



Hospital de pediatría

“Dr. Silvestre Frenk Freund”

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO

Tesis:

Frecuencia y factores asociados a arritmias cardiacas durante la hemodiálisis en pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica.

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:
NEFROLOGÍA PEDIÁTRICA**

PRESENTA:

DRA. ALMA GABRIELA TORRES ONTIVEROS
gabiiii.torres@gmail.com

ASESOR DE TESIS:

DRA. ALEJANDRA AGUILAR KITSU
aleagkit@gmail.com

INVESTIGADORES ASOCIADOS:

DR. MIGUEL ANGEL VILLASÍS KEEVER
miguel.villasis@hotmail.com
DR. GERARDO IZAGUIRRE GUAJARDO
dr_izaguirre@yahoo.com.mx

CIUDAD DE MÉXICO, MARZO 2019





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.

Índice

Resumen.....	4.
Marco teórico.....	5.
Planteamiento del problema.....	10.
Pregunta de investigación.....	10.
Objetivos.....	11.
Hipótesis.....	12.
Justificación.....	13.
Material y métodos.....	14.
Lugar donde se desarrollará el estudio.....	14.
Diseño de estudio.....	14.
Población de estudio.....	14.
Criterios de selección.....	14.
Criterios de inclusión.....	14.
Criterios de exclusión.....	14.
Criterios de eliminación.....	14.
Tipo de muestra.....	14.
Tamaño de muestra.....	14.
Variables.....	15.
Variables independientes.....	15.
Variables dependientes.....	15.
Variables universales.....	15.
Descripción general del estudio.....	18.
Técnicas a realizar.....	18.
Análisis estadístico.....	20.
Descriptivo.....	20.
Inferencial.....	20.
Aspectos éticos.....	20.
Factibilidad.....	20.
Recursos humanos.....	20.
Recursos materiales.....	21.
Resultados.....	22.
Discusión.....	27.
Conclusión.....	30.
Bibliografía.....	31.

Anexos.	33.
Apéndice 1. Clasificación de las arritmias cardiacas.....	33.
Apéndice 2. Percentiles de tensión arterial pediatría.....	34.
Apéndice 3. Definiciones actualizadas de categorías y estadios de la presión sanguínea en niños.....	40.
Apéndice 4. Niveles séricos de Potasio y Calcio para la edad.....	40.
Apéndice 5. Asentimiento informado.....	41.
Apéndice 6. Consentimiento informado.....	42.
Apéndice 7. Hoja de recolección de datos.....	43.

Resumen:

Introducción: Es bien sabido que los pacientes en diálisis tienen una mortalidad más alta en comparación con la población general, y que la enfermedad cardiovascular es la causa más frecuente de mortalidad en esta población. Se estima que la muerte por causa cardiovascular, incluyendo la muerte súbita, se presenta hasta el 43% de los enfermos en HD.^{10, 11} Por otra parte, se estima que en 61% de estos pacientes la muerte suele estar relacionada con arritmias fatales o paro cardíaco de causa desconocida.^{8, 12} Las arritmias supraventriculares y ventriculares son frecuentes en pacientes en diálisis, con especial interés durante las sesiones de HD, y pueden dar origen a muerte súbita por mecanismos no totalmente claros.^{9, 18} Son múltiples los factores descritos implicados en su génesis.

Objetivos: Describir la frecuencia y tipos de arritmias cardíacas durante la hemodiálisis en pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica. Comparar los factores clínicos (edad, peso, tiempo en diálisis, tensión arterial media pre y pos dialítica) y bioquímicos (urea, sodio, potasio, calcio y pH pre y pos diálisis) asociados a las arritmias cardíacas.

Métodos: Se tomaron del expediente clínico los datos de los pacientes estudiados, entre ellos edad, sexo, diagnóstico etiológico de la enfermedad renal crónica, tipo de acceso vascular y tiempo de evolución en terapia de sustitución renal con Hemodiálisis, así mismo se recabó la información de la valoración cardiológica del paciente, de los últimos 6 meses. Posteriormente se realizó monitorización con Holter durante la primera sesión de hemodiálisis de la semana (posterior al periodo interdialítico largo). Se tomaron muestras séricas para medir sodio, potasio, calcio, urea, pH, así como medición de la tensión arterial antes y después de la sesión de hemodiálisis. Se anotaron, el peso y las variables de la prescripción de la sesión de HD. El estudio Holter se interpretó por el servicio de cardiología.

Resultados: Se detectaron arritmias en el 61.1% de los estudios, el 100% de estos presentaron complejos ventriculares prematuros (CVP) aislados (clase 1 de la clasificación de Lown y Wolf), 1 de ellos presento de forma agregada CVP en tripletas (clase 4B de la clasificación de Lown y Wolf), y 3 presentaron eventos de taquicardia ventricular no sostenida. De los 11 pacientes con arritmias ventriculares, 7 presentaron además presentaron complejos supraventriculares prematuros (4 con complejos supraventriculares prematuros aisladas y 3 estudios con complejos supraventriculares aisladas, en pares y salvas mayores de 4 latidos). Ningún paciente presentó sintomatología durante el estudio. No hubo asociación estadísticamente significativa de los factores clínicos y bioquímicos estudiados.

Conclusión: El 61.1% de los estudios Holter realizados durante la HD estudios presentaron arritmias, no hubo asociación estadísticamente significativa de los factores clínicos y bioquímicos estudiados. Son necesarios más estudios, con un mayor número de pacientes pediátricos para determinar factores asociados a arritmias cardíacas durante la hemodiálisis.

Marco teórico

La enfermedad renal crónica (ERC) es un problema de salud pública en todo el mundo por su carácter epidémico, elevada morbimortalidad y costo. Se define según las guías KDIGO 2012, con el cumplimiento de los siguientes criterios por un periodo mayor a tres meses:

- Filtrado glomerular (FG) disminuido ($FG < 60 \text{ ml/min/1,73 m}^2$) y/o:
- Presencia de uno más marcadores de daño renal: albuminuria aumentada, anomalías del sedimento urinario, anomalías electrolíticas u otras anomalías debidas a trastornos tubulares. Anomalías detectadas histológicamente, anomalías estructurales detectadas con pruebas de imagen, historia de trasplante renal. ^{1,2}

La ERC se clasifica en cinco estadios. El estadio cinco es la etapa final o terminal de la enfermedad y se define por una tasa de filtrado glomerular (TFG) menor a $15 \text{ ml/min/1,73 m}^2$ o necesidad de diálisis (diálisis peritoneal o hemodiálisis).²

La ERC tiene una prevalencia estimada en la población general de 12.1%, la información sobre la epidemiología en la edad pediátrica es limitada, reportándose de 70.1-74.7 casos por millón de población menor de 18 años.³ Existen pocos datos sobre la incidencia de ERC en la edad pediátrica y, de los que se dispone, posiblemente subestiman los valores reales, ya que en muchos casos los estadios iniciales no se registran. De los estadios de la ERC, el 5 es el que tiene una prevalencia sustancialmente más alta que las primeras etapas de la ERC, con resultados adversos, incluyendo enfermedad cardiovascular y muerte prematura. ¹ La causa más común de muerte es la enfermedad cardiovascular, siendo la muerte súbita la mayor proporción (43%) de estos eventos. ^{4,5}

El trasplante renal es la terapia renal sustitutiva de elección en la infancia, y es ofrecido a todos los niños y adolescentes que desarrollan una ERC estadio cinco. Desgraciadamente, no siempre es posible la realización de un trasplante renal anticipado por diversas razones, y en esos casos se debe ofrecer alguna técnica de terapia de sustitución renal como lo es la HD y DP.⁶

La HD es una técnica de depuración extracorpórea de la sangre que suple parcialmente las funciones renales de excretar agua y solutos, y de regular el equilibrio ácido-básico y electrolítico. Consiste en interponer entre dos compartimientos líquidos (sangre y líquido de diálisis), una membrana semipermeable. Para ello se emplea un filtro o dializador (dializadores y membranas de diálisis).⁷

Es bien sabido que los pacientes en terapia dialítica tienen una mortalidad más alta en comparación con la población general.^{8,9} Se estima que la muerte por causa cardiovascular, incluyendo la muerte súbita, es de hasta el 43% de los enfermos en HD. ^{10,11} Por otra parte, se estima también que en 61% de estos pacientes la muerte suele estar relacionada con arritmias fatales o paro cardíaco de causa desconocida. ^{8,12}

La hipertrofia ventricular izquierda es la alteración morfológica cardíaca más frecuente en el paciente en diálisis, y son múltiples los factores implicados en su patogenia. Es la respuesta adaptativa que sigue a un aumento en el trabajo cardíaco causadas por la presión o sobrecarga de volumen.¹³ Aumenta conforme disminuye el filtrado glomerular, y constituye un importante factor de riesgo y de mortalidad cardiovascular, así como de muerte súbita.¹⁴

Las fistulas arterio-venosas (FAV) de alto flujo utilizadas en pacientes con HD, disminuyen la resistencia periférica, por lo que para mantener la presión arterial es necesario la elevación del gasto cardíaco (elevación del ritmo cardíaco y el volumen sistólico). Estos cambios inducen un aumento del diámetro de la masa del ventrículo izquierdo y, a largo plazo, pueden afectar negativamente a la función cardíaca.¹⁵

La anemia en el paciente con ERC terminal es otro factor implicado en las alteraciones cardiovasculares, ya que para la adecuada oxigenación a los órganos se desarrollan mecanismos de adaptación hemodinámicos y no hemodinámicos, estos últimos incluyen una menor afinidad de la hemoglobina por el oxígeno, y el aumento de la extracción de oxígeno. La adaptación hemodinámica se produce cuando los factores no hemodinámicos son insuficientes; el cambio hemodinámico más comúnmente observado es el aumento del gasto cardíaco, contribuyendo a la generación de hipertrofia del ventrículo izquierdo.¹⁶

Las arritmias cardíacas surgen principalmente por anormalidades de las diversas propiedades bioeléctricas del corazón, en particular, por el automatismo y alteraciones de la formación del estímulo y de las aberraciones en la conducción del estímulo. Las propiedades de las membranas bioeléctricas están estrechamente relacionadas con iones corrientes que cruzan las membranas celulares, por medio de canales específicos o bombas de iones para la generación del potencial de acción. Así, en la aplicación del potencial de acción, el sodio y el calcio, (con mayor concentración extracelular) tienden a moverse al interior de las células dando lugar a la despolarización. El potasio por su parte (con mayor concentración intracelular) tiende a salir al espacio extracelular creando un efecto contrario, es decir la repolarización.

Diferentes factores hemodinámicos, metabólicos, endocrinológicos y iatrogénicos, actúan selectivamente o sinérgicamente, para inducir cambios anatomo-funcionales en el corazón, generando hipertrofia, fibrosis e isquemia.¹³ Las arritmias son fenómenos episódicos que, aunque sobre un sustrato permanente, requieren la presencia de eventos de activación. En el caso del paciente con ERC, el sustrato permanente está representado por la presencia de comorbilidades predisponentes, como la anemia, diabetes, hiperparatiroidismo y los cambios estructurales de tejido miocárdico (hipertrofia ventricular izquierda) los cuales favorecen la aparición de eventos arrítmicos. Estas alteraciones son arritmogénicas al igual que otras anormalidades tales como el estrés oxidativo, la disautonomía por uremia, la isquemia aguda inducida por la diálisis, cambios electrolíticos, alteraciones QT y la dispersión QT (la diferencia entre el QT máximo y mínimo en un

ECG), así como el volumen ultrafiltrado durante la HD (las tasas de ultrafiltración superiores a 10mL/kg/hora se han asociado con una mayor probabilidad de hipotensión intradiálisis y riesgo de mortalidad) y la sobre actividad simpática.^{17, 26.}

Las arritmias supraventriculares y ventriculares son frecuentes en pacientes en terapia dialítica, con especial interés durante las sesiones de HD, y pueden dar origen a muerte súbita por mecanismos no totalmente claros.^{9, 18} Durante las sesiones de HD, el gradiente entre los niveles de suero y de líquido de diálisis da lugar a cambios electrolíticos rápidos, que pueden contribuir a las arritmias y la muerte súbita.

La hiperpotasemia es común en pacientes con insuficiencia renal debido a la disminución de la excreción renal de potasio, y puede causar alteraciones del ritmo cardíaco y paro cardíaco en casos extremos. El nivel de potasio sérico pre-diálisis alto se reconoce como un factor de riesgo de muerte súbita y mortalidad en pacientes en HD.^{19, 26} El potasio tiene la propiedad de moverse libremente a través de la membrana del dializador durante la sesión de HD, típicamente se transfiere de la sangre de un paciente al líquido de diálisis.

También, la concentración de potasio en el líquido de diálisis pudiera ser un factor modificable que puede alterar las concentraciones séricas de potasio durante la sesión de HD y potencialmente aumentar el riesgo de arritmias y paro cardíaco. Los resultados de los estudios que han examinado los efectos de la concentración de potasio en el líquido de dializado sobre la muerte súbita y la mortalidad de cualquier causa han sido mixtos. Kovesdy et al., aconseja que los pacientes con hiperpotasemia con una concentración baja de potasio en el dializado pueden tener una mejor supervivencia,²⁰ mientras que otros dos estudios que investigaron eventos de muerte súbita que ocurren durante la HD concluyeron que había un aumento del riesgo de muerte súbita en los pacientes con concentraciones de potasio bajo en el dializado como lo es 1 mEq/L o incluso 0 mEq/L.²¹ Sin embargo no existen recomendaciones exactas para las concentraciones de potasio en el dializado en la guía de enfermedades cardiovasculares NKF-KDOQI.

Durante la HD, los pacientes muestran una repolarización no homogénea a través de un aumento en la duración QT y la dispersión QT. La variación súbita relacionada con la HD en los niveles extracelulares de potasio, calcio y pH puede ser un factor que contribuye a la génesis de un desequilibrio eléctrico en las células miocárdicas generando arritmias tanto intra y post-diálisis.^{13, 17}

En la HD de mantenimiento tres veces por semana, los factores arritmogénicos tienden a agruparse en el período inmediatamente anterior a la primera sesión de HD de la semana, cuando la sobrecarga de líquidos y los niveles de diversas toxinas urémicas son más altos.²⁶ También se ha observado en el período durante e inmediatamente después de sesiones de HD.^{21,22}

En un estudio retrospectivo se analizaron los expedientes clínicos de 228 pacientes fallecidos (edad 60.3 ± 14.1) que se encontraban en HD, encontrando que 88 (39%) cumplían criterios para muerte súbita, y ésta se relacionó al periodo peri dialítico, es decir se presentó con mayor frecuencia durante la HD, y en las 12 horas antes o después de comenzar una sesión.²³

En un estudio publicado el 2011 realizado en Estados Unidos de Norteamérica, con 32,065 pacientes en HD tres veces por semana en el periodo 2004-2007, se compararon las tasas de mortalidad y de hospitalización relacionada con enfermedades cardiovasculares después del intervalo interdialítico prolongado (dos días), en comparación con las tasas de los otros días, concluyendo que el intervalo interdialítico prolongado es el momento de mayor riesgo para desarrollar efectos adversos, entre ellos arritmias y muerte súbita en los pacientes que reciben HD.

Frecuencia de arritmias durante la HD

Después de realizar una revisión de los estudios publicados sobre la frecuencia de arritmias cardíacas en pacientes de HD se identificaron 5 estudios principales en pacientes adultos y ninguno en niños. A continuación, se describen los 5 estudios:

En el año 2000 Narula y colaboradores realizaron un estudio prospectivo a 38 pacientes adultos con ERC en HD mediante monitoreo Holter continuo, que comenzó 24 horas antes de la HD, y continuó durante 20 horas después. Observándose arritmias ventriculares durante la HD en 11 (29%) pacientes (grupo I), de las cuales el 13% fueron potencialmente mortales (Clase 3 y 4A de Lown y Wolf). El grupo II lo conformaron los 27 pacientes restantes que no presentaron arritmias ventriculares. Se comparó la presión arterial, la proporción de sexos, la duración de la HD, las fluctuaciones en el peso, el hematocrito, la creatinina prediálisis, el sodio, el potasio, el calcio y los niveles de fosfato inorgánico entre los pacientes de los dos grupos sin encontrar diferencias. La isquemia miocárdica silente (IMS) se encontró en el 72% y el 33% de los pacientes de los grupos I y II respectivamente ($p = 0.026$). El 46% de los que presentaron IMS y el 25% de los que no la presentaron desarrollaron arritmias ventriculares durante la HD.³⁰

En el 2007 se publicó un estudio realizado en Turquía, con 94 pacientes adultos (edad promedio de 52.5 ± 13.2 ; 50 hombres/ 44 mujeres) del Baskent University Hospital en Ankara, en hemodiálisis crónica (durante al menos tres meses). Se realizó historia clínica, examen físico, registro de los estudios de laboratorio de rutina, electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones, así como ecocardiograma interdialítico incluyendo la modalidad doppler. Posteriormente se realizó monitorización Holter de tres canales por 24 horas, encontrando contracciones ventriculares prematuras en 80 (85.1%) pacientes, de los cuales 35 (37,2%) fueron clasificados como arritmia ventricular compleja, contracciones prematuras auriculares en 53 (56,4%), arritmias supraventriculares en 15 (16%), y taquicardia ventricular monomórfica no sostenida asintomática en 3 pacientes (3.1%), de los cuales 2 tenían enfermedad arterial coronaria. Se concluyó que las

arritmias se observan con frecuencia en pacientes que reciben HD y pueden ser responsables de la alta tasa de mortalidad súbita. La hipertensión, enfermedad arterial coronaria y la dispersión de QT fueron consideradas predictores independientes de la arritmia ventricular compleja; mientras que la duración de la terapia de diálisis fue un factor independiente que afecta el desarrollo de las contracciones atriales prematuras en estos pacientes.¹¹

En el año 2009, se realizó un estudio en México, en donde se realizó ECG post-diálisis a 145 pacientes adultos en HD crónica con tres sesiones por semana. Se encontraron arritmias cardiacas en el 17.2% de los casos (25 pacientes), siendo las contracciones ventriculares prematuras las de mayor frecuencia (siete pacientes).²⁴

En el año 2014 se publicó un estudio realizado en La Habana, Cuba, en donde se realizaron 68 registros electrocardiográficos mediante Holter en 34 pacientes adultos con ERC, durante la primera sesión de HD de la semana (después del intervalo interdialítico prolongado) y en la segunda sesión de la semana (después un intervalo interdialítico corto. Al inicio y término de la diálisis se registró el peso del paciente y la tensión arterial; se le extrajo sangre para hematocrito, potasio, calcio, glicemia y urea. Se investigó el ecocardiograma del último año, y al término de la diálisis se realizó ECG, y se registró el volumen ultrafiltrado, encontrándose que la mayoría de los registros exhibieron arritmias ventriculares (53%), de las cuales el 32% fueron potencialmente fatales (clase III, IV y V según la clasificación de Lown de contracciones ventriculares prematuras). Los promedios de edad, tensión arterial media pos dialítica, potasio predialítico, duración del QT, y grosor del tabique y pared posterior del ventrículo izquierdo fueron superiores en los casos que registraron arritmias ventriculares potencialmente fatales.⁸

En el año 2017, se publicó un estudio realizado en Turquía, con 50 pacientes adultos (edad promedio de 58 años \pm 19; 27 hombres/ 23 mujeres) en HD crónica, en el cual se realizó toma de presión arterial, así como de muestra sérica para potasio, magnesio, calcio, urea, creatinina, bicarbonato y pH, antes y después de la sesión de HD intermedia de la semana, con ECG posterior a la sesión; se encontró que los intervalos QRS y Tpe (distancia entre el pico de la onda T y el final de la misma, aceptado como un índice de dispersión transmural de la repolarización ventricular) se incrementaron posterior a cada sesión, encontrando que el calcio (pacientes hipocalcémicos comparados con normocalcémicos) y la ultrafiltración (el porcentaje de la cantidad de ultrafiltración ajustada al peso corporal) parecen ser los determinantes más importantes en las anomalías de repolarización inducidas por hemodiálisis. No se encontró asociación entre la presión arterial media y cambios en los patrones electrocardiográficos.²⁵

Planteamiento del problema

La muerte por causa cardiovascular, incluyendo la muerte súbita, se presenta hasta el 43% de los pacientes adultos en HD, y se estima que en el 61% de estos pacientes la muerte suele estar relacionada con arritmias fatales o paro cardíaco de causa desconocida. Las arritmias son de especial interés durante las sesiones de hemodiálisis y el periodo peridialítico, sin embargo no existen investigaciones previas en pacientes pediátricos que posibilite establecer la frecuencia y factores asociados a la aparición de arritmias cardíacas durante la sesiones de HD.

Preguntas de investigación

1. ¿Cuál es la frecuencia de arritmias cardíacas durante las sesiones de hemodiálisis en pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica?
2. ¿Cuáles son las arritmias cardíacas que se presentan durante las sesiones de hemodiálisis en pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica?
3. ¿Cuáles son los factores clínicos asociados a arritmias cardíacas durante las sesiones de hemodiálisis en pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica?

Objetivos

1. Describir la frecuencia de arritmias cardiacas durante las sesiones de hemodiálisis en pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica.
2. Describir el tipo de arritmias cardiacas que se presentan durante las sesiones de hemodiálisis en pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica.
3. Identificar los factores clínicos (edad, peso, tiempo en diálisis, tensión arterial pre y pos dialítica) y bioquímicos (urea, sodio, potasio, calcio y pH pre y pos diálisis) asociados a las arritmias cardiacas durante las sesiones de hemodiálisis en pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica.

Hipótesis

1. Las arritmias cardiacas se presentarán hasta en el 50% de los pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica durante las sesiones de hemodiálisis, siendo las contracciones ventriculares prematuras las de mayor frecuencia.
2. Los factores relacionados a las arritmias cardiacas durante la sesión de hemodiálisis serán la hipocalcemia e hiperkalemia pre diálisis y una mayor ultrafiltración.

Justificación

La ERC en niños constituye un problema de salud, con resultados adversos, incluyendo enfermedad cardiovascular y muerte prematura. Es bien sabido que los pacientes adultos en diálisis tienen una mortalidad más alta en comparación con la población general. Se estima que la muerte por causa cardiovascular, incluyendo la muerte súbita, se presenta hasta el 43% de los pacientes adultos en HD. Por otra parte, se estima que en 61% de estos pacientes la muerte suele estar relacionada con arritmias fatales o paro cardíaco de causa desconocida. Son múltiples los factores descritos implicados en su génesis.

En la HD los factores arritmogénicos tienden a agruparse en el período inmediatamente anterior a la primera sesión de HD de la semana, cuando la sobrecarga de líquidos y los niveles de diversas toxinas urémicas son más altos, por lo que con el establecimiento de la frecuencia en que se presentan las arritmias cardíacas en niños durante las sesiones de HD, especialmente en la primera sesión de la semana (después del periodo interdialítico prolongado), y el conocimiento de los factores que puedan estar implicados en su desarrollo, podremos sugerir estrategias para la prevención, incluido ampliar los tiempos de tratamiento de diálisis o agregar sesiones para evitar la ultrafiltración rápida, así como la implementación de medidas de monitorización durante la sesión de hemodiálisis, electrocardiogramas de control y valoraciones cardiológicas más frecuentes, con la intención de detectar y manejar oportunamente las arritmias cardíacas.

Material y métodos

a. Lugar donde se desarrolló el estudio.

Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social, en el servicio de Nefrología Pediátrica.

b. Diseño de estudio

Observacional, transversal, comparativo y prolectivo.

c. Población de estudio

Pacientes pediátricos con diagnóstico de enfermedad renal crónica en terapia de sustitución renal con hemodiálisis convencional ambulatoria del Servicio de Nefrología.

d. Criterios de selección

Criterios de inclusión:

1. Pacientes menores de 17 años de edad.
2. Masculino y femenino.
3. En hemodiálisis crónica (más de tres meses en HD).
4. Que aceptaron participar en el estudio.

Criterios de exclusión:

1. Pacientes que presentaron proceso infeccioso agudo.

Criterios de eliminación:

1. Pacientes que presentaron alguna arritmia cardiaca previa a la sesión de hemodiálisis, detectada mediante electrocardiograma pre-hemodiálisis.

e. Tipo de muestra

No probabilístico. Por conveniencia.

f. Tamaño de muestra

Se estudiaron a todos los pacientes en HD del Servicio de Nefrología.

Variables.

- Variables independientes: etiología de la enfermedad, tiempo de evolución con diálisis, tensión arterial, urea, sodio, potasio, calcio y pH pre y post diálisis, ultrafiltración.
- Variables dependientes: Arritmias cardiacas.
- Variables universales: Edad, sexo, peso.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Unidades de medición
Independientes				
Etiología de la ERC.	Condición clínica o alteración estructural que dio origen a la ERC.	Etiología de la ERC documentada en el expediente.	Cualitativa nominal, politómica.	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalía congénita del riñón o de la vía urinaria. • Nefropatías hereditarias. • Glomerulopatía. • Enfermedades vasculares y sistémicas. • No determinada. • Otras.
Tiempo de evolución en HD.	Tiempo transcurrido desde el inicio de la primera sesión de HD hasta la fecha.	Tiempo transcurrido desde el inicio de la primera sesión de HD hasta la fecha.	Cuantitativa de intervalo.	Meses.
Presión arterial pre diálisis.	Presión que ejerce la sangre contra la pared de las arterias durante la sístole y la diástole, previo al inicio de la sesión de HD.	Presión en mmHg detectada mediante baumanometro con técnica auscultatoria antes de la sesión de HD, clasificada según la AAP (American Academy of Pediatrics) según el sexo, edad y talla (Apéndice 2 y 3).	Cualitativa nominal.	<ul style="list-style-type: none"> • Hipotensión: PC <5. • Normal: PC 5-90. • Presión elevada: PC >90 y <95 o >120/80 mmHg (la que sea menor). • Hipertensión estadio 1: PC >95, <95 + 12 mmHg o 130/80-139/89 mmHg (la que sea menor). • Hipertensión estadio 2: PC >95 + 12 mmHg o >140/90 mmHg.
Presión arterial post diálisis.	Presión que ejerce la sangre contra la pared de las arterias durante la sístole y la diástole, al finalizar la sesión de HD.	Presión en mmHg detectada mediante baumanometro con técnica auscultatoria al finalizar la sesión de HD, clasificada según la AAP (American Academy of Pediatrics) según el sexo, edad y talla (Apéndice 2 y 3).	Cualitativa nominal.	<ul style="list-style-type: none"> • Hipotensión: PC <5. • Normal: PC 5-90. • Presión elevada: PC >90 y <95 o >120/80 mmHg (la que sea menor). • Hipertensión estadio 1: PC >95, <95 + 12 mmHg o 130/80-139/89 mmHg (la que sea menor). • Hipertensión estadio 2: PC >95 + 12 mmHg o >140/90 mmHg.
Calcio sérico pre diálisis.	Nivel de calcio identificado en el suero mediante Método colorimétrico.	Nivel detectado de calcio sérico en el paciente al inicio de la sesión de HD y clasificado según los valores normales para la edad (Apéndice 4).	Cualitativa nominal.	<ul style="list-style-type: none"> • Hipocalcemia. • Normocalcemia. • Hipercalcemia.

Calcio sérico post diálisis.	Nivel de calcio identificado en el suero mediante Método colorimétrico.	Nivel detectado de calcio sérico en el paciente al finalizar la sesión de HD clasificado según los valores normales para la edad (Apéndice 4).	Cualitativa nominal.	<ul style="list-style-type: none"> • Hipocalcemia. • Normocalcemia. • Hipercalcemia.
Potasio sérico pre diálisis.	Nivel de potasio identificado en el suero mediante Método enzimático.	Nivel detectado de potasio sérico en el paciente al inicio de la sesión de HD y clasificado según los valores normales para la edad (Apéndice 4).	Cualitativa nominal.	<ul style="list-style-type: none"> • Hipokalemia (<3.5Eq/l). <ul style="list-style-type: none"> ○ Leve (3.0-3.5 mEq/l) ○ Moderada (2.5-3.0mEq/l) ○ Grave (<2.5 mEq/l) • Normokalemia (Apéndice 4). • Hiperkalemia <ul style="list-style-type: none"> ○ Leve (5.5-6.5 mEq/l) ○ Moderada (6.6-8.0mEq/l) ○ Grave (>8.0mEq/l)
Potasio sérico post diálisis.	Nivel de potasio identificado en el suero mediante Método enzimático.	Nivel detectado de potasio sérico en el paciente al finalizar la sesión de Hemodiálisis y clasificado según los valores normales para la edad (Apéndice 4).	Cualitativa nominal.	<ul style="list-style-type: none"> • Hipokalemia (<3.5Eq/l). <ul style="list-style-type: none"> ○ Leve (3.0-3.5 mEq/l) ○ Moderada (2.5-3.0mEq/l) ○ Grave (<2.5 mEq/l) • Normokalemia (Apéndice 4). • Hiperkalemia <ul style="list-style-type: none"> ○ Leve (5.5-6.5 mEq/l) ○ Moderada (6.6-8.0mEq/l) ○ Grave (>8.0mEq/l)
Sodio sérico pre diálisis.	Nivel de sodio identificado en el suero mediante Método enzimático/ colorimétrico.	Nivel detectado de sodio sérico en el paciente al inicio de la sesión de HD.	Cualitativa nominal.	<ul style="list-style-type: none"> • Hiponatremia (<135 mmol/l) • Normonatremia (135-145 mmol/l). • Hipernatremia (>145 mmol/l).
Sodio sérico post diálisis.	Nivel de sodio identificado en el suero mediante Método enzimático/ colorimétrico.	Nivel detectado de sodio sérico en el paciente al finalizar la sesión de HD.	Cualitativa nominal.	<ul style="list-style-type: none"> • Hiponatremia (<135 mmol/l) • Normonatremia (135-145 mmol/l). • Hipernatremia (>145 mmol/l).
Urea sérica pre diálisis.	Nivel de urea identificado en el suero mediante Método colorimétrico.	Nivel detectado de urea sérica en el paciente al inicio de la sesión de HD.	Cuantitativa continúa.	mg/dL.
Urea sérica post diálisis.	Nivel de Urea identificado en el suero mediante Método colorimétrico.	Nivel detectado de Urea sérica en el paciente al finalizar la sesión de HD.	Cuantitativa continua.	mg/dL.
pH sanguíneo pre diálisis.	Potencial hidrógeno o potencial de hidrogeniones, el cual se expresa como coeficiente que indica el grado de acidez o alcalinidad de una solución acuosa.	pH reportado mediante gasometría de sangre venosa al inicio de la sesión de HD.	Cualitativa nominal.	<ul style="list-style-type: none"> • Acidosis (<7.35). • Normal (7.35-7.45). • Alcalosis (>7.45).

pH sanguíneo post diálisis.	Potencial hidrógeno o potencial de hidrogeniones, el cual se expresa como coeficiente que indica el grado de acidez o alcalinidad de una solución acuosa.	pH reportado mediante gasometría de sangre venosa al finalizar la sesión de HD.	Cualitativa nominal.	<ul style="list-style-type: none"> • Acidosis (<7.35). • Equilibrio (7.35-7.45). • Alcalosis (>7.45).
Ultrafiltración.	Cantidad de líquido extraído de la sangre a través de la membrana de diálisis.	Porcentaje de la cantidad de ultrafiltrado respecto al peso corporal (volumen ultrafiltrado/peso corporal inicial x 100).	Cuantitativa continua.	%
Dependientes				
Arritmias cardiacas.	Cualquier ritmo que no está dentro de los valores normales del corazón, como resultado de alteraciones críticas en la electrofisiología celular.	Cualquier ritmo que no está dentro de los valores normales del corazón interpretado y reportado por el servicio de Cardiología en el trazo electrocardiográfico de la monitorización Holter durante el tiempo de la sesión de HD.	Cualitativa nominal, dicotómica.	<ul style="list-style-type: none"> • Si/No.
Tipo de arritmias cardiacas.	Cualquier ritmo que no está dentro de los valores normales del corazón, como resultado de alteraciones críticas en la electrofisiología celular.	Alteración del ritmo cardiaco interpretado y reportado por el servicio de Cardiología en el trazo electrocardiográfico de la monitorización Holter durante el tiempo de la sesión de HD (Apéndice 1).	Cualitativa nominal, politómica.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de arritmias, Apéndice 1.
VARIABLES UNIVERSALES				
Edad.	Lapso de tiempo vivido por una persona desde el nacimiento a la fecha.	Edad calculada mediante la fecha de nacimiento registrada en el expediente clínico hasta el momento de la sesión de HD.	Cuantitativa continua.	Años
Sexo.	Conjunto de peculiaridades fenotípicas que caracterizan a los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos.	Sexo reportado en el expediente clínico.	Cualitativa nominal, dicotómica.	Masculino/ femenino
Peso.	Fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo, originada por la acción del campo gravitatorio local sobre la masa del cuerpo.	Kilogramos medidos mediante la báscula del servicio de HD.	Cuantitativa continua.	Kilogramos

Descripción general del estudio

Técnicas a realizar. Se recabaron del expediente clínico los datos del paciente estudiado, entre ellos edad, fecha de nacimiento, sexo, diagnóstico etiológico de la enfermedad renal crónica, y tiempo de evolución en terapia de sustitución renal con HD, así mismo se recabó la información de la última valoración cardiológica del paciente, la cual se realiza cada 6 meses.

El estudio se realizó en la primera sesión de Hemodiálisis de la semana (posterior al periodo interdialítico largo).

Inicialmente se tomaron signos vitales, y un Electrocardiograma de 12 derivaciones, procediendo según los siguientes escenarios:

- a) Taquicardia o bradicardia con hipotensión, datos de bajo gasto cardiaco o cambios en el estado mental: soporte vital y traslado al servicio de urgencias para recibir manejo pertinente.
- b) Taquicardia o bradicardia sin repercusión hemodinámica: El paciente se elimina del estudio, y se procederá a continuar su rutina de hemodiálisis, con referencia posterior para ser valorado por Cardiología pediátrica.
- c) No se documentan arritmias cardiacas: se procede a continuar con el estudio.

Cabe mencionar que los pacientes que deben tratarse de la misma manera que la población general con respecto a los agentes antiarrítmicos y los dispositivos de estimulación en caso necesario (incluidos los desfibriladores internos y externos) ¹⁴. La unidad de Hemodiálisis cuenta con un desfibrilador externo automático (DEA).

Se utilizó el monitor Holter Norav medical DL900 de 3 canales, el cual consta de un cable con 5 electrodos los cuales se aplicaran en la piel del tórax del paciente según el siguiente esquema

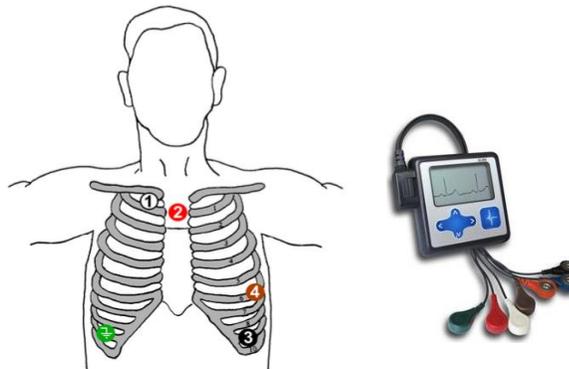


Figure 3 - 5 Lead Electrode Placement

#	Channel	Color	Location
1	3-	White	Next to the right Manubrium border on the Clavicle
2	1-, 2-	Red	Centered on the Manubrium
3	2+, 3+	Black	Lower left rib margin over bone.
4	1+	Brown	Left Anterior Axillary line on the 6 th rib
5	†	Green	Lower right rib margin over bone.

Al encontrarse adecuadamente colocados los electrodos del monitor Holter, se llevó a cabo la rutina de conexión del paciente a la máquina de HD por el personal especializado de enfermería. Una vez terminada la conexión se tomó la primera muestra sanguínea a través del catéter de HD, con una cantidad de 2ml para procesar muestra sérica para química sanguínea y gasometría venosa (Sodio, potasio, calcio, urea, y pH). Al terminar la acción anterior, se tomó la presión arterial por el personal especializado de enfermería, y se registró en la hoja de Recolección de datos de cada paciente, junto con las características de la prescripción médica de la sesión de Hemodiálisis.

Técnica para la toma de presión arterial que se utilizó: Método auscultatorio con el paciente en posición erguida, tras un reposo de al menos cinco minutos, se colocará el manguito de tamaño adecuado (la cámara inflable del mismo debe tener una longitud tal que cubra el 80-100% del perímetro del brazo a la altura del punto medio entre el olécranon y el acromion, y una anchura que equivalga al 40% de la circunferencia) en el brazo derecho, apoyado de manera que la fosa antecubital esté a la altura del corazón. La auscultación de los ruidos de Korotkoff para determinar la presión arterial sistólica (primer ruido) y presión arterial diastólica (quinto ruido, para todas las edades) se realizará en la flexura del codo sobre la arteria radial.

Posteriormente se dio inicio a la sesión de HD convencional y a la monitorización electrocardiográfica Holter.

Durante la sesión el paciente permaneció sentado cómodamente en el sillón reclinable correspondiente, realizando las actividades que comúnmente se llevan a cabo.

Al finalizar la sesión de HD según la prescripción de cada paciente, se llevó a cabo la toma de la segunda muestra sanguínea, con la misma técnica y cantidad que la primera muestra, y al finalizar se tomó nuevamente la tensión arterial con la técnica descrita anteriormente y se registró en la hoja de recolección de datos de cada paciente. Se registró también el peso seco, peso inicial, peso final y volumen ultrafiltrado total. Finalmente se retiraron gentilmente los electrodos de la piel del paciente, y en ese momento terminó su participación en el estudio.

La información registrada en el monitor Holter Norav medical DL900 se descargó con el software correspondiente en la computadora del servicio de nefrología. Los resultados se interpretaron según los valores normales para la edad de cada paciente, y los hallazgos electrocardiográficos del monitor Holter fueron interpretados y reportados por el servicio de Cardiología de la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Análisis estadístico

Descriptivo: Las variables cuantitativas presentaron distribución diferente a la normal, por lo cual se expresaron con mediana y valor máximo y mínimo, como medidas de tendencia central y de dispersión. Las variables cualitativas se expresaron como frecuencias y porcentajes.

Inferencial: Para la comparación entre grupos de casos (Con arritmia cardiaca/sin arritmia cardiaca) se utilizó U de Mann Whitney para las variables cuantitativas, y prueba exacta de Fisher para las variables cualitativas.

Aspectos éticos

De acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, el presente protocolo es una investigación de riesgo mínimo, y se apega a las normas dictadas en el título segundo de los aspectos éticos de la investigación en seres humanos.

Para la inclusión en el estudio, se solicitará consentimiento informado a los padres de los pacientes. En los pacientes mayores de ocho años se solicitará asentimiento antes del inicio de estudio (Anexo 5 y 6).

El protocolo se someterá a evaluación por el Comité de Investigación y Ética del Hospital.

En caso de detectarse arritmias cardiacas en el estudio Holter, el paciente será enviado a al servicio de Cardiología pediátrica para para ser evaluado y manejado oportunamente.

Factibilidad

El estudio es factible, ya que el servicio de Nefrología cuenta con los recursos materiales y humanos necesarios mencionados en la metodología.

Recursos humanos.

- Participaron en el estudio:

Investigador principal: Dra. Alma Gabriela Torres Ontiveros.

Investigador principal: Dra. María Alejandra Aguilar Kitsu.

Investigador asociado: Dr. Miguel Ángel Villasís Kever.

Investigador asociado: Dr. Gerardo Izaguirre Guajardo.

Participantes del personal de enfermería de la unidad de Hemodiálisis turno matutino y vespertino, de la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social:

- Verónica Paula Marcos Ramírez.
- Norma Patricia Guerrero Hernández.
- Marisol Reynoso Guzmán.
- Eréndira Jiménez Sotelo.
- Rocío Tovar Bravo.

Recursos materiales.

Se utilizó la siguiente lista de material:

- Electrocardiógrafo.
- Monitor Holter Norav medical DL900.
- Baterías AAA.
- Equipo de cómputo marca DELL.
- Máquinas de hemodiálisis marca Fresenius Medical Care, asignadas previamente a cada paciente.
- Jeringas de 3 ml / Tubo recolector de muestra sérica tipo microtainer de 1 ml.

Resultados

Se realizó monitorización electrocardiográfica con Holter a 15 pacientes pediátricos con diagnóstico de enfermedad renal crónica en terapia de sustitución renal con hemodiálisis convencional crónica (>3 meses), el estudio se realizó en la primera sesión de la semana (posterior al periodo interdialítico largo). Durante el periodo de estudio fue posible repetir el estudio con la misma metodología a 3 pacientes, completando así un total de 18 estudios Holter.

De los 18 reportes de la monitorización con Holter el 100% presentó un ritmo sinusal de base, y 7 estudios (38.8%) fueron reportados sin arritmias. De los 11 estudios (61.1%) que presentaron alteraciones el 100% fueron de tipo ventricular; los 11 presentaron complejos ventriculares prematuros (CVP) aislados (clase 1 de la clasificación de Lown y Wolf), además 1 de ellos presentó CVP en tripletas (clase 4B de la clasificación de Lown y Wolf), y 3 presentaron eventos de taquicardia ventricular no sostenida. De los 11 pacientes con arritmias ventriculares, 7 presentaron de forma agregada complejos supraventriculares prematuros (4 con complejos supraventriculares prematuros aislados y 3 estudios con complejos supraventriculares aislados, en pares y salvas mayores de 4 latidos). Ningún paciente presentó sintomatología durante el estudio.

De los 3 pacientes a los que se les repitió el estudio Holter, 2 presentaron arritmias en 1 de los 2 estudios, y el tercer paciente presentó arritmias en los 2 estudios. Por lo cual de los 15 pacientes en total, 10 presentaron arritmias en algún estudio y 5 no las presentaron.

De los 15 pacientes, 10 fueron hombres y 5 mujeres, la mediana de edad fue de 11.5 años (mínima de 3 y máxima de 16 años). El tiempo de evolución en hemodiálisis fue mínimo de 3 y máximo de 48 meses, con mediana de 12 meses.

En cuanto a la etiología de la ERC, en 7 pacientes fue anomalía congénita del riñón y tracto urinario, en 3 pacientes fue desconocida, en 1 paciente fue enfermedad sistémica (vasculitis ANCA positivo), en 1 paciente fue nefropatía hereditaria (síndrome de Alport) y en el último paciente fue síndrome nefrótico congénito tipo Finlandés.

Se revisó la última valoración cardiológica de los pacientes, encontrando que 11 no presentaban alteración estructural ni funcional (de los cuales 6 presentaron arritmias), 2 pacientes presentaban disfunción sistólica leve, 1 paciente disfunción diastólica leve, y 1 paciente hipertrofia de ventrículo izquierdo. Estos últimos 4 pacientes con alteraciones cardiológicas presentaron arritmias cardíacas.

De los accesos vasculares para hemodiálisis, 9 pacientes portaban catéter permanente (7 presentaron arritmias), 3 catéter temporal (2 presentaron arritmias), y 3, fistula arterio-venosa (solo 1 presento arritmias).

En la Tabla 1, Se expone la comparación de las características de los pacientes estudiados.

Tabla 1. Comparación de datos generales de los pacientes estudiados.

Variable	Total (n=15)
Sexo	
<i>Hombres, n (%)</i>	10 (66.6)
<i>Mujeres, n (%)</i>	5 (33.3)
Edad en años*	11.5 (mín. 3, máx. 16)
Etiología de la ERC	
<i>Anomalía congénita del riñón y tracto urinario</i>	7 (46.6)
<i>Desconocida</i>	3 (20)
<i>Oncológica (Tumor de Willms bilateral)</i>	2 (13.3)
<i>Enfermedades sistémicas (Vasculitis ANCA positivo)</i>	1 (6.6)
<i>Nefropatías hereditarias (Síndrome de Alport)</i>	1 (6.6)
<i>Glomerulopatías (Síndrome nefrótico tipo Finlandés)</i>	1 (6.6)
Tiempo de evolución en HD, en meses*	12 (mín. 3, máx. 48)
Tipo de acceso vascular	
<i>Catéter temporal</i>	3 (20)
<i>Catéter permanente</i>	9 (60)
<i>Fistula arterio-venosa</i>	3 (20)
Función cardíaca	
<i>Sin alteración estructural y funcional, n (%)</i>	11 (73.3)
<i>Disfunción sistólica leve, n (%)</i>	2 (13.3)
<i>Disfunción diastólica leve, n (%)</i>	1 (6.6)
<i>Hipertrofia de ventrículo izquierdo, n (%)</i>	1 (6.6)

Como se mencionó anteriormente en total se obtuvieron 18 estudios Holter, de los cuales 11 presentaron arritmias y 7 no las presentaron. A continuación se comparan las variables clínicas y bioquímicas entre los 2 grupos.

En la Tabla 2, se exponen la presión arterial pre y post diálisis en los 2 grupos de pacientes. Al inicio de la sesión el 50% de los pacientes presentó presión arterial anormal, 33% de ellos presentaron hipertensión arterial estadio 1, y 11.1% hipertensión arterial estadio 1. Al final de la sesión el 33.3% presentó presión arterial anormal, 22.2% de ellos hipertensión arterial estadio 1, 5.5% hipertensión

arterial estadio 2, y 5.5% hipotensión. No hubo asociación estadísticamente significativa entre grupos.

Tabla 2. Comparación de la presión arterial pre y post diálisis entre quienes presentaron y no presentaron arritmias.

Variable	Total (n=18)	Con arritmias (n=11)	Sin arritmias (n=7)	p
Presión arterial pre diálisis				
<i>Presión arterial anormal, n (%)</i>	9 (50.0)	6 (54.5)	3 (42.8)	0.50
<i>Presión elevada, n</i>	1	1	0	0.32
<i>Hipertensión estadio 1, n</i>	6	3	3	
<i>Hipertensión estadio 2, n</i>	2	2	0	
Presión arterial post diálisis				
<i>Presión arterial anormal, n (%)</i>	6 (33.3)	4 (36.6)	2 (28.5)	0.57
<i>Hipotensión, n</i>	1	1	0	0.66
<i>Hipertensión estadio 1, n</i>	4	2	2	0.60
<i>Hipertensión estadio 2, n</i>	1	1	0	

En la Tabla 3, se comparan los parámetros bioquímicos pre y post diálisis. El 88.8% de los pacientes en general presentaron hipokalemia al final de la sesión, de las cuales el 50% fue moderada y el 27.7% grave. Llama la atención que no hubo casos de hipokalemia grave post diálisis en el grupo sin arritmias, comparado con 5 casos (45.5%) del grupo que presentó arritmias, sin llegar a ser esto estadísticamente significativo.

Tabla 3. Comparación de parámetros bioquímicos pre y post diálisis entre quienes presentaron y no presentaron arritmias.

Variable	Total (n=18)	Con arritmias (n=11)	Sin arritmias (n=7)	p
Calcio sérico pre diálisis				
<i>Hipocalcemia, n (%)</i>	8 (44.4)	6 (54.5)	2 (28.5)	0.36
Calcio sérico post diálisis				
<i>Hipocalcemia, n (%)</i>	6 (33.3)	5 (45.4)	1 (14.3)	0.31
Potasio sérico pre diálisis				
<i>Potasio anormal, n (%)</i>	5 (27.7)	3 (27.3)	2 (28.6)	0.67
<i>Hipokalemia, n</i>	1	0	1	
<i>-Leve, n</i>	0	-	0	
<i>-Moderada, n</i>	1	-	1	
<i>-Grave, n</i>	0	-	0	

<i>Hiperkalemia, n</i>	4	3	1	
-Leve, n	4	3	1	
-Moderada, n	0	0	0	
-Grave, n (%)	0	0	0	
Potasio sérico post diálisis				
<i>Potasio anormal, n (%)</i>	16 (88.8)	10 (83.3)	6 (85.7)	0.64
<i>Hipokalemia, n</i>	16	10	6	0.11
-Leve, n	2	1	1	
-Moderada, n	9	4	5	
-Grave, n	5	5	0	
Sodio sérico pre diálisis				
<i>Normal, n (%)</i>	18 (100)	11 (100)	7 (100)	1.0
Sodio sérico post diálisis				
<i>Normal, n (%)</i>	18 (100)	11 (100)	7 (100)	1.0
Urea sérica pre diálisis*	136.61	119.24	177.89	0.53
<i>mg/dl</i>	(54.29 - 312.41)	(81.27 - 312.0)	(54.29 - 277.46)	
Urea sérica post diálisis*	27.12	26.97	31.1	0.32
<i>mg/dl</i>	(2.09 - 52.11)	(2.09 - 49.18)	(19.0 - 52.11)	

En cuanto al estado ácido base, llama la atención que el 50% de los pacientes presentaron acidosis pre diálisis; el grupo de pacientes con arritmias presentó acidosis en el 63.63% en comparación con el 28.57% del grupo sin arritmias. Sin embargo no hubo asociación estadísticamente significativa entre estos grupos.

Tabla 4. Comparación del estado ácido base pre y post diálisis entre quienes presentaron y no presentaron arritmias.

Variable	Total (n=18)	Con arritmias (n=11)	Sin arritmias (n=7)	p
pH sanguíneo pre diálisis				
<i>Equilibrio ácido-base, n (%)</i>	9 (50)	4 (36.4)	5 (71.4)	0.16
<i>Acidosis, n (%)</i>	9 (50)	7 (63.6)	2 (28.6)	
<i>Alcalosis, n (%)</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
pH sanguíneo post diálisis				
<i>Equilibrio ácido-base, n (%)</i>	9 (50.0)	7 (63.6)	2 (28.6)	0.16
<i>Acidosis, n (%)</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
<i>Alcalosis, n (%)</i>	9 (50.0)	4 (36.4)	5 (71.4)	

La prescripción de la hemodialisis en los 18 estudios fue la siguiente: 3 horas de tratamiento, con líquido dializante con concentración de Potasio 1mEq/L, Sodio 138 mEq/L, y Bicarbonato de sodio a 32 mEq/L, con flujo de líquido de diálisis a 500ml/min. Las únicas variables fueron el porcentaje de volumen ultrafiltrado, y el flujo sanguíneo otorgado a cada paciente, sin embargo no se encontró asociación con las arritmias.

Tabla 5. Comparación de variables asociadas a la prescripción de HD entre quienes presentaron y no presentaron arritmias.

<i>Variable</i>	<i>Total (n=18)</i>	<i>Con arritmias (n=11)</i>	<i>Sin arritmias (n=7)</i>	<i>p</i>
<i>Ultrafiltración. Porcentaje de la cantidad de ultrafiltrado respecto al peso corporal (volumen ultrafiltrado peso corporal inicial x 100)</i>	2.7% (0%-8.1%)	2.7% (0%-8.1%)	0% (0%- 6.1%)	0.53
<i>Flujo sanguíneo indicado en la HD (ml/kg/min)</i>	9.10 (4-10.8)	9.7 (4-10.8)	9.3 (4.7-10.4)	0.93

Discusión

Se realizó monitorización electrocardiográfica con Holter a todos los pacientes pediátricos con diagnóstico de ERC en terapia de sustitución renal con hemodiálisis convencional crónica (>3 meses), en la primera sesión de la semana (posterior al periodo interdialítico largo). En total fueron 15 pacientes, y se obtuvo un total de 18 estudios Holter (se repitió el estudio a 3 pacientes).

Se detectaron arritmias en el 61.1% de los estudios, el 100% de estos presentaron complejos ventriculares prematuros (CVP) aislados (clase 1 de la clasificación de Lown y Wolf), 1 de ellos presentó de forma agregada CVP en tripletas (clase 4B de la clasificación de Lown y Wolf), y 3 presentaron eventos de taquicardia ventricular no sostenida.

De los 11 pacientes con arritmias ventriculares, 7 presentaron además complejos supraventriculares prematuros (4 con complejos supraventriculares prematuros aislados y 3 estudios con complejos supraventriculares aislados, en pares y salvas mayores de 4 latidos). Ningún paciente presentó sintomatología durante el estudio.

La frecuencia de arritmias fue similar que en estudios realizados previamente en pacientes adultos (29-80%), sin embargo la frecuencia más alta ha sido encontrada en estudios donde se monitorizó con Holter durante 24 horas o más, como en el estudio de Kanbay y colaboradores en el año 2007.¹¹ Lo comentado anteriormente aunado a que la literatura comenta también casos de muerte súbita relacionada al periodo interdialítico (con mayor frecuencia en las 12 horas antes o después de comenzar una sesión), sugerimos en un futuro ampliar el estudio de nuestros pacientes con monitorización Holter de 24 horas el día de la hemodiálisis.²³

En cuanto al tipo de arritmias, fueron predominantemente ventriculares, lo cual concuerda también con los estudios previos, en donde se han encontrado complejos ventriculares prematuros como la arritmia más frecuente.^{8, 11, 24, 25}

La frecuencia de arritmias ventriculares complejas o potencialmente fatales fue menor que en adultos, en donde se ha encontrado en un 32-37.2% de los pacientes, comparado con el 22.2% en nuestro estudio.

Se observó que de los 3 pacientes que tuvieron un segundo estudio, 2 presentaron arritmias en 1 de los 2 estudios Holter realizados, y el tercer paciente las presentó en los 2 estudios. Lo anterior hace reflexionar en la necesidad de continuar el estudio con Holter, de forma longitudinal en el mismo paciente para determinar si las alteraciones en el ritmo cardíaco se repiten en el tiempo.

A pesar de que la frecuencia de arritmias ventriculares es similar en pacientes pediátricos y adultos, estos últimos presentan mayor incidencia de muerte súbita probablemente por las comorbilidades y la enfermedad arterial coronaria.¹⁸

En este trabajo de investigación se estudiaron algunos factores clínicos y bioquímicos que en estudios previos se habían encontrado asociados a arritmias durante la HD^{19, 26, 13, 17}, sin embargo ninguno de ellos presentó asociación estadísticamente significativa. Debemos resaltar que el número de pacientes de este estudio fue reducido, debido a la población pediátrica en HD de nuestro centro hospitalario y el periodo de estudio, por lo que el ampliar el estudio en un futuro, incluyendo a un mayor número de pacientes pediátricos sería útil para tratar de determinar factores modificables asociados a las arritmias.

Llamó la atención que el 88.8% de los pacientes presentaron hipokalemia al final de la sesión, de las cuales el 50% fue moderada y el 27.7% grave. No hubo casos de hipokalemia grave post diálisis en el grupo sin arritmias, comparado con 5 casos (45.5%) del grupo que presentó arritmias, sin llegar a ser esto estadísticamente significativo.

El tratamiento de las arritmias en el paciente en diálisis crónica, además del uso de cualquier tratamiento farmacológico antiarrítmico específico, debe estar dirigido principalmente a la identificación y corrección, mediante pruebas instrumentales y bioquímicas, de los sustratos anatómico-funcionales de los pacientes con mayor riesgo.

Por lo anterior sugerimos las siguientes recomendaciones:

- Monitorización continua durante la sesión de HD, a los pacientes en los que se documente hiperkalemia pre-HD, ya que este se reconoce como un factor de riesgo para muerte súbita y mortalidad en pacientes en HD.^{19, 26}
- Evitar la hipokalemia usando concentración de potasio en el líquido dializante a 2 mEq/L en pacientes en los que se documente potasio sérico normal pre-HD. El perfil de potasio en el líquido dializante con una concentración alta en la primera hora de hemodiálisis y una reducción progresiva hasta el final de la sesión, parece muy prometedor para reducir el riesgo arrítmico en pacientes con cardiomiopatía.^{17, 11.}
- Tiempos reducidos de hemodiálisis, junto con filtros de alta eficiencia aumenta el riesgo de arritmia ya que aumenta los gradientes de difusión que favorecen los desequilibrios de electrolitos y osmóticos, por lo que sesiones de mayor duración es una opción para disminuir este riesgo en nuestros pacientes.¹⁷

En cuanto a los pacientes en los que se documentó arritmias en este estudio, la recomendación es ser canalizados al servicio de cardiología para la realización de monitorización con Holter de 24 horas, para evaluar si las arritmias están presentes solo en la HD, o se repiten durante el día, además de evaluar necesidad de tratamiento farmacológico aunado a las medidas preventivas.

Conclusión

Se detectaron arritmias en el 61.1% de los estudios, el 100% de estos presentaron complejos ventriculares prematuros (CVP) aislados (clase 1 de la clasificación de Lown y Wolf), 1 de ellos presento de forma agregada CVP en tripletas (clase 4B de la clasificación de Lown y Wolf), y 3 presentaron eventos de taquicardia ventricular no sostenida. De los 11 pacientes con arritmias ventriculares, 7 presentaron además presentaron complejos supraventriculares prematuros (4 con complejos supraventriculares prematuros aisladas y 3 estudios con complejos supraventriculares aisladas, en pares y salvas mayores de 4 latidos). Ningún paciente presentó sintomatología durante el estudio. No hubo asociación estadísticamente significativa de los factores clínicos y bioquímicos estudiados. Son necesarios más estudios, en donde se incluyan un mayor número de pacientes pediátricos para determinar factores asociados a arritmias cardiacas durante la hemodiálisis.

Bibliografía

1. Levey A, Eckardt K, Tsukamoto Y, Levin A, Coresh J, Rossert J, Zeeuwet D, et al. Definition and classification of chronic kidney disease : A position statement from Kidney Disease : Improving Global Outcomes (KDIGO). *Am J Kidney Dis.* 2005;67:2089-2100.
2. Eknoyan G, Lameire N, Barsoum R. Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. KDIGO. *Kidney Int.* 2013;3:5-14.
3. Ardissino G, Dacco V, Testa S, Bonaudo R, Clalris A, Taioli E, et al. Epidemiology of chronic renal failure in children: Data from the ItalKid Project. *Pediatrics.* 2003;111:382-387.
4. Tereshchenko LG, Kim ED, Oehler A, Meoni LA, Ghafoori E, Rami T, Maly M, et al. Electrophysiologic Substrate and Risk of Mortality in Incident Hemodialysis. *J Am Soc Nephrol.* 2016;27(11):3413-3420.
5. El Hage N, Jaar BG, Cheng A, Knight C, Blasco-colmenares E, Gimenez L, E Guallar, Shafi T. Frequency of arrhythmia symptoms and acceptability of implantable cardiac monitors in hemodialysis patients. *BMC Nephrol.* 2017; 18:309.
6. Melgar A, Muley R. Membrana peritoneal en pediatría: características especiales y evaluación funcional. *Nefrología al día.* 2012;7:0.
7. Sellarés V. Principios físicos : definiciones y conceptos. *Nefrología al día* 2012;6:0.
8. Suárez A, Otero J, Méndez A, Cruillas M, Ayala H, Argudín R, et al. Arritmias ventriculares en pacientes con enfermedad renal crónica terminal en hemodiálisis . Monitorización Holter intradialítica. *Rev haban cienc méd.* 2014;13(4):516-530.
9. Bustamante J, Bover J, Maduell F, Martínez-Castelao A, Vidaur F, Sala J. Hemodiálisis y enfermedad cardiovascular. Documento de Consenso de la Sociedad Española de diálisis y trasplante. *Dial Traspl.* 2007;28(2):65-72.
10. Waks JW, Tereshchenko LG, Parekh RS. Electrocardiographic predictors of mortality and sudden cardiac death in patients with end stage renal disease on hemodialysis. *J Electrocardiol.* 2016;49(6):848-854.
11. Kanbay M, Afsar B, Goldsmith D, Covic A. Sudden death in hemodialysis: An update. *Blood Purif.* 2010;30(2):135-45.
12. Bozbas H, Atar I, Yildirim A, Ozgul A, Uyar M, Ozdemir N, et al. Prevalence and predictors of arrhythmia in end stage renal disease patients on hemodialysis. *Ren Fail.* 2007;29(3):331-9.
13. London M. Cardiovascular disease in chronic renal failure : pathophysiologic aspects. *Semin Dial.* 2003;16(2):85-94.
14. National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for cardiovascular disease in dialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 2005;45(3):16-153.
15. Ye WL, Fang LG, Ma J, Li XM. Long-term effects of arteriovenous fistula on cardiac structure and function in non-diabetic hemodialysis patients. *Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao.* 2013;35(1):95-101.
16. Go AS, Yang J, Ackerson LM, Lepper K, Robbins S, Massie BM, et al. Hemoglobin level, chronic kidney disease, and the risks of death and hospitalization in adults with chronic heart failure: the Anemia in Chronic Heart Failure: Outcomes and Resource Utilization (ANCHOR) Study. *Circulation.* 2006;113(23):2713-2723.
17. Santoro A, Basile C. Le aritmie cardiache nel paziente con insufficienza renale ed in trattamento emodialitico periodico. *Giornale Italiano di Nefrologia.* 2006; 23(6):552-559.
18. Genovesi S, Porcu L, Luise MC, Riva H, Nava E, Contaldo G, et al. Sudden Death in End Stage Renal Disease: comparing hemodialysis versus peritoneal dialysis. *Blood Purif.* 2017;44(1):77-88.
19. Genovesi S, Valsecchi MG, Rossi E, Pogliani D, Acquistapace I, De Cristofaro V, Stella A, et al. Sudden death and associated factors in a historical cohort of chronic haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* (2009) 24: 2529-2536.
20. Kovesdy CP, Regidor DL, Mehrotra R, Jing J, Mcallister CJ, Kopple JD, et al. Serum and dialysate potassium concentrations and survival in hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2007;2(5):999-1007.
21. Karaboyas A, Zee J, Brunelli SM, Usvyat LA, Weiner DE, Maddux FW, Nissenson AR, et al. Dialysate potassium, serum potassium, mortality, and arrhythmia events in hemodialysis: results from the dialysis outcomes and practice patterns study (DOPPS). *Am J Kidney Dis.* 2017;69(2):266-77.
22. Foley R, Gilbertson D, Murray T, Collins AJ. Long Interdialytic Interval and Mortality among Patients Receiving Hemodialysis. *N Engl J Med.* 2011;365(12):1099-1107.
23. Bleyer AJ, Hartman J, Brannon PC, Reeves-Daniel A, Satko SG, Russell G. Characteristics of sudden death in hemodialysis patients. *Kidney Int.* 2006;69(12):2268-73.

24. Torres M, Cuan M, Jaime M, Arteaga L, Gaitán S, Vázquez L, Manzano O, et al. Electrocardiograma de pacientes con insuficiencia renal crónica en programa de hemodiálisis crónica. *Nefrol Mex.* 2009;30(1):14-18.
25. Ozportakal H, Ozkok A, Alkan O, Bulut AS, Boyraz M, Inanir M, Goksel A et al. Hemodialysis-induced repolarization abnormalities on ECG are influenced by serum calcium levels and ultrafiltration volumes. *Int Urol Nephrol.* 2017;49(3):509-15.
26. Turakhia M, et al. Chronic kidney disease and arrhythmias: conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference. *European Heart Journal.* 2018;0:1-17.
27. Priori S, Blomström-Lundqvist C, Mazzantia A, Blomb N, Borggrefe M, Camm J, Elliott P, et al. Guía ESC 2015 sobre el tratamiento de pacientes con arritmias ventriculares y prevención de la muerte súbita cardiac. *Rev Esp Cardiol.* 2016;69(2):176.e1-e77.
28. Garrote J, et al. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en arritmias cardíacas. *Rev Esp Cardiol.* 2001;54:307-67.
29. Flynn J, Kaelber D, Baker-Smith C, et al. Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics.* 2017;140(3):e20171904.
30. Narula AS, Jha V, Bali HK, Sakhuja V, Sapru RP. Cardiac arrhythmias and silent myocardial ischemia during hemodialysis. *Ren Fail.* 2000 May;22(3):355-68.

ANEXOS

APENDICE 1.

Tipos de arritmias cardiacas ^{26, 27,28.}

De frecuencia cardiaca lenta:

- **Disfunción del nodo sinusal:** alteración del automatismo o de la conducción a nivel del nodo sinusal, que se traduce en frecuencias sinusales lentas (bradicardia sinusal) o pausas sinusales.
- **Bloqueo auriculoventricular (bloqueo AV):** en este caso el nódulo sinusal funciona con normalidad, pero no se consigue una transmisión adecuada de los impulsos de las aurículas a los ventrículos por un bloqueo en el sistema específico de conducción.
 - Bloqueo A-V de 1 °, 2 ° y 3 ° grado.
 - Mobitz I y Mobitz II para el 2 ° grado; fenómeno de Wenckebach.

De frecuencia cardiaca rápida:

- **Taquicardias supraventriculares (QRS estrecho).**
 - Taquicardia auricular (incluyendo taquicardia atrial focal y multifocal).
 - Taquicardias regulares paroxísticas
 - Taquicardia incesante de la unión auriculoventricular.
- **Síndrome de preexcitación**
- **Flúter auricular.**
- **Fibrilación auricular.**

- **Complejos ventriculares prematuros (CVP).**
- **Taquicardia ventricular sostenida: > 30 segundos o necesidad de terminación por compromiso hemodinámico en <30 segundos.**
- **Parada cardíaca por taquiarritmia ventricular.**

Clasificación de los CVP según Lown y Wolf.

Clase	
0.-	Sin arritmias.
1.-	CVP <30 por hora
2.-	CVP unifocales con frecuencia mayor de 30 por hora.
3.-	CVP multifocales o polimorfas.
4A.-	CVP en Dupleta o pareada.
4B.-	CVP en tripleta.
5.-	Fenómeno de R en T.

APENDICE 2. Percentiles de presión sanguínea para niños, según su edad y talla²⁹.

Age (y)	BP Percentile	SBP (mmHg)										DBP (mmHg)									
		Height Percentile or Measured Height										Height Percentile or Measured Height									
		5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%						
1	Height (in)	30.4	30.8	31.6	32.4	33.3	34.1	34.6	30.4	30.8	31.6	32.4	33.3	34.1	34.6						
	Height (cm)	77.2	78.3	80.2	82.4	84.6	86.7	87.9	77.2	78.3	80.2	82.4	84.6	86.7	87.9						
	90th	85	85	86	86	87	88	88	40	40	40	41	41	42	42						
	95th	98	99	99	100	100	101	101	52	52	53	53	54	54	54						
	95th + 12 mmHg	114	114	115	115	116	117	117	66	66	67	67	68	69	69						
2	Height (in)	33.9	34.4	35.3	36.3	37.3	38.2	38.8	33.9	34.4	35.3	36.3	37.3	38.2	38.8						
	Height (cm)	86.1	87.4	89.6	92.1	94.7	97.1	98.5	86.1	87.4	89.6	92.1	94.7	97.1	98.5						
	90th	87	87	88	89	89	90	91	43	43	44	44	45	46	46						
	95th	100	100	101	102	103	103	104	55	55	56	56	57	58	58						
	95th + 12 mmHg	116	117	117	118	119	119	120	69	70	70	71	72	73	73						
3	Height (in)	36.4	37	37.9	39	40.1	41.1	41.7	36.4	37	37.9	39	40.1	41.1	41.7						
	Height (cm)	92.5	93.9	96.3	99	101.8	104.3	105.8	92.5	93.9	96.3	99	101.8	104.3	105.8						
	90th	88	89	89	90	91	92	92	45	46	46	47	48	49	49						
	95th	101	102	102	103	104	105	105	58	58	59	59	60	61	61						
	95th + 12 mmHg	118	118	119	119	120	121	121	72	73	73	74	75	76	76						
4	Height (in)	38.8	39.4	40.5	41.7	42.9	43.9	44.5	38.8	39.4	40.5	41.7	42.9	43.9	44.5						
	Height (cm)	98.5	100.2	102.9	105.9	108.9	111.5	113.2	98.5	100.2	102.9	105.9	108.9	111.5	113.2						
	90th	90	90	91	92	93	94	94	48	49	49	50	51	52	52						
	95th	102	103	104	105	105	106	107	60	61	62	62	63	64	64						
	95th + 12 mmHg	119	119	120	120	121	122	122	75	76	77	78	79	80	80						
5	Height (in)	41.1	41.8	43.0	44.3	45.5	46.7	47.4	41.1	41.8	43.0	44.3	45.5	46.7	47.4						
	Height (cm)	104.4	106.2	109.1	112.4	115.7	118.6	120.3	104.4	106.2	109.1	112.4	115.7	118.6	120.3						
	90th	91	92	93	94	95	96	96	51	51	52	53	54	55	55						
	95th	103	104	105	106	107	108	108	63	64	65	65	66	67	67						
	95th + 12 mmHg	119	119	120	120	121	122	122	77	78	79	80	81	82	83						
6	Height (in)	43.4	44.2	45.4	46.8	48.2	49.4	50.2	43.4	44.2	45.4	46.8	48.2	49.4	50.2						
	Height (cm)	110.3	112.2	115.3	118.9	122.4	125.6	127.5	110.3	112.2	115.3	118.9	122.4	125.6	127.5						
	90th	93	93	94	95	96	97	98	54	54	55	56	57	58	58						
	95th	105	105	106	107	109	110	110	66	66	67	68	69	70	71						
	95th + 12 mmHg	120	121	122	123	124	125	126	81	82	82	83	84	85	85						
7	Height (in)	45.7	46.5	47.8	49.3	50.8	52.1	52.9	45.7	46.5	47.8	49.3	50.8	52.1	52.9						
	Height (cm)	116.1	118	121.4	125.1	128.9	132.4	134.5	116.1	118	121.4	125.1	128.9	132.4	134.5						
	90th	94	94	95	97	98	98	99	56	56	57	58	58	59	59						
	95th	106	107	108	109	110	111	111	68	68	69	70	70	71	71						
	95th + 12 mmHg	122	122	123	124	126	127	128	83	83	84	85	85	86	86						

TABLE 4 Continued

Age (y)	BP Percentile	SBP (mmHg)								DBP (mmHg)					
		Height Percentile or Measured Height								Height Percentile or Measured Height					
		5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
8	Height (in)	47.8	48.6	50	51.6	53.2	54.6	55.5	47.8	48.6	50	51.6	53.2	54.6	55.5
	Height (cm)	121.4	123.5	127	131	135.1	138.8	141	121.4	123.5	127	131	135.1	138.8	141
	50th	95	96	97	98	99	99	100	57	57	58	59	59	60	60
	90th	107	108	109	110	111	112	112	89	70	70	71	72	72	73
	95th	111	112	112	114	115	116	117	72	73	73	74	75	75	75
9	95th + 12 mmHg	123	124	124	126	127	128	129	84	85	85	86	87	87	87
	Height (in)	49.6	50.5	52	53.7	55.4	56.9	57.9	49.6	50.5	52	53.7	55.4	56.9	57.9
	Height (cm)	126	128.3	132.1	136.3	140.7	144.7	147.1	126	128.3	132.1	136.3	140.7	144.7	147.1
	50th	96	97	98	99	100	101	101	57	58	59	60	61	62	62
	90th	107	108	109	110	112	113	114	70	71	72	73	74	74	74
10	95th	112	112	113	115	116	118	119	74	74	75	76	76	77	77
	95th + 12 mmHg	124	124	125	127	128	130	131	86	86	87	88	88	89	89
	Height (in)	51.3	52.2	53.8	55.6	57.4	59.1	60.1	51.3	52.2	53.8	55.6	57.4	59.1	60.1
	Height (cm)	130.2	132.7	136.7	141.3	145.9	150.1	152.7	130.2	132.7	136.7	141.3	145.9	150.1	152.7
	50th	97	98	99	100	101	102	103	59	60	61	62	63	63	64
11	90th	108	109	111	112	113	115	116	72	73	74	74	75	75	76
	95th	112	113	114	116	118	120	121	76	76	77	77	78	78	78
	95th + 12 mmHg	124	125	126	128	130	132	133	88	88	89	89	90	90	90
	Height (in)	53	54	55.7	57.6	59.6	61.3	62.4	53	54	55.7	57.6	59.6	61.3	62.4
	Height (cm)	134.7	137.3	141.5	146.4	151.3	155.8	158.6	134.7	137.3	141.5	146.4	151.3	155.8	158.6
12	50th	99	99	101	102	103	104	106	61	61	62	63	63	63	63
	90th	110	111	112	114	116	117	118	74	74	75	75	75	76	76
	95th	114	114	116	118	120	123	124	77	78	78	78	78	78	78
	95th + 12 mmHg	126	126	128	130	132	135	136	89	90	90	90	90	90	90
	Height (in)	55.2	56.3	58.1	60.1	62.2	64	65.2	55.2	56.3	58.1	60.1	62.2	64	65.2
13	Height (cm)	140.3	143	147.5	152.7	157.9	162.6	165.5	140.3	143	147.5	152.7	157.9	162.6	165.5
	50th	101	101	102	104	106	108	109	61	62	62	62	62	63	63
	90th	113	114	115	117	119	121	122	75	75	75	75	75	76	76
	95th	116	117	118	121	124	126	128	78	78	78	78	78	79	79
	95th + 12 mmHg	128	129	130	133	136	138	140	90	90	90	90	90	91	91
14	Height (in)	57.9	59.1	61	63.1	65.2	67.1	68.3	57.9	59.1	61	63.1	65.2	67.1	68.3
	Height (cm)	147	150	154.9	160.3	165.7	170.5	173.4	147	150	154.9	160.3	165.7	170.5	173.4
	50th	103	104	105	108	110	111	112	61	60	61	62	63	64	65
	90th	115	116	118	121	124	126	126	74	74	74	75	76	77	77
	95th	119	120	122	125	128	130	131	78	78	78	78	80	81	81
14	95th + 12 mmHg	131	132	134	137	140	142	143	90	90	90	90	92	93	93
	Height (in)	60.6	61.8	63.8	65.9	68.0	69.8	70.9	60.6	61.8	63.8	65.9	68.0	69.8	70.9
	Height (cm)	153.8	156.9	162	167.5	172.7	177.4	180.1	153.8	156.9	162	167.5	172.7	177.4	180.1
	50th	105	106	109	111	112	113	113	60	60	62	64	65	66	67
	90th	119	120	123	126	127	128	129	74	74	75	77	78	79	80
14	95th	123	125	127	130	132	133	134	77	78	79	81	82	83	84
	95th + 12 mmHg	135	137	139	142	144	145	146	89	90	91	93	94	95	96

TABLE 4 Continued

Age (y)	BP Percentile	SBP (mmHg)							DBP (mmHg)						
		Height Percentile or Measured Height													
		5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
15	Height (in)	62.6	63.8	65.7	67.8	69.8	71.5	72.5	62.6	63.8	65.7	67.8	69.8	71.5	72.5
	Height (cm)	159	162	166.9	172.2	177.2	181.6	184.2	159	162	166.9	172.2	177.2	181.6	184.2
	50th	108	110	112	113	114	114	114	61	62	64	65	66	67	68
	90th	123	124	126	128	129	130	130	75	76	78	79	80	81	81
	95th	127	129	131	132	134	135	135	78	79	81	83	84	85	85
	95th + 12 mmHg	139	141	143	144	146	147	147	90	91	93	95	96	97	97
16	Height (in)	63.8	64.9	66.8	68.8	70.7	72.4	73.4	63.8	64.9	66.8	68.8	70.7	72.4	73.4
	Height (cm)	162.1	165	169.6	174.6	179.5	183.8	186.4	162.1	165	169.6	174.6	179.5	183.8	186.4
	50th	111	112	114	115	115	116	116	63	64	66	67	68	69	69
	90th	126	127	128	129	131	131	132	77	78	79	80	81	82	82
	95th	130	131	133	134	135	136	137	80	81	83	84	85	86	86
	95th + 12 mmHg	142	143	145	146	147	148	149	92	93	95	96	97	98	98
17	Height (in)	64.5	65.5	67.3	69.2	71.1	72.8	73.8	64.5	65.5	67.3	69.2	71.1	72.8	73.8
	Height (cm)	163.8	166.5	170.9	175.8	180.7	184.9	187.5	163.8	166.5	170.9	175.8	180.7	184.9	187.5
	50th	114	115	116	117	117	118	118	65	66	67	68	69	70	70
	90th	128	129	130	131	132	133	134	78	79	80	81	82	82	83
	95th	132	133	134	135	137	138	138	81	82	84	85	86	86	87
	95th + 12 mmHg	144	145	146	147	149	150	150	93	94	96	97	98	98	99

Use percentile values to stage BP readings according to the scheme in Table 3 (elevated BP: ≥ 90 th percentile; stage 1 HTN: ≥ 95 th percentile; and stage 2 HTN: ≥ 95 th percentile + 12 mm Hg). The 50th, 90th, and 95th percentiles were derived by using quantile regression on the basis of normal-weight children (BMI <85th percentile).⁷⁷

TABLE 5 BP Levels for Girls by Age and Height Percentile

Age (y)	BP Percentile	SBP (mmHg)								DBP (mmHg)					
		Height Percentile or Measured Height								Height Percentile or Measured Height					
		5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
1	Height (in)	29.7	30.2	30.9	31.8	32.7	33.4	33.9	29.7	30.2	30.9	31.8	32.7	33.4	33.9
	Height (cm)	75.4	76.6	78.6	80.8	83	84.9	86.1	75.4	76.6	78.6	80.8	83	84.9	86.1
	50th	84	85	86	86	87	88	88	41	42	42	43	44	45	46
	90th	98	99	99	100	101	102	102	54	55	56	56	57	58	58
	95th	101	102	102	103	104	105	105	59	59	60	60	61	62	62
	95th + 12 mmHg	113	114	114	115	116	117	117	71	71	72	72	73	74	74
2	Height (in)	33.4	34	34.9	35.9	36.9	37.8	38.4	33.4	34	34.9	35.9	36.9	37.8	38.4
	Height (cm)	84.9	86.3	88.6	91.1	93.7	96	97.4	84.9	86.3	88.6	91.1	93.7	96	97.4
	50th	87	87	88	89	90	91	91	45	46	47	48	49	50	51
	90th	101	101	102	103	104	105	106	58	58	59	60	61	62	62
	95th	104	105	106	106	107	108	109	62	63	63	64	65	66	66
	95th + 12 mmHg	116	117	118	118	119	120	121	74	75	75	76	77	78	78
3	Height (in)	35.8	36.4	37.3	38.4	39.6	40.6	41.2	35.8	36.4	37.3	38.4	39.6	40.6	41.2
	Height (cm)	91	92.4	94.9	97.6	100.5	103.1	104.6	91	92.4	94.9	97.6	100.5	103.1	104.6
	50th	88	89	89	90	91	92	93	48	48	49	50	51	53	53
	90th	102	103	104	104	105	106	107	60	61	61	62	63	64	65
	95th	106	106	107	108	109	110	110	64	65	65	66	67	68	69
	95th + 12 mmHg	118	118	119	120	121	122	122	76	77	77	78	79	80	81
4	Height (in)	38.3	38.9	39.9	41.1	42.4	43.5	44.2	38.3	38.9	39.9	41.1	42.4	43.5	44.2
	Height (cm)	97.2	98.8	101.4	104.5	107.6	110.5	112.2	97.2	98.8	101.4	104.5	107.6	110.5	112.2
	50th	89	90	91	92	93	94	94	50	51	51	53	54	55	55
	90th	103	104	105	106	107	108	108	62	63	64	65	66	67	67
	95th	107	108	109	109	110	111	112	66	67	68	69	70	70	71
	95th + 12 mmHg	119	120	121	121	122	123	124	78	79	80	81	82	82	83
5	Height (in)	40.8	41.5	42.6	43.9	45.2	46.5	47.3	40.8	41.5	42.6	43.9	45.2	46.5	47.3
	Height (cm)	103.6	105.3	108.2	111.5	114.9	118.1	120	103.6	105.3	108.2	111.5	114.9	118.1	120
	50th	90	91	92	93	94	95	96	52	52	53	55	56	57	57
	90th	104	105	106	107	108	109	110	64	65	66	67	68	69	70
	95th	108	109	109	110	111	112	113	68	69	70	71	72	73	73
	95th + 12 mmHg	120	121	121	122	123	124	125	80	81	82	83	84	85	85
6	Height (in)	43.3	44	45.2	46.6	48.1	49.4	50.3	43.3	44	45.2	46.6	48.1	49.4	50.3
	Height (cm)	110	111.8	114.9	118.4	122.1	125.6	127.7	110	111.8	114.9	118.4	122.1	125.6	127.7
	50th	92	92	93	94	96	97	97	54	54	55	56	57	58	59
	90th	105	106	107	108	109	110	111	67	67	68	69	70	71	71
	95th	109	109	110	111	112	113	114	70	71	72	72	73	74	74
	95th + 12 mmHg	121	121	122	123	124	125	126	82	83	84	84	85	86	86
7	Height (in)	45.6	46.4	47.7	49.2	50.7	52.1	53	45.6	46.4	47.7	49.2	50.7	52.1	53
	Height (cm)	115.9	117.8	121.1	124.9	128.8	132.5	134.7	115.9	117.8	121.1	124.9	128.8	132.5	134.7
	50th	92	93	94	95	97	98	99	55	55	56	57	58	59	60
	90th	106	106	107	109	110	111	112	68	68	69	70	71	72	72
	95th	109	110	111	112	113	114	115	72	72	73	73	74	74	75
	95th + 12 mmHg	121	122	123	124	125	126	127	84	84	85	85	86	86	87

TABLE 5 Continued

Age (y)	BP Percentile	SBP (mmHg)							DBP (mmHg)						
		Height Percentile or Measured Height													
		5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
8	Height (in)	47.6	48.4	49.8	51.4	53	54.5	55.5	47.6	48.4	49.8	51.4	53	54.5	55.5
	Height (cm)	121	123	126.5	130.6	134.7	138.5	140.9	121	123	126.5	130.6	134.7	138.5	140.9
	50th	93	94	95	97	98	99	100	56	56	57	59	60	61	61
	90th	107	107	108	110	111	112	113	69	70	71	72	72	73	73
	95th	110	111	112	113	115	116	117	72	73	74	74	75	75	75
	95th + 12 mmHg	122	123	124	125	127	128	129	84	85	86	86	87	87	87
9	Height (in)	49.3	50.2	51.7	53.4	55.1	56.7	57.7	49.3	50.2	51.7	53.4	55.1	56.7	57.7
	Height (cm)	125.3	127.6	131.3	135.6	140.1	144.1	146.6	125.3	127.6	131.3	135.6	140.1	144.1	146.6
	50th	95	95	97	98	99	100	101	57	58	59	60	60	61	61
	90th	108	108	109	111	112	113	114	71	71	72	73	73	73	73
	95th	112	112	113	114	116	117	118	74	74	75	75	75	75	75
	95th + 12 mmHg	124	124	125	126	128	129	130	86	86	87	87	87	87	87
10	Height (in)	51.1	52	53.7	55.5	57.4	59.1	60.2	51.1	52	53.7	55.5	57.4	59.1	60.2
	Height (cm)	129.7	132.2	136.3	141	145.8	150.2	152.8	129.7	132.2	136.3	141	145.8	150.2	152.8
	50th	96	97	98	99	101	102	103	58	59	59	60	61	61	62
	90th	109	110	111	112	113	115	116	72	73	73	73	73	73	73
	95th	113	114	114	116	117	119	120	75	75	76	76	76	76	76
	95th + 12 mmHg	125	126	126	128	129	131	132	87	87	88	88	88	88	88
11	Height (in)	53.4	54.5	56.2	58.2	60.2	61.9	63	53.4	54.5	56.2	58.2	60.2	61.9	63
	Height (cm)	135.6	138.3	142.8	147.8	152.8	157.3	160	135.6	138.3	142.8	147.8	152.8	157.3	160
	50th	98	99	101	102	104	105	106	60	60	60	61	62	63	64
	90th	111	112	113	114	116	118	120	74	74	74	74	74	75	75
	95th	115	116	117	118	120	123	124	76	77	77	77	77	77	77
	95th + 12 mmHg	127	128	129	130	132	135	136	88	89	89	89	89	89	89
12	Height (in)	56.2	57.3	59	60.9	62.8	64.5	65.5	56.2	57.3	59	60.9	62.8	64.5	65.5
	Height (cm)	142.8	145.5	149.9	154.8	159.6	163.8	166.4	142.8	145.5	149.9	154.8	159.6	163.8	166.4
	50th	102	102	104	105	107	108	108	61	61	61	62	64	65	65
	90th	114	115	116	118	120	122	122	75	75	75	75	76	76	76
	95th	118	119	120	122	124	125	126	78	78	78	78	79	79	79
	95th + 12 mmHg	130	131	132	134	136	137	138	90	90	90	90	91	91	91
13	Height (in)	58.3	59.3	60.9	62.7	64.5	66.1	67	58.3	59.3	60.9	62.7	64.5	66.1	67
	Height (cm)	148.1	150.6	154.7	159.2	163.7	167.8	170.2	148.1	150.6	154.7	159.2	163.7	167.8	170.2
	50th	104	105	106	107	108	108	109	62	62	63	64	65	65	66
	90th	116	117	119	121	122	123	123	75	75	75	76	76	76	76
	95th	121	122	123	124	126	126	127	79	79	79	79	80	80	81
	95th + 12 mmHg	133	134	135	136	138	138	139	91	91	91	91	92	92	93
14	Height (in)	59.3	60.2	61.8	63.5	65.2	66.8	67.7	59.3	60.2	61.8	63.5	65.2	66.8	67.7
	Height (cm)	150.6	153	156.9	161.3	165.7	169.7	172.1	150.6	153	156.9	161.3	165.7	169.7	172.1
	50th	105	106	107	108	109	109	109	63	63	64	65	66	66	66
	90th	118	118	120	122	123	123	123	76	76	76	76	77	77	77
	95th	123	123	124	125	126	127	127	80	80	80	80	81	81	82
	95th + 12 mmHg	135	135	136	137	138	139	139	92	92	92	92	93	93	94

TABLE 5 Continued

Age (y)	BP Percentile	SBP (mm Hg)								DBP (mm Hg)					
		Height Percentile or Measured Height								Height Percentile or Measured Height					
		5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
15	Height (in)	59.7	60.6	62.2	63.9	65.6	67.2	68.1	59.7	60.6	62.2	63.9	65.6	67.2	68.1
	Height (cm)	151.7	154	157.9	162.3	166.7	170.6	173	151.7	154	157.9	162.3	166.7	170.6	173
	50th	105	106	107	108	109	109	109	64	64	64	65	66	67	67
	90th	118	119	121	122	123	123	124	76	76	76	77	77	78	78
	95th	124	124	125	126	127	127	128	80	80	80	81	82	82	82
	95th + 12 mm Hg	136	136	137	138	139	139	140	92	92	92	93	94	94	94
16	Height (in)	59.9	60.8	62.4	64.1	65.8	67.3	68.3	59.9	60.8	62.4	64.1	65.8	67.3	68.3
	Height (cm)	152.1	154.5	158.4	162.8	167.1	171.1	173.4	152.1	154.5	158.4	162.8	167.1	171.1	173.4
	50th	106	107	108	109	109	110	110	64	64	65	66	66	67	67
	90th	119	120	122	123	124	124	124	76	76	76	77	78	78	78
	95th	124	125	125	127	127	128	128	80	80	80	81	82	82	82
	95th + 12 mm Hg	136	137	137	139	139	140	140	92	92	92	93	94	94	94
17	Height (in)	60.0	60.9	62.5	64.2	65.9	67.4	68.4	60.0	60.9	62.5	64.2	65.9	67.4	68.4
	Height (cm)	152.4	154.7	158.7	163.0	167.4	171.3	173.7	152.4	154.7	158.7	163.0	167.4	171.3	173.7
	50th	107	108	109	110	110	110	111	64	64	65	66	66	66	67
	90th	120	121	123	124	124	125	125	76	76	77	77	78	78	78
	95th	125	125	126	127	128	128	128	80	80	80	81	82	82	82
	95th + 12 mm Hg	137	137	138	139	140	140	140	92	92	92	93	94	94	94

Use percentile values to stage BP readings according to the scheme in Table 3 (elevated BP: ≥ 90 th percentile; stage 1 HTN: ≥ 95 th percentile; and stage 2 HTN: ≥ 95 th percentile + 12 mm Hg). The 50th, 90th, and 95th percentiles were derived by using quantile regression on the basis of normal-weight children (BMI <85th percentile).⁷⁷

APENDICE 3. Definiciones actualizadas de categorías y estadios de la presión sanguínea en niños²⁹.

For Children Aged 1–13 y	For Children Aged ≥13 y
Normal BP: <90th percentile	Normal BP: <120/<80 mm Hg
Elevated BP: ≥90th percentile to <95th percentile or 120/80 mm Hg to <95th percentile (whichever is lower)	Elevated BP: 120/<80 to 129/<80 mm Hg
Stage 1 HTN: ≥95th percentile to <95th percentile + 12 mmHg, or 130/80 to 139/89 mm Hg (whichever is lower)	Stage 1 HTN: 130/80 to 139/89 mm Hg
Stage 2 HTN: ≥95th percentile + 12 mm Hg, or ≥140/90 mm Hg (whichever is lower)	Stage 2 HTN: ≥140/90 mm Hg

Clinical practice guideline for screening and management of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*. 2017;140(3):e20171904

APENDICE 4. Niveles séricos de potasio y calcio para la edad.

Determination	Conventional Units	SI Units
Note: Entries listed in alphabetical order.		
Potassium		
Preterm	3.0–6.0 mEq/L	3.0–6.0 mmol/L
Newborn	3.7–5.9 mEq/L	3.7–5.9 mmol/L
Infant	4.1–5.3 mEq/L	4.1–5.3 mmol/L
Child	3.4–4.7 mEq/L	3.4–4.7 mmol/L
Adult	3.5–5.1 mEq/L	3.5–5.1 mmol/L
Calcium		
Total		
Preterm	6.2–11 mg/dL	1.55–2.75 mmol/L
Term <10 d	7.6–10.4 mg/dL	1.9–2.6 mmol/L
10 d–24 mo	9.0–11 mg/dL	2.25–2.75 mmol/L
2–12 y	8.8–10.8 mg/dL	2.2–2.7 mmol/L
12–18 y	8.4–10.2 mg/dL	2.1–2.55 mmol/L
Ionized		
0–1 mo	3.9–6.0 mg/dL	1.0–1.5 mmol/L
1–6 mo	3.7–5.9 mg/dL	0.95–1.5 mmol/L
1–18 y	4.9–5.5 mg/dL	1.22–1.37 mmol/L
Adult	4.75–5.3 mg/dL	1.18–1.32 mmol/L

Reference Range Values for Pediatric Care. American Academy of Pediatrics. 2014

APENDICE 5.



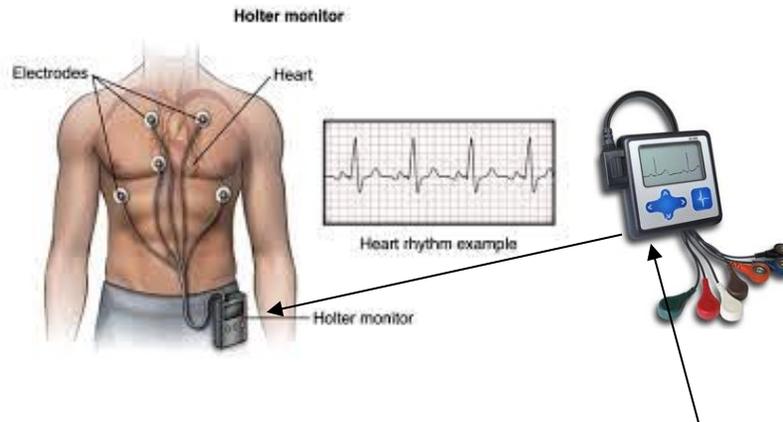
U.M.A.E. HOSPITAL DE PEDIATRÍA
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI
“Dr. Silvestre Frenk Freund”

Estudio de investigación: Frecuencia y factores asociados a arritmias cardiacas durante la sesión de hemodiálisis en pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica.

CARTA DE ASENTIMIENTO INFORMADO

Hola, te estamos invitando a participar en un estudio de investigación en donde se desea detectar problemas en el ritmo del corazón de niños como tú, que se encuentran en hemodiálisis.

Si aceptas participar, entonces en una de tus sesiones de hemodialisis programadas vamos a realizar el estudio, en el cual se procederá a pegarte 5 parches en la piel de tu pecho como en el siguiente dibujo:



Estos parches se pegan a un cable cada uno, y todos los cables van conectados a un aparato muy pequeño llamado Holter, este aparato va a registrar el ritmo de tu corazón durante la sesión de hemodialisis. Es posible que puedas sentirte incomodo, pero esto no te causará dolor. Podrás realizar las actividades que comúnmente haces durante tu sesión, como moverte, ver la televisión, dormir e incluso comer.

Es importante que sepas que la decisión de participar en el estudio es solo tuya, aun cuando tú papá o mamá lo haya autorizado. Por eso tu puedes decidir participar o no.

Antes de aceptar puedes hacer todas las preguntas que tengas, y cuando estés seguro de querer participar házmelo saber, y por favor escribe tu nombre:

¡Gracias!

Nombre y firma de quien solicitó el asentimiento:

Fecha _____ Día/mes/año

APENDICE 6.



**U.M.A.E. HOSPITAL DE PEDIATRÍA
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI
"Dr. Silvestre Frenk Freund"**

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estudio de investigación: Frecuencia y factores asociados a arritmias cardiacas durante la sesión de hemodiálisis en pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica.

Nombre completo de mi hijo/hija _____

Objetivo del estudio: Este estudio permitirá detectar arritmias cardiacas (actividad anormal en el ritmo del corazón) durante la sesión de hemodiálisis de su hijo o hija. Además se investigarán que factores pudieran asociarse a la presencia de arritmias cardiacas, como alteraciones en la presión arterial, o anomalías en las sustancias de la sangre.

Metodología: La participación consistirá en colocar un aparato llamado Holter a través de 5 cables que pegaremos con unos parches en la piel del pecho de su hijo (a), los cuales permanecerán ahí durante el tiempo de una de sus sesiones de hemodiálisis (3 horas comúnmente). También, necesitamos dos pequeñas muestras de sangre de 1 ml cada una (en total lo equivalente a menos de media cucharadita) que tomaríamos a través de su catéter de hemodiálisis, una de ellas antes de la sesión y otra al final.

Riesgos: Él/ella podrá sentir incomodidad por la colocación del Holter, sin embargo esto no le causará dolor ni afectará en su salud, y podrá realizar las actividades que comúnmente hace durante su sesión, como moverse e incluso comer.

Posibles beneficios: En caso de que se detecte una arritmia cardiaca en su hijo o hija, será canalizado al servicio de Cardiología Pediátrica para poder ser evaluado y recibir manejo oportuno y especializado. Este estudio también ayudará a los médicos de Nefrología a conocer con qué frecuencia se presentan las arritmias cardiacas durante la sesión de hemodiálisis en los niños, y qué factores pueden condicionarlos, para de esta manera implementar medidas para su prevención y detección oportuna.

Es importante que sepa que se responderán todas su preguntas antes de aceptar la participación, y aun cuando usted haya aceptado la participación en el estudio, si en algún momento tanto usted o su hijo (a), deciden ya no querer participar, esto será respetado sin que haya problemas, ni se afecte la atención médica de su hijo (a) o de ustedes y su familia. Los datos personales y los resultados de los estudios serán manejadas en forma confidencial.

Nombre de la madre: _____

Firma _____

Nombre del padre: _____

Firma _____

Nombre del testigo _____

Parentesco con el paciente _____ Firma _____

Dirección _____

Nombre del testigo _____

Parentesco con el paciente _____ Firma _____

Dirección _____

Nombre del Investigador que solicitó el consentimiento: _____

Firma _____

Fecha _____ Día/mes/año

APENDICE 7.

Hoja de recolección de datos.



**U.M.A.E. HOSPITAL DE PEDIATRÍA
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI
"Dr. Silvestre Frenk Freund"**

Estudio de investigación: Frecuencia y factores asociados a arritmias cardíacas durante la hemodiálisis en pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica.

FECHA:		
Nombre del paciente:		
Edad: Fecha de nacimiento:	Sexo:	Peso seco: Peso inicial: Peso final:
Diagnóstico:		
Numero de sesión de la semana: Primera: _____ Segunda: _____ Tercera: _____		
Tipo de acceso vascular: Tiempo de evolución de Hemodiálisis:		
Prescripción de la Hemodiálisis:	Tiempo:	Qs:
	Filtro:	Qd:
	Líneas:	UF programado:
	Sol. Dializante: Na _____ mEq/L K _____ mEq/L HC03 _____ mEq/L	Medicamentos administrados durante la sesión: _____ _____ _____ _____
	Heparina:	
Variable	Pre-Hemodiálisis	Post-Hemodiálisis
Presión arterial		
Calcio		
Potasio		
Sodio		
Urea		
PH		
Vol. Ultrafiltrado total: Porcentaje de la cantidad de ultrafiltrado respecto al peso corporal (volumen ultrafiltrado/peso corporal inicial x 100):		
Última valoración por cardiología pediátrica (fecha y reporte):		

Reporte Holter:

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page below the header. It is intended for the user to enter the details of the Holter monitor report.