

***CARACTERÍSTICAS EVOLUTIVAS  
DEL ELECTROCARDIOGRAMA EN  
NEONATOS  
SANOS NACIDOS EN UN HOSPITAL  
PÚBLICO EN COLOMBIA (HUS)***

PAUL LEONARDO TRIGOS PALLARES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL SANTANDER  
FACULTAD DE SALUD  
ESCUELA DE MEDICINA  
DEPARTAMENTO DE PEDIATRIA  
Bucaramanga  
2008

***CARACTERÍSTICAS EVOLUTIVAS DEL  
ELECTROCARDIOGRAMA EN NEONATOS  
SANOS NACIDOS EN UN HOSPITAL PÚBLICO EN  
COLOMBIA (HUS)***

**PAUL LEONARDO TRIGOS PALLARES**

Trabajo de grado para optar por el título de especialista en  
pediatría

Director  
MD. OSCAR LEONEL RUEDA OCHOA  
MD internista

Asesor epidemiológico  
MD. FIDEL LATORRE  
MD. LUIS DIAZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL SANTANDER  
FACULTAD DE SALUD  
ESCUELA DE MEDICINA  
DEPARTAMENTO DE PEDIATRIA  
Bucaramanga  
2008**

## CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	10
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	11
1.1 PLANTEAMIENTO DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	11
1.2 JUSTIFICACIÓN	11
1.3. OBJETIVOS	12
1.3.1. Objetivo general	12
1.3.2. Objetivos específicos	12
2. MARCO TEÓRICO	13
2.1 COMPONENTES DEL ELECTROCARDIOGRAMA	13
2.2 DERIVACIONES ELECTROCARDIOGRAFICAS	16
2.3 ELETROCARDIOGRAFIA EN NIÑOS A TERMINO: REFERENTES ACTUALES	18
3. METODOLOGÍA	21
3.1 DISEÑO DEL ESTUDIO	21
3.1.1 Tipo de estudio	21
3.1.2 Población	21
3.1.3 Selección de los Participantes	21
3.1.4 Criterios de Inclusión	22
3.1.5 Criterios de exclusión	22
3.1.6 Recolección de los datos	22
3.1.6.1 Evaluación de seguimiento	23
3.1.6.2 Medición de Patrones	23
3.1.7 Análisis Estadístico	23
4. ASPECTOS ÉTICOS	24
5. RESULTADOS	25
5.1 CARACTERISTICAS DE LOS PACIENTES	25
5.2 DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS ELECTROCARDIOGRÁFICOS	26
5.2.1 Frecuencia cardiaca	26
5.2.2 Intervalo PR	27
5.2.3 Duración del QRS	27
5.2.4 Amplitud de la onda P	28
5.2.5 Duración de la onda P	28
5.2.6 Amplitud de la onda Q	28
5.2.7 Amplitud de la onda R	29
5.2.8 Amplitud de la onda S	29
5.2.9 Amplitud de la onda T	29
5.2.10 Duración del intervalo QT	30
5.2.11 EJE	30
6. CONCLUSIONES	31
7. BIBLIOGRAFÍA	34

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Razones para practicar cesárea.	26
Tabla 2. Frecuencia cardiaca	27
Tabla 3. Valores de duración del intervalo PR en DII.	27
Tabla 4. Valores de duración del complejo QRS en DIII, V5 y V6.	27
Tabla 5. Valores de amplitud de la onda P en DII.	28
Tabla 6. Valores de duración de la onda P en DII.	28
Tabla 7. Valores de amplitud del QT en DIII y AVF.	28
Tabla 8. Valores de amplitud de la onda R en V1, V3 y V6.	28
Tabla 9. Valores de amplitud de la onda S en V1y V6.	29
Tabla 10. Valor de duración del QT en DII	30
Tabla 11. Eje del EKG.	30

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Registro de la onda P	14
Figura 2. Registro del Intervalo PR	14
Figura 3. Complejo QRS	15
Figura 4. Segmento ST	15
Figura 5. Onda T	15
Figura 6. Derivaciones Frontales	17
Figura 7. Derivaciones precordiales	17
Figura 8. Selección de los pacientes del estudio	25

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. Consentimiento informado	37
ANEXO B. Formulario de recolección de la información	38
ANEXO C. Artículo para publicación	39

## RESUMEN

### TÍTULO

**CARACTERÍSTICAS EVOLUTIVAS DEL ELECTROCARDIOGRAMA EN NEONATOS SANOS NACIDOS EN UN HOSPITAL PÚBLICO EN COLOMBIA (HUS)\***

**AUTOR:** PAUL LEONARDO TRIGOS PALLARES. \*\*

### PALABRAS CLAVE

**ELECTROCARDIOGRAFÍA, NEONATAL, NORMAL.**

### DESCRIPCIÓN

#### **Antecedentes**

El electrocardiograma (ECG) es una herramienta en la evaluación de la fisiología cardiaca. Los parámetros de referencia para recién nacidos derivan de la publicación de Davignon *et al* (1979), y son el referente internacional.

**Objetivos** Este trabajo tiene como objetivo describir la información derivada del análisis de tres ECG sucesivos entre neonatos considerados sanos, tomados en las primeras 24 horas, a la semana y al mes de nacido, siendo cada paciente control de si mismo.

#### **Metodología**

Es un estudio observacional, descriptivo, prospectivo de una cohorte de neonatos, nacidos en el Hospital Universitario de Santander (HUS), en Bucaramanga, (Santander-Colombia) durante febrero y julio de 2006, con firma previa de consentimiento informado de los padres y aprobación del comité de ética respectivo. Se incluyeron recién nacidos de madres sanas sin alteración al examen por pediatría. A los neonatos se les tomaron trazos electrocardiográficos en tres etapas del desarrollo neonatal, utilizando el equipo BIOPAC MP 35 (Biopac System EEUU) y el software NEO versión 1.0 (Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Industrial de Santander).

#### **Resultados y conclusiones**

En este estudio se describen los hallazgos electrocardiográficos encontrados en 120 neonatos sanos donde la frecuencia cardiaca (Fc.) en los recién nacidos oscilo entre 97 y 174 latidos por minuto con una progresión de la frecuencia aumentando con la edad en 20 latidos por minuto, con rangos de 115 a 197 latidos por minuto al mes .

Los intervalos así como la duración de las ondas dependen de la Fc., si esta disminuye los mismos aumentan y si aumenta los intervalos se hacen más cortos; nuestros hallazgos se correlacionan con esta premisa, siendo la duración del QT, QRS e intervalo PR de menor valor a medida que la frecuencia cardiaca se incrementa.,

Con respecto a las amplitudes, en este estudio sus valores cuantitativos mostraron diferencias con respecto a estudios anteriores, manteniendo las tendencias de comportamiento derivadas preponderancia ventricular derecha, que cambia gradualmente al predominio izquierdo con el crecimiento, pero en rangos mayores.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad de Salud. Escuela Medicina. Especialización en Pediatría. Director MD OSCAR LEONEL RUEDA

## **SUMMARY**

### **TÍTULO:**

*EVOLUTIONARY CHARACTERISTICS OF THE ELECTROCARDIOGRAM IN HEALTHY NEWBORN IN A PUBLIC HOSPITAL IN COLOMBIA (HUS)\**

**AUTHOR:** PAUL LEONARDO TRIGOS PALLARES \*\*

**KEY WORDS:** ELECTROCARDIOGRAPHY, NEWBORN, NORMAL DESCRIPTION

### **Antecedents, objectives**

The electrocardiogram (ECG) is a tool in the evaluation of the physiology cardiac. The parameters of reference for new born derive from the publication of Davignon et al, (1979) and are referring the international. The objective of this work is describe the information derived from the successive analysis of three ECG between newborns considered healthy, that will be taken in the first 24 hours, to the week and to the thirty days , being each patient control if same.

### **Methodology**

It is an observacional, descriptive, prospective study of one cohort of newborn, born in the University Hospital of Santander (HUS), in Bucaramanga, (Santander-Colombia) in the months of February and July of 2006, with previous signature of consent informed into the parents and approval of the respective committee of ethics. They new born included had healthy mothers without alteration to the examination of paediatrician, to those who took electrocardiographic outlines them in three stages from the newborn development, using for the capture and digitalization of the signal equipment BIOPAC MP 35 (Biopac U.S.A. system) and for the reading of the different waves and electrocardiographic segments software NEO version 1,0 (School of Electrical and Electronic engineering of the Industrial University of Santander), which was validated comparing the results obtained with the reading made by a paediatric cardiologist.

### **Results**

In this study they describe to the newborn found cos findings electrocardiograficos in 120 healthy ones where ls to frequency cardiac (fc) in new born l oscillate between 97 and 174 beats per minute with a progression of the frequency increasing with the age in 20 beats per minute , with ranks of 115 to 197 beats per minute to the month.

The intervals as well as the duration of the waves depend on fc, if this diminishes such increase and if it lengthens the intervals become shorter; our findings are correlated with this premise, being the duration of the QT, QRS and interval PR of smaller value as the frequency cardiac is increased.

With respect to the amplitude, in this study their quantitative values showed differences in relation previous studies, maintaining the behavior tendencies derived right ventricular superiority, that it changes gradually to the left predominance with the growth, but in greater ranks.

---

\* Work of degree.

\*\* Faculty of Health. Specialization in Pediatrics. Director MD OSCAR LEONEL RUEDA

## INTRODUCCIÓN

El electrocardiograma (ECG) es una herramienta no invasiva en la evaluación de la fisiología cardíaca. Permite hacer una valoración diagnóstica de la función cardíaca, su anatomía y orientar en la detección de anomalías estructurales congénitas (1). Tradicionalmente los parámetros de referencia se derivan de la publicación hecha por Davignon *et al*, en 1979, con base en el estudio electrocardiográfico de 1027 niños menores de un año, de los cuales 668 tenían menos de 1 mes al momento del estudio. Dichos valores comprendían 39 variables presentadas en rangos entre el 2º y 99º percentil (2). Es, hasta ahora, el artículo más completo sobre las variables electrocardiográficas en la niñez (3).

Aunque se han realizado otros esfuerzos de investigación, entre los cuales se debe resaltar el hecho por Rijnbeek *et al*, quienes utilizaron un muestreo digital con características técnicas ajustadas a las recomendaciones actuales, se debe considerar que los datos obtenidos incluían un número de recién nacidos (n=44), ninguno de los cuales era menor de tres semanas (4).

En otro estudio de 1780 niños, por Macfarlane *et al* (5), los ECG registrados en un muestreo de 500 hertzios (Hz), mostraron diferencias en las amplitudes normales, que podían ser hasta un 46% superiores a las informadas por Davignon; desafortunadamente las variables estudiadas fueron escasas.

El ECG del recién nacido normal tiene variaciones morfológicas secundarias a las demandas fisiológicas de la circulación fetal (6). En ellos la resistencia vascular pulmonar es alta, debido a que los pulmones están llenos de fluido y a que no participan en el intercambio gaseoso. Además, hay resistencia vascular sistémica baja en virtud de la circulación placentaria. Esto lleva a que el ventrículo derecho (VD) del recién nacido a término tenga paredes más gruesas que las del ventrículo izquierdo (VI).

Luego del nacimiento, esta fisiología cambia al invertirse las resistencias vasculares (6); esto a su vez se refleja en las características del electrocardiograma, en donde se aprecia preponderancia ventricular derecha al principio, cambiando gradualmente al predominio ventricular izquierdo con el crecimiento de los voltajes ventriculares grandes, particularmente en las derivaciones medias precordiales; los ejes frontales de QRS evolucionan a valores más positivos. De la misma manera, las frecuencias más rápidas con duraciones de ondas y segmentos correspondientemente más cortas, tienen implicaciones en las medidas del ECG (ondas de P y complejos QRS) e intervalos (PR y QT) (6,7). Que se ven reflejados en Las revisiones que orientan acerca de la lectura de los electrocardiogramas en pediatría. (3, 7, 8, 9).

# 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

## 1.1 PLANTEAMIENTO DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Existen diferencias entre los trazos electrocardiográficos de las primeras 24 horas de vida, la primera semana y el primer mes en los neonatos sanos nacidos en el hospital universitario de Santander procedentes de la ciudad de Bucaramanga?

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la electrocardiografía está enfocada principalmente al estudio del funcionamiento normal y anormal del corazón en adultos, siendo una herramienta no invasiva, eficaz y económica en la detección y prevención de enfermedades o patologías cardiovasculares frente a otras técnicas como la ecocardiografía, la tomografía por emisión de positrones y la resonancia magnética.

En niños se ha dejado de lado en parte por las dificultades técnicas en la toma, la carencia de equipos y aditamentos para su realización y la concepción de las limitaciones en cuanto a la utilidad clínica de este examen en recién nacidos e infantes (1). Lo que ha llevado a que sea muy pocas veces solicitado como herramienta diagnóstica en la práctica clínica.

Para poder interpretar los electrocardiogramas pediátricos (ECGs) es imperativo, tener una comprensión adecuada de los cambios fisiológicos posteriores al nacimiento(2). Esto hace que la interpretación sea diferente en el neonato, donde hay preponderancia ventricular derecha, que cambia con el crecimiento al predominio ventricular izquierdo, alterando así los voltajes ventriculares, los ejes; así mismo las frecuencias más rápidas altera la duración de los intervalos teniendo implicación en todas medidas del ecg (3)

La población pediátrica presenta patologías cardiovasculares que deben ser tamizadas con el fin de detectarlas prontamente y así orientar su estudio y tratamiento. De acuerdo con esta presunción algunos países europeos han considerado el electrocardiograma como parte de la evaluación neonatal en los servicios de salud (1), permitiendo detectar desordenes arritmogénicos, prolongación del intervalo QT en niños con síndrome de muerte súbita (4), debe ser usado en el control y seguimiento de recién nacidos bajo el uso de medicamentos con efectos en la electrofisiología cardíaca (5).

Aunque es una herramienta con amplias ventajas para su utilización la poca experticia de sus usuarios y la poca comprensión de los cambios fisiológicos

aplicados a la señal electrocardiografica alteran la correcta interpretación del ECG y favorecen interpretaciones erróneas del mismo(6)

El establecimiento de valores de referencia por edad para definir un patrón electrocardiográfico permite dar los lineamientos propios de cada población lo que es fundamental para su uso adecuado.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Describir las características evolutivas de los trazos electrocardiográficos de las primeras 24 horas de vida, la primera semana y el primer mes en los neonatos sanos nacidos en el hospital universitario de Santander procedentes de la ciudad de Bucaramanga

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Describir las características del trazado electrocardiográfico en neonatos durante las primeras 24 horas
- Describir las características del trazado electrocardiográfico en neonatos durante la primera semana
- Describir las características del trazado electrocardiográfico en neonatos durante el primer mes
- Describir las diferencias de los patrones obtenidos en las primeras 24 horas, la primera semana y el primer mes
- Describir las medidas propias de los segmentos del trazado electrocardiográfico en cada una de las edades de medición

## 2. MARCO TEÓRICO

El miocardio está compuesto por fibras musculares ramificadas e interconectadas (células) que están estructuradas para transmitir con rapidez el impulso eléctrico de una célula a otra. La fuerza y la velocidad de contracción del músculo cardiaco son variables y están afectadas por factores tales como la longitud de las fibras y el estímulo de inervación del corazón.(7)

Las células cardiacas son de dos tipos: las marcapaso y las no marcapaso, y ambas hacen parte del sistema especializado de conducción. La actividad de este sistema depende de un perfecto equilibrio entre las propiedades que tienen sus células. Los mecanismos de la actividad eléctrica esta determinado por los potenciales intracelulares y por el intercambio iónico durante las diferentes fases del proceso (8), cuando la señal eléctrica de una despolarización alcanza las células contráctiles, ellas se contraen y cuando la señal de repolarización alcanza las células del miocardio, ellas se relajan.

El nodo sinusal es el marcapaso del corazón, inicia cada ciclo eléctrico y mecánico su impulso se extiende al nodo auriculoventricular por las fibras internodales. La señal eléctrica es retardada en el nodo auriculoventricular aproximadamente por 0,20 seg. Luego de que las aurículas se contraen, la señal es retransmitida a los ventrículos por el haz de His, las ramas derecha e izquierda del haz y las fibras de Purkinje. Las fibras de Purkinje, envían el impulso eléctrico directamente al músculo ventricular, estimulando la contracción de los ventrículos (sístole ventricular). La repolarización del nodo sinusal es también difundida a través de las aurículas, y luego los ventrículos comienzan la fase de relajación (diástole ventricular)

El electrocardiograma es una gráfica que registra los potenciales eléctricos producidos en asociación con el tejido cardiaco (8).

### 2.1 COMPONENTES DEL ELECTROCARDIOGRAMA

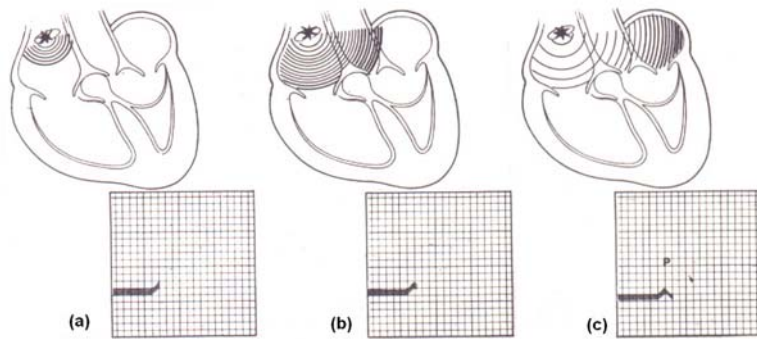
Los eventos eléctricos del corazón son registrados en el electrocardiograma como un patrón de una línea base interrumpida por una onda P, un complejo QRS y una onda T.

La línea base (línea isoelectrica) es una línea recta en el electrocardiograma (ECG). Este es el punto de partida para la actividad eléctrica de despolarización y repolarización de los ciclos cardiacos.

La onda P resulta de la despolarización auricular. Es la primera onda visible en el ECG, es simétrica y determina el ritmo con que late el corazón. La parte

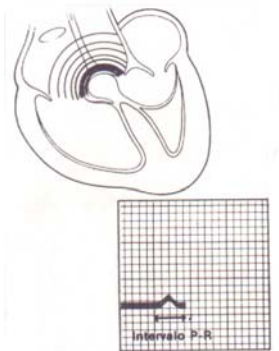
ascendente de la onda P registra la despolarización de la aurícula derecha (ver Figura 1(a)), luego, el impulso eléctrico se desplaza hacia al tabique interauricular registrándose el pico de la onda P (Figura 1(b)), y finalmente, cuando el impulso llega a despolarizar la aurícula izquierda se registra la parte descendente de la onda P (Figura 1(c)) (8).

**Figura 1. Registro de la onda P**



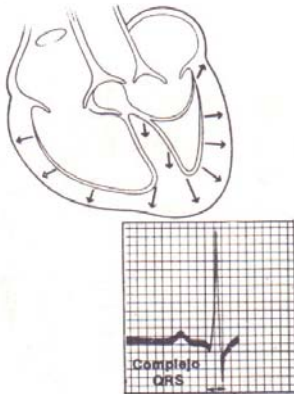
La generación eléctrica se vuelve muy leve a medida que el impulso se condensa en el nodo AV, formando una línea de corte isoelectrica denominada segmento PR, el cual comienza al final de la onda P y termina al inicio de la onda Q (si la hay) o el inicio de la onda R. El intervalo PR (Figura 2), comienza con el inicio de la onda P y termina al inicio de la onda Q (si la hay) o la onda R (8).

**Figura 2. Registro del Intervalo PR**



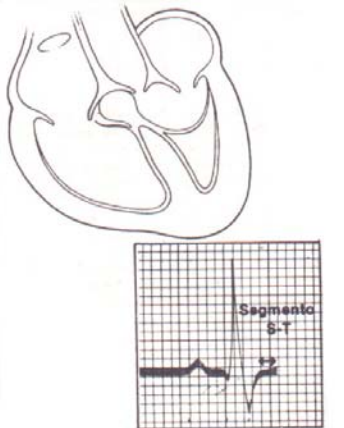
El complejo QRS es el resultado de la despolarización ventricular, e indica el comienzo de la contracción ventricular. Está compuesto por tres ondas: la onda Q, que es la primera onda negativa; la onda R, que siempre es positiva y generalmente es la de mayor amplitud; y la onda S, que también es negativa pero sigue después de la onda R (ver Figura 3) (8)

**Figura 3. Complejo QRS**

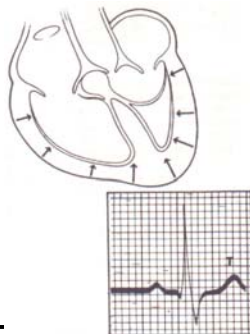


El impulso hace una pausa mientras se inicia la repolarización ventricular, esto se nota al registrarse el segmento ST (ver Figura 4) .

**Figura 4. Segmento ST**



La onda T resulta de la repolarización ventricular y señala el comienzo de la relajación ventricular. Es una onda asimétrica (Ver Figura 5) .



**Figura 5. Onda T**

Debido a que el ECG refleja la actividad eléctrica, es una descripción muy usada de la actividad cardiaca. Si hay interrupciones de la generación o transmisión de la señal eléctrica el ECG cambia. Estos cambios pueden ser muy usados en el diagnóstico de enfermedades.

## 2.2 DERIVACIONES ELECTROCARDIOGRAFICAS

Las derivaciones son los diferentes registros de la actividad eléctrica del corazón, cuya finalidad es medir la corriente que va en la dirección marcada por una línea recta que une los electrodos utilizados . (8)

Según el plano anatómico, las derivaciones se pueden clasificar en dos grupos

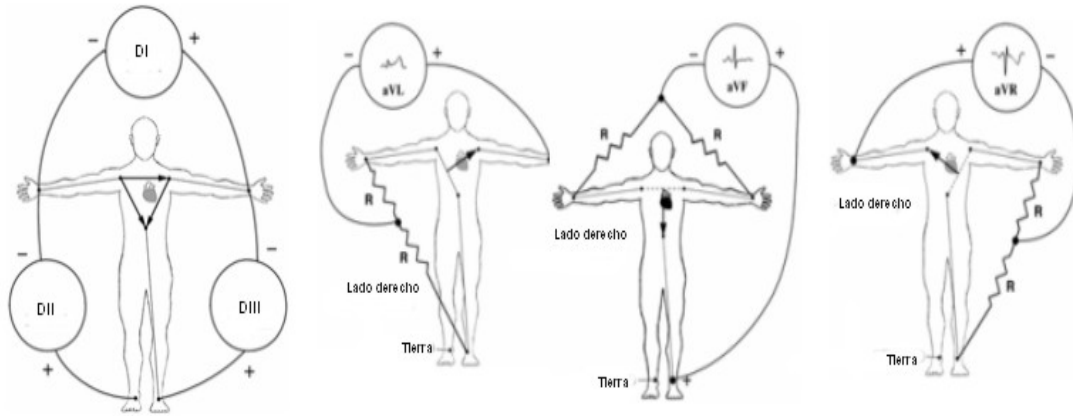
- Plano frontal: corte de arriba hacia abajo.
- Plano horizontal: corte transversal a nivel del tórax; es perpendicular al plano frontal.

Igualmente, las derivaciones pueden ser unipolares o bipolares, de acuerdo al número de electrodos exploradores. Las unipolares registran la diferencia de potencial entre un punto del cuerpo y otro punto llamado el centro eléctrico del corazón; las bipolares registran el potencial obtenido entre dos puntos del cuerpo (8).

El plano frontal contiene las derivaciones bipolares: DI, DII, DIII y las unipolares aVR, aVL, aVF. Estas derivaciones forman un triángulo equilátero que rodea al corazón, denominado como “Triángulo de Einthoven” ( Figura 6). Exploran el corazón desde diferentes ángulos, con el fin de obtener un registro completo de la actividad eléctrica del corazón .

<b>DI:</b>	Explora la parte lateral superior del ventrículo izquierdo.
<b>aVL:</b>	Parte alta del ventrículo izquierdo.
<b>DII, DIII, aVF:</b>	Cara posteroinferior o diafragmática.
<b>aVR:</b>	Lado derecho del corazón.
<b>V1, V2:</b>	Porción anterior del ventrículo derecho y tabique interventricular, segmento basal y medio.
<b>V3:</b>	Parte anterior del tabique interventricular.
<b>V4:</b>	Resto del tabique interventricular y punta del corazón.
<b>V5, V6:</b>	Parte anterior y baja de la pared libre del ventrículo izquierdo.

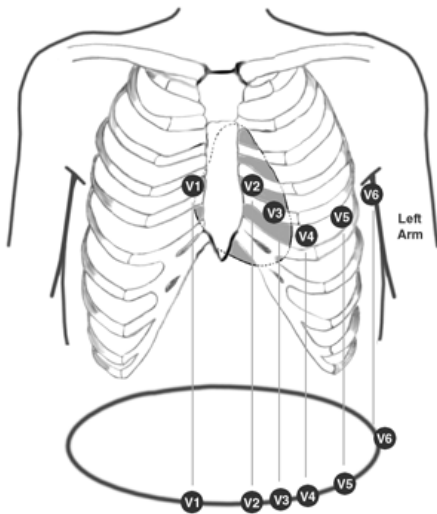
**Figura 6. Derivaciones Frontales**



En el plano horizontal (Ver Figura 7) están las derivaciones unipolares precordiales: V1, V2, V3, V4, V5, V6. Estas derivaciones se ubican de la siguiente manera (8):

- V1:** cuarto espacio intercostal y línea paraesternal derecha.
- V2:** cuarto espacio intercostal y línea paraesternal izquierda.
- V4:** quinto espacio intercostal y línea medioclavicular izquierda.
- V3:** punto medio entre V2 y V4.
- V5:** línea anterior axilar izquierda a la misma línea horizontal de V4.
- V6:** línea media axilar izquierda a la misma línea horizontal de V4.

**Figura 7. Derivaciones precordiales**



### 2.3 ELETROCARDIOGRAFIA EN NIÑOS A TERMINO: REFERENTES ACTUALES

El electrocardiograma como herramienta esencial en la evaluación de la fisiología cardíaca y sus parámetros derivan tradicionalmente de publicación la de 1979 Davignon *et al.* (10). Producto de 1027 infantes menos de 1 año de la edad y entre éstos, 668 en el primer mes de la vida. Un estudio grande reciente por Rijnbeek *et al.*(11) incluyó 44 recién nacidos (n=44) pero ninguno por debajo de 3 semanas de la edad. Así que los valores publicados por Davignon se recomiendan para el uso en práctica clínica y son el referente internacional. Se debe mencionar que dicho estudio hasta ahora el estudio más completo de variables electrocardiográficas en niñez esta basado en las medidas hechas en 2141 niños blancos en Quebec, Canadá. De los cuales 1027 infantes tenían menos de 1 año de la edad, 668 se encontraban en el primer mes de la vida, aquí se evaluaron los límites normales para 39 variables, con un índice de muestreo de 333 hertzios.(9).

Otro estudio de 1780 niños, de Macfarlane *et al.* Los ECGs registrados en la tarifa de muestreo de 500 hertzios que encontraron diferencias en las amplitudes normales podía ser el hasta 46% más altas que publicado por Davignon *et al.* Desafortunadamente, en el estudio de Macfarlane *et al.* las variables estudiadas fueron pocas. (9)

No hay estudios que sigan el comportamiento evolutivo del mismo paciente en varias etapas de su crecimiento a un muestreo de mas de 1000 hertzios.(las recomendaciones actuales de muestreo) (1).

Debido a las limitaciones actuales de medidas electrónicas en ECGs en el recién nacido y a las diferencias de los intervalos que van alcanzando los valores del adulto a los 7 –8 años de la edad hay una serie de características en los cambios evolutivos que a continuación se referenciaran en base a los estándares internacionales sugeridos por las pautas para la interpretación del neonatal del electrocardiograma propuesto por el consenso de la sociedad europea de la cardiología

#### *Ritmo cardíaco*

El ritmo cardíaco se puede determinar por una variedad de métodos. Puede tener valores entre 150 –230 latidos por minuto. El corazón normal aumenta su frecuencia a partir del primer día de la vida, alcanza un pico entre el primer y segundo mes y entonces declina para volver a los valores registrados en el nacimiento por sexto mes. Durante los 6 meses siguientes, permanece algo estable y entonces declina lentamente después de 1 año de debido a la maduración de la inervación vagal del nodo del sinusal(12). El mismo será medido en 60 seg en el ecg que corre 1500 mm, se medirá cada latido cardíaco que es un

complejo QRs y el número de complejos en 1500 mm es la frecuencia cardiaca  
 $FC = 1500 / RR$

### *La Onda de P*

El eje de la onda de P es un vector que indica la dirección de activación de la actividad eléctrica cardiaca ritmo del sinusal origina en la alta derecha atrio que transcribe una onda de P con un eje en el cuadrante confinado por 0 y +90 La onda de P es evaluable generalmente en el derivación d II y el aVF. En V 1 puede ser difásico.

### El intervalo PR

Se mide del final de la onda P hasta el inicio del complejo QRS a la onda de Q o de R si no hay onda de Q presente. La Banda el intervalo, medido en DII, aumenta con edad y con disminuciones del ritmo cardíaco. el intervalo se extiende de un mínimo del 70 ms a un máximo del 140 ms, con un media de 100 ms.

### *Complejo de QRS*

El recién a término tiene un eje entre 55 y 200 grados pero al 1 mes, el límite superior normal tiene caída a 160 grados o menos. El eje de QRS en ECG recién nacido prematuro se extiende entre 65 y 174 grados.

La duración del complejo de QRS mide la despolarización ventricular y ella se deben medir en un derivación con una onda inicial de Q(13). Duración de QRS en el recién nacido y el infante es estrecho (< el ms 80). La morfología de QRS en el recién nacido puede tener más muescas y cambios de dirección que en niños.

La dirección de la onda de Q en el plano precordial u horizontal indica la dirección de despolarización septal.

Los valores normales de las amplitudes de la onda de Q varían con la derivación y con la edad. Las amplitudes de la onda de Q pueden estar como altas como 0.55 mV en D III o 0.33 mV en aVF al 1 mes de vida. La duración de la onda de Q > el ms 30 es anormal dentro de los valores encontrados por Davignon *et al.* El uso de los porcentajes 2 y 98 para definir normalidad implica que los 4% de la población son `anormales' para las medidas dadas.

A su vez hay pequeñas diferencias entre Davison y Rinjbeek en los valores de referencia disponible en la literatura en parte a las diferencias técnicas en la valoración de los pacientes en los diferentes estudios por ejemplo en la amplitud de la q (8) (tabla 1)

### *Intervalo qt*

El intervalo qt es el intervalo entre el principio de el QRS complejo y el extremo de la onda de T. la medida se debe hacer en las derivaciones DII, V 5, y V 6 y se medirá el valor más largo que es utilizado. Se debe identificar correctamente el punto donde desciende la onda de T a la línea isoeleétrica. Debido al ritmo cardíaco rápido de infantes la onda de P puede ser sobrepuesta en la onda de T, particularmente cuando el qt se prolonga el intervalo.

El QTc en el 4to día de la vida es 400 mas o menos 20 ms, el limite superior es 440 ms por definición en el 2.5%, se espera que los recién nacidos normales tengan un QTc mayor que el ms 440 en infantes sanos luego habrá una prolongación fisiológica de QTc por el segundo mes (media de 410 ms) seguido por una declinación progresiva(14), de modo que cerca el sexto mes QTc vuelve a los valores registrados adentro la primera semana.

### *Segmento del ST y onda de T*

Elevaciones del segmento del ST > 1 milímetro sobre la línea isoeleétrica es infrecuente en el recién nacido. En recién nacidos e infantes es mejor considerar como la línea isoeleétrica el segmento de PQ. Las ondas de T son normalmente variables en la primera semana de la vida. Después 1 semana, la onda de T es negativa en la derivacion V 1 y el positivo en V 5 –V 6.

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

#### 3.1.1 Tipo de estudio

Este es un estudio observacional, descriptivo de una Cohorte de neonatos sanos, nacidos en el Hospital Universitario de Santander (HUS) de la ciudad de Bucaramanga, con recolección prospectiva de la información

#### 3.1.2 Población

Población de Referencia: Recién nacidos (neonatos) sanos.

Población Blanco: Recién nacidos sanos de la Ciudad de Bucaramanga.

Población de Estudio: Neonatos sanos nacidos en el Hospital Universitario de Santander de la ciudad de Bucaramanga (entre Febrero a Julio del 2006. )

Hijos de madres sanas, sin factores de riesgo perinatales y que al examen físico realizado por pediatría se considere diagnóstico de niño sano, cuyos padres acepten participar en el estudio

#### 3.1.3 Selección de los Participantes

Este es un estudio observacional y descriptivo de una cohorte de neonatos sanos. Todos nacieron en el Hospital Universitario de Santander (HUS), Bucaramanga, Colombia. La recolección de la información fue prospectiva entre febrero 1 y julio 31 de 2006. Esta investigación se realizó previo consentimiento informado de los padres y con aprobación de los Comités de Ética en Investigación de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander y del Hospital Universitario de Santander.

Los pacientes fueron seleccionados mediante muestreo no probabilístico por casos consecutivos. Posterior a la obtención de los ellos se evaluará con Stata el número de pacientes necesarios para obtener en el estudio poder de 0.90 y error alfa de 0.05.

Se incluirán en el estudio todos los pacientes atendidos nacidos en la institución y en las primeras 24 horas de vida, se realizara la primera toma. Diariamente se revisarán los registros del servicio de puerperio, en el área de ginecología y obstetricia de las valoraciones realizadas por pediatría para identificar los nacidos sanos, además se reinterrogara a la madre, se revisará su historia clínica tanto como la del recién nacido , y aquellos que cumplan satisfactoriamente los

requisitos de selección se explicara a los padres las características del estudio y de la prueba, posteriormente se solicitara el consentimiento de los mismos para la inclusión del niño en él

#### **3.1.4 Criterios de Inclusión**

- Recién nacido sano, nacido en el Hospital Universitario de Santander (HUS)
- 24 horas de vida o menos
- Madre sin patología de base. sin factores de riesgo obstétrico cardiovascular
- Valoración neonatal normal realizada pediatría con diagnóstico de niño sano.
- Recién nacido a término con 37 semanas o más semanas de gestación hasta 41 semanas
- Peso mayor de 2500 gramos y menor de 4000 gramos
- Residente y Procedente del área metropolitana de Bucaramanga
- Firma del consentimiento informado por parte de la madre

#### **3.1.5 Criterios de exclusión**

- Pacientes que presenten patologías asociadas maternas o fetales que produzcan trastornos en la función del sistema cardiovascular del recién nacido.
- Pacientes que presente anormalidad al examen físico evaluado por pediatra.
- Padres que no acepten ser incluidos en el estudio.

Al cumplir con los anteriores requisitos La madre del paciente firmará un consentimiento informado (ver anexo No. 1) como prerrequisito para poder ser incluidos en el estudio, además se les llenara una ficha epidemiológica (Ver anexo No. 2) en la que se incluyen datos socio- demográficos, patologías asociadas, del examen físico y uso de medicamentos durante el embarazo para hacer un segundo tamizaje de factores de riesgo sobre aquellos pacientes que quedaron incluidos en la evaluación inicial para evitar sujetos que no cumplan los criterios de inclusión y exclusión asegurando un doble control para evitar sesgos en el estudio, cumplidos los requisitos se toma el electrocardiograma

**3.1.5 Recolección de los datos** Los trazos electrocardiográficos se recolectan usando un equipo de instrumentación biomédica de referencia Biopac MP35, (figura 8) el cual toma la señal electrocardiográfica directamente del paciente la filtra y la digitaliza. Este equipo debe ser previamente calibrado por ingenieros electrónicos, ya que los parámetros de muestreo y digitalización de la señal electrocardiográfica neonatal difiere considerablemente de la señal electrocardiográfica para la cual viene calibrado por defecto el equipo. para este

estudio teniendo en cuenta as recomendaciones de la asociación americana del corazón se establecen parámetros de la anchura de banda, y el muestreo en frecuencia con un índice mínimo del muestreo de 1000 hertzios y de un ancho de banda de mínimo de 250 hertzios (9)

**3.1.6.1 Evaluación de seguimiento** Los pacientes incluidos en el estudio serán contactados y se les hará un seguimiento electrocardiográfico a los 7 días y al mes de vida

**3.1.6.2 Medición de Patrones** La medición de los patrones de cada uno los trazos electrocardiográficos se lleva a cabo por medio de la transformada Wavelet el cual realiza la caracterización de la señal ECG neonatal por medio de una herramienta software desarrollada en el Matlab.

**3.1.7 Análisis Estadístico.** Para las variables cuantitativas se usaran promedio, percentiles y rangos. Para las variables cualitativas se usaran proporciones. Se construirán, por separado a partir de los formularios originales, dos bases de datos en EpiInfo 6.04 d (1993). Se realizará una validación, de las mismas para corregir los errores. El análisis de la información se realizará en el programa StataCorp. 2003 Stata Statistical Software: Release 8.0. Collage Station, TX: Stata Corporation.

## 4. ASPECTOS ÉTICOS

En toda investigación el respeto a la dignidad, protección de los derechos y el bienestar de los pacientes deben primar sobre cualquier otro interés.

En esta investigación no se intervendrán o modificarán variables biológicas, fisiológicas, sociales, psicológicas, se realizará en recién nacidos sanos previo consentimiento informado de sus padres. Estas pruebas no son invasivas y no representan ningún peligro o riesgo para la integridad física y mental de los pacientes. Este trabajo incluye: entrevista personal con los padres para indagar por variables sociodemográficas, antecedentes y valoración médica al recién nacido por pediatra graduado. Se tomaron tres registros electrocardiográficos no invasivos por espacio máximo de 10 minutos (en las primeras 24 horas, a la semana y al mes de vida). Los datos recolectados solo estarán disponibles para los investigadores y se mantendrá la confidencialidad de los mismos, los formularios llevarán un código y de esta forma serán llevados a la base de datos para garantizar la confidencialidad total en el manejo de la información

Los padres de los pacientes tienen la posibilidad de retirarse del estudio en cualquier momento del mismo incluso pese a haber firmado su consentimiento informado.

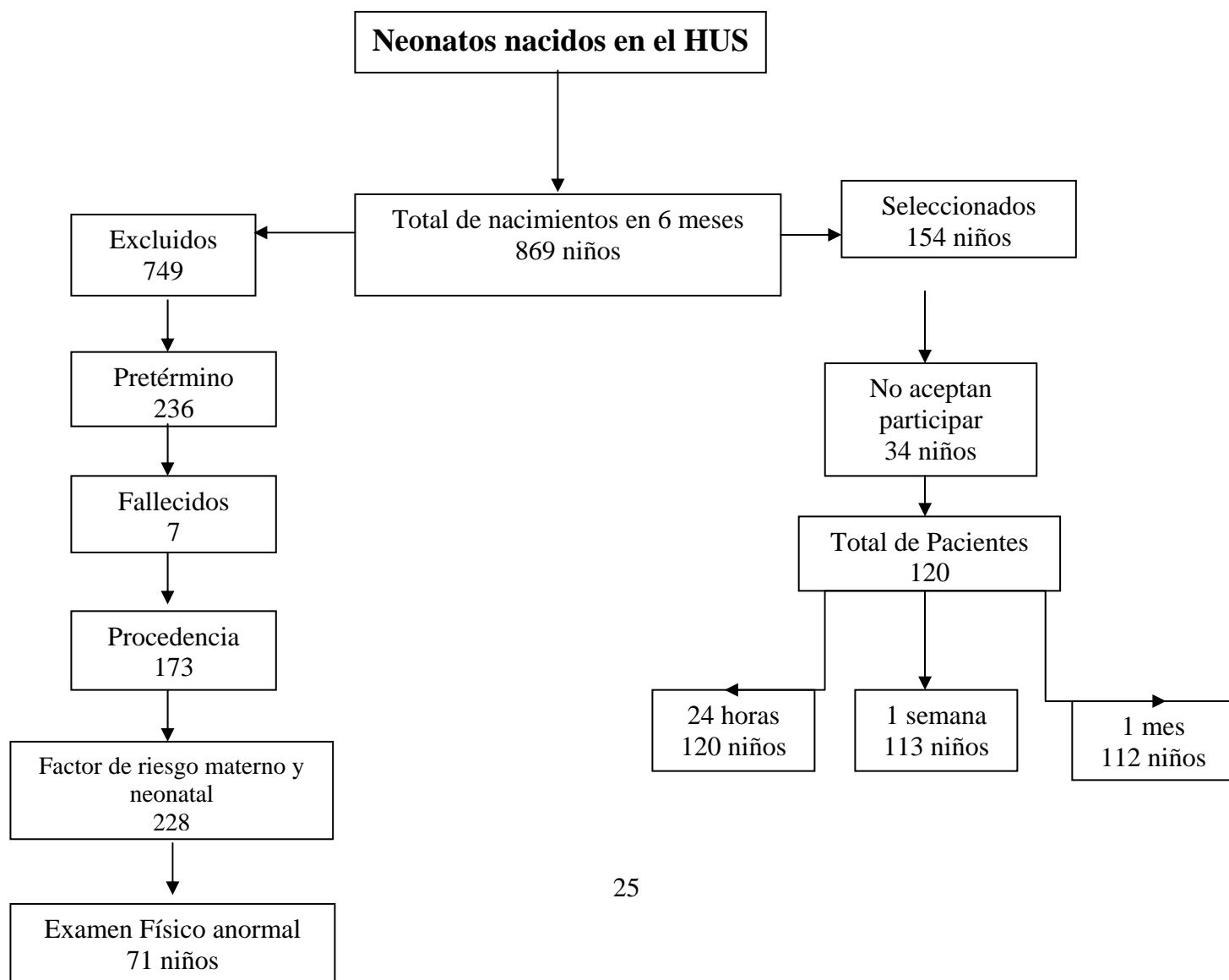
Esta investigación sigue los lineamientos de Helsinki para investigación en humanos y del decreto 8430 del Ministerio de Salud de Colombia y está aprobada por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander, por el comité de Hospital Universitario de Santander.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES

Durante los 6 meses del estudio se evaluaron 869 nacimientos; después de la valoración por pediatría, sólo 154 neonatos eran elegibles (ver figura 8), de los cuales 34 padres no aceptaron participar. De los restantes 120 niños, se obtuvo el primer ecg en las 24 horas subsiguientes al parto, y se registraron sus datos demográficos, a la semana asistieron a la toma de la segunda señal 113 pacientes, y al mes 112 recién nacidos, teniendo unas pérdidas de 7 pacientes a la semana y 8 al mes.

Figura 8. Selección de los pacientes del estudio



De la muestra final del estudio, 37 madres (30.8%) tenían edades entre 15 y 20 años; 69 (57.5%) entre 21 y 30 años; 14 entre 31 y 37 años (11.6%). El 27.5% de las madres (33) eran primigestantes; y 13,3% (16) tenían más de 3 gestaciones; el 25% (30) eran precesareadas. Las edades gestacionales comprendían entre 37 y 40 semanas (el 39.2% de 40 semanas). El 95.8% de las madres (115) asistieron a control prenatal, con 87 (75.6%) que asistieron a más de tres controles en su gestación. Al 96,7% (116) de las madres se realizaron ecografías prenatales; y al 100% se les hizo monitoreo fetal, con resultados normales.

La vía del parto fue por cesárea en el 42,5% (ver tabla 1), con anestesia regional en el 100% de los casos, y por parto vaginal el 57.5% (69 neonatos). Las causas de cesárea están consignadas en la tabla 2. Discriminando por géneros, 64 neonatos eran de sexo masculino (53.3%), y 56 de sexo femenino (46.7%). Al evaluar el peso al nacer, el 35% tenían entre 2500 a 3000 gramos, el 45,8% entre 3001 a 3500 gramos, y el 19.2% entre 3501 a 4000 gramos. (Tabla 1)

**Tabla 1. Razones para practicar cesárea.**

Causa de cesárea	Frecuencia	Porcentaje
Condilomatosis	1	1.96%
Desproporción cefalopélvica	13	25.50%
Detención del parto	6	11.70%
Presentación podálica	3	5.80%
Madre precesareada	26	51.00%
Presentación transversa	1	1.96%
Valioso	1	1.96%
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>100.00 %</b>

## 5.2 DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS ELECTROCARDIOGRÁFICOS

**5.2.1 Frecuencia cardíaca** Los datos derivados de este estudio muestran que la frecuencia cardíaca osciló entre 97 y 174 latidos por minuto en el primer día de vida, con una media de 127 latidos, estos valores fueron aumentando progresivamente a la semana y al mes donde alcanzo una media de 149 latidos (ver tabla 2).

**Tabla 2. Valores de frecuencia cardiaca neonatal en DII.**

F Cardiaca (DII)	Media	Percentil 1	Percentil 5	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 95	Percentil 99
1 día	127	97	101	115	126	138	158	174
1 semana	139	108	118	127	139	148	164	169
1 mes	149	115	124	141	147	159	177	197

### 5.2.2 Intervalo PR

El intervalo PR mostró un comportamiento de descenso progresivo de su duración dada en milisegundos, iniciando con una media de 38.08 a las 24 horas de vida y 33.3 al mes (tabla 3).

**Tabla 3. Valores de duración del intervalo PR en DII.**

DURACIÓN INTERVALO PR (DII)	Media	Percentil 1	Percentil 5	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 95	Percentil 99
1 día	38.08	9.49	19.58	29.10	37.41	46.42	60.78	67.08
1 semana	33.61	7.41	15.70	25.01	32.47	41.16	51.42	64.25
1 mes	33.30	3.56	14.23	24.64	31.50	40.69	62.50	65.83

### 5.2.3 Duración del QRS

La duración del QRS fue medida en v5 y v6 encontrándose un descenso de sus valores con el crecimiento del recién nacido (tabla 4).

**Tabla 4. Valores de duración del complejo QRS en V5 y V6.**

VARIABLE	EDAD	PERCENTILES							
		MEDIA	1	5	25	50	75	95	99
DURACIÓN COMPLEJO QRS (V5)	1 día	64.7	47.5	49.7	57.2	63.2	68.8	86.4	101.2
	1 semana	60.5	49.2	49.8	53.9	59.1	65.2	77.8	82.1
	1 mes	58.1	47.4	48.2	52.0	56.0	61.0	74.6	80.0
DURACIÓN COMPLEJO QRS (V6)	1 día	64.8	45.8	50.4	58.2	62.5	68.9	85.8	91.8
	1 semana	61.1	49.2	49.9	54.8	59.2	67.3	75.0	83.2
	1 mes	58.9	47.5	49.2	51.5	56.2	64.9	75.3	80.4

### 5.2.4 Amplitud de la onda P

La onda P fue medida en la derivación DII con una amplitud entre 0.02 y 0.66 mv al nacimiento y un aumento en sus valores hasta alcanzar 0.10 y 1.00 mv al mes de vida (ver tabla 5).

**Tabla 5. Valores de amplitud de la onda P en DII.**

AMPLITUD ONDA P (DII)	Media	Percentil 1	Percentil 5	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 95	Percentil 99
1 día	0.25	0.02	0.06	0.13	0.24	0.36	0.51	0.66
1 semana	0.37	0.061	0.089	0.23	0.34	0.51	0.81	0.90
1 mes	0.43	0.10	0.13	0.25	0.36	0.60	0.83	1.00

### 5.2.5 Duración de la onda P

La duración de esta onda se mantuvo en valores similares en el primer día y la primera semana con un ligero aumento al mes de vida ( tabla 6).

**Tabla 6. Valores de duración de la onda P en DII.**

DURACIÓN ONDA P (DII)	Media	Percentil 1	Percentil 5	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 95	Percentil 99
1 día	50.9	37.3	40.2	45.9	51.1	55.1	61.1	63.9
1 semana	50.4	38.6	40.4	46.0	50.0	53.8	59.9	64.4
1 mes	53.7	33.6	43.2	48.4	54.2	58.7	64.5	65.7

### 5.2.6 Amplitud de la onda Q

Esta onda fue evaluada en 2 derivaciones, DII y AVF, encontrándose un comportamiento similar en las dos, donde la media tubo un ligero aumento desde el nacimiento hasta el mes de vida( tabla 7).

**Tabla 7. Valores de amplitud del QT en DIII y AVF.**

VARIABLE	EDAD	PERCENTILES							
		MEDIA	1	5	25	50	75	95	99
AMPLITUD DE Q (DIII)	1 día	0.54	0.04	0.18	0.28	0.57	0.75	1.1	1.45
	1 semana	0.58	0.04	0.10	0.32	0.54	0.83	1.09	1.44
	1 mes	0.56	0.05	0.08	0.29	0.51	0.74	1.15	1.70
AMPLITUD DE Q (AVF)	1 día	0.37	0.02	0.06	0.19	0.32	0.48	0.90	1.23
	1 semana	0.40	0.00	0.08	0.19	0.35	0.60	0.85	1.06
	1 mes	0.37	0.06	0.09	0.22	0.33	0.49	0.71	1.36

### 5.2.7 Amplitud de la onda R

En el primer día de vida se encontraron valores mayores en derivaciones derechas con una media de 3.34 mv, posteriormente fueron descendiendo y aumentando en las precordiales izquierdas V5 y V6 (Ver tabla 8).

**Tabla 8. Valores de amplitud de la onda R en V1, V3 y V6.**

VARIABLE	EDAD	PERCENTILES							
		MEDIA	1	5	25	50	75	95	99
AMPLITUD ONDA R(V1)	1 día	3.34	0.90	1.07	1.68	3.08	4.28	6.09	6.92
	1 semana	3.79	1.28	1.56	2.61	3.58	4.44	6.94	8.82
	1 mes	2.96	1.02	1.19	2.22	2.87	3.62	5.14	6.12
AMPLITUD ONDA R (V3)	1 día	4.51	0.92	2.00	2.17	4.40	5.66	7.62	10.0
	1 semana	4.74	1.81	2.37	3.66	4.49	5.49	8.41	8.83
	1 mes	5.64	2.74	3.18	4.35	5.60	6.61	8.92	10.13
AMPLITUD ONDA R (V6)	1 día	2.59	0.71	0.93	1.39	2.34	3.37	5.39	6.65
	1 semana	3.23	0.74	1.31	2.23	3.02	4.18	5.88	6.81
	1 mes	4.62	1.35	2.12	3.29	4.27	5.81	8.08	9.40

### 5.2.8 Amplitud de la onda S

Su comportamiento fue contrario al de la onda R, teniendo el primer día de vida amplitudes mayores en las derivaciones precordiales izquierdas, media de 3.66mv en v6 y 2,45 mv en v1, con una disminución progresiva en su amplitud con el paso del tiempo, de manera que al mes de vida tenemos medias de 3,54 mv 1.73mv respectivamente (Tabla 9)

**Tabla 9. Valores de amplitud de la onda S en V1y V6.**

VARIABLE	EDAD	PERCENTILES							
		MEDIA	1	5	25	50	75	95	99
AMPLITUD ONDA S(V6)	1 día	3.66	0.94	1.12	2.16	3.41	4.87	7.23	8.32
	1 semana	3.86	0.78	1.58	2.74	3.66	4.95	6.83	7.52
	1 mes	3.54	1.01	1.66	2.47	3.00	4.35	7.56	7.83
AMPLITUD ONDA S(V1)	1 día	2.45	0.49	0.91	1.45	2.02	3.32	5.11	7.72
	1 semana	2.13	0.27	0.58	1.15	1.92	2.68	4.49	6.60
	1 mes	1.73	0.24	0.32	1.01	1.16	2.16	3.51	6.13

### 5.2.9 Amplitud de la onda T

Presenta una progresión de positivo a negativo, siendo en las primeras 24 horas de vida positiva en 46 neonatos en V1 y 39 en V3R, y a la semana esto disminuyó a 2 y 4; y para el mes sólo se hallaron 0 y 1 recién nacidos, respectivamente en V1 y V3R.

### 5.2.10 Duración del intervalo QT

En los datos obtenidos, al nacimiento en 90 niños el percentil 50% fue de 461 ms; a la semana 447 ms en 104 neonatos; y al mes de 435 ms en 111 niños. (Tabla 10).

**Tabla 10. Valor de duración del QT en DII.**

VARIABLE	EDAD	PERCENTILES							
		MEDIA	1	5	25	50	75	95	99
Duración del intervalo QT (DII)	1 día	452	342	363	432	461	481	496	528
	1 semana	446	381	396	425	447	467	495	507
	1 mes	435	381	400	418	435	454	492	506

### 5.2.11 EJE

El eje se mantuvo a la derecha durante toda la etapa neonatal , con mayor acentuación en las primeras 24 horas de vida(Tabla 11).

**Tabla 11. Eje del EKG.**

VARIABLE	EDAD	PERCENTILES							
		MEDIA	1	5	25	50	75	95	99
EJE	1 día	140.6	82	105	123	136	157	191	197
	1 semana	134	82	96	119	133	150	176	196
	1 mes	88	20	30	85	103	120	155	166

## 6. CONCLUSIONES

Las características del electrocardiograma han sido estudiadas desde el nacimiento hasta la adolescencia, se han hecho esfuerzos investigativos tratando de llegar a unos valores de referencia (1,17-20) de los cuales por la calidad del estudio el tamaño de su población y su impacto internacional, Davignon, es de quien se derivan los principales parámetros de uso actual en la electrocardiografía pediátrica.

En el 2002, en una reunión de expertos se trató de realizar un consenso para establecer unos lineamientos universales, la cual derivó en la publicación de guías de práctica clínica (1) sin embargo la mayoría de los estudios fueron hechos con corte trasversal de la información y ninguno de ellos fue enfocado a la población neonatal.

Debido a las diferencias entre las publicaciones del método de muestreo y el ancho de banda los resultados de las investigaciones no son estrictamente comparables entre ellas, pero se ha visto que las tendencias en el comportamiento de las señales ha sido similar, habiendo variaciones en los valores dados; ejemplo de ello son los valores de Rijnbeek (4) cuyas amplitudes fueron significativamente mayores que las de Davignon (2).

Es básico comprender que el periodo neonatal es un periodo de transformación con importantes implicaciones en la fisiología cardíaca lo que tiene repercusiones en las ondas sus amplitudes y la duración de sus intervalos así como en su morfología.

El corazón normal aumenta su frecuencia a partir del primer día de vida, alcanzando un máximo entre el primer y segundo mes, declinando para volver a los valores registrados en el nacimiento hacia el sexto mes (9),

La frecuencia cardíaca en los recién nacidos normalmente está en rangos de 90 y 160 latidos por minuto (1-3, 12, 16) los datos recolectados en este trabajo mantuvieron esta tendencia, en rango de 97 a 174 latidos por minuto con una progresión de la frecuencia aumentando con la edad en 20 latidos por minuto con rangos de 115 a 197 latidos por minuto al mes .

Los intervalos así como la duración de las ondas dependen de la fc si esta disminuye los mismos aumentan y si aumenta los intervalos esta disminuye; debido a esto nuestros hallazgos se correlacionan con esta premisa, siendo la duración del QT, QRS e intervalo PR de menor valor a medida que la frecuencia cardíaca sea mayor, tal como lo describen los diferentes estudios (1, 2, 4, 12, 16).

Con respecto con las amplitudes en este estudio los valores de las mismas mostraron diferencias en su valor cuantitativo manteniendo las tendencias de comportamiento derivadas de los cambios postnatales por la configuración del flujo prenatal, el ventrículo derecho (RV) del recién nacido a término tiene paredes más gruesas que el izquierdo, el aumento de la resistencia vascular periférica y la disminución de la resistencia pulmonar al nacimiento, esto a su vez es reflejado en el niño en las características del electrocardiograma con una preponderancia ventricular derecha, cambiando gradualmente al predominio ventricular izquierdo con el crecimiento (6,7,10).

En este trabajo se encuentra que la amplitud de las diferentes ondas tienen valores superiores que los mostrados por otras investigaciones, pero se debe tener en cuenta que esta ha sido una tendencia en los nuevos estudios comparados con los tradicionales, (2,4,5) probablemente por las características del aparato para la recolección de la información

La distribución de amplitudes para la onda S en las derivaciones V4 a V6 muestra, como se esperaría, una reducción progresiva en amplitud en las derivaciones precordiales izquierdas a medida que los niños crecen. En las derivaciones V3R a V2 hay una reducción inicial de la amplitud de la onda S, seguida por un incremento luego de 1 a 3 meses, debido a un mayor tamaño de cavidades derechas, el eje se encuentra desviado hacia este lugar, con un decremento progresivo a medida que aumenta la madurez cardíaca (6,7,10).

La onda T tiene relevancia en la práctica clínica por su fenómeno de progresión de positivo a negativo. Este cambio varía considerablemente a partir de un neonato a otro pero en los primeros días de la vida una onda T positiva se puede encontrar en las derivaciones precordiales (V1 y V3R), sin ser patológica,

Tradicionalmente se ha considerado que la persistencia de una onda T positiva en V1 o V3R más allá de la primera semana de la vida, debe generar sospechas (11). En los pacientes de este estudio, al mes sólo se hallaron 0 y 1 recién nacidos, respectivamente en V1 y V3R.

Este estudio está dirigido a los recién nacidos en su primer mes de vida aportando cada individuo en su mayoría más de una toma electrocardiográfica, siendo cada uno control de sí mismo, además esta es una de las poblaciones neonatales con mayor cantidad de individuos rastreados con las nuevas recomendaciones hechas por la academia americana del corazón, que exige mínimo 500 Hz (21) y más recientemente para los estudios en electrocardiografía pediátrica el ancho de muestreo debe ser de 1000Hz (22).

Teniendo en cuenta estas consideraciones y dada la validez del electrocardiograma como herramienta en la evaluación neonatal en los servicios de salud [Task Force 2002, Schwartz et al. (1)], ya que permite de tamizar y realizar

un tratamiento preventivo- efectivo de desórdenes que pueden potencialmente amenazar la vida, de esta forma el conocimiento de las bases de la interpretación del ECG pediátrico es muy útil.

Entender los cambios fisiológicos cardíacos asociados con la edad y la maduración, particularmente la adaptación desde una predominancia ventricular derecha a una izquierda, son la base para una adecuada interpretación electrocardiográfica, y la descripción de los hallazgos hechos en este estudio buscan aportar información para establecer criterios diagnósticos y valores de referencia ajustados a las nuevas tecnologías y lo mas universales posibles .

## BIBLIOGRAFÍA

1. Schwartz PJ, Garson A Jr, Paul T, Stramba-Badiale M, Vetter VL, Wren C. Guidelines for the interpretation of the neonatal electrocardiogram. A task force of the European Society of Cardiology. European Society of Cardiology. Department of Cardiology, University of Pavia and IRCCS Policlinico S Matteo, Italy. *Eur Heart J*. 2002 Sep; 23(17):1329-44.
2. Davignon A, Rautaharju P, Boisselle E, et al. Normal ECG standards for infants and children. *Pediatr Cardiol Vol*. 1, Nº 2, 1979/80; 1:123–52.
3. Sharieff Ghazala Q, Rao Sri O. The Pediatric ECG. *Emerg Med Clin N Am* 24 (2006) 195–208
4. Rijnbeek PR, Witsenburg M, Schrama E, Hess J, Kors JA. New normal limits for the paediatric electrocardiogram. Institute of Medical Informatics, Faculty of Medicine and Health Sciences, Erasmus University, Rotterdam, the Netherlands. *Eur Heart J*. 2001 Apr; 22(8):702-11
5. Macfarlane PW, Coleman EN, Pomphrey EO, et al. Normal limits of the high fidelity pediatric ECG. Preliminary observations. *J Electrocardiol* 1989; 22(suppl):162–8.
6. Rogido M, Sola A. Cuidados especiales del feto y recién nacido. *Iberoamericana*. 2001:216-23
7. Mehta Chetan, Dhillon Rami. Understanding paediatric ECGs. *Current Paediatrics* (2004) 14, 229–236
8. Garson A Jr. Electrocardiography. In: Garson A Jr, Bricker JT, Fisher DJ, Neish SR, Eds. *The Science and Practice of Paediatric Cardiology*, 2nd ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1998: 713–88.
9. Tipple M. Interpretation of electrocardiograms in infants and children. *Images Paediatr Cardiol* 1999; 1: 3–13
10. Robinson B, Anisman P, Eshagh E. A primer on pediatric ECGs. *Contemp Pediatr* 1994; 11:69.
11. Arango, J.J., y colaboradores. *Manual de Electrocardiografía*. CIB. Medellín, Colombia. 1996. Capítulos 1 – 12. : 1 – 75

12. Dickinson David F. The normal ECG in childhood and adolescence. *Heart* 2005; 91; 1626-1630.
13. Schwartz PJ, Montemerlo M, Facchini M *et al.* The QT interval throughout the first 6 months of life: a prospective study. *Circulation* 1982; 66: 496–501
14. Bailey JJ, Berson AS, Garson A, et al. Recommendations for standardization and specifications in automated electrocardiography: bandwidth and digital signal processing. *Circulation* 1990; 81:730–9.
15. Rijnbeek PR, Kors JA, Witsenburg M. Minimum bandwidth requirements for recording pediatric electrocardiograms. *Circulation* 2001; 104:3087–92.
16. Park MK, Guntheroth WG. How to read pediatric ECGs. Third edition. St. Louis: Mosby Year Book; 1992.
17. Liebman J. The normal electrocardiogram in newborns and infants (a critical review). *Electrocardiography in Infants and Children*. New York, Grune & Stratton Inc. 1966.
18. Liebman J, Plonsey R. *Electrocardiography. Heart Disease in Children and Adolescents*. Second edition. Baltimore: Williams & Wilkins Co 1978; 18-61.
19. McCammon RW. A longitudinal study of electrocardiographic intervals in healthy children . *Acts Paediatrics*. Five edition 1961; 3-54.
20. Rautaharju PM, Davignon A, Soumis F, Boisselle E, Choquette. Evolution of QRS-T relationship from birth to adolescence in Frank-lead orthogonal electrocardiograms of 1,492 normal children . *Circulation*. 1979;60:196-204
21. Bailey JJ, Berson AS, Garson A, et al. Recommendations for standardisation and specifications in automated electrocardiography: bandwidth and digital signal processing. *Circulation* 1990;81:730–9.
22. Rijnbeek PR, Kors JA, Witsenburg M. Minimum bandwidth requirements for recording pediatric electrocardiograms. *Circulation* 2001;104:3087–92.



## ANEXO A



### GRUPO DE ELECTROCARDIOGRAFIA UIS DEPARTAMENTO DE PEDIATRIA UIS

#### CAMBIOS EVOLUTIVOS DE LOS TRAZOS ELECTROCARDIOGRAFICOS EN NEONATOS NORMALES DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

##### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estoy de acuerdo en participar en este estudio sobre la estandarización de los patrones electrocardiográficos de los neonatos sanos de la ciudad de Bucaramanga. Entiendo que se me realizará un cuestionario acerca de mi situación sociodemográfica, antecedentes patológicos, y mi salud y le será realizado a mi hijo(a) una prueba electrocardiográfica, la cual será utilizada para obtener la información requerida para realización del presente estudio.

La participación en este estudio tomará cerca de 10 minutos, requiriendo posteriores tomas de electrocardiogramas a la semana y al mes de la fecha de nacimiento. La realización de este procedimiento no generará ningún efecto adverso en mi hijo(a) como paciente, no requerirá de métodos invasivos y no tendrá ningún costo.

Entiendo que mi participación es totalmente voluntaria. Toda la información generada por este estudio será utilizada únicamente por los investigadores del grupo de Electrocardiografía y el grupo de residentes participantes del departamento de Pediatría de la Universidad Industrial de Santander para estudios relacionados con la estandarización de los patrones electrocardiográficos de los neonatos, siendo estrictamente CONFIDENCIAL no pudiendo ser usada para generar beneficios económicos. No será identificado en ninguna publicación y soy libre de rehusar a participar en este estudio en cualquier momento sin que esto conlleve a cambios en mi futuro cuidado y el de mi hijo(a). Si tengo alguna pregunta puedo contactar al Dr. Oscar Leonel Rueda Ochoa quien podrá resolvermela.

Estoy de acuerdo en participar en este estudio sobre la estandarización del electrocardiograma en los recién nacidos sanos de la ciudad de Bucaramanga.

Nombre de la Madre	Firma de la Madre	Fecha
Nombre del Acompañante	Firma del Acompañante	Fecha
Nombre del Investigador	Firma del Investigador	Fecha

**ANEXO B**

**CODIGO**

**FORMULARIO ELECTROCARDIOGRAFÍA NEONATAL**

**DATOS DEL PACIENTE**

Nombre: \_\_\_\_\_ H.C.: \_\_\_\_\_

Genero: Masculino: \_\_\_\_\_ Femenino: \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_/  
Día Mes Año

Apgar al nacer mayor de 7 si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

Peso al nacer en gramos: \_\_\_\_\_

Patologías diagnosticadas al recién nacido por pediatra: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Cuál: \_\_\_\_\_

Hospitalización del Recién nacido: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Causa de la Hospitalización: \_\_\_\_\_

**DATOS DE LA MADRE**

Edad de la madre en años: \_\_\_\_\_

Procedencia madre : \_\_\_\_\_ Municipio (Departamento)

Área: Rural: \_\_\_\_ Urbana: \_\_\_\_

Seguridad Social de la madre: Vinculado: \_\_\_\_\_ Subsidiado: \_\_\_\_\_ Contributivo: \_\_\_\_\_

Gestaciones: \_\_\_\_\_ Partos: \_\_\_\_\_ Cesáreas: \_\_\_\_\_ Abortos: \_\_\_\_\_

Edad gestacional al nacimiento en semanas: \_\_\_\_\_

Patologías diagnosticadas durante este embarazo: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuál \_\_\_\_\_

Antecedentes Patológicos de la madre: \_\_\_\_\_

Antecedentes familiares de la madre : \_\_\_\_\_

Consumo de sustancias psicoactivas durante el embarazo: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuál: \_\_\_\_\_

Consumo de medicamentos durante el embarazo: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuál: \_\_\_\_\_

Control prenatal: Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ Número: \_\_\_\_\_

Ecografías : Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

Anormalidades diagnosticadas en la ecografía: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Cuál \_\_\_\_\_

**DATOS DEL PARTO**

Vía del parto: Vaginal \_\_\_\_\_ Cesárea: \_\_\_\_\_

Si es cesárea la razón: \_\_\_\_\_

Tipo de anestesia: Regional: \_\_\_\_\_ General: \_\_\_\_\_

Alteraciones durante el trabajo de parto: si : \_\_\_\_\_ No : \_\_\_\_\_ Cual: \_\_\_\_\_

Monitoreo fetal: si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ Alteración: Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

Cual alteración: \_\_\_\_\_

## **ANEXO C. ARTÍCULO PARA PUBLICACIÓN**

### **CARACTERÍSTICAS EVOLUTIVAS DEL ELECTROCARDIOGRAMA EN NEONATOS SANOS NACIDOS EN UN HOSPITAL DE BUCARAMANGA**

Oscar Leonel Rueda Ochoa, MD\*

Paul Leonardo Trigos Pallares, MD\*\*

\* Profesor Asociado, Departamento de Fisiología, Escuela de Medicina, Facultad de Salud, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. Colombia.

\*\* Residente, Programa de Especialización en Pediatría, Departamento de Pediatría, Escuela de Medicina, Facultad de Salud, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. Colombia.

**Correspondencia:** Dr. Oscar Leonel Rueda, E-mail: oscarleonel8a@gmail.com

**Título corto:** Electrocardiografía neonatal

## **SUMARIO**

### **Antecedentes**

El electrocardiograma (ECG) es una herramienta en la evaluación de la fisiología cardíaca. Los parámetros de referencia para recién nacidos derivan de la publicación de Davignon *et al* (1979), y son el referente internacional.

**Objetivos** Este trabajo tiene como objetivo describir la información derivada del análisis de tres ECG sucesivos entre neonatos considerados sanos, tomados en las primeras 24 horas, a la semana y al mes de nacido, siendo cada paciente control de si mismo.

### **Metodología**

Es un estudio observacional, descriptivo, prospectivo de una cohorte de neonatos, nacidos en el Hospital Universitario de Santander (HUS) , en Bucaramanga, (Santander-Colombia) durante febrero y julio de 2006, con firma previa de consentimiento informado de los padres y aprobación del comité de ética respectivo. Se incluyeron recién nacidos de madres sanas sin alteración al examen por pediatría. A los neonatos se les tomaron trazos electrocardiográficos en tres etapas del desarrollo neonatal, utilizando el equipo BIOPAC MP 35 (Biopac System EEUU) y el software NEO versión 1.0 (Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Industrial de Santander).

### **Resultados y conclusiones**

En este estudio se describen los hallazgos electrocardiográficos encontrados en 120 neonatos sanos donde la frecuencia cardíaca (Fc.) en los recién nacidos oscilo entre 97 y 174 latidos por minuto con una progresión de la frecuencia aumentando con la edad en 20 latidos por minuto, con rangos de 115 a 197 latidos por minuto al mes .

Los intervalos así como la duración de las ondas dependen de la Fc., si esta disminuye los mismos aumentan y si aumenta los intervalos se hacen más cortos; nuestros hallazgos se correlacionan con esta premisa, siendo la duración del QT, QRS e intervalo PR de menor valor a medida que la frecuencia cardíaca se incrementa.,

Con respecto a las amplitudes, en este estudio sus valores cuantitativos mostraron diferencias con respecto a estudios anteriores, manteniendo las tendencias de comportamiento derivadas preponderancia ventricular derecha, que cambia gradualmente al predominio izquierdo con el crecimiento, pero en rangos mayores.

### **Palabras clave**

Electrocardiografía, neonatal, normal

## **SUMMARY**

### **Antecedents, objectives**

The electrocardiogram (ECG) is a tool in the evaluation of the physiology cardiac. The parameters of reference for new born derive from the publication of Davignon et al, (1979) and are referring the international. The objective of this work is describe the information derived from the successive analysis of three ECG between newborns considered healthy, that will be taken in the first 24 hours, to the week and to the thirty days , being each patient control if same.

### **Methodology**

It is an observacional, descriptive, prospective study of one cohort of newborn, born in the University Hospital of Santander (HUS), in Bucaramanga, (Santander-Colombia) in the months of February and July of 2006, with previous signature of consent informed into the parents and approval of the respective committee of ethics. They new born included had healthy mothers without alteration to the examination of paediatrician, to those who took electrocardiographic outlines them in three stages from the newborn development, using for the capture and digitalization of the signal equipment BIOPAC MP 35 (Biopac U.S.A. system) and for the reading of the different waves and electrocardiographic segments software NEO version 1,0 (School of Electrical and Electronic engineering of the Industrial University of Santander), which was validated comparing the results obtained with the reading made by a paediatric cardiologist.

### **Results**

In this study they describe to the newborn found cos findings electrocardiograficos in 120 healthy ones where  $f_c$  is to frequency cardiac ( $f_c$ ) in new born  $f_c$  oscillate between 97 and 174 beats per minute with a progression of the frequency increasing with the age in 20 beats per minute , with ranks of 115 to 197 beats per minute to the month.

The intervals as well as the duration of the waves depend on  $f_c$ , if this diminishes such increase and if it lengthens the intervals become shorter; our findings are correlated with this premise, being the duration of the QT, QRS and interval PR of smaller value as the frequency cardiac is increased.

With respect to the amplitude, in this study their quantitative values showed differences in relation previous studies, maintaining the behavior tendencies derived right ventricular superiority, that it changes gradually to the left predominance with the growth, but in greater ranks.

### **Key words**

Electrocardiography, normal, neonatal.

## INTRODUCCIÓN

El electrocardiograma (ECG) es una herramienta no invasiva en la evaluación de la fisiología cardíaca. Permite hacer una valoración diagnóstica de la función cardíaca, su anatomía y orientar en la detección de anomalías estructurales congénitas (1). Tradicionalmente los parámetros de referencia se derivan de la publicación hecha por Davignon *et al*, en 1979, con base en el estudio electrocardiográfico de 1027 niños menores de un año, de los cuales 668 tenían menos de 1 mes al momento del estudio. Dichos valores comprendían 39 variables presentadas en rangos entre el 2º y 99º percentil (2). Es, hasta ahora, el artículo más completo sobre las variables electrocardiográficas en la niñez (3).

Aunque se han realizado otros esfuerzos de investigación, entre los cuales se debe resaltar el hecho por Rijnbeek *et al*, donde ninguno de los pacientes era menor de tres semanas (4), en otro estudio de 1780 niños, por Macfarlane *et al* (5), los ECG registrados en un muestreo de 500 hertzios (Hz), mostraron diferencias en las amplitudes normales, que podían ser hasta un 46% superiores a las informadas por Davignon.

El ECG del recién nacido normal tiene variaciones morfológicas secundarias a las demandas fisiológicas de la circulación fetal (6). Luego del nacimiento, esta fisiología cambia al invertirse las resistencias vasculares (6); lo que se refleja en las características del electrocardiograma, en donde se aprecia preponderancia ventricular derecha al principio, cambiando gradualmente al predominio ventricular izquierdo con el crecimiento de los voltajes ventriculares grandes, particularmente en las derivaciones medias precordiales; los ejes frontales de QRS evolucionan a valores más positivos. De la misma manera, las frecuencias más rápidas con duraciones de ondas y segmentos correspondientemente más cortas, tienen implicaciones en las medidas del ECG (ondas de P y complejos QRS) e intervalos (PR y QT) (6,7). Que se ven reflejados en las revisiones que orientan acerca de la lectura de los electrocardiogramas en pediatría. (3, 7, 8, 9).

Este trabajo tiene como objetivo describir la información derivada de tres ECG sucesivos entre neonatos sin factores de riesgo cardiovasculares y considerados sanos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este es un estudio observacional y descriptivo de una cohorte de neonatos sanos. Todos nacieron en el Hospital Universitario de Santander (HUS), Bucaramanga, Colombia. La recolección de la información fue prospectiva entre febrero 1 y julio 31 de 2006. Esta investigación se realizó previo consentimiento informado de los padres y con aprobación de los Comités de Ética en Investigación de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander y del Hospital Universitario de Santander.

Los pacientes fueron seleccionados mediante muestreo no probabilístico por casos consecutivos. Posterior a la obtención de los ellos se evaluó con Stata el número de pacientes necesarios para obtener en el estudio poder de 0.90 y error alfa de 0.05 requiriendo 79 recién nacidos.

Fueron incluidos en el estudio neonatos cuyas madres residían en el área metropolitana de Bucaramanga, no tenían patologías de base y habían asistido a controles prenatales sin establecerse factores de riesgo obstétrico ni cardiovascular. Además, debían ser producto de un embarazo a término (37 – 40 semanas), sin complicaciones perinatales, con un peso al nacer entre 2500 – 4000g, y con valoración neonatal normal realizada por un médico pediatra. se captó información referente a datos sociodemográficos, patologías asociadas, las características del recién nacido posterior al parto, el examen físico y medicamentos de uso previo en la madre.

A los pacientes incluidos en el estudio se les realizó una primera toma electrocardiográfica en reposo, dentro de las 24 horas posnatales, con electrodos de uso neonatal se tomaron las derivaciones usuales bipolares según la forma tradicional y las derivaciones unipolares se tomo una a una para asegurar su ubicación exacta, acorde con los parámetros universales(11). Las señales se repitieron tantas veces como fuera necesario para lograr el mejor registro. Posteriormente se les realizó seguimiento electrocardiográfico a los 7 días y al mes de vida. Esto permitió que cada neonato fuese control de sí mismo en cuanto a los cambios electrocardiográficos que se presentan en el primer mes de vida, lo que permite describir los valores promedio en dicha población y su comportamiento.

Lo anterior se hizo por medio de un equipo de instrumentación biomédica de referencia BIOPAC MP35 (Biopac Systems EEUU). Ajustado a las recomendaciones actuales, en 1200 Hz. (1). El análisis de los trazos electrocardiográficos se realizó por medio de un software desarrollado en MATLAB, (NEO Versión 1.0), para realizar el almacenamiento, cálculo, e interpretación estadística (10).|

Los resultados de la precisión en la detección y medida de las diferentes ondas y segmentos Electrocardiográficos fueron validados de manera enmascarada con la

lectura realizada por un cardiólogo pediatra. Se evaluó la capacidad de la herramienta de detectar cada una de las ondas, para la onda p tubo una sensibilidad del 88,7% con un valor predictivo positivo de 94.3% para el qrs presento sensibilidad del 99% y vpp del 99.2% y respecto a la onda t fue sensible en el 83.7% con un vpp del 97,5%

En una segunda etapa se evaluó la correspondencia entre la herramienta de medida y la lectura directa en papel por el experto en esta la concordancia de la duración de los intervalos se mantuvo entre 0.84 y 0.91 y para las amplitudes entre 0.81 y 0.66 y para el eje de 0.92.

La información fue registrada por duplicado en EpiInfo 6.04d (CDC y OMS, 1993). El análisis de la información se realizó con Stata 9.0 (Stata Corp, 2005). Para las variables cuantitativas se usó promedio, percentiles y rangos. Para las variables cualitativas se calcularon proporciones.

## **RESULTADOS**

### **DESCRIPCION DE LA MUESTRA**

Durante los 6 meses del estudio se evaluaron 869 nacimientos; después de la valoración por pediatría, sólo 154 neonatos eran elegibles (Figura 1), de los cuales 34 padres no aceptaron participar. De los restantes 120 niños, se obtuvo el primer ecg en las 24 horas subsiguientes al parto, y se registraron sus datos demográficos, a la semana asistieron a la toma de la segunda señal 113 pacientes, y al mes 112 recién nacidos, teniendo unas pérdidas de 7 pacientes a la semana y 8 al mes.

De la muestra final del estudio, 37 madres (30.8%) tenían edades entre 15 y 20 años; 69 (57.5%) entre 21 y 30 años; 14 entre 31 y 37 años (11.6%). El 27.5% de las madres (33) eran primigestantes; y 13,3 % (16) tenían más de 3 gestaciones; el 25% (30) eran precesareadas. Las edades gestacionales comprendían entre 37 y 40 semanas (el 39.2 % de 40 semanas). El 95.8% de las madres (115) asistieron a control prenatal, con 87 (75.6%) que asistieron a más de tres controles en su gestación. Al 96,7% (116) de las madres se realizaron ecografías prenatales; y al 100% se les hizo monitoreo fetal, con resultados normales.

La vía del parto fue por cesárea en el 42,5% (ver tabla 1), con anestesia regional en el 100% de los casos, y por parto vaginal el 57.5% (69 neonatos). Las causas de cesárea están consignadas en la tabla 2. Discriminando por géneros, 64 neonatos eran de sexo masculino (53.3%), y 56 de sexo femenino (46.7%). Al evaluar el peso al nacer, el 35% tenían entre 2500 a 3000 gramos, el 45,8% entre 3001 a 3500 gramos, y el 19.2% entre 3501 a 4000 gramos. (**Tabla 1**)

## DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS ELECTROCARDIOGRÁFICOS

### ***Frecuencia cardiaca***

Los datos derivados de este estudio muestran que la frecuencia cardiaca oscilo entre 97 y 174 latidos por minuto en el primer día de vida, con una media de 127 latidos, estos valores fueron aumentando progresivamente a la semana y al mes donde alcanzo una media de 149 latidos (ver tabla 2).

### ***Intervalo PR***

El intervalo PR mostró un comportamiento de descenso progresivo de su duración dada en milisegundos, iniciando con una media de 38.08 a las 24 horas de vida y 33.3 al mes (tabla 3).

### ***Duración del QRS***

La duración del QRS fue medida en v5 y v6 encontrándose un descenso de sus valores con el crecimiento del recién nacido (tabla 3).

### ***Amplitud de la onda P***

La onda P fue medida en la derivación DII con una amplitud entre 0.02 y 0.66 mv al nacimiento y un aumento en sus valores hasta alcanzar 0.10 y 1.00 mv al mes de vida (ver tabla 4).

### ***Duración de la onda P***

La duración de esta onda se mantuvo en valores similares en el primer día y la primera semana con un ligero aumento al mes de vida (tabla 3).

### ***Amplitud de la onda Q***

Esta onda fue evaluada en 2 derivaciones, DII y AVF, encontrándose un comportamiento similar en las dos, donde la media tuvo un ligero aumento desde el nacimiento hasta el mes de vida (tabla 4).

### ***Amplitud de la onda R***

En el primer día de vida se encontraron valores mayores en derivaciones derechas con una media de 3.34 mv, posteriormente fueron descendiendo y aumentando en las precordiales izquierdas V5 y V6 (Ver tabla 4).

### ***Amplitud de la onda S***

Su comportamiento fue contrario al de la onda R, teniendo el primer día de vida amplitudes mayores en las derivaciones precordiales izquierdas, media de 3.66mv

en v6 y 2,45 mv en v1, con una disminución progresiva en su amplitud con el paso del tiempo, de manera que al mes de vida tenemos medias de 3,54 mv 1.73mv respectivamente (Tabla 4)

### ***Amplitud de la onda T***

Presenta una progresión de positivo a negativo, siendo en las primeras 24 horas de vida positiva en 46 neonatos en V1 y 39 en V3R, y a la semana esto disminuyó a 2 y 4; y para el mes sólo se hallaron 0 y 1 recién nacidos, respectivamente en V1 y V3R.

### ***Duración del intervalo QT***

En los datos obtenidos, al nacimiento en 90 niños el percentil 50% fue de 461 ms; a la semana 447 ms en 104 neonatos; y al mes de 435 ms en 111 niños. (Tabla 3).

### ***EJE***

El eje se mantuvo a la derecha durante toda la etapa neonatal, con mayor acentuación en las primeras 24 horas de vida (Tabla 2).

## **DISCUSION**

Las características del electrocardiograma han sido estudiadas desde el nacimiento hasta la adolescencia, se han hecho esfuerzos investigativos tratando de llegar a unos valores de referencia (1,17-20) de los cuales por la calidad del estudio, el tamaño de su población y su impacto internacional, Davignon, es de quien se derivan los principales parámetros de uso actual en la electrocardiografía pediátrica.

En el 2002, en una reunión de expertos se trato de realizar un consenso para establecer lineamientos universales, la cual derivó en la publicación de guías de práctica clínica (1), sin embargo la mayoría de los estudios fueron hechos de cohorte trasversal de la información y ninguno de ellos fue enfocado a la población neonatal.

Debido a las diferencias entre las publicaciones del método de muestreo y el ancho de banda los resultados de las investigaciones no son estrictamente comparables entre ellas, pero se ha visto que las tendencias en el comportamiento de las señales ha sido similar, habiendo variaciones en los valores dados; ejemplo de ello son los valores de Rijnbeek (4) cuyas amplitudes fueron significativamente mayores que las de Davignon (2).

Es básico comprender que el periodo neonatal es un periodo de transformación con importantes implicaciones en la fisiología cardiaca lo que tiene repercusiones en las ondas sus amplitudes y la duración de sus intervalos así como en su morfología.

El corazón normal aumenta su frecuencia a partir del primer día de vida, alcanzando un máximo entre el primer y segundo mes, declinando para volver a los valores registrados en el nacimiento hacia el sexto mes (9),

La frecuencia cardíaca en los recién nacidos normalmente está en rangos de 90 y 160 latidos por minuto (1-3, 12, 16) los datos recolectados en este trabajo mantuvieron esta tendencia, en rango de 97 a 174 latidos por minuto con una progresión de la frecuencia aumentando con la edad en 20 latidos por minuto con rangos de 115 a 197 latidos por minuto al mes.

Los intervalos así como la duración de las ondas dependen de la Fc. si esta disminuye los mismos aumentan y si aumenta los intervalos esta disminuye; debido a esto nuestros hallazgos se correlacionan con esta premisa, siendo la duración del QT, QRS e intervalo PR de menor valor a medida que la frecuencia cardíaca sea mayor, tal como lo describen los diferentes estudios (1, 2, 4, 12, 16).

Con respecto con las amplitudes en este estudio mostraron diferencias en su valor cuantitativo manteniendo las tendencias de comportamiento derivadas de los cambios postnatales por la configuración del flujo prenatal, el ventrículo derecho (RV) del recién nacido a término tiene paredes más gruesas que el izquierdo, el aumento de la resistencia vascular periférica y la disminución de la resistencia pulmonar al nacimiento, esto a su vez es reflejado en el niño en las características del electrocardiograma con una preponderancia ventricular derecha, cambiando gradualmente al predominio ventricular izquierdo con el crecimiento (6,7,10).

En este trabajo la amplitud de las diferentes ondas tienen valores superiores a los mostrados por otras investigaciones, pero se debe tener en cuenta que esta ha sido una tendencia en los nuevos estudios comparados con los tradicionales, (2, 4,5) probablemente por las características de calibración del aparato para la recolección de la información.

La distribución de amplitudes para la onda S en las derivaciones V4 a V6 muestra, como se esperaría, una reducción progresiva en amplitud en las derivaciones precordiales izquierdas a medida que los niños crecen. En las derivaciones V3R a V2 hay una reducción inicial de la amplitud de la onda S, seguida por un incremento luego de 1 a 3 meses, debido a un mayor tamaño de cavidades derechas, el eje se encuentra desviado hacia este lugar, con un decremento progresivo a medida que aumenta la madurez cardíaca (6, 7,10).

La onda T tiene relevancia en la práctica clínica por su fenómeno de progresión de positivo a negativo. Este cambio varía considerablemente a partir de un neonato a otro pero en los primeros días de la vida una onda T positiva se puede encontrar en las derivaciones precordiales (V1 y V3R), sin ser patológica, Tradicionalmente se ha considerado que la persistencia de una onda T positiva en V1 o V3R más allá de la primera semana de la vida, debe generar sospechas (11). En los pacientes de este estudio, al mes sólo se hallaron 0 y 1 recién nacidos, respectivamente en V1 y V3R.

Este estudio está dirigido a los recién nacidos en su primer mes de vida aportando cada individuo en su mayoría más de una toma electrocardiográfica, siendo cada uno control de si mismo, además esta es una de las poblaciones neonatales con mayor cantidad de individuos rastreados con las nuevas recomendaciones hechas por la academia americana del corazón, que exige mínimo 500 hz (21) y más recientemente para los estudios en electrocardiografía pediátrica el ancho de muestreo debe ser de 1000hz (22) .

Teniendo en cuenta estas consideraciones y dada la validez del electrocardiograma como herramienta en la evaluación neonatal en los servicios de salud [Task Force 2002, Schwartz et al. (1)], ya que permite de tamizar y realizar un tratamiento efectivo de desórdenes que pueden potencialmente amenazar la vida, de esta forma el conocimiento de las bases de la interpretación del ECG pediátrico es muy útil.

Entender los cambios fisiológicos cardíacos asociados con la edad y la maduración, particularmente la adaptación desde una predominancia ventricular derecha a una izquierda, son la base para una adecuada interpretación electrocardiográfica, y la descripción de los hallazgos hechos en este estudio buscan aportar información para establecer criterios diagnósticos y valores de referencia ajustados a las nuevas tecnologías y lo mas universales posibles.

## BIBLIOGRAFÍA

23. Schwartz PJ, Garson A Jr, Paul T, Stramba-Badiale M, Vetter VL, Wren C. Guidelines for the interpretation of the neonatal electrocardiogram. A task force of the European Society of Cardiology. European Society of Cardiology. Department of Cardiology, University of Pavia and IRCCS Policlinico S Matteo, Italy. *Eur Heart J*. 2002 Sep; 23(17):1329-44.
24. Davignon A, Rautaharju P, Boisselle E, et al. Normal ECG standards for infants and children. *Pediatr Cardiol* Vol. 1, Nº 2, 1979/80; 1:123–52.
25. Sharieff Ghazala Q, Rao Sri O. The Pediatric ECG. *Emerg Med Clin N Am* 24 (2006) 195–208
26. Rijnbeek PR, Witsenburg M, Schrama E, Hess J, Kors JA. New normal limits for the paediatric electrocardiogram. Institute of Medical Informatics, Faculty of Medicine and Health Sciences, Erasmus University, Rotterdam, the Netherlands. *Eur Heart J*. 2001 Apr; 22(8):702-11
27. Macfarlane PW, Coleman EN, Pomphrey EO, et al. Normal limits of the high fidelity pediatric ECG. Preliminary observations. *J Electrocardiol* 1989; 22(suppl):162–8.
28. Rogido M, Sola A. Cuidados especiales del feto y recién nacido. *Iberoamericana*. 2001:216-23
29. Mehta Chetan, Dhillon Rami. Understanding paediatric ECGs. *Current Paediatrics* (2004) 14, 229–236
30. Garson A Jr. Electrocardiography. In: Garson A Jr, Bricker JT, Fisher DJ, Neish SR, Eds. *The Science and Practice of Paediatric Cardiology*, 2nd ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1998: 713–88.
31. Tipple M. Interpretation of electrocardiograms in infants and children. *Images Paediatr Cardiol* 1999; 1: 3–13
32. Robinson B, Anisman P, Eshagh E. A primer on pediatric ECGs. *Contemp Pediatr* 1994; 11:69.
33. Arango, J.J., y colaboradores. *Manual de Electrocardiografía*. CIB. Medellín, Colombia. 1996. Capítulos 1 – 12. : 1 – 75
34. Dickinson David F. The normal ECG in childhood and adolescence. *Heart* 2005; 91; 1626-1630.

35. Schwartz PJ, Montemerlo M, Facchini M *et al.* The QT interval throughout the first 6 months of life: a prospective study. *Circulation* 1982; 66: 496–501
36. Bailey JJ, Berson AS, Garson A, et al. Recommendations for standardization and specifications in automated electrocardiography: bandwidth and digital signal processing. *Circulation* 1990; 81:730–9.
37. Rijnbeek PR, Kors JA, Witsenburg M. Minimum bandwidth requirements for recording pediatric electrocardiograms. *Circulation* 2001; 104:3087–92.
38. Park MK, Guntheroth WG. *How to read pediatric ECGs*. Third edition. St. Louis: Mosby Year Book; 1992.
39. Liebman J. The normal electrocardiogram in newborns and infants (a critical review). *Electrocardiography in Infants and Children*. New York, Grune & Stratton Inc. 1966.
40. Liebman J, Plonsey R. *Electrocardiography. Heart Disease in Children and Adolescents*. Second edition. Baltimore: Williams & Wilkins Co 1978; 18-61.
41. McCammon RW. A longitudinal study of electrocardiographic intervals in healthy children. *Acta Paediatrica*. Five edition 1961; 3-54.
42. Rautaharju PM, Davignon A, Soumis F, Boisselle E, Choquette. Evolution of QRS-T relationship from birth to adolescence in Frank-lead orthogonal electrocardiograms of 1,492 normal children. *Circulation*. 1979;60:196-204
43. Bailey JJ, Berson AS, Garson A, et al. Recommendations for standardisation and specifications in automated electrocardiography: bandwidth and digital signal processing. *Circulation* 1990;81:730–9.
44. Rijnbeek PR, Kors JA, Witsenburg M. Minimum bandwidth requirements for recording pediatric electrocardiograms. *Circulation* 2001;104:3087–92.

Tabla 1. Razones para practicar cesárea.

Causa de cesárea	Frecuencia	Porcentaje
Condilomatosis	1	1.96%
Desproporción cefalopélvica	13	25.50%
Detención del parto	6	11.70%
Presentación podálica	3	5.80%
Madre precesareada	26	51.00%
Presentación transversa	1	1.96%
Valioso	1	1.96%
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>100.00 %</b>

Tabla 2. Otras variables electrocardiográficas

Variable	Media	Percentil						
		1	5	25	50	75	95	99
<i>Frecuencia cardíaca (DII, ciclos por minuto)</i>								
1 <sup>er</sup> día	127.6	97.8	101.0	115.2	126.8	138.8	158.2	174.8
7 <sup>o</sup> día	139.3	108.8	118.1	127.3	139.7	148.3	164.2	169.4
30 <sup>o</sup> día	149.3	115.4	124.1	141.6	147.6	159.1	177.7	197.4
<i>Eje (Grados)</i>								
1 <sup>er</sup> día	140.6	82	105	123	136	157	191	197
7 <sup>o</sup> día	134	82	96	119	133	150	176	196
30 <sup>o</sup> día	88	20	30	85	103	120	155	166

Tabla 3. Duración de las variables del EKG neonatal

Variable	Media	Percentil						
		1	5	25	50	75	95	99
<i>Duración onda P (DII, mseg)</i>								
1 <sup>er</sup> día	50.9	37.3	40.2	45.9	51.1	55.1	61.1	63.9
7 <sup>o</sup> día	50.4	38.6	40.4	46.0	50.0	53.8	59.9	64.4
30 <sup>o</sup> día	53.7	33.6	43.2	48.4	54.2	58.7	64.5	65.7
<i>Duración intervalo PR (DI, mseg)</i>								
1 <sup>er</sup> día	38.08	9.49	19.58	29.10	37.41	46.42	60.78	67.08
7 <sup>o</sup> día	33.61	7.41	15.70	25.01	32.47	41.16	51.42	64.25
30 <sup>o</sup> día	33.30	3.56	14.23	24.64	31.50	40.69	62.5	65.83
<i>Duración del intervalo QT (DII, mseg)</i>								
1 <sup>er</sup> día	452.6	342.4	363.3	432.5	461.9	481.1	496.8	528.7
7 <sup>o</sup> día	446.7	381.0	396.1	425.3	447.5	467.3	495.5	507.0
30 <sup>o</sup> día	438.2	381.8	400.1	418.9	435.4	454.4	492.1	506.5
<i>Duración complejo QRS (DIII, mseg)</i>								
1 <sup>er</sup> día	69.6	50.2	59.2	64.3	69.8	74.4	83.6	92.1
7 <sup>o</sup> día	70.4	52.3	58.1	65.2	71.7	75.1	82.6	87.7
30 <sup>o</sup> día	71.1	55.4	57.7	66.8	71.0	75.5	82.5	97.5
<i>Duración complejo QRS (V5, mseg)</i>								
1 <sup>er</sup> día	64.7	47.5	49.7	57.2	63.2	68.8	86.4	101.2
7 <sup>o</sup> día	60.5	49.2	49.8	53.9	59.1	65.2	77.8	82.1
30 <sup>o</sup> día	58.1	47.4	48.2	52.0	56.0	61.0	74.6	80.0
<i>Duración complejo QRS (V6, mseg)</i>								
1 <sup>er</sup> día	64.8	45.8	50.4	58.2	62.5	68.9	85.8	91.8
7 <sup>o</sup> día	61.1	49.2	49.9	54.8	59.2	67.3	75.0	83.2
30 <sup>o</sup> día	58.9	47.5	49.2	51.5	56.2	64.9	75.3	80.4

Tabla 4. Amplitud de las variables del EKG neonatal

Variable	Media	Percentil						
		1	5	25	50	75	95	99
<b>AMPLITUD ONDA P (DII, mseg)</b>								
1 <sup>er</sup> día	0.25	0.02	0.06	0.13	0.24	0.36	0.51	0.66
7 <sup>o</sup> día	0.37	0.061	0.089	0.23	0.34	0.51	0.81	0.90
30 <sup>o</sup> día	0.43	0.10	0.13	0.25	0.36	0.60	0.83	1.00
<b>Amplitud onda Q (DIII,mseg)</b>								
1 <sup>er</sup> día	0.54	0.04	0.18	0.28	0.57	0.75	1.1	1.45
7 <sup>o</sup> día	0.58	0.04	0.10	0.32	0.54	0.83	1.09	1.44
30 <sup>o</sup> día	0.56	0.05	0.08	0.29	0.51	0.74	1.15	1.70
<b>Amplitud onda Q (AVF, mseg)</b>								
1 <sup>er</sup> día	0.37	0.02	0.06	0.19	0.32	0.48	0.90	1.23
7 <sup>o</sup> día	0.40	0.00	0.08	0.19	0.35	0.60	0.85	1.06
30 <sup>o</sup> día	0.37	0.06	0.09	0.22	0.33	0.49	0.71	1.36
<b>Amplitud onda R (V1, mseg)</b>								
1 <sup>er</sup> día	3.34	0.90	1.07	1.68	3.08	4.28	6.09	6.92
7 <sup>o</sup> día	3.79	1.28	1.56	2.61	3.58	4.44	6.94	8.82
30 <sup>o</sup> día	2.96	1.02	1.19	2.22	2.87	3.62	5.14	6.12
<b>Amplitud onda R (V3, mseg)</b>								
1 <sup>er</sup> día	4.51	0.92	2.00	2.17	4.40	5.66	7.62	10.0
7 <sup>o</sup> día	4.74	1.81	2.37	3.66	4.49	5.49	8.41	8.83
30 <sup>o</sup> día	5.64	2.74	3.18	4.35	5.60	6.61	8.92	10.13
<b>Amplitud onda R (V6, mseg)</b>								
1 <sup>er</sup> día	2.59	0.71	0.93	1.39	2.34	3.37	5.39	6.65
7 <sup>o</sup> día	3.23	0.74	1.31	2.23	3.02	4.18	5.88	6.81
30 <sup>o</sup> día	4.62	1.35	2.12	3.29	4.27	5.81	8.08	9.40
<b>Amplitud onda S (V1, mseg)</b>								
1 <sup>er</sup> día	2.45	0.49	0.91	1.45	2.02	3.32	5.11	7.72
7 <sup>o</sup> día	2.13	0.27	0.58	1.15	1.92	2.68	4.49	6.60
30 <sup>o</sup> día	1.73	0.24	0.32	1.01	1.16	2.16	3.51	6.13
<b>Amplitud onda S (V6, mseg)</b>								
1 <sup>er</sup> día	3.66	0.94	1.12	2.16	3.41	4.87	7.23	8.32
7 <sup>o</sup> día	3.86	0.78	1.58	2.74	3.66	4.95	6.83	7.52
30 <sup>o</sup> día	3.54	1.01	1.66	2.47	3.00	4.35	7.56	7.83

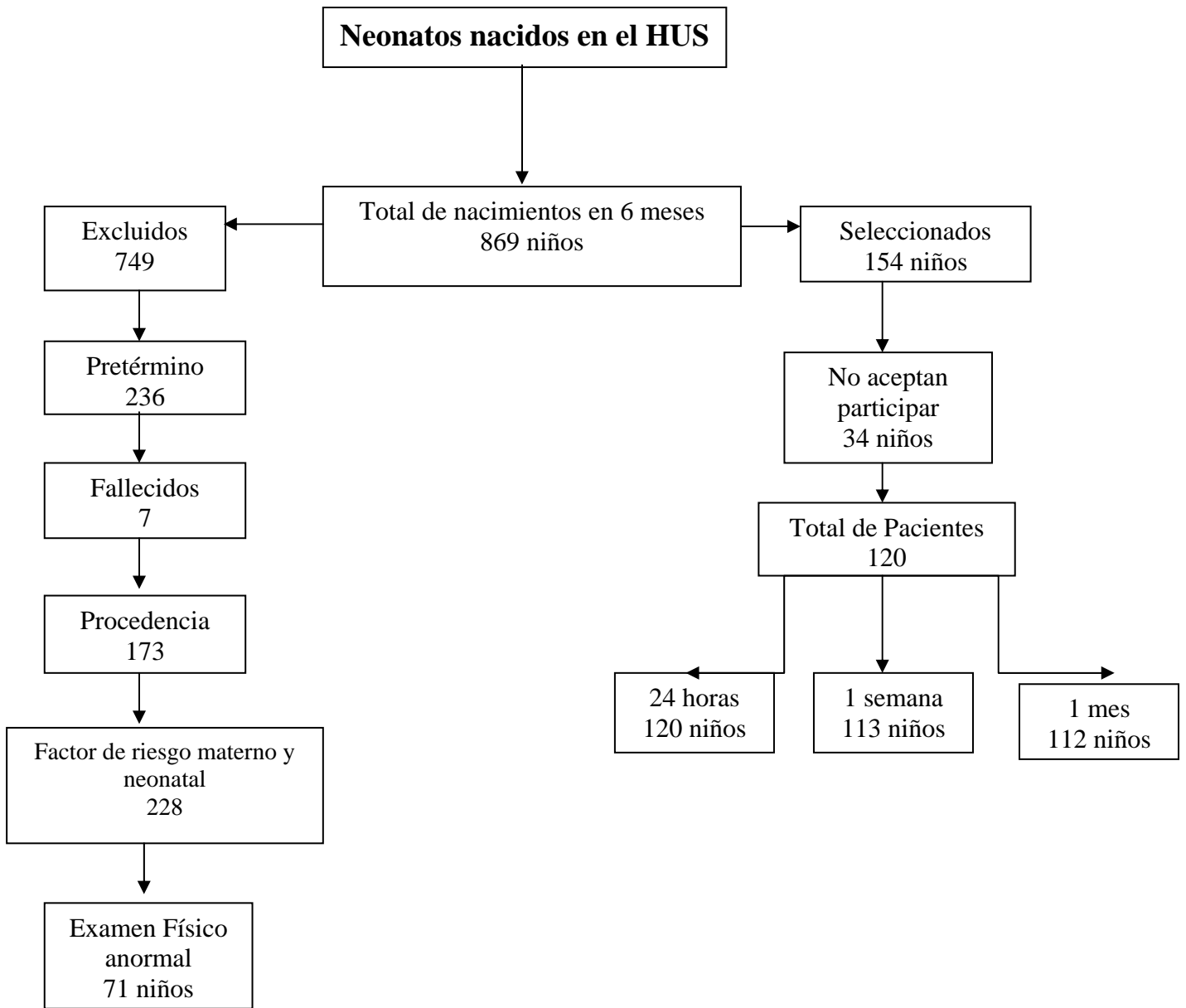


Figura 1. Selección de pacientes

