE -8 / P 0.000), a las 4 a 114 mmHg (DE -10.4 / P 0.003), manteniéndose dicho incremento con una significancia estadística hasta las 8 horas de iniciada la hiperhidratación intravenosa regresando a percentiles normales para la talla a la novena hora, con posteriores incrementos que no fueron estadísticamente significativos (figura 2).

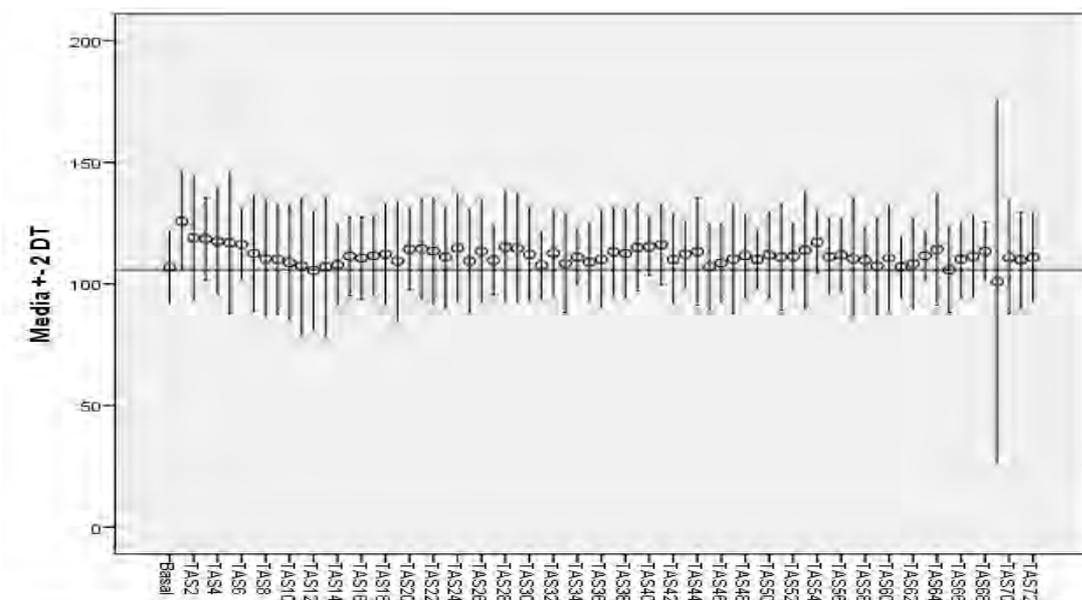
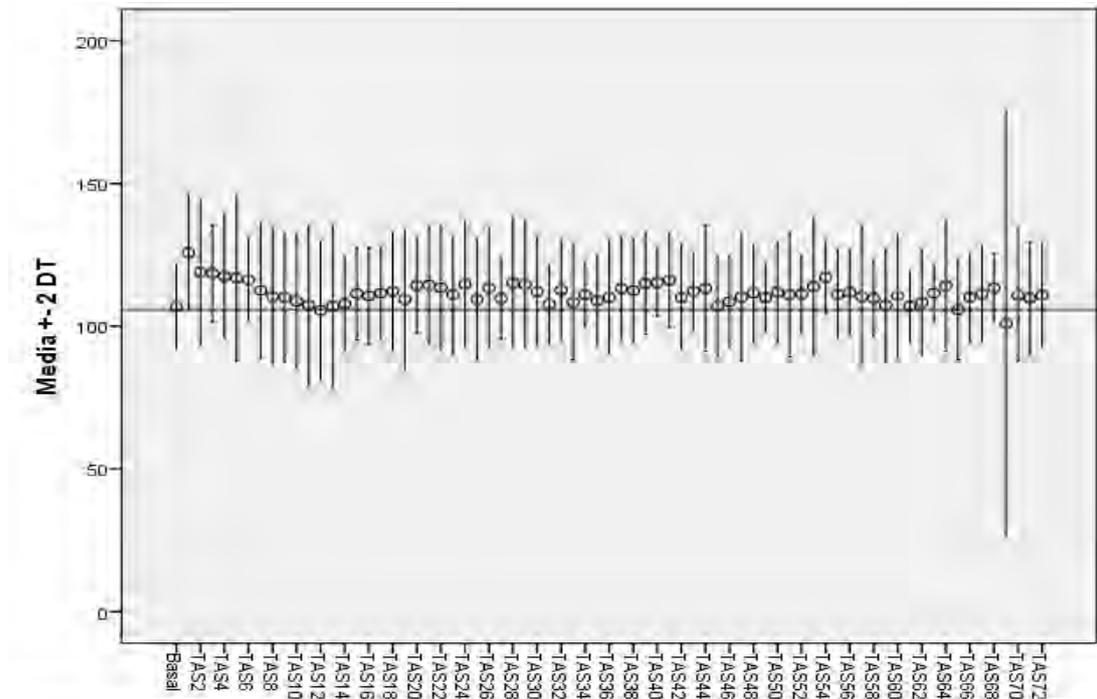


Fig. 2. Cifras de tensión arterial sistólica (TAS) en niños con cáncer en las primeras 72 horas de hiperhidratación

A su vez la PAD también se incrementó en el 100% de los pacientes durante la primera hora de la hiperhidratación intravenosa en promedio a 76 mmHg (DE -7.3 / P 0.000), a las 2 horas a 72 mmHg (DE -8.4 / P 0.003), a las 3 horas a 70.8 mmHg (DE -6.6 / P 0.002), a las 4 horas a 70 mmHg (DE -10.0 / P 0.012), manteniéndose dicho incremento con una significancia estadística hasta las 7 horas de iniciada la hiperhidratación intravenosa regresando a

percentiles normales para la talla a la octava hora, con posteriores incrementos que no fueron estadísticamente significativos (figura 3).



Durante las primeras 3 horas de hiperhidratación 7 pacientes incrementaron sus cifras tensionales sistólicas y diastólicas por arriba del percentil 95 para la talla generando hipertensión arterial grado 1, a la cuarta hora como el resto de los pacientes las cifras tensionales regresaron a percentiles normales.

#### RELACION BALANCE HIDRICO E HIPERTENSION.

Se comparó el grupo de pacientes que presentaron HTA grado 1 versus el grupo que se mantuvo dentro de percentiles adecuados para la talla, en el primer grupo el balance hídrico promedio durante las primeras 24 horas fue de 798 ml, a las 48 horas 98 ml, a las 72 horas negativo en 63 ml, con un balance hídrico acumulado de 833 ml, en el segundo grupo el balance hídrico promedio durante las primeras 24 horas fue de 576 ml, a las 48 horas 105 ml, a las 72 horas negativo en 184 ml, con un balance hídrico acumulado de 498 ml



## DISCUSIÓN

En la población pediátrica la presión arterial es un parámetro muy variable, presentando valores de normalidad que se modifican según el sexo, y además aumentan progresivamente a lo largo de los años con el crecimiento y desarrollo corporal; en condiciones fisiológicas durante el primer mes de vida la presión arterial sistólica aumenta de forma rápida enlenteciéndose posteriormente hasta la edad de cinco años, entre esta edad y el inicio de la pubertad la presión arterial sistólica aumenta a un ritmo de 1-2 mmHg, y la PA diastólica de 0.5-1 mmHg por año, con mínimas diferencias entre varones y mujeres, la edad comprendida entre 13 a los 18 años se caracteriza por un notable incremento de los valores de PA siendo más evidente en los varones que en las mujeres.<sup>19,20.</sup>

Nuestro hospital se ha convertido en pionero en la investigación del efecto de la hiperhidratación intravenosa sobre las cifras tensionales ya que no existía información que describiera el comportamiento de la presión arterial al recibir 3,000 ml/m<sup>2</sup>/día (equivalente al 160% del volumen sanguíneo circulante). Durante el periodo de tiempo incluido en nuestro estudio el cual abarco de junio del 2016 a enero 2017 se encontró que la administración de hiperhidratación intravenosa genero incrementos de las cifras tensionales por arriba del percentil 95 para la talla y sexo, manteniéndose sostenida hasta por 3 horas, dichos incrementos si bien se consideran patológicos no generaron más allá que un grado I de hipertensión arterial; analizando a los pacientes por grupo, los que presentaron hipertensión arterial grado 1 en promedio presentaron balances hídricos ligeramente mayores en comparación con los que mantuvieron sus cifras tensionales en percentiles adecuados para la talla. La Task Force on Blood Pressure Control in Children y the seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure, refieren que la expansión de volumen intravascular conduce a un incremento en el retorno venoso y el gasto cardiaco generando aumento de la presión arterial sistémica, invirtiéndose los efectos de la



expansión de volumen rápidamente si el estímulo que genera la hipervolemia se retira, esto implica que el aumento inicial de las resistencias periféricas es secundario a un estímulo hormonal de la autorregulación que involucra a todos los vasos sanguíneos <sup>1,2</sup>. Sin embargo en nuestro estudio a pesar que dicho volumen intravenoso administrado continuo por un lapsomínimo de 72 horas, la presión arterial regreso a percentiles normales a la cuarta hora de iniciada la administración de hiperhidratación intravenosa. La National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents refiere que el aumento del retorno venoso incrementa el volumen del final de la diástole, repercutiendo en un aumento de la presión diástolica y, consecuentemente, en una mayor distensión de la pared ventricular. Esto ocasiona mayor volumen sistólico, de esta manera el retorno venoso incrementa la presión arterial mediante aumento de una de las dos variables del gasto cardíaco, lo cual se dicta en la ley de Frank-Starling que establece que el corazón posee una capacidad intrínseca de adaptarse a volúmenes crecientes de flujo sanguíneo, es decir, cuanto más se llena de sangre un ventrículo durante la diástole, mayor será el volumen de sangre expulsado durante la subsecuente contracción sistólica, esto significa que la fuerza de contracción aumentará a medida que el corazón es llenado con mayor volumen de sangre.

Si bien el 33% de los pacientes recibieron cisplatino el cual puede causar hipertensión arterial como efecto secundario, la administración del antineoplásico inicio 24 horas posteriores al inicio de la hiperhidratación intravenosa, por lo cual los incrementos evidenciados durante las primeras horas de la hiperhidratación intravenosa no tienen relación con la quimioterapia.

Aunque no fue motivo de nuestro estudio es importante mencionar que el organismo vale de la excreción renal de sodio para mantener en homeostasis el volumen vascular ; Guyton a principios de la década de los 70's estableció la existencia de diferencias en la relación de la presión arterial y la excreción urinaria de sodio, la denominada curva de presión-natriuresis entre los normotensos y los hipertensos, en los normotensos como son los pacientes



incluidos en este estudio, el aumento de la presión lleva a un incremento de la excreción urinaria de sodio fenómeno presión-natriuresis, que permite la normalización de la presión arterial, efecto claramente evidenciado en nuestro grupo de estudio que incluyo a escolares y adolescentes sin embargo desconocemos si dicho comportamiento se presentaría en otro grupo etario; en los hipertensos se produce un reajuste de la curva con desplazamiento de la misma hacia la derecha, de forma que para excretar la misma cantidad de sodio se precisarán valores más elevados de presión arterial.<sup>7,8</sup> Muntner P. Et. Al en su artículo Trends in blood pressure among children and adolescents refieren que un incremento en la presión auricular en respuesta al incremento del volumen plasmático, activa dos mecanismos efectores que estimulan la excreción de sodio, disminuye la actividad nerviosa simpática renal por un mecanismo reflejo, y aumenta la liberación de péptido natriuretico desde los miocitos auriculares.<sup>13,14</sup>

Shengxu Li y Aranal demencionan que en condiciones de normalidad existe un equilibrio constante entre la ingesta y las pérdidas hidroelectrolíticas, las pérdidas diarias de líquidos se producen por diferentes vías de eliminación, los riñones desempeñan el papel principal en el balance de agua.<sup>10</sup> El 100% de los pacientes estudiados tenían la función renal normal, en ellos las pérdidas por esta vía representaron entre el 80 y 90% del líquido administrado, sin embargo no podemos transpolar dicho comportamiento a pacientes que hayan recibido un mayor número ciclos o que presenten daño en la función renal.

El estudio tiene la fortaleza de evidenciar que la hiperhidratación intravenosa es un método seguro con respecto a la presión arterial, demostrando como el organismo a pesar del volumen sanguíneo incrementado mantiene las cifras tensionales dentro de rangos de normalidad.



## CONCLUSIONES

- Los pacientes con cáncerde reciente diagnostico con funcion renal normal bajo hiperhidrataciónincrementan la presión arterial sistólica y diastólica.
- En general las cifras tensionales se mantienen en percentiles adecuados para la edad.
- En aquellos casos en que los incrementos de la presión arterial generaron hipertensión arterial grado 1 después de 3 horas de iniciada la hiperhidratación regresaron a percentiles adecuados para la talla.
- La hiperhidratación intravenosa es un método seguro de administrar con respecto a la presión arterial.



Anexos.

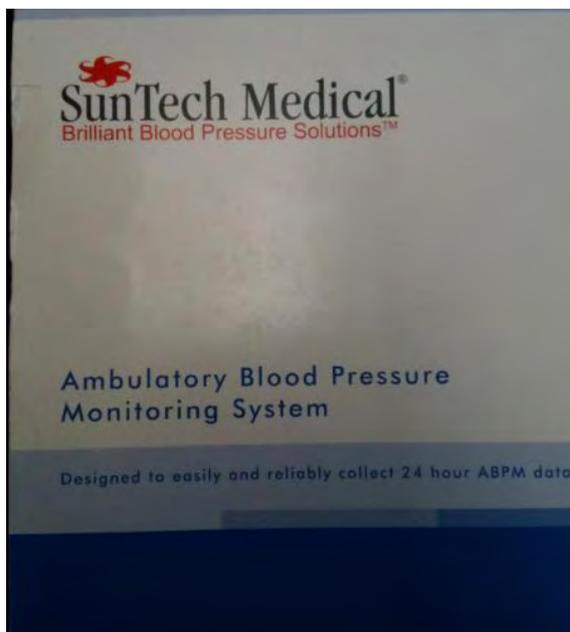
Tabla II. Niveles de TA en niñas según edad y percentil de talla

| Edad | Percentil | SBP mmHg           |     |     |     |     |     |     |    | DBP mmHg           |    |    |    |    |    |  |  |
|------|-----------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--------------------|----|----|----|----|----|--|--|
|      |           | Percentil de talla |     |     |     |     |     |     |    | Percentil de talla |    |    |    |    |    |  |  |
|      |           | 5                  | 10  | 25  | 50  | 75  | 90  | 95  | 5  | 10                 | 25 | 50 | 75 | 90 | 95 |  |  |
| 1    | 50        | 83                 | 84  | 85  | 86  | 88  | 89  | 90  | 38 | 39                 | 39 | 40 | 41 | 41 | 42 |  |  |
|      | 90        | 97                 | 97  | 98  | 100 | 101 | 102 | 103 | 52 | 53                 | 53 | 54 | 55 | 55 | 56 |  |  |
|      | 95        | 100                | 101 | 102 | 104 | 105 | 106 | 107 | 56 | 57                 | 57 | 58 | 59 | 59 | 60 |  |  |
|      | 99        | 108                | 108 | 109 | 111 | 112 | 113 | 114 | 64 | 64                 | 65 | 65 | 66 | 67 | 67 |  |  |
| 2    | 50        | 85                 | 85  | 87  | 88  | 89  | 91  | 91  | 43 | 44                 | 44 | 45 | 46 | 46 | 47 |  |  |
|      | 90        | 98                 | 99  | 100 | 101 | 103 | 104 | 105 | 57 | 58                 | 58 | 59 | 60 | 61 | 61 |  |  |
|      | 95        | 102                | 103 | 104 | 105 | 107 | 108 | 109 | 61 | 62                 | 62 | 63 | 64 | 65 | 65 |  |  |
|      | 99        | 109                | 110 | 111 | 112 | 114 | 115 | 116 | 69 | 69                 | 70 | 70 | 71 | 72 | 72 |  |  |
| 3    | 50        | 86                 | 87  | 88  | 89  | 91  | 92  | 93  | 47 | 48                 | 48 | 49 | 50 | 50 | 51 |  |  |
|      | 90        | 100                | 100 | 102 | 103 | 104 | 106 | 106 | 61 | 62                 | 62 | 63 | 64 | 64 | 65 |  |  |
|      | 95        | 104                | 104 | 105 | 107 | 108 | 109 | 110 | 65 | 66                 | 66 | 67 | 68 | 68 | 69 |  |  |
|      | 99        | 111                | 111 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 73 | 73                 | 74 | 74 | 75 | 76 | 76 |  |  |
| 4    | 50        | 88                 | 88  | 90  | 91  | 92  | 94  | 94  | 50 | 50                 | 51 | 52 | 52 | 53 | 54 |  |  |
|      | 90        | 101                | 102 | 103 | 104 | 106 | 107 | 108 | 64 | 64                 | 65 | 66 | 67 | 67 | 68 |  |  |
|      | 95        | 105                | 106 | 107 | 108 | 110 | 111 | 112 | 68 | 68                 | 69 | 70 | 71 | 71 | 72 |  |  |
|      | 99        | 112                | 113 | 114 | 115 | 117 | 118 | 119 | 76 | 76                 | 76 | 77 | 78 | 79 | 79 |  |  |
| 5    | 50        | 89                 | 90  | 91  | 93  | 94  | 95  | 96  | 52 | 53                 | 53 | 54 | 55 | 55 | 56 |  |  |
|      | 90        | 103                | 103 | 105 | 106 | 107 | 109 | 109 | 66 | 67                 | 67 | 68 | 69 | 69 | 70 |  |  |
|      | 95        | 107                | 107 | 108 | 110 | 111 | 112 | 113 | 70 | 71                 | 71 | 72 | 73 | 73 | 74 |  |  |
|      | 99        | 114                | 114 | 116 | 117 | 118 | 120 | 120 | 78 | 78                 | 79 | 79 | 80 | 81 | 81 |  |  |
| 6    | 50        | 91                 | 92  | 93  | 94  | 96  | 97  | 98  | 54 | 54                 | 55 | 56 | 56 | 57 | 58 |  |  |
|      | 90        | 104                | 105 | 106 | 108 | 109 | 110 | 111 | 68 | 68                 | 69 | 70 | 70 | 71 | 72 |  |  |
|      | 95        | 108                | 109 | 110 | 111 | 113 | 114 | 115 | 72 | 72                 | 73 | 74 | 74 | 75 | 76 |  |  |
|      | 99        | 115                | 116 | 117 | 119 | 120 | 121 | 122 | 80 | 80                 | 80 | 81 | 82 | 83 | 83 |  |  |
| 7    | 50        | 93                 | 93  | 95  | 96  | 97  | 99  | 99  | 55 | 56                 | 56 | 57 | 58 | 58 | 59 |  |  |
|      | 90        | 106                | 107 | 108 | 109 | 111 | 112 | 113 | 69 | 70                 | 70 | 71 | 72 | 72 | 73 |  |  |
|      | 95        | 110                | 111 | 112 | 113 | 115 | 116 | 116 | 73 | 74                 | 74 | 75 | 76 | 76 | 77 |  |  |
|      | 99        | 117                | 118 | 119 | 120 | 122 | 123 | 124 | 81 | 81                 | 82 | 82 | 83 | 84 | 84 |  |  |
| 8    | 50        | 95                 | 95  | 96  | 98  | 99  | 100 | 101 | 57 | 57                 | 57 | 58 | 59 | 60 | 60 |  |  |
|      | 90        | 108                | 109 | 110 | 111 | 113 | 114 | 114 | 71 | 71                 | 71 | 72 | 73 | 74 | 74 |  |  |
|      | 95        | 112                | 112 | 114 | 115 | 116 | 118 | 118 | 75 | 75                 | 75 | 76 | 77 | 78 | 78 |  |  |
|      | 99        | 119                | 120 | 121 | 122 | 123 | 125 | 125 | 82 | 82                 | 83 | 83 | 84 | 85 | 86 |  |  |
| 9    | 50        | 96                 | 97  | 98  | 100 | 101 | 102 | 103 | 58 | 58                 | 58 | 59 | 60 | 61 | 61 |  |  |
|      | 90        | 110                | 110 | 112 | 113 | 114 | 116 | 116 | 72 | 72                 | 72 | 73 | 74 | 75 | 75 |  |  |
|      | 95        | 114                | 114 | 115 | 117 | 118 | 119 | 120 | 76 | 76                 | 76 | 77 | 78 | 79 | 79 |  |  |
|      | 99        | 121                | 121 | 123 | 124 | 125 | 127 | 127 | 83 | 83                 | 84 | 84 | 85 | 86 | 87 |  |  |
| 10   | 50        | 98                 | 99  | 100 | 102 | 103 | 104 | 105 | 59 | 59                 | 59 | 60 | 61 | 62 | 62 |  |  |
|      | 90        | 112                | 112 | 114 | 115 | 116 | 118 | 118 | 73 | 73                 | 73 | 74 | 75 | 76 | 76 |  |  |
|      | 95        | 116                | 116 | 117 | 119 | 120 | 121 | 122 | 77 | 77                 | 77 | 78 | 79 | 80 | 80 |  |  |
|      | 99        | 123                | 123 | 125 | 126 | 127 | 129 | 129 | 84 | 84                 | 85 | 86 | 86 | 87 | 88 |  |  |
| 11   | 50        | 100                | 101 | 102 | 103 | 105 | 106 | 107 | 60 | 60                 | 60 | 61 | 62 | 63 | 63 |  |  |
|      | 90        | 114                | 114 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 74 | 74                 | 74 | 75 | 76 | 77 | 77 |  |  |
|      | 95        | 118                | 118 | 119 | 121 | 122 | 123 | 124 | 78 | 78                 | 78 | 79 | 80 | 81 | 81 |  |  |
|      | 99        | 125                | 125 | 126 | 128 | 129 | 130 | 131 | 85 | 85                 | 86 | 87 | 87 | 88 | 89 |  |  |
| 12   | 50        | 102                | 103 | 104 | 105 | 107 | 108 | 109 | 61 | 61                 | 61 | 62 | 63 | 64 | 64 |  |  |
|      | 90        | 116                | 116 | 117 | 119 | 120 | 121 | 122 | 75 | 75                 | 75 | 76 | 77 | 78 | 78 |  |  |
|      | 95        | 119                | 120 | 121 | 123 | 124 | 125 | 126 | 79 | 79                 | 79 | 80 | 81 | 82 | 82 |  |  |
|      | 99        | 127                | 127 | 128 | 130 | 131 | 132 | 133 | 86 | 86                 | 87 | 88 | 88 | 89 | 90 |  |  |
| 13   | 50        | 104                | 105 | 106 | 107 | 109 | 110 | 110 | 62 | 62                 | 62 | 63 | 64 | 65 | 65 |  |  |
|      | 90        | 117                | 118 | 119 | 121 | 122 | 123 | 124 | 76 | 76                 | 76 | 77 | 78 | 79 | 79 |  |  |
|      | 95        | 121                | 122 | 123 | 124 | 126 | 127 | 128 | 80 | 80                 | 80 | 81 | 82 | 83 | 83 |  |  |
|      | 99        | 128                | 129 | 130 | 132 | 133 | 134 | 135 | 87 | 87                 | 88 | 89 | 89 | 90 | 91 |  |  |
| 14   | 50        | 106                | 106 | 107 | 109 | 110 | 111 | 112 | 63 | 63                 | 63 | 64 | 65 | 66 | 66 |  |  |
|      | 90        | 119                | 120 | 121 | 122 | 124 | 125 | 125 | 77 | 77                 | 77 | 78 | 79 | 80 | 80 |  |  |
|      | 95        | 123                | 123 | 125 | 126 | 127 | 129 | 129 | 81 | 81                 | 81 | 82 | 83 | 84 | 84 |  |  |
|      | 99        | 130                | 131 | 132 | 133 | 135 | 136 | 136 | 88 | 88                 | 89 | 90 | 90 | 91 | 92 |  |  |
| 15   | 50        | 107                | 108 | 109 | 110 | 111 | 113 | 113 | 64 | 64                 | 64 | 65 | 66 | 67 | 67 |  |  |
|      | 90        | 120                | 121 | 122 | 123 | 125 | 126 | 127 | 78 | 78                 | 78 | 79 | 80 | 81 | 81 |  |  |
|      | 95        | 124                | 125 | 126 | 127 | 129 | 130 | 131 | 82 | 82                 | 82 | 83 | 84 | 85 | 85 |  |  |
|      | 99        | 131                | 132 | 133 | 134 | 136 | 137 | 138 | 89 | 89                 | 90 | 91 | 91 | 92 | 93 |  |  |
| 16   | 50        | 108                | 108 | 110 | 111 | 112 | 114 | 114 | 64 | 64                 | 65 | 66 | 66 | 67 | 68 |  |  |
|      | 90        | 121                | 122 | 123 | 124 | 126 | 127 | 128 | 78 | 78                 | 79 | 80 | 81 | 81 | 82 |  |  |
|      | 95        | 125                | 126 | 127 | 128 | 130 | 131 | 132 | 82 | 82                 | 83 | 84 | 85 | 85 | 86 |  |  |
|      | 99        | 132                | 133 | 134 | 135 | 137 | 138 | 139 | 90 | 90                 | 90 | 91 | 92 | 93 | 93 |  |  |
| 17   | 50        | 108                | 109 | 110 | 111 | 113 | 114 | 115 | 64 | 65                 | 65 | 66 | 67 | 67 | 68 |  |  |
|      | 90        | 122                | 122 | 123 | 125 | 126 | 127 | 128 | 78 | 79                 | 79 | 80 | 81 | 81 | 82 |  |  |
|      | 95        | 125                | 126 | 127 | 129 | 130 | 131 | 132 | 82 | 83                 | 83 | 84 | 85 | 85 | 86 |  |  |
|      | 99        | 133                | 133 | 134 | 136 | 137 | 138 | 139 | 90 | 90                 | 91 | 91 | 92 | 93 | 93 |  |  |



**Tabla I. Niveles de TA en niños según edad y percentil de talla**

| Edad | Percentil | SBP mmHg           |     |     |     |     |     |     | DBP mmHg           |    |    |    |    |    |    |
|------|-----------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------|----|----|----|----|----|----|
|      |           | Percentil de talla |     |     |     |     |     |     | Percentil de talla |    |    |    |    |    |    |
|      |           | 5                  | 10  | 25  | 50  | 75  | 90  | 95  | 5                  | 10 | 25 | 50 | 75 | 90 | 95 |
| 1    | 50        | 80                 | 81  | 83  | 85  | 87  | 88  | 89  | 34                 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 39 |
|      | 90        | 94                 | 95  | 97  | 99  | 100 | 102 | 103 | 49                 | 50 | 51 | 52 | 53 | 53 | 54 |
|      | 95        | 98                 | 99  | 101 | 103 | 104 | 106 | 106 | 54                 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 58 |
|      | 99        | 105                | 106 | 108 | 110 | 112 | 113 | 114 | 61                 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 66 |
| 2    | 50        | 84                 | 85  | 87  | 88  | 90  | 92  | 92  | 39                 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 44 |
|      | 90        | 97                 | 99  | 100 | 102 | 104 | 105 | 106 | 54                 | 55 | 56 | 57 | 58 | 58 | 59 |
|      | 95        | 101                | 102 | 104 | 106 | 108 | 109 | 110 | 59                 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 63 |
|      | 99        | 109                | 110 | 111 | 113 | 115 | 117 | 117 | 66                 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 71 |
| 3    | 50        | 86                 | 87  | 89  | 91  | 93  | 94  | 95  | 44                 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 48 |
|      | 90        | 100                | 101 | 103 | 105 | 107 | 108 | 109 | 59                 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 63 |
|      | 95        | 104                | 105 | 107 | 109 | 110 | 112 | 113 | 63                 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 67 |
|      | 99        | 111                | 112 | 114 | 116 | 118 | 119 | 120 | 71                 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 75 |
| 4    | 50        | 88                 | 89  | 91  | 93  | 95  | 96  | 97  | 47                 | 48 | 49 | 50 | 51 | 51 | 52 |
|      | 90        | 102                | 103 | 105 | 107 | 109 | 110 | 111 | 62                 | 63 | 64 | 65 | 66 | 66 | 67 |
|      | 95        | 106                | 107 | 109 | 111 | 112 | 114 | 115 | 66                 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 71 |
|      | 99        | 113                | 114 | 116 | 118 | 120 | 121 | 122 | 74                 | 75 | 76 | 77 | 78 | 78 | 79 |
| 5    | 50        | 90                 | 91  | 93  | 95  | 96  | 98  | 98  | 50                 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 55 |
|      | 90        | 104                | 105 | 106 | 108 | 110 | 111 | 112 | 65                 | 66 | 67 | 68 | 69 | 69 | 70 |
|      | 95        | 108                | 109 | 110 | 112 | 114 | 115 | 116 | 69                 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 74 |
|      | 99        | 115                | 116 | 118 | 120 | 121 | 123 | 123 | 77                 | 78 | 79 | 80 | 81 | 81 | 82 |
| 6    | 50        | 91                 | 92  | 94  | 96  | 98  | 99  | 100 | 53                 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 57 |
|      | 90        | 105                | 106 | 108 | 110 | 111 | 113 | 113 | 68                 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 72 |
|      | 95        | 109                | 110 | 112 | 114 | 115 | 117 | 117 | 72                 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 76 |
|      | 99        | 116                | 117 | 119 | 121 | 123 | 124 | 125 | 80                 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 84 |
| 7    | 50        | 92                 | 94  | 95  | 97  | 99  | 100 | 101 | 55                 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 59 |
|      | 90        | 106                | 107 | 109 | 111 | 113 | 114 | 115 | 70                 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 74 |
|      | 95        | 110                | 111 | 113 | 115 | 117 | 118 | 119 | 74                 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 78 |
|      | 99        | 117                | 118 | 120 | 122 | 124 | 125 | 126 | 82                 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 86 |
| 8    | 50        | 94                 | 95  | 97  | 99  | 100 | 102 | 102 | 56                 | 57 | 58 | 59 | 60 | 60 | 61 |
|      | 90        | 107                | 109 | 110 | 112 | 114 | 115 | 116 | 71                 | 72 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 |
|      | 95        | 111                | 112 | 114 | 116 | 118 | 119 | 120 | 75                 | 76 | 77 | 78 | 79 | 79 | 80 |
|      | 99        | 119                | 120 | 122 | 123 | 125 | 127 | 127 | 83                 | 84 | 85 | 86 | 87 | 87 | 88 |
| 9    | 50        | 95                 | 96  | 98  | 100 | 102 | 103 | 104 | 57                 | 58 | 59 | 60 | 61 | 61 | 62 |
|      | 90        | 109                | 110 | 112 | 114 | 115 | 117 | 118 | 72                 | 73 | 74 | 75 | 76 | 76 | 77 |
|      | 95        | 113                | 114 | 116 | 118 | 119 | 121 | 121 | 76                 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 81 |
|      | 99        | 120                | 121 | 123 | 125 | 127 | 128 | 129 | 84                 | 85 | 86 | 87 | 88 | 88 | 89 |
| 10   | 50        | 97                 | 98  | 100 | 102 | 103 | 105 | 106 | 58                 | 59 | 60 | 61 | 61 | 62 | 63 |
|      | 90        | 111                | 112 | 114 | 115 | 117 | 119 | 119 | 73                 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 |
|      | 95        | 115                | 116 | 117 | 119 | 121 | 122 | 123 | 77                 | 78 | 79 | 80 | 81 | 81 | 82 |
|      | 99        | 122                | 123 | 125 | 127 | 128 | 130 | 130 | 85                 | 86 | 86 | 88 | 88 | 89 | 90 |
| 11   | 50        | 99                 | 100 | 102 | 104 | 105 | 107 | 107 | 59                 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 63 |
|      | 90        | 113                | 114 | 115 | 117 | 119 | 120 | 121 | 74                 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 78 |
|      | 95        | 117                | 118 | 119 | 121 | 123 | 124 | 125 | 78                 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 82 |
|      | 99        | 124                | 125 | 127 | 129 | 130 | 132 | 132 | 86                 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 90 |
| 12   | 50        | 101                | 102 | 104 | 106 | 108 | 109 | 110 | 59                 | 60 | 61 | 62 | 63 | 63 | 64 |
|      | 90        | 115                | 116 | 118 | 120 | 121 | 123 | 123 | 74                 | 75 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 |
|      | 95        | 119                | 120 | 122 | 123 | 125 | 127 | 127 | 78                 | 79 | 80 | 81 | 82 | 82 | 83 |
|      | 99        | 126                | 127 | 129 | 131 | 133 | 134 | 135 | 86                 | 87 | 88 | 89 | 90 | 90 | 91 |
| 13   | 50        | 104                | 105 | 106 | 108 | 110 | 111 | 112 | 60                 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 64 |
|      | 90        | 117                | 118 | 120 | 122 | 124 | 125 | 126 | 75                 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 79 |
|      | 95        | 121                | 122 | 124 | 126 | 128 | 129 | 130 | 79                 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 83 |
|      | 99        | 128                | 130 | 131 | 133 | 135 | 136 | 137 | 87                 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 91 |
| 14   | 50        | 106                | 107 | 109 | 111 | 113 | 114 | 115 | 60                 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 65 |
|      | 90        | 120                | 121 | 123 | 125 | 126 | 128 | 128 | 75                 | 76 | 77 | 78 | 79 | 79 | 80 |
|      | 95        | 124                | 125 | 127 | 128 | 130 | 132 | 132 | 80                 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 84 |
|      | 99        | 131                | 132 | 134 | 136 | 138 | 139 | 140 | 87                 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 92 |
| 15   | 50        | 109                | 110 | 112 | 113 | 115 | 117 | 117 | 61                 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 66 |
|      | 90        | 122                | 124 | 125 | 127 | 129 | 130 | 131 | 76                 | 77 | 78 | 79 | 80 | 80 | 81 |
|      | 95        | 126                | 127 | 129 | 131 | 133 | 134 | 135 | 81                 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 85 |
|      | 99        | 134                | 135 | 136 | 138 | 140 | 142 | 142 | 88                 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 93 |
| 16   | 50        | 111                | 112 | 114 | 116 | 118 | 119 | 120 | 63                 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 67 |
|      | 90        | 125                | 126 | 128 | 130 | 131 | 133 | 134 | 78                 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 82 |
|      | 95        | 129                | 130 | 132 | 134 | 135 | 137 | 137 | 82                 | 83 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 |
|      | 99        | 136                | 137 | 139 | 141 | 143 | 144 | 145 | 90                 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 94 |
| 17   | 50        | 114                | 115 | 116 | 118 | 120 | 121 | 122 | 65                 | 66 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 |
|      | 90        | 127                | 128 | 130 | 132 | 134 | 135 | 136 | 80                 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 84 |
|      | 95        | 131                | 132 | 134 | 136 | 138 | 139 | 140 | 84                 | 85 | 86 | 87 | 87 | 88 | 89 |
|      | 99        | 139                | 140 | 141 | 143 | 145 | 146 | 147 | 92                 | 93 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 |





## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Task Force on Blood Pressure Control in Children. Report of the second Task Force on Blood Pressure Control in Children 2004. National Heart, Lung, and Blood Institute, Bethesda, Maryland. *Pediatrics* 2004; 79: 1-25.
- 2.-Chobanian AV, Bakris GL, Black HR. The seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure: the JNC 7 report. *JAMA* 2003; 289: 2560-2571.
- 3.- Muñoz R, Romero B, Medeiros M, Velásquez L. Manejo y tratamiento de la hipertensión arterial en niños. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2013; 54: 335-343.
- 4.-Matsuoka S, Awazu M: Masked hypertension in children and young adults. *Pediatr Nephrol* 2004; 19(6): 651-654.
- 5.- Costelo M, Hochachka P. W. Design for a high speed path for oxygen: tuna red muscle ultrastructure and vascularization. *Elsevier* 2011; 4 (9): 33-41.
- 5.-Nicholson D. J. Fluid volumes in rainbow trout, *Salmo gairdneri*: Application of compartment analysis. *Comp. Biochem. Physiol.*2015; 87(4): 703–709.
- 6.- Olson K. R. Blood and extracellular fluid volume regulation: Role of the renin–angiotensin system, kallikrein–kinin system and atrial natriuretic peptides. *New York Academic Press* 2014; 14 (6)135–254.
- 7.- White F, Kelly R, Organ blood flow hemodynamics and metabolism of the albacore tuna *Thunnus alalunga*. *Exp. Biol* 2008;9 (47) 161–169.
- 8.- Consenso sobre factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en pediatría. Hipertensión arterial en el niño y el adolescente. *Arch.argent. pediatr* 2005; 103 (4) 39-52.
- 9.- Shengxu Li, Wei C, Sathanur R. Childhood blood pressure as a predictor of arterial stiffness in young adults. The Bogalusa Heart Study. *Hypertension* 2004; 43 (2) 541-546.
- 10.- National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The Fourth Report on the diagnosis, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics*, 2004; 21 (9) 114-125.
- 11.- Muntner P, Jiang H, Cutler J. Trends in blood pressure among children and adolescents. *JAMA* 2014; 291(17)21-37.
- 12.- Harshfield G, Alpert B, Ambulatoria blood pressure recordings in children and adolescents. *Pediatrics* 2004;94(4)180-199.
- 13.- Matsuokas, Awazu M: Masked hypertension in children and young adults. *Pediatr Nephrol* 2009; 19(6): 651-654.
- 14.-US Department of Health and Human Services. Centres for Disease Control and Prevention. National Center for Health Statistics. National Health and Nutrition Examination Survey. CDC Grown Charts: United States (acceded 2011 June, 4). Disponible en URL: <http://www.cdc.gov/nchs/about/major/nhanes/growthcharts/bmiage.txt>.) Datos publicados.
- 15.- Santos Ras, Campag S. Angiotensin a update. *Regul Pept* 2010; 91: (4) 55-62.
- 16.- De la Cerda F. Manejo diagnóstico y terapéutico de la hipertensión arterial pediátrica. *Act Pediatr Aten Prim* 2013;6(1):23-34.
- 17.-Dionne JM, Abitbol CL, Flynn JT. Hypertension in infancy: diagnosis, management and outcome. *Pediatr Nephrol*. 2012;27(1):17-32.
- 18.- Howard SC. Tumor Lysis syndrome: Grading and pathophysiology. *St. Jude Childrens Research Hospital Seminar* 2010; 2(8) 114-132.
- 19.- Drummondl A. Kidney developmentand diseases. *J Am Soc Nephrol* 2010. 16 (11) 299–30.
- 20.- Hallahan AR, Shaw PJ, Rowell G. Improved outcome of children with malignance admitted to a pediatric intensive care unit. *Crit Care Med* 2009; 28 (6) 3718-21.
- 21.- 15. Massera G, Jankovic M. Tumor lysis syndrome, case report and review of the literature. *Ann Oncol* 2007;8(1):97-104.
- 22.- Rheingold S, Lange B. Oncologic emergencies. *Principles and Practice of Pediatric Oncology* 2002;3(11) 84-91.
- 23.-Reaman HG. Pediatric oncology: current view and outcomes. *Pediatric Cli North Am* 2012;49 (6)1-39.
- 24.- Cairo MS, Raetz E, Lim MS, Davenport V, Perkins SL. Childhood and adolescent non-Hodgkin lymphoma: new insights in biology and critical challenges for the future. *Pediatr Blood Cancer* 2005; 45 (7)753-69.
- 25.- Murphy SB. Classification, staging and end results of treatment of childhood non-Hodgkin's lymphomas: dissimilarities from lymphomas in adults. *Semin Oncol* 2010;7(4)332-9.
- 26.- Safirstein R, Winston J, Goldstein M, Moel D, Dikman S, Guttenplan J: Cisplatin nephrotoxicity. *Am J Kidney Dis* 2012;8(3) 356–367.
- 27.- Goren MP, Wright RK, Pratt CB, Horowitz ME, Dodge RK, Viar MJ, Kovnar EH: Potentiation of ifosfamide neurotoxicity, hematotoxicity and tubular nephrotoxicity by prior cis– diamminedichloroplatinum. *Therapy. Cancer Res* 2009;47(5)1457–1460.
- 28.- Golub RT. Acute myelogenous leukemia. *Principles and practice of pediatric oncology* 2006.14 (7) 5590-608.
- 29.- Porcu P, Cripe LD, Ng EW, Bhatia S, Danielson CM, Orazi A, et al. Hyperleukocytic leukemias and leukostasis: a review of pathophysiology, clinical presentation and management. *Leuk Lymphoma*. 2000; 39(7) 1-18.
- 30.- H. Cortés F. *Oncología Médica* 2009.20(11) 15-83.



31.- D'Orazio J: The tumor lysis syndrome: an oncological and metabolic emergency. En: Kiessling S. Goebel J y Somers M, ed. Pediatric Nephrology in the ICU, BerlinHeidelberg, Editorial Springer-Verlag 2009; 4 (2) 201-18.