



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACIÓN**

**INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES
DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO**

**ASOCIACIÓN DE ALTERACIONES ELECTROLÍTICAS CON
ANORMALIDADES ELECTROCARDIOGRAFICAS EN PACIENTES
PEDIÁTRICOS DEL ÁREA URGENCIAS**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Lumi Atzcalli Sánchez Martínez

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA ESPECIALIDAD

Especialidad de Pediatría

ASESOR DE TESIS:

José Manuel Padilla López

NO. DE REGISTRO DE PROTOCOLO: 66.2022

CIUDAD UNIVERSITARIA CD. MX.

2023





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACIÓN**

**INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES
DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO**

**ASOCIACIÓN DE ALTERACIONES ELECTROLÍTICAS CON
ANORMALIDADES ELECTROCARDIOGRAFICAS EN PACIENTES
PEDIÁTRICOS DEL ÁREA URGENCIAS**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Lumi Atzcalli Sánchez Martínez

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA ESPECIALIDAD

Especialidad de Pediatría

ASESOR DE TESIS:

José Manuel Padilla López

NO. DE REGISTRO DE PROTOCOLO: 66.2022

CIUDAD UNIVERSITARIA CD. MX.

2023



NOMBRE Y FIRMA
DR. EDUARDO BALTAZAR BARRAGÁN PADILLA
PROFESOR TITULAR

NOMBRE Y FIRMA
DR. JOSÉ MANUEL PADILLA LÓPEZ
ASESOR DE TESIS

RESUMEN

“Asociación de alteraciones electrolíticas con anomalías electrocardiográficas en pacientes pediátricos del área urgencias”

Antecedentes. En pacientes pediátricos en el área de urgencias son frecuentes las alteraciones electrolíticas, las cuales podrían asociarse a alteraciones electrocardiográficas debido al papel importante que tienen los diferentes iones séricos en las vías de conducción eléctrica del corazón y en el potencial de membrana de los cardiomiocitos.

Objetivo general. Evaluar la asociación de alteraciones electrolíticas con anomalías electrocardiográficas en pacientes pediátricos del área urgencias.

Metodología. Se realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo, prospectivo en pacientes pediátricos del Hospital Lic. Adolfo López Mateos del ISSSTE en la Ciudad de México que fueron atendidos por cualquier causa y que a la valoración bioquímica presentaron alteraciones electrolíticas (incluyendo hipo e hipernatremia, hipo e hipercalemia, hipo e hipermagnesemia, hipo e hiper calcemia e hipo e hiperfosfatemia). A los pacientes que presentaron alteraciones electrolíticas durante su estancia, se les realizó un electrocardiograma para identificar si presentan alguna anomalía electrocardiográfica asociada a la alteración electrolítica. El análisis estadístico se realizó en el programa SPSS v.25 para Mac y consistió en pruebas descriptivas.

Resultados. Se incluyeron 100 pacientes pediátricos que fueron atendidos en el área de urgencia de edad media 7.9 ± 5.6 años (femeninos 59% y masculinos en 41%). Sus enfermedades más frecuentes fueron crisis asmática grave (17%), cardiopatía (8%), gastroenteritis (8%), neumonía (8%) y cetoacidosis diabética (6%). No se encontraron pacientes con alteraciones del calcio ni del magnesio, pero 17% tuvieron alteraciones del sodio, siendo hipernatremia en 1% e hiponatremia en 16%. El 93% de los pacientes tuvieron alteraciones del potasio, siendo la más común la hipocalcemia (57%) seguida de la hipercalemia (36%). Las anomalías electrocardiográficas más frecuentes fueron prolongación del intervalo PR (75%), el acortamiento del PR (15%) y el QRS estrecho(7%). Entre los pacientes con prolongación del intervalo PR el 1.3% tenían hipernatremia y el 9.3% hiponatremia ($p=0.004$). En los pacientes con prolongación del

intervalo PR la frecuencia de hiperkalemia fue mayor (86.7%) que la frecuencia de hipocalemia (13.3%)($p<0.001$), mientras en pacientes con acortamiento del intervalo PR la frecuencia de hipokalemia fue de 73.3% y de hiperkalemia fue de 26.7% ($p<0.001$).

Conclusiones. Se encontró una asociación entre alteraciones electrolíticas y anomalías electrocardiográficas. De manera significativa la hiponatremia se asoció con alargamiento del intervalo PR, y la hiperkalemia con alargamiento del PR, ondas T picudas y estrechamiento del complejo QRS.

Palabras clave. Alteración, electrolitos, anomalía electrocardiográfica, pediátricos.

ABSTRACT

"Association of electrolyte alterations with electrocardiographic abnormalities in pediatric patients in the emergency area"

Background. In pediatric patients in the emergency department, electrolyte abnormalities are frequent, which could be associated with electrocardiographic abnormalities due to the important role played by different serum ions in the electrical conduction pathways of the heart and in the membrane potential of cardiomyocytes.

General objective. To evaluate the association of electrolyte alterations with electrocardiographic abnormalities in pediatric patients in the emergency area.

Methodology. An observational, cross-sectional, descriptive, prospective study was carried out in pediatric patients from the Lic. Adolfo López Mateos Hospital of the ISSSTE in Mexico City who were treated for any cause and who, on biochemical evaluation, presented electrolyte abnormalities (including hypo and hypernatremia, hypo and hyperkalemia, hypo and hypermagnesemia, hypo and hypercalcemia, and hypo and hyperphosphatemia). Patients who presented electrolyte disturbances during their stay underwent an electrocardiogram to identify whether they had any electrocardiographic abnormality associated with the electrolyte disturbance. The statistical analysis was carried out in the SPSS v.25 program for Mac and consisted of descriptive tests.

Results. One hundred pediatric patients who were treated in the emergency department with a mean age of 7.9 ± 5.6 years (59% female and 41% male) were included. Their most frequent illnesses were severe asthmatic attack (17%), heart disease (8%), gastroenteritis (8%), pneumonia (8%), and diabetic ketoacidosis (6%). No patients with calcium or magnesium abnormalities were found, but 17% had sodium abnormalities, being hypernatremia in 1% and hyponatremia in 16%. 93% of the patients had potassium abnormalities, the most common being hypokalemia (57%) followed by hyperkalemia (36%). The most frequent electrocardiographic abnormalities were PR interval prolongation (75%), PR shortening (15%), and narrow QRS (7%). Among the patients with prolongation of the PR interval, 1.3% had hypernatremia and 9.3% hyponatremia ($p=0.004$). In patients with prolongation of the PR interval, the frequency of hyperkalemia was higher (86.7%) than the frequency of hypokalemia (13.3%) ($p<0.001$), while in patients with shortening of the PR interval the frequency of hypokalemia was 73.3% and of hyperkalemia was 26.7% ($p<0.001$).

Conclusions. An association was found between electrolyte disturbances and electrocardiographic abnormalities. Hyponatremia was significantly associated with PR interval prolongation, and hyperkalemia with PR prolongation, peaked T waves, and narrowing of the QRS complex.

Keywords. Alteration, electrolytes, electrocardiographic abnormality, pediatric.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos al Dr. Jose Manuel Padilla López, por ser mi maestro desde pregrado, por enseñarme a seguir el camino en la especialidad de pediatría.

Agradecimientos al Dr. Eduardo Baltazar Barragan Padilla, por darme el apoyo, bajo circunstancias difíciles y ayudarme a lograr ser pediatra.

A mi mamá por apoyarme a lo largo de todos estos años, ser parte de lo que soy ahora.

A mi hermana Itzayana Quiroz Palacios por estar conmigo en todo momento, ayudarme en los momentos de necesidad, formar parte de toda mi trayectoria académica en la UNAM.

ÍNDICE

Parte	Página
Título	1
Resumen	4
Abstract	6
Agradecimientos	7
Índice	8
Abreviaturas, siglas y acrónimos	9
Lista de tablas	10
Lista de figuras	11
Definición del problema	12
Antecedentes	13
Justificación	21
Hipótesis	22
Objetivos	23
Diseño	24
Consideraciones éticas	28
Consideraciones de bioseguridad	29
Programa de trabajo	30
Recursos humanos	31
Resultados	32
Discusión	41
Conclusión	44
Referencias bibliográficas	45
Anexos	50

ABREVIATURAS, SIGLAS, Y ACRÓNIMOS

<i>Siglas</i>	<i>Descripción</i>
ATP	Adenosín trifosfato
ECG	Efecto sobre el electrocardiograma
GLSS	Deformación sistólica global del ventrículo izquierdo
MPI	Índice de rendimiento del miocardio del ventrículo izquierdo
QTc	QT calculado
QTd	Dispersión del QT

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Descripción	Página
Tabla 1	Características demográficas y frecuencia de obesidad en los pacientes	32
Tabla 2	Enfermedad de base de los pacientes pediátricos atendidos en urgencias	33
Tabla 3	Valores medios de sodio, potasio, magnesio, fósforo y calcio en los pacientes pediátricos durante su estancia en la urgencia	35
Tabla 4	Comparación de la frecuencia de anomalías del sodio en los pacientes pediátricos con alteraciones electrocardiográficas	38
Tabla 5	Comparación de la frecuencia de anomalías del potasio en los pacientes pediátricos con alteraciones electrocardiográficas	39

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura</i>	<i>Descripción</i>	<i>Página</i>
Figura 1	Prevalencia de anomalías electrolíticas en pacientes pediátricos durante su estancia en la urgencia	36
Figura 2	Prevalencia de alteraciones electrocardiográficas en pacientes pediátricos durante su estancia en la urgencia	37

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se ha reportado que en pacientes pediátricos en estado crítico la frecuencia de alteraciones electrolíticas es de 84%; siendo en una tercera parte de ellos alteración de un solo electrolitos y la hipocalcemia la anomalía más frecuente observada en la mitad de los pacientes(1).

En pacientes pediátricos críticamente enfermos atendidos en el área de urgencias, se han encontrado anomalías electrolíticas en más del 90% de ellos; y estos pacientes con hipernatremia e hipercalemia presentan mayor riesgo de morir(2).

Por lo anterior, y dado que algunos electrolitos participan en la contracción cardiaca y la conducción neuromuscular, es importante el estudio de las anomalías electrocardiográficas asociadas en estos pacientes, pero poco se han estudiado en pacientes pediátricos(3). El electrocardiograma, es un recurso más económico y de mayor disposición que los electrolitos séricos. Por lo que, en este estudio se plantea la siguiente:

Pregunta de investigación

¿Cuáles son las anomalías electrocardiográficas presentes en pacientes pediátricos del área urgencias con alteraciones electrolíticas?

ANTECEDENTES

Definición y epidemiología de alteraciones electrolíticas

El equilibrio de líquidos y electrolitos es un concepto clave que hay que comprender para mantener la homeostasis. Existen varios mecanismos reguladores del equilibrio de electrolitos en los organismos. Los trastornos de estos mecanismos dan lugar a desequilibrios electrolíticos que pueden ser condiciones clínicas potencialmente mortales(4).

El desequilibrio electrolítico es común en pacientes hospitalizados, así como en la población general, y se asocia con un aumento de la morbilidad y la mortalidad(5–12). Las alteraciones electrolíticas clínicamente importantes incluyen disnatremia, discalcemia, discalcemia, dismagnesemia y disfosfatemia. Se informa que la prevalencia de hiponatremia en el departamento de emergencias varía de 2.3 a 44%, mientras que la prevalencia de hipernatremia es de 1.1 a 4.4%, hipopotasemia de 10.2 a 39%, hiperpotasemia de 0.8 a 13% e hipercalcemia corregida por albúmina de 0.7 a 7.5%(13–18).

Electrolitos séricos y su función

-Sodio

El sodio, que es un catión osmóticamente activo, es uno de los electrolitos más importantes del líquido extracelular. Es responsable de mantener el volumen de líquido extracelular y también de regular el potencial de membrana de las células. El sodio se intercambia junto con el potasio a través de las membranas celulares como parte del transporte activo. El rango normal de sodio sérico se encuentra entre 135 a 145 mmol / l(19).

-Potasio

El potasio es principalmente un ion intracelular. La bomba de adenosina trifosfatasa de sodio y potasio tiene la responsabilidad principal de regular la homeostasis entre el sodio y el potasio, que bombea sodio a cambio de potasio, que se mueve hacia las células(20). En los riñones, la filtración de potasio tiene lugar en el glomérulo. La reabsorción de potasio tiene lugar en el túbulo contorneado proximal y el asa ascendente gruesa de Henle(21). La secreción de potasio ocurre en el túbulo contorneado distal. La aldosterona aumenta la secreción de potasio(22). Los canales de potasio y los cotransportadores de cloruro de potasio en la membrana apical también secretan potasio(23). Para el potasio sérico el rango normal oscila entre 3.6 y 5.5 mmol / l(20).

-Calcio

El calcio tiene un papel fisiológico importante en el cuerpo. Participa en la mineralización esquelética, la contracción de los músculos, la transmisión de impulsos nerviosos, la coagulación de la sangre y la secreción de hormonas. La dieta es la fuente predominante de calcio. Se encuentra principalmente en el líquido extracelular(20). La absorción de calcio en el intestino está principalmente bajo el control de la forma hormonalmente activa de la vitamina D, que es la 1.25-dihidroxi vitamina D3. La hormona paratiroidea también regula la secreción de calcio en el túbulo distal de los riñones(24). La calcitonina actúa sobre las células óseas para aumentar los niveles de calcio en la sangre. Los niveles normales de calcio sérico tienen un rango de 8.8 a 10.7 mg /dl(20).

-Magnesio

El magnesio es un catión intracelular. El magnesio participa principalmente en el metabolismo del adenosín trifosfato (ATP), la contracción y relajación de los músculos, el funcionamiento neurológico adecuado y la liberación de neurotransmisores. Cuando el músculo se contrae, el magnesio provoca la reabsorción de calcio por la ATPasa activada por calcio del retículo sarcoplásmico(25). Los niveles séricos normales de magnesio sérico van de 1.46 a 2.68 mg / dl(20).

-Fósforo

El fósforo es un anión del líquido extracelular. El 85% del fósforo corporal total se encuentra en los huesos y dientes en forma de hidroxapatita; los tejidos blandos contienen el 15% restante. El fosfato juega un papel crucial en las vías metabólicas. Es un componente de muchos intermediarios metabólicos y, lo más importante, del ATP y los nucleótidos. El fosfato se regula simultáneamente con el calcio por la vitamina D3, la PTH y la calcitonina. Los riñones son la vía principal de excreción de fósforo. A nivel sérico los valores normales de fósforo se estiman entre 3.4 y 4.5 mg / dl(20).

Alteraciones electrolíticas

-Hiponatremia

La hiponatremia se define como una concentración de sodio sérico menor de 135 meq / l. La hiponatremia es una anomalía electrolítica común causada por un exceso de agua corporal total en

comparación con el contenido total de sodio corporal. consecuencias graves como edema cerebral y síndrome de desmielinización osmótica(26).

-Hipernatremia

La hipernatremia se define como una concentración sérica de sodio superior a 145 meq / l. Los mecanismos básicos de la hipernatremia son el déficit hídrico y el exceso de solutos. La pérdida total de agua corporal en relación con la pérdida de solutos es la razón más común para desarrollar hipernatremia(27).

-Hipocalcemia

El diagnóstico de hipocalcemia requiere verificar el nivel de albúmina sérica para corregir el calcio total, y el diagnóstico es cuando los niveles de calcio sérico total corregidos son menores de 8.8 mg / dl. Las causas de la hipocalcemia se pueden dividir en tres categorías amplias: deficiencia de la hormona paratiroidea (PTH), PTH alta y otras causas(28).

-Hipercalcemia

La hipercalcemia se produce cuando los niveles de calcio sérico total corregidos superan los 10.7 mg / dl, la principal causa de hipercalcemia es un exceso de PTH(29).

-Hipocalemia o hipopotasemia

Aunque existe una ligera variación, un límite inferior aceptable para el potasio sérico normal es 3.5 mmol / l. La gravedad se clasifica como leve cuando el nivel de potasio sérico es de 3 a 3.4 mmol / l, moderada cuando el nivel de potasio sérico es de 2.5 a 3 mmol / l y grave cuando el nivel de potasio sérico es inferior a 2.5 mmol / l. Una variedad de etiologías pueden resultar en hipocalemia, y éstas etiologías se pueden clasificar en las siguientes categorías: disminución de la ingesta de potasio, cambios transcelulares (aumento de la captación intracelular) y aumento de la pérdida de potasio (pérdidas cutáneas, gastrointestinales y renales)(30).

-Hipercalemia o hiperpotasemia

La hiperpotasemia se define como un nivel de potasio en suero o plasma por encima de los límites superiores de lo normal, por lo general superior a 5.0 mEq / l a 5.5 mEq / l. La causa más común de hiperpotasemia es la pseudohiperpotasemia(31).

-Hipomagnesemia

La hipomagnesemia es una alteración de los electrolitos que se produce cuando hay un nivel bajo de magnesio sérico (menos de 1.46 mg / dl) en la sangre. La hipomagnesemia se puede atribuir a

enfermedades crónicas, trastornos por consumo de alcohol, pérdidas gastrointestinales, pérdidas renales y otras afecciones(32).

-Hipermagnesemia

La hipermagnesemia se produce cuando el nivel de magnesio sérico se encuentra a más de 2.68 mg / dl. Esta condición puede deberse a la disminución de la excreción renal, aumento de la ingesta y desplazamiento o fuga compartimental del magnesio(33).

-Hipofosfatemia

La hipofosfatemia se define como un nivel de fosfato en suero adulto de menos de 2.5 mg / dl. El nivel normal de fosfato sérico en los niños es considerablemente más alto y de 7 mg / dl en los lactantes. La hipofosfatemia es una anomalía de laboratorio relativamente común y a menudo es un hallazgo incidental(34).

-Hiperfosfatemia

La hiperfosfatemia se caracteriza por un nivel de fosfato sérico mayor de 4.5 mg / dl. La insuficiencia renal es la causa más común de hiperfosfatemia(35).

Anormalidades electrocardiográficas asociadas a alteraciones electrolíticas

-Anormalidades electrocardiográficas asociadas a hipo o hipernatremia

El aumento (hipernatremia) y la disminución (hiponatremia) de los niveles de sodio no tienen ningún efecto sobre el electrocardiograma (ECG), ni sobre el ritmo cardíaco ni sobre la conducción de los impulsos(36).

-Anormalidades electrocardiográficas asociadas a hipo o hipercalemia

En el ECG en hiperpotasemia leve el primer signo son las ondas T puntiagudas. Esto es más pronunciado en las derivaciones precordiales (pecho). Las ondas T puntiagudas son altas y estrechas en la parte superior. Los pacientes con hipertrofia ventricular izquierda pueden, en cambio, mostrar una normalización de las inversiones secundarias de la onda T (derivación V5, V6, aVL, I). Mientras que en hiperpotasemia moderada se observan los cambios de ECG mencionados, más pronunciados. Además, las ondas P se vuelven más anchas, la amplitud de la onda P disminuye, la onda P puede ser difícil de discernir, el intervalo PR se prolonga; ocasionalmente, se

puede desarrollar bloqueo sinoauricular y bloqueo auriculoventricular de segundo a tercer grado. En el ECG en hiperpotasemia grave muestra los cambios de ECG mencionados anteriormente más pronunciados y el complejo QRS se ensancha. Si la hiperpotasemia es muy grave, el complejo QRS puede fusionarse con la onda T y formar la llamada onda sinusoidal. Esto es ciertamente alarmante porque el patrón de onda sinusoidal generalmente precede a la fibrilación ventricular(37,38).

Los siguientes cambios de ECG ocurren en orden cronológico a medida que disminuyen los niveles de potasio: las ondas T se vuelven más anchas con amplitudes más bajas, la inversión de 1 onda puede ocurrir en hipocalcemia severa, se desarrolla depresión del segmento ST y puede, junto con las inversiones de la onda T, simular isquemia. Enseguida, la amplitud de la onda P, la duración de la onda P y el intervalo PR pueden aumentar. Finalmente, emergen las ondas U. Las ondas U se ven mejor en derivaciones I/2 a V3. Si la hipopotasemia es grave, la onda U puede volverse más grande que la onda T. La hipocalcemia puede causar síndrome de QT prolongado adquirido (LQTS) y predispone a torsade de pointes (taquicardia ventricular polimórfica). La hipopotasemia también puede causar taquicardia ventricular monomórfica(3,38).

-Anormalidades electrocardiográficas asociadas a hipo o hipercalcemia

En la hipercalcemia los cambios comunes en el ECG son :intervalo QT reducidos, duración QRS prolongadas y posible bradicardia. Mientras que entre los cambios raros de ECG se encuentran: aumento de la amplitud del ABS, amplitud de 1 onda disminuida, ondas tipo Osborn, elevación del segmento ST en las derivaciones V1-V2, todos los grados de bloqueo AV, disfunción del nódulo sinusal y síndrome Tach-brady, taquicardia ventricular, fibrilación ventricular y torsade de pointes(3,38).

Mientras que los cambios frecuentes en el ECG debido a hipocalcemia son: intervalo QT prolongado (la torsade de pointes es poco común) y duración reducida del QRS (no tiene importancia clínica). Entre los cambios raros de ECG se enumeran: bloqueo AV., bradicardia sinusal, bloqueo sinoauricular y fibrilación ventricular(3,38).

-Anormalidades electrocardiográficas asociadas a hipo o hipermagnesemia

La hipermagnesemia grave puede causar alteraciones de la conducción auriculoventricular e intraventricular, que pueden culminar en un bloqueo AV de tercer grado (completo) o asistolia(3,38).

Mientras que la hipomagnesemia puede potenciar el efecto proarrítmico de la digoxina. La hipomagnesemia también puede predisponer a taquiarritmias supraventriculares y ventriculares(3,38).

-Anormalidades electrocardiográficas asociadas a hipo o hiperfosfatemia

Previamente se ha reportado la hiperfosfatemia como una causa poco común de ondas T altas y puntiagudas en el ECG de superficie de 12 derivaciones(39).

Estudios originales previos sobre anomalidades electrocardiográficas asociadas a alteraciones electrolíticas en pacientes pediátricos.

Algunos estudios previos han evaluado las anomalidades electrocardiográficas asociadas a alteraciones electrolíticas en pacientes pediátricos, tal como se muestra a continuación.

Hussein y cols. identificaron las anomalidades electrolíticas en pacientes pediátricos críticamente enfermos del área de urgencias del Hospital Universitario de Sohag. Incluyeron 150 niños con edades comprendidas entre un año y 12 años. Encontraron que, la hipocalcemia fue el desequilibrio electrolítico más común representado (83.33%) de los casos estudiados, seguido de la hipopotasemia representó (64. 0%); la hiponatremia representó el 36.0%; la hipernatremia afectó al 20,67% y la hiperpotasemia afectó al 15.33% de los casos estudiados. Por lo que, los autores concluyeron que, Las anomalías electrolíticas son comunes en los niños ingresados en urgencias con una enfermedad médica subyacente y contribuyen a una morbilidad y mortalidad significativas. A pesar de ello, no identificaron las anomalidades electrocardiográficas asociadas (2).

En 2017, El Razaky y cols.(40) evaluaron los cambios ECG y ecocardiográficos en 60 niños con desnutrición moderada y se correlacionaron con cambios antropométricos y electrolíticos. El peso, el IMC, los niveles séricos de albúmina, calcio total y calcio ionizado fueron significativamente más bajos, mientras que el QT calculado (QTc) y la dispersión del QT (QTd) se prolongaron significativamente en los niños desnutridos ($p = 0.001$ para todos). Hubo una reducción significativa en el acortamiento de la fracción ventricular izquierda (FS), E' / A' del ventrículo izquierdo, deformación del ventrículo izquierdo (S), índice de rendimiento del miocardio del ventrículo izquierdo (MPI), deformación sistólica global del ventrículo izquierdo (GLSS) e índice de masa del ventrículo izquierdo ($p = 0.001$ para todos) en niños desnutridos. Hubo una correlación significativa entre el IMC y todas las variables cardíacas. Además, hubo una correlación positiva significativa entre el nivel de albúmina sérica y el E' / A' del ventrículo izquierdo ($p = 0.02$), el GLSS del ventrículo izquierdo ($p = 0.03$) y el índice de masa del ventrículo izquierdo ($p = 0.03$). El nivel de

calcio total e ionizado se correlacionó significativamente con QTc, QTd y el índice de masa del ventrículo izquierdo ($p < 0.05$ para todos). El IMC fue el predictor más poderoso de estos cambios ECG y ecocardiográficos. En este estudio, los cambios cardíacos estaban presentes en niños con desnutrición moderada según lo documentado por los cambios ECG y ecocardiográficos, y estos cambios están fuertemente asociados con el IMC y, en menor medida, con los cambios de electrolitos, especialmente el calcio sérico.

Por su parte, Carbajal Ugarte y cols.(41) determinaron la correlación del cuadro clínico, electrolitos séricos y segmentos ECG en pacientes intoxicados por picadura de alacrán a su ingreso al Servicio de Urgencias. Se incluyeron a 71 pacientes. La edad promedio fue de 21.24 ± 12.01 años, el cuadro clínico leve ocurre en el 8.45%, moderado en 81.69% y el severo 9.85%, donde la incidencia más alta se presenta en niños de 6.26 ± 4 años (85.71%). El promedio general de los electrolitos séricos fue: sodio 136.76 ± 8.22 mEq/L, potasio 5.03 ± 1.73 mEq/L y calcio de 8.72 ± 1.63 mg/dL. En relación al cuadro clínico, el severo presentó una hipercalemia leve a moderada (5.96 ± 2.05 mEq/L) e hiponatremia relativa (134.02 ± 6.82 mEq/L), sin encontrar diferencias entre las medias en el estadístico F en la prueba de ANOVA. No se registraron alteraciones en las medias ECG de los segmentos QTc (0.39 ± 0.04 "), QRS (0.06 ± 0.01 ") y onda T (0.3 ± 0.1 mmv), en donde la alteración más frecuente es la arritmia con un 12.82%. Los cambios metabólicos observados no presentan correlación específica con el grado de afección clínica. La hipercalemia leve a moderada e hiponatremia relativa sin traducción ECG, se presenta en el cuadro clínico severo.

Mientras que Jhang y cols.(42) presentaron un caso pediátrico de hipermagnesemia sintomática grave resultante del uso de óxido de magnesio como laxante en un niño sometido a diálisis peritoneal cíclica continua por enfermedad renal en etapa terminal. El paciente presentaba hallazgos ECG anormales, como ondas T altas, complejo QRS ensanchado y conducción irregular, que inicialmente se diagnosticaron erróneamente como hiperpotasemia; posteriormente se obtuvo el diagnóstico correcto de hipermagnesemia. La hemodiálisis de emergencia devolvió con éxito la concentración sérica de magnesio a la normalidad sin complicaciones. Cuando se detectan cambios anormales en el ECG en pacientes con insuficiencia renal, se debe considerar la hipermagnesemia.

En 2007, Sharma y cols.(43) presentaron un caso de hiperpotasemia severa y ECG normal en un ex pretérmino con insuficiencia renal por obstrucción bilateral del sistema peiocaliceal por micetoma fúngico renal. A pesar del potasio sérico máximo de 11.3 mmol / l, el ECG no mostró ningún cambio asociado con la hipercalemia.

Finalmente, Du y Zhang(44) presentaron el caso de un prematuro que desarrolló bradicardia por hiperpotasemia e hipocalcemia con registro ECG continuo que mostró bloqueo auriculoventricular de segundo grado y ritmo del complejo QRS ancho.

JUSTIFICACIÓN

Magnitud e Impacto: Se estimó que más del 90% de los pacientes pediátricos críticamente enfermos y hospitalizados en el área de urgencias presentan anomalías electrolíticas. Entre la falta de recurso de electrolitos séricos se podría estimar alguna alteración hidroelectrolítica en base al electrocardiograma. Pero la frecuencia de anomalías electrocardiográficas en estos pacientes se desconoce.

Trascendencia: La realización de este estudio permitió identificar qué tan frecuentes fueron las anomalías electrocardiográficas en pacientes pediátricos, que presentaron anomalías electrolíticas. Los resultados de este estudio, pudieron utilizarse como para la realización de futuros estudios enfocados en disminuir la frecuencia de anomalías electrolíticas y electrocardiográficas en pacientes pediátricos del área de urgencias. Además los resultados son de interés epidemiológico y científico ya que aportaron conocimiento relevante.

Factibilidad: Fue factible llevar a cabo el presente proyecto porque, no se requirieron de recursos adicionales a los ya destinados a la atención de los pacientes, sólo se requirió el uso de herramientas diagnósticas de rutinas. Además, se tuvo la capacidad técnica para realizarlo y volumen suficiente de pacientes por ser el Hospital Lic. Adolfo Lopez Mateos del ISSSTE un Hospital Regional de Referencia.

HIPÓTESIS

Las alteraciones electrolíticas se relacionan con alteraciones electrocardiográficas de los pacientes pediátricos de urgencias pediátrica.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Evaluar la asociación de alteraciones electrolíticas con anomalías electrocardiográficas en pacientes pediátricos del área de urgencias.

Objetivos específicos:

1. Describir las características demográficas y la enfermedad de base de los pacientes.
2. Conocer los valores séricos de sodio, potasio, magnesio, fósforo y calcio.
3. Estimar la frecuencia de hiper e hiponatremia, hiper e hipopotasemia.
4. Estimar la frecuencia de hiper e hipocalcemia, hiper e hipofosfatemia.
5. Estimar la frecuencia de hiper e hipomagnesemia.

DISEÑO

Tamaño de muestra

Para el cálculo del tamaño de muestra se utilizó la fórmula de estudios cuya variable principal es cualitativa, considerando un intervalo de confianza de 95%, con una frecuencia mínima esperada de la anomalía electrolítica menos frecuente de 15.3%, de acuerdo con el estudio de Hussein y cols. (2) con un margen de error de 5%. La fórmula se presenta a continuación:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 (p \cdot q)}{d^2}$$

donde,

$Z_{\alpha/2}$ = Puntuación Z de una distribución normal a $\alpha/2 = 1.96$

$p = 15.3\%$

$q = 100 - p = 84.7\%$

$d = \text{margen de error} = 5\%$

n=199 participantes

Definición de las unidades de observación

Las unidades de observación fueron los pacientes pediátricos con anomalías electrolíticas del Hospital Lic. Adolfo Lopez Mateos.

Definición del grupo control

No aplican grupos control ni de intervención. Solo es un grupo de estudio.

Criterios de inclusión

- Pacientes pediátricos menores de 18 años
- De ambos sexos
- Atendidos en el Hospital Lic. Adolfo Lopez Mateos del ISSSTE por cualquier motivo, que durante su atención presenten alguna alteración electrolítica.
- En el periodo Enero de 2022 a Julio de 2022.

Criterios de exclusión

- No aplican.

Criterios de eliminación

- Pacientes pediátricos con información incompleta al final del estudio.

Definición de variables y unidades de medida

Variable	Definición	Unidad de medición	Escalas de medición	A. Estadístico
Edad	Tiempo en años que ha transcurrido desde el nacimiento hasta la valoración en urgencias.	Años	Cuantitativa discreta	Media, desviación estándar
Sexo	Diferencia física y constitutiva del hombre y la mujer.	Masculino Femenino	Cualitativa nominal	Frecuencias, porcentajes
Enfermedad de base	Tipo de enfermedad que los pacientes presentaron por la cual fueron ingresados a urgencias	Dolor abdominal Enfermedad renal Neoplasia en estudio Fiebre en estudio Otra	Cualitativa nominal	Frecuencias, porcentajes,
Potasemia	Niveles séricos de potasio en los pacientes	mEq/L	Cuantitativa continua	Media, desviación estándar
Categoría de hipercalemia	Clasificación de los pacientes de acuerdo a los niveles séricos de potasio: Leve: 5.5-5.9 mEq/l Moderada: 6.0-6.9 mEq/l Severa: 7.0-7.9 mEq/l Grave: ≥8.0 mEq/l	Leve Moderada Severa	Cualitativa ordinal	Frecuencias, porcentajes
Natremia	Niveles séricos de sodio en sangre	mEq/L	Cuantitativa continua	Media, desviación estándar
Alteración del sodio	Tipo de alteración de los niveles séricos de sodio: Se considerará hiponatremia con valores <135 mEq/L Se considerará hipernatremia con valores >145 mEq/L	Hiponatremia Hipernatremia	Cualitativa nominal	Frecuencias, porcentajes
Calcemia	Niveles séricos de sodio en sangre	mg/dL	Cuantitativa continua	Media, desviación estándar

Alteración del calcio	Tipo de alteración de los niveles séricos de calcio: Se considerará hipocalcemia con valores <8.5 mg/dL Se considerará hipercalcemia con valores >10.5 mg/dL	Hipocalcemia Hipercalcemia	Cualitativa nominal	Frecuencias, porcentajes
Magneemia	Niveles séricos de magnesio en sangre	mg/dL	Cuantitativa continua	Media, desviación estándar
Alteración del fósforo	Tipo de alteración de los niveles séricos de calcio: Se considerará hipomagneemia con valores <1.7 mg/dL Se considerará hipermagneemia con valores >2.4 mg/dL	Hipomagneemia Hipermagneemia	Cualitativa nominal	Frecuencias, porcentajes
Fosfatemia	Niveles séricos de fósforo en sangre.	mg/dL	Cuantitativa continua	Media, desviación estándar
Alteración del fósforo	Tipo de alteración de los niveles séricos de calcio: Se considerará hipofosfatemia con valores <4.0 mg/dL Se considerará hipofosfatemia con valores >7.0 mg/dL	Hipofosfatemia Hiperfosfatemia	Cualitativa nominal	Frecuencias, porcentajes
Anormalidad electrocardiográfica	Alteraciones detectadas en el electrocardiograma en los pacientes con alteraciones electrolíticas	Onda T picuda simétrica Onda T picuda y simétrica con voltaje similar a onda R Desaparición de P Prolongación de R QRS tipo QS ancho Prolongación del ST Prolongación del intervalo QT	Cualitativa nominal	Frecuencias, porcentajes

		Acortamiento del ST Acortamiento del QT Arritmia ventricular Arritmia supraventricular Bradiarritmia Taquiarritmia Fibrilación ventricular Bloqueo AV Otra		
--	--	--	--	--

Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información.

1. Se realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo, prospectivo en pacientes pediátricos del Hospital Lic. Adolfo López Mateos del ISSSTE en la Ciudad de México.
2. Se realizó electrocardiograma de 12 derivaciones durante su estancia en urgencias a pacientes que presentaron alteraciones electrolíticas (incluyendo hipo e hipernatremia, hipo e hipercalemia, hipo e hipermagnesemia, hipo e hipercalcemia e hipo e hiperfosfatemia), para identificar si presentan alguna anormalidad electrocardiográfica asociada a la alteración electrolítica.
3. Se registró además información demográfica de los pacientes y sobre la patología de base.
4. Finalmente, se realizó análisis estadístico para obtener los resultados del estudio.
5. La hoja de recolección de datos se presenta a continuación.

Prueba piloto

- No aplica.

Definición del plan de procesamiento y presentación de la información.

Una vez obtenida la información en la hoja de recolección de datos, la información fue transferida a Excel y luego a SPSS v.25 para Mac para realizar el análisis estadístico; el cual consistió en un análisis descriptivo.

Para el análisis descriptivo de las variables cualitativas se utilizaron frecuencias absolutas y porcentajes; para las variables cuantitativas se utilizaron medias con desviaciones estándar ó o medianas con rango intercuartilar, según la distribución de los datos.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente proyecto de investigación se sometió a evaluación por los Comités Locales de Investigación y Bioética en Salud para su valoración y aceptación.

Se tomó en consideración el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de investigación para la salud en su artículo 17, que lo clasifica como **con riesgo mínimo** puesto que solo se realizó a los pacientes valoraciones clínicas y paraclínicas de rutina.

Este proyecto también se apega a la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Que establece los Principios Éticos para las investigaciones Médicas en Seres Humano, adaptada por la 8° Asamblea Médica Mundial, Helsinki Finlandia en junio de 1964.). Así como a la última enmienda hecha por la última en la Asamblea General en octubre 2013, y a la Declaración de Taipei sobre las consideraciones éticas sobre las bases de datos de salud y los biobancos que complementa oficialmente a la Declaración de Helsinki desde el 2016; de acuerdo a lo reportado por la Asamblea Médica Mundial.

Se hizo uso correcto de los datos y se mantuvo absoluta confidencialidad de estos. Esto de acuerdo a la Ley Federal de Protección de Datos Personales, a la NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico (apartados 5.4, 5.5 y 5.7).

CONSIDERACIONES DE BIOSEGURIDAD

No aplican.

PROGRAMA DE TRABAJO

A continuación, se presenta el cronograma de actividades o programa de trabajo.

Cronograma de actividades/ Programa de trabajo																
	Octubre 2022			Noviembre 2022			Diciembre 2022			Enero- Febrero 2023			Marzo 2023			
	1.- Búsqueda bibliográfica	R	R	R												
2.- Diseño del protocolo				R	R	R										
3.- Aprobación del protocolo							R	R	R							
4.- Ejecución del protocolo y recolección de datos										R	R	R				
5.- Análisis de datos y elaboración de tesis													R	R	R	

R=realizado

RECURSOS HUMANOS

- Tesista: Lumi Atzcalli Sánchez Martínez. Residente de Pediatría. Dedicará 5 horas por semana.
- Tutor/ Director de Tesis: Dr. Jose Manuel Padilla López Médico Especialista en Cardiología pediátrica. Dedicará 2 horas por semana.

Recursos materiales

- Se requirió de impresora, hojas, copias, lápices, borradores y carpetas.
- Se requirió Laptop con software.
- Se requirió electrocardiógrafo CARDIOVIT AT-1 G2, con pantalla de 5" LCD a color e impresora térmica. Exporta a PDF.
- Se requirió análisis de electrolitos séricos en laboratorio de urgencias con analizador cobas 6000. La plataforma analítica modular cobas 6000 incluye cobas c 501: módulo de química clínica (con módulo ISE integrado).
- Se requirió acceso a expedientes.

Recursos financieros

La papelería fue proporcionada por los investigadores; el costo se estimó en \$2,500.00 y no se requirió inversión financiera adicional por parte de la institución, ya que solo se emplearon los recursos con los actualmente se cuenta.

Difusión

Los resultados fueron presentados en el Servicio de Pediatría.

RESULTADOS

Características demográficas y frecuencia de obesidad en los pacientes

Se incluyeron un total de 100 casos de pacientes pediátricos que fueron atendidos en el área de urgencias del Hospital Lic. Adolfo López Mateos del ISSSTE en el periodo Enero de 2022 a Julio de 2022. La edad media de los pacientes fue 7.9 ± 5.6 años (rango 0.08-17 años). El sexo de los pacientes incluidos fue femenino en 59% de los pacientes y masculino en 41% de los casos [Tabla 1]. En cuanto a la frecuencia de obesidad el 5% tenían obesidad [Tabla 1].

Tabla 1. Características demográficas y frecuencia de obesidad en los pacientes

Característica	Valores
Edad (años)	7.9±5.6
Sexo	
Masculinos	59.0(59)
Femeninos	41.0(41)
Obesidad	5.0(5)

Enfermedad de base de los pacientes pediátricos atendidos en urgencias

Las enfermedades de base de los pacientes pediátricos atendidos en urgencias fueron diversas. Las más frecuentes fueron crisis asmática grave (17%), cardiopatía (8%), gastroenteritis (8%), neumonía (8%) y cetoacidosis diabética (6%). Otras menos frecuentes fueron intento suicida (4%), infección de vías urinarias (3%), absceso parotídeo (2%), COVID-19(2%), epilepsia (2%), insuficiencia mitral (2%) y pielonefritis (2%) [Tabla 2].

Tabla 2. Enfermedad de base de los pacientes pediátricos atendidos en urgencias		
Enfermedad de base	Frecuencia, n	Porcentaje, %
Crisis asmática grave	17	17
Cardiopatía	8	8
Gastroenteritis	8	8
Neumonía	8	8
Cetoacidosis diabética	6	6
Intento suicida	4	4
Infección de vías urinarias	3	3
Absceso parotideo	2	2
Covid-19	2	2
Epilepsia	2	2
Insuficiencia mitral	2	2
Pielonefritis	2	2
Arnold chiari	1	1
Astrocitoma recidivante	1	1
Bronquiolitis	1	1
Celulitis	1	1
Cerebro perdedor de sal	1	1
Coartación aórtica	1	1
Colitis ulcerativa	1	1

Craneofaringioma	1	1
Craneoplastia	1	1
Diarrea	1	1
Enfermedad acido peptica	1	1
Epilepsia focal	1	1
Epilepsia generalizada	1	1
Esclerosis múltiple	1	1
Esferocitosis	1	1
Fístula palatina	1	1
Fractura de clavícula	1	1
Fractura diafisaria	1	1
Hematoma subdural	1	1
Hepatitis	1	1
Hiperprolactinemia	1	1
Hipertiroidismo	1	1
Hipotensión	1	1
Ideación suicida	1	1
Influenza	1	1
Insuficiencia renal	1	1
Intoxicación por óxido de zinc	1	1
Intoxicación por paracetamol	1	1
Intoxicación por sertralina	1	1
Lesión renal aguda	1	1
Lupus eritematoso sistémico	1	1
Mielomeningocele	1	1
Necrosis avascular de cabeza de fémur	1	1
Síncope	1	1
Sinovitis	1	1
Trastorno de la deglución	1	1
		1
		1

Valores medios de sodio, potasio, magnesio, fósforo y calcio en los pacientes pediátricos durante su estancia en la urgencia

El valor medio de sodio de los pacientes fue 137.1 ± 4.9 mEq/L, el de potasio 3.8 ± 0.9 mEq/L, el de calcio 10.5 ± 0.9 mg/dL y el de magnesio 1.4 ± 0.5 mmol/L [Tabla 3].

Tabla 3. Valores medios de sodio, potasio, magnesio, fósforo y calcio en los pacientes pediátricos durante su estancia en la urgencia

Característica	Valores
Sodio (mEq/L)	137.1 ± 4.9
Potasio (mEq/L)	3.8 ± 0.9
Calcio (mg/dL)	10.5 ± 0.9
Magnesio (mmol/L)	1.4 ± 0.5

Prevalencia de anomalías electrolíticas en pacientes pediátricos durante su estancia en la urgencia

Con base en los niveles séricos de electrolitos, se identificaron las anomalías electrolíticas encontradas en los pacientes. No se encontraron pacientes con alteraciones del calcio ni del magnesio, pero 17% tuvieron alteraciones del sodio, siendo hipernatremia en 1% e hiponatremia en 16%. El 93% de los pacientes tuvieron alteraciones del potasio, siendo la más común la hipocalcemia (57%) seguida de la hipercalemia (36%) [Figura 1].

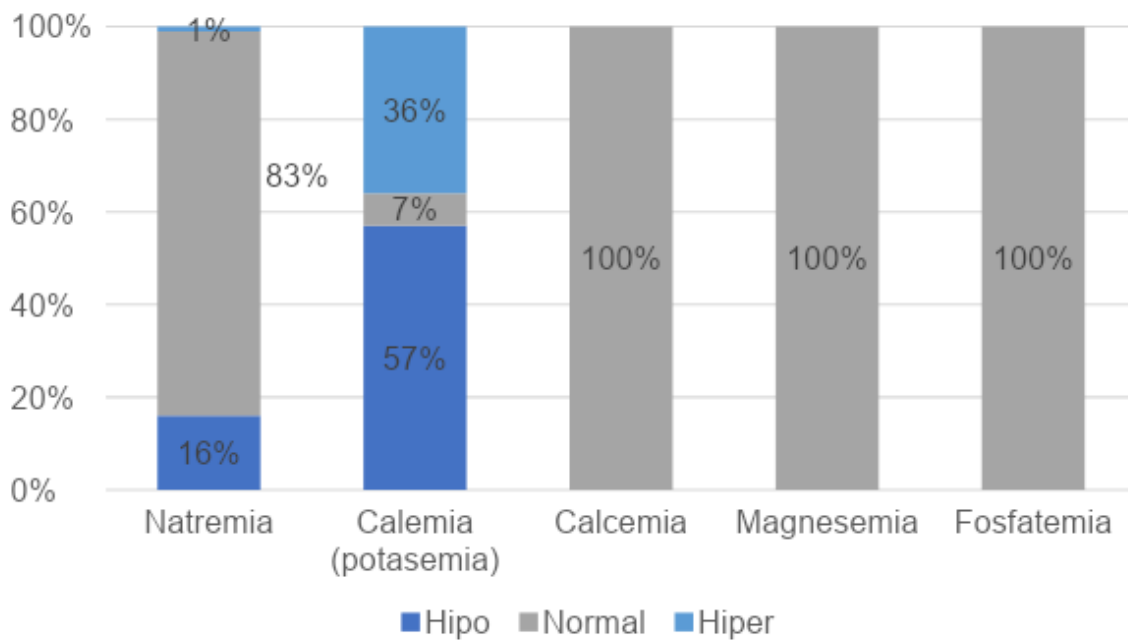


Figura 1. Prevalencia de anomalías electrolíticas en pacientes pediátricos durante su estancia en la urgencia.

Prevalencia y tipo de alteraciones electrocardiográficas en pacientes pediátricos durante su estancia en urgencias

También, se identificó el tipo y prevalencia de alteraciones electrocardiográficas en pacientes pediátricos durante su estancia en urgencias encontrando que, 75% tuvieron prolongación del intervalo PR, el 15% acortamiento del PR, el 4% ondas T invertidas, el 4% ondas T picudas, en el 7% se detectó un QRS estrecho, y el 3% un QRS ancho [Figura 2].

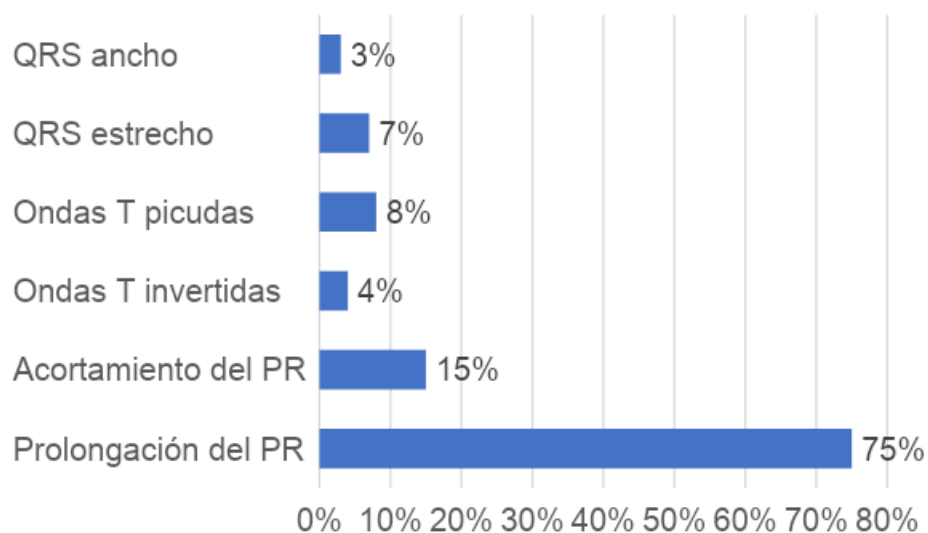


Figura 2. Prevalencia de alteraciones electrocardiográficas en pacientes pediátricos durante su estancia en la urgencia.

Comparación de la frecuencia de anomalías del sodio en los pacientes pediátricos con alteraciones electrocardiográficas

Finalmente, se comparó la frecuencia de anomalías del sodio en los pacientes pediátricos con alteraciones electrocardiográficas encontrando que, en los pacientes con alargamiento del intervalo PR el 1.3% tenían hipernatremia y el 9.3% hiponatremia ($p=0.004$, exacta de Fisher). Aunque, no se encontraron diferencias significativas en la frecuencia de hipo ni de hipernatremia en pacientes con otras anomalías electrocardiográficas como acortamiento del intervalo PR, ondas T picudas e invertidas, QRS estrecho y QRS ancho [Tabla 4].

Tabla 4. Comparación de la frecuencia de anomalías del sodio en los pacientes pediátricos con alteraciones electrocardiográficas

<i>Anormalidad electrocardiográfica</i>	<i>Hipernatremia</i>	<i>Hiponatremia</i>	<i>Valor de p</i>
Alargamiento del PR	1.3(1)	9.3(7)	0.004
Acortamiento del PR	0.0(0)	13.3(2)	1.000
Ondas T invertidas	0.0(0)	25.0(1)	1.000
Ondas T picudas	0.0(0)	12.5(1)	1.000
QRS estrecho	0.0(0)	0.0(0)	0.405
QRS ancho	0.0(0)	0.0(0)	1.000

Por otro lado, también comparamos la frecuencia de anomalías del potasio en los pacientes pediátricos con alteraciones electrocardiográficas encontrando que, en los pacientes con prolongación del intervalo PR la frecuencia de hiperkalemia fue mayor (86.7%) que la frecuencia de hipokalemia (13.3%)($p < 0.001$ exacta de Fisher). En los pacientes con acortamiento del intervalo PR, la frecuencia de hipokalemia fue de 73.3% y de hiperkalemia fue de 26.7% ($p < 0.001$ exacta de Fisher) [Tabla 5].

No hubo diferencias significativas en la frecuencia de hiper e hipocalemia en pacientes con ondas T invertidas ni con QRS ancho. Pero se encontró hipercalemia en el 100% de los pacientes con ondas T picudas ($p = 0.001$, exacta de Fisher) y en el 100% de los paciente con QRS estrecho ($p = 0.007$, exacta de Fisher)[Tabla 5].

Tabla 5. Comparación de la frecuencia de anomalías del potasio en los pacientes pediátricos con alteraciones electrocardiográficas

<i>Anormalidad electrocardiográfica</i>	<i>Normal</i>	<i>Hiperkalemia</i>	<i>Hipokalemia</i>	<i>Valor de p</i>
Alargamiento del PR	0.0(0)	26.7(20)	73.3(55)	<0.001
Acortamiento del PR	0.0(0)	86.7(13)	13.3(2)	<0.001
Ondas T invertidas	0.0(0)	0.0(0)	100.0(4)	0.204
Ondas T picudas	0.0(0)	100.0(8)	0.0(0)	0.001
QRS estrecho	0.0(0)	100.0(7)	0.0(0)	0.007
QRS ancho	0.0(0)	66.7(2)	33.3(1)	0.645

DISCUSIÓN

Las anormalidades electrolíticas son frecuentes en pacientes que son atendidos en las áreas de urgencias, y los pacientes pediátricos no son la excepción. El reconocimiento y tratamiento tempranos de las anomalías electrolíticas protegen al paciente de trastornos renales, miocárdicos y del nervioso central y su corrección disminuye tanto la morbilidad como la mortalidad(45). Por ello, en este estudio evaluamos la asociación de alteraciones electrolíticas con anormalidades electrocardiográficas en pacientes pediátricos del área de urgencias. A continuación, analizamos los principales hallazgos.

Primero, se incluyeron pacientes de todas las edades pediátricas incluyendo menores de 1 año hasta los 17 años y de ambos sexos, con la finalidad de tener una muestra representativa que refleje las anormalidades electrolíticas de los pacientes pediátricos del área de urgencias. Es importante destacar que, estudios previos han detectado una mayor frecuencia de alteraciones electrolíticas en pacientes pediátricos menores de 5 años que en mayores de 5 años (67% *versus* 38%)(46). Además, la proporción de masculinos en nuestro estudio fue superior a la de los femeninos, lo que coincide con estudios previos como el de Routray y cols. quienes detectaron mayor frecuencia de anormalidades electrolíticas en masculinos que en femeninos(46).

Segundo, los diagnósticos de base de los pacientes con anormalidades electrolíticas fueron muy diversos, pero los más frecuentes fueron las crisis asmáticas, seguidas de cardiopatía, gastroenteritis, neumonía y cetoacidosis diabética. Estas patologías se asocian con alteraciones electrolíticas. En pacientes con asma, los niveles anormales de electrolitos son resultado de una ingesta dietética baja o de efectos adversos de los medicamentos empleados para su manejo(47). Los pacientes con cardiopatías también son susceptibles a anormalidades electrolíticas, pero además son muy propensos a complicaciones

del ritmo y función cardiaca resultantes de las anomalías electrolíticas(48,49). Los pacientes con gastroenteritis también presentan alteraciones electrolíticas por las pérdidas causadas por las evacuaciones abundantes(50). Mientras la cetoacidosis diabética se asocia con anomalías electrolíticas como la hipercalcemia que resulta de la deficiencia de insulina, e hiperosmolaridad inducida por la hiperglucemia(51).

Tercero, la prevalencia de anomalías electrolíticas más frecuentes fueron las del potasio, encontrando niveles bajos en el 57% de los pacientes y altos en 36%; de hecho 93% de los pacientes tuvieron alguna alteración del potasio sérico. La hiponatremia por su parte la encontramos en 16% de los pacientes y la hipernatremia en 1%. Pero no encontramos alteraciones electrolíticas de calcio, magnesio, ni fósforo. Nuestros hallazgos coinciden en parte con otros reportes de la literatura, pues en pacientes de urgencias o en estado crítico es altamente frecuente. Cummings y cols. encontraron una prevalencia inferior a la de nuestro estudio de hipocalcemia (33%), pero también alta. Mientras que, encontraron hipercalcemia en 29% de sus pacientes admitidos a urgencias(52). Barbance por su parte, reportaron una prevalencia muy baja de anomalías del potasio (menor al 1%) en su Departamento de Urgencias Pediatría(53). Por lo que, la prevalencia de anomalías electrolíticas es muy variable. Por otro lado, la prevalencia de anomalías del sodio en nuestro estudio (17%) se encuentra en el rango reportado en la literatura pues la prevalencia reportada de hiponatremia en pacientes pediátricos hospitalizados se ha reportado de 15-30% (54,55) y en otros estudios se ha reportado hasta en 67%(55).

Cuarto, encontramos diversas alteraciones electrocardiográficas en los pacientes pediátricos y las más frecuentes fueron la prolongación y el acortamiento del intervalo PR que representa el tiempo entre la despolarización auricular y la despolarización ventricular. De esta manera, la prolongación indica un enlentecimiento de los impulsos eléctricos y el acortamiento un aumento de la velocidad de conducción. Estas alteraciones electrocardiográficas del PR

generalmente se asocian con frecuencia a alteraciones del potasio. La hiperkalemia se asocia con un aumento del intervalo PR (56). Otras anomalías electrocardiográficas encontradas en los pacientes fueron las ondas T picudas e invertidas y los cambios del complejo QRS que con frecuencia están relacionadas con anomalías en el potasio sérico(57).

Quinto, al comparar la frecuencia de anomalías electrolíticas en pacientes con alteraciones del sodio, no encontramos diferencias significativas importantes, salvo un mayor frecuencia de alargamiento del intervalo PR en pacientes con hiponatremia. Esto coincide con algunos pocos reportes como el de Karabag y cols. quienes reportaron un intervalo PR prolongado y un bloqueo AV de primer grado en un paciente con hiponatremia severa(58). Otros han reportado asociación de hiponatremia severa con paro sinusal y fibrilación auricular(59).

Sexto, al comparar la frecuencia de anomalías del potasio entre pacientes con alteraciones electrocardiográficas encontramos una mayor frecuencia de hiperkalemia en pacientes con alargamiento del PR y mayor hipokalemia en pacientes con acortamiento del PR. Mientras, las ondas T picudas se asociaron exclusivamente con hiperkalemia. Por lo que, es claro que alteraciones electrolíticas y las anomalías electrocardiográficas se asocian mutuamente. En especial las anomalías del potasio son frecuentes y se asocian con anomalías del PR, de la onda T y QRS(60,61). Así, aunque la frecuencia de anomalías electrocardiográficas y trastornos electrolíticos es variable en pacientes pediátricos, existe una clara asociación entre estos.

CONCLUSIÓN

Las alteraciones del potasio (hipo e hipercalemia) fueron las más frecuentes, seguidas de las del sodio en pacientes pediátricos en el área de urgencias.

Las anormalidades electrocardiográficas más comunes fueron la prolongación y acortamiento del PR, siendo este una alteración poco estudiada a nivel pediátrico, seguidas de las ondas T picudas y QRS estrecho.

Se encontró una asociación entre alteraciones electrolíticas y anormalidades electrocardiográficas. La hiponatremia se asoció con alargamiento del intervalo PR, también la hiperkalemia se asoció con alargamiento del PR, ondas T picudas y estrechamiento del complejo QRS.

Al no contar con electrolitos séricos y se tiene sospecha de alteraciones electrolíticas en el paciente pediátrico se puede recurrir a la toma de electrocardiograma, y correlacionar con sus alteraciones electrocardiográficas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Naseem F, Saleem A, Mahar IA, Arif F. Electrolyte imbalance in critically ill paediatric patients. *Pak J Med Sci.* 2019;35(4):1093–8.
2. Ali SH, Mohammed MM, Youssef RS. The Pattern of Electrolyte Imbalance in Critically Ill Children admitted in Pediatric Emergency Unit at Sohag University Hospital. *Egypt J Hosp Med.* 2021;82(2):276–81.
3. Diercks DB, Shumaik GM, Harrigan RA, Brady WJ, Chan TC. Electrocardiographic manifestations: electrolyte abnormalities. Vol. 27, *Journal of Emergency Medicine.* Elsevier; 2004. p. 153–60.
4. Balcı AK, Koksall O, Kose A, Armagan E, Ozdemir F, Inal T, et al. General characteristics of patients with electrolyte imbalance admitted to emergency department. *World J Emerg Med.* 2013;4(2):113–6.
5. Giordano M, Ciarambino T, Castellino P, Malatino L, Di Somma S, Biolo G, et al. Diseases associated with electrolyte imbalance in the ED: age-related differences. *Am J Emerg Med.* 2016;34(10):1923–6.
6. Lindner G, Pfortmüller CA, Leichtle AB, Fiedler GM, Exadaktylos AK. Age-related variety in electrolyte levels and prevalence of dysnatremias and dyskalemias in patients presenting to the emergency department. *Gerontology.* 2014;60(5):420–3.
7. Liamis G, Rodenburg EM, Hofman A, Zietse R, Stricker BH, Hoorn EJ. Electrolyte Disorders in Community Subjects: Prevalence and Risk Factors. *Am J Med.* 2013;126(3):256–63.
8. Tentori F, Blayney MJ, Albert JM, Gillespie BW, Kerr PG, Bommer J, et al. Mortality Risk for Dialysis Patients With Different Levels of Serum Calcium, Phosphorus, and PTH: The Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *American Journal of Kidney Diseases.* 2008;52(3):519–30.
9. Lee CT, Yang CC, Lam KK, Kung CT, Tsai CJ, Chen HC. Hypercalcemia in the Emergency Department. *Am J Med Sci.* 2006;331(3):119–23.
10. Zivin JR, Gooley T, Zager RA, Ryan MJ. Hypocalcemia: A pervasive metabolic abnormality in the critically ill. *American Journal of Kidney Diseases.* 2001;37(4):689–98.
11. Wolf F, Hilewitz A. Hypomagnesaemia in patients hospitalised in internal medicine is associated with increased mortality. *Int J Clin Pract.* 2014;68(1):111–6.
12. Conway R, Creagh D, Byrne DG, O’Riordan D, Silke B. Serum potassium levels as an outcome determinant in acute medical admissions. *Clin Med (Lond).* 2015 Jun;15(3):239–43.
13. Terzian C, Frye EB, Piotrowski ZH. Admission hyponatremia in the elderly. *J Gen Intern Med.* 1994;9(2):89–91.
14. Hawkins RC. Age and gender as risk factors for hyponatremia and hypernatremia. *Clinica Chimica Acta.* 2003;337(1):169–72.

15. Lindner G, Felber R, Schwarz C, Marti G, Leichtle AB, Fiedler GM, et al. Hypercalcemia in the ED: prevalence, etiology, and outcome. *Am J Emerg Med.* 2013;31(4):657–60.
16. Giordano M, Ciarambino T, Castellino P, Malatino L, Di Somma S, Biolo G, et al. Diseases associated with electrolyte imbalance in the ED: age-related differences. *Am J Emerg Med.* 2016;34(10):1923–6.
17. Lindner G, Pfortmüller CA, Leichtle AB, Fiedler GM, Exadaktylos AK. Age-related variety in electrolyte levels and prevalence of dysnatremias and dyskalemias in patients presenting to the emergency department. *Gerontology.* 2014;60(5):420–3.
18. Lee CT, Yang CC, Lam KK, Kung CT, Tsai CJ, Chen HC. Hypercalcemia in the Emergency Department. *Am J Med Sci.* 2006;331(3):119–23.
19. Shrimanker I, Bhattarai S. Electrolytes. [Updated 2021 Jul 26]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541123/>.
20. Shrimanker I, Bhattarai S. Electrolytes. [Updated 2021 Jul 26]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541123/>.
21. Gumz ML, Rabinowitz L, Wingo CS. An Integrated View of Potassium Homeostasis. *N Engl J Med.* 2015 Jul;373(1):60–72.
22. Ellison DH, Terker AS, Gamba G. Potassium and Its Discontents: New Insight, New Treatments. *J Am Soc Nephrol.* 2015/10/28. 2016 Apr;27(4):981–9.
23. Gumz ML, Rabinowitz L, Wingo CS. An Integrated View of Potassium Homeostasis. *N Engl J Med.* 2015 Jul;373(1):60–72.
24. Veldurthy V, Wei R, Oz L, Dhawan P, Jeon YH, Christakos S. Vitamin D, calcium homeostasis and aging. *Bone Res.* 2016 Oct;4:16041.
25. Jahnen-Dechent W, Ketteler M. Magnesium basics. *Clin Kidney J.* 2012 Feb;5(Suppl 1):i3–14.
26. Rondon H, Badireddy M. Hyponatremia. [Updated 2021 Jan 25]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470386/>.
27. Sonani B, Naganathan S, Al-Dhahir MA. Hypernatremia. [Updated 2021 Aug 1]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441960/>.
28. Goyal A, Anastasopoulou C, Ngu M. Hypocalcemia. [Updated 2021 Aug 8]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430912/>.
29. Sadiq N, Naganathan S, Badireddy M. Hypercalcemia. [Updated 2021 Sep 11]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430714/>.

30. Castro D, Sharma S. Hypokalemia. [Updated 2021 Jul 20]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482465/>.
31. Simon L, Hashmi M, Farrell MW. Hyperkalemia. [Updated 2021 Oct 10]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470284/>.
32. Gragossian A, Bashir K, Friede R. Hypomagnesemia. [Updated 2021 Sep 6]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK500003/>.
33. Cascella M, Vaqar S. Hypermagnesemia. [Updated 2021 Jul 17]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549811/>.
34. Sharma S, Hashmi M, D. C. Hypophosphatemia. [Updated 2021 Aug 14]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493172/>.
35. Goyal R, Jialal I. Hyperphosphatemia. [Updated 2021 Sep 28]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551586/>.
36. ECG changes due to electrolyte imbalance (electrolyte disorder). Clinical ECG Interpretation. ECG & ECHO Learning;
37. Diercks DB, Shumaik GM, Harrigan RA, Brady WJ, Chan TC. Electrocardiographic manifestations: electrolyte abnormalities. Vol. 27, Journal of Emergency Medicine. Elsevier; 2004. p. 153–60.
38. ECG changes due to electrolyte imbalance (electrolyte disorder). Clinical ECG Interpretation. ECG & ECHO Learning;
39. Arguelles E, Jones CI, Schnatz FG, Iqbal NS, de Elia C, Thompson E. Tall Peaked T Waves in the 12-lead Surface. Electrocardiogram in a Case of Severe Hyperphosphatemia. Southern Medical Association. 2014;
40. El Razaky O, Naeem A, Donia A, El Amrousy D, Elfeky N. Cardiac changes in moderately malnourished children and their correlations with anthropometric and electrolyte changes. Echocardiography. 2017 Nov;34(11):1674–9.
41. Carbajal Ugarte JA, Pastrana Huanaco E, Chávez Rodríguez ML. Concentración de electrólitos en el suero de niños intoxicados por picadura de alacrán. Revista Mexicana de Pediatría. 1999;66(3):97–101.
42. Jhang WK, Lee YJ, Kim YA, Park SJ, Park YS. Severe hypermagnesemia presenting with abnormal electrocardiographic findings similar to those of hyperkalemia in a child undergoing peritoneal dialysis. Korean J Pediatr. 2013/07/19. 2013 Jul;56(7):308–11.
43. Sharma S, Gupta H, Ghosh M, Padmanabhan A. Case Report-Severe hyperkalemia with normal electrocardiogram. Indian Journal of Critical Care Medicine. 2007;11(4):215–7.

44. Du X, Zhang Y. Dynamic changes in electrocardiograms of a premature infant with hyperkalemia and hypocalcemia. *J Electrocardiol.* 2020;59:84–7.
45. Weiss-Guillet EM, Takala J, Jakob SM. Diagnosis and management of electrolyte emergencies. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2003;17(4):623–51.
46. Routray M, Kishore S, Champatiray J, Kumar S. Demographic variation of electrolyte imbalance in a tertiary care pediatric intensive care unit. *Int J Contemp Pediatrics.* 2020;7(2):224–9.
47. Patil DS. Electrolyte disturbances in patients with acute exacerbation of bronchial asthma. *Journal of Medical Science And clinical Research.* 2018 Sep 11;6(9).
48. Lv Q, Li D, Wang Y, Yu P, Zhao L, Chen S, et al. Admission electrolyte and osmotic pressure levels are associated with the incidence of contrast-associated acute kidney injury. *Sci Rep.* 2022 Dec 1;12(1).
49. Albakri A. Electrolyte/Renal abnormalities cardiomyopathy: A review and pooled analysis of pathophysiology, diagnosis and clinical management. *Clinical and Medical Investigations.* 2019;5(1).
50. Tello L, Perez-Freytes R. Fluid and Electrolyte Therapy During Vomiting and Diarrhea. *Vet Clin North Am Small Anim Pract [Internet].* 2017 Mar 1 [cited 2023 Mar 30];47(2):505. Available from: </pmc/articles/PMC7185384/>
51. Milionis HJ, Dimos G, Elisaf MS. Severe hyperkalaemia in association with diabetic ketoacidosis in a patient presenting with severe generalized muscle weakness. *Nephrology Dialysis Transplantation [Internet].* 2003 Jan 1 [cited 2023 Mar 30];18(1):198–200. Available from: <https://academic.oup.com/ndt/article/18/1/198/1809186>
52. Cummings BM, Macklin EA, Yager PH, Sharma A, Noviski N. Potassium abnormalities in a pediatric intensive care unit: frequency and severity. *J Intensive Care Med [Internet].* 2014 Sep 1 [cited 2023 Mar 30];29(5):269–74. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23753253/>
53. Barbance O, De Bels D, Honoré PM, Bargalzan D, Tolwani A, Ismaili K, et al. Potassium disorders in pediatric emergency department: Clinical spectrum and management. *Archives de Pédiatrie.* 2020 Apr 1;27(3):146–51.
54. Tzoulis P. Prevalence, prognostic value, pathophysiology, and management of hyponatraemia in children and adolescents with COVID-19. *Acta Bio Medica : Atenei Parmensis [Internet].* 2021 [cited 2023 Mar 30];92(5):2021474. Available from: </pmc/articles/PMC8689294/>
55. Al-Sofyani KA. Prevalence and Clinical Significance of Hyponatremia in Pediatric Intensive Care. *J Pediatr Intensive Care [Internet].* 2019 Sep [cited 2023 Mar 30];8(3):130. Available from: </pmc/articles/PMC6687457/>
56. Johri AM, Baranchuk A, Simpson CS, Abdollah H, Redfearn DP. ECG Manifestations of Multiple Electrolyte Imbalance: Peaked T Wave to P Wave (“Tee-Pee Sign”). *Ann Noninvasive Electrocardiol [Internet].* 2009 Apr [cited 2023 Mar 30];14(2):211. Available from: </pmc/articles/PMC6932546/>
57. Baoum SO, Matrafi TM Al, Alshaikh TT, Alluhaibi HN, Alkhaldi GN, Alotaibi MH, et al. Common electrocardiogram manifestations in electrolyte imbalance. *Int J Community Med Public Health*

[Internet]. 2022 Sep 28 [cited 2023 Mar 30];9(10):3902–6. Available from:
<https://www.ijcmph.com/index.php/ijcmph/article/view/10303>

58. Karabag T, Kalayci B, Sayin MR, Erten T. Atrioventricular conduction defect associated with severe hyponatremia. *Clujul Medical* [Internet]. 2018 [cited 2023 Mar 30];91(3):342. Available from: </pmc/articles/PMC6082612/>
59. Zou S, Zhang Q, Gao S, Luo M, Gan X, Liang K. Electrocardiogram manifestations of hyponatraemia. *Cardiovasc J Afr* [Internet]. 2022 Mar 1 [cited 2023 Mar 30];33(2):98. Available from: </pmc/articles/PMC9364480/>
60. Kotera A, Irie H, Iwashita S, Taniguchi J, Kasaoka S, Sagishima K, et al. Electrocardiogram findings of patients with serum potassium levels of nearly 10.0 mmol/L: a report of two cases. *Acute Medicine & Surgery* [Internet]. 2014 Oct [cited 2023 Mar 30];1(4):234. Available from: </pmc/articles/PMC5997224/>
61. Teymouri N, Mesbah S, Mohammad S, Navabian H, Shekouh D, Najafabadi MM, et al. ECG frequency changes in potassium disorders: a narrative review. *Am J Cardiovasc Dis* [Internet]. 2022 [cited 2023 Mar 30];12(3):112. Available from: </pmc/articles/PMC9301030/>

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

INSTITUTO DE SERVICIOS Y SEGURIDAD SOCIAL PARA LOS TRABAJADORES DEL
ESTADO
HOSPITAL LIC. ADOLFO LOPEZ MATEOS

Iniciales: _____ No. expediente: _____
Edad: _____ años Sexo: () Masculino () Femenino

<p>Enfermedad de base () Dolor abdominal () Enfermedad renal () Neoplasia en estudio () Fiebre en estudio () Otra</p> <p>Obesidad () Si () No</p> <p>Natremia _____ mEq/L</p> <p>Potasemia _____ mEq/L</p> <p>Calcemia _____ mg/dL</p> <p>Magnesemia _____ mEq/L</p> <p>Fosfatemia _____ mEq/L</p>	<p>Alteración del sodio () No () Hiponatremia () Hipernatremia</p> <p>Alteración del potasio () No () Hipopotasemia () Hiperpotasemia</p> <p>Alteración del calcio () No () Hipocalcemia () Hipercalcemia</p> <p>Alteración del magnesio () No () Hipoagnesemia () Hiperagnesemia</p> <p>Alteración del fósforo () No () Hipofosfemia () Hiperfosfemia</p>
--	--