

Hallazgos electrocardiográficos y ecocardiográficos en niños normales nativos de la altura (3.650 m.)

Antezana A. Gerardo * Aparicio O. Octavio *
Coudert Jean *** Leguía Gustavo **
Morales G. Armando **

* Departamento de Cardiología - I.B.B.A.
** Cátedra de Cardiología - Fac. Medicina - UMSA
*** Cátedra de Fisiología - Hospital Universitario
de Clermont Ferrand - Francia

ABSTRACT

To evaluate the normal electrocardiographic and echocardiographic parameters in high altitude children, 33 school boys with a mean age 11 ± 1.3 years old were studied by clinical examination, electrocardiogram and "M" Mode echocardiogram. All the subjects were native from La Paz (Bolivia) 3.650 m.

The analysis of individual electrocardiograms showed right ventricular hypertrophy in 6 cases (18%), in 1 case (3%) Left anterior hemiblock was present.

Comparing average values of electrocardiographic parameters with similar at sea level showed significant difference ($P < 0.001$) in QRS duration, voltage of S wave in V1 and S wave in V6.

Electrocardiographic changes at 3.650 m. are less remarkable than those described at 4.500 m.

Individual analysis of "M" Mode echocardiograms showed increased Right ventricular dimensions in 12 cases (36%). In 6% a direct correlation between electrocardiographic right ventricular hypertrophy and echocardiographic increased right ventricular dimension was found. Comparison of average values of echocardiographic findings with similar at sea level showed no important differences.

SUMARIO

Con la finalidad de establecer los parámetros electrocardiográficos y ecocardiográficos en niños normales nativos de la altura (3.650 m), así como el grado de correlación con parámetros similares en niños del nivel del mar. Se estudiaron con este propósito 33 escolares, nativos y residentes de la ciudad de La Paz (Bolivia) a una altura de 3.650 m, con edad media de 11 ± 1.3 años, todos fueron sometidos a un examen clínico, electrocardiográfico y ecocardiográfico, simultáneos.

El análisis individual electrocardiográfico, mostró sobrecarga del ventrículo derecho en 6 casos (18%),

en 1 caso (3%) hemibloqueo anterosuperior izquierdo. El análisis comparativo de valores electrocardiográficos promedio con niños del nivel del mar de edades similares mostró diferencia significativa ($P < 0.001$) en la duración del complejo QRS, voltaje de onda R en V1 y onda S en V6.

Por otra parte, las modificaciones de sobrecarga ventricular derecha a 3.650 m., son menores en relación a las observadas a 4.540 m.

El análisis individual de ecocardiogramas, mostró incremento de la dimensión de ventrículo derecho en 12 casos (36%). En 2 casos (6%) hubo correlación entre el electrocardiograma (sobrecarga ventricular dere-

cha) y el ecocardiograma (incremento de la dimensión de ventrículo derecho).

El análisis comparativo de valores promedio de los ecocardiogramas con similares a nivel del mar, no mostró diferencias apreciables.

INTRODUCCION

En habitantes y residentes de grandes alturas se ha demostrado evidencia de predominio eléctrico y anatómico del ventrículo derecho, relacionados con las modificaciones que imprime la disminución de la presión barométrica (PB) y con consecuencias en la hemodinámica pulmonar (1), (2), (3). Un estudio electro-vecocardiográfico original (4) a 4540m., encontró diferencias sustanciales entre la evolución y diferenciación del lecho vascular pulmonar y tamaño del ventrículo derecho y expresada por diferencias de la despolarización a alturas donde existe una P.B. 446 Torr y del nivel del mar con una P.B. 749 Torr, de ahí que prontamente se integró a la nomenclatura médica la noción del "patrón electrocardiográfico en la altura".

Sin embargo la experiencia de nuestro grupo (5) destacó ya en 1968, un comportamiento distinto para una altura de 3.650 m. con una P.B. de 749 Torr; posteriormente en el VII Congreso Interamericano de Cardiología (6) Marticorena y col, sugieren la interpretación del electrocardiograma por "niveles de altura". Se conoce la limitación de los métodos auxiliares convencionales y nuestro propósito es utilizarlos en una integración adecuada para el diagnóstico.

El objetivo del presente trabajo es el de establecer los datos ecocardiográficos en niños de 10-14 años en la ciudad de La Paz (Bolivia) a 3650 m donde se encuentra instalada la Facultad de Medicina.

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron 33 niños, (estudiantes de colegio) nativos y residentes en la altura (3.500 m) edad media 11 ± 1.3 años de edad (8-13 años) en quienes se efectuó en forma simultánea un examen clínico completo, electrocardiograma (equipo convencional - 12 derivaciones) y ecocardiograma modo "M" (equipo Smith Kline Ekoline 20A - usando un transductor de 2,25 MH) y registro fotográfico (Polaroid).

PARAMETROS ELECTROCARDIOGRAFICOS

Se analizaron los siguientes parámetros electrocardiográficos: Ritmo, frecuencia cardíaca, duración del intervalo PRi, duración de la onda P, altura de onda P, eje de P (AP), eje de QRS (AQRS), eje de T (AT), duración de QRS, duración de QT, altura en ms de ondas r en V1, S en V1, ondas 4 en V6 y S en V6 relación R/S en V1. El criterio de sobrecarga ventricular y otros datos electrocardiográficos, se adecuaron al Código de Minnesota (7).

PARAMETROS ECOCARDIOGRAFICOS

Se efectuaron en forma rutinaria 3 registros en

niveles ecocardiográficos: 1- (ventrículo derecho e izquierdo) 2- (Válvula mitral) y 4 (aorta y aurícula izquierda).

Siguiendo las recomendaciones de la American Society of Echocardiography se determinaron las siguientes medidas: dimensión de aorta, dimensión de aurícula izquierda, dimensión de ventrículo derecho y de ventrículo izquierdo, amplitud de apertura de válvula mitral, pendiente de cierre diastólico (EF) de válvula mitral, grosor del septum interventricular y pared posterior de ventrículo izquierdo.

PARAMETROS DE FUNCION VENTRICULAR

Volúmen sistólico, volúmen diastólico, volúmen sistólico eyectivo, fracción de eyección, fracción de acortamiento.

CALCULOS ESTADISTICOS

El grado de significación de las diferencias de los valores promedios fué calculado mediante el Students -t-Test.

RESULTADOS

- 1) Exámen clínico:
El exámen clínico fué normal en el grupo de niños estudiados. El exámen cardiológico no reveló datos de cardiopatía.
- 2) Electrocardiograma:
Los resultados de los parámetros electrocardiográficos analizados se muestran en el tabla No. 1.

La frecuencia cardíaca promedio del grupo estudiado fué 73.8 ± 11.24 por minuto.

El intervalo PRi promedio fué $0,14 \pm 0,02$ segundos, la duración promedio de la onda P fué $0,07 \pm 0,016$ segundos, la duración promedio del QRS fué $0,08 \pm 0,007$ segundos, la amplitud promedio de la onda r en VI fue $5,73 \pm 3,06$ m ms., la amplitud de la onda S en VI $9,31 \pm 4,55$ m ms. la amplitud de la onda R en V6: $9,44 \pm 3,45$ m ms, y la amplitud de la onda s en V6 fué $2,13 \pm 1,65$ m ms.

La diferencia de estos valores promedio del Electrocardiograma de niños normales de altura con similares de nivel del mar, fué significativa en los valores de: duración del QRS, amplitud de onda S en V1 y onda s en V6 (Tabla N° 2).

El análisis individual de cada electrocardiograma mostró criterios positivos para sobrecarga de ventrículo derecho en 6 casos (18%). En 1 caso (3%) se criterios de hemibloqueo antero superior izquierdo.

- 3) Ecocardiogramas:

Los resultados promedio de los parámetros ecocardiográficos estudiados se muestran en la tabla N° 3

T A B L A N° 1
PARAMETROS ELECTROCARDIOGRAFICOS

(n = 33)

	FC	PRI	DUR P	ALT.P	AP	DUR QRS	AQRS	AT	Intervalo QT	Onda r V1	Onda S V1	Onda R V6	Onda s V6
X	73.8	0.14	0.07	0.16	43.8	0.08	69.48	46.2	0.38	5.73	9.31	9.44	2.13
± D.S.	± 11.24	± 0.02	± 0.01	± 0.04	± 15.8	± 0.007	± 30.86	± 13.87	± 0.041	± 3.06	± 4.55	± 3.45	± 1.65

PRi = Intervalo Pri
Dur P = Duración onda P
Alt P = Altura onda P

La dimensión promedio de Aorta fué 2.3 ± 0.3 cms. la dimensión promedio de aurícula izquierda fué: 2.29 ± 0.34 cms., la dimensión diastólica promedio de ventrículo izquierdo fué 4.24 ± 0.37 cms. la dimensión promedio de ventrículo derecho fué 1.27 ± 0.34 cms el grosor promedio de pared posterior de ventrículo izquierdo fué: 0.81 ± 0.15 cm. El grosor promedio del septum interventricular fué: 0.81 ± 0.15 cm.

El análisis individual mostró criterios de incremento de la dimensión ventricular derecha en 12 casos (36%). En 2 casos (6%) hubo correlación entre el electrocardiograma que mostró sobrecarga ventricular derecha y el ecocardiograma correspondiente que mostró incremento de la dimensión de ventrículo derecho.

No se observaron diferencias importantes de dimensiones ecocardiográficas promedio de niños normales de alturas al comparar con similares de nivel del mar.

DISCUSION

Los trabajos sobre las variaciones electrocardiográficas en niños normales nativos de altura efectuados por Peñaloza (4) en grupos de niños estudiados en alturas superiores a la de nuestro medio 4.500 m sobre el nivel del mar, han mostrado en forma característica la preponderancia de la sobrecarga ventricular derecha, caracterizada por la desviación del AQRS a la derecha, aumento de la amplitud de onda R en V1 y S V6.

Considerándose que existe un retraso en la evolución normal del proceso de activación ventricular debido a la persistencia de Hipertensión Arterial Pulmonar leve a niños de altura. (10-11).

La preponderancia electrocardiográfica de la despolarización ventricular derecha en grandes alturas

está en relación con variables como la hipertensión arterial pulmonar, presión barométrica, tenor de hemoglobina y saturación arterial de oxígeno. La fig. N° 1 muestra esquemáticamente las variaciones de esta despolarización a diferentes niveles de altura.

Sin embargo, aunque uno de nuestros propósitos es remarcar la interpretación del electrocardiograma en la altura en sujetos ausentes de patología y en consideración a las variaciones enunciadas previamente, debemos señalar variaciones individuales de reactividad vascular pulmonar en personas aparentemente normales que viven por encima de 3.000 m. de altura y en los que la hipertensión arterial pulmonar es puesta en evidencia por ejercicio, a los cuales denominamos "sujetos hiperreactivos" y que frecuentemente presentan situación de desaturación arterial.

El grupo de niños (edad media 11 años) estudiado por nosotros, solamente en 18% mostró signos de hipertrofia ventricular derecha y en el análisis de valores promedio el AQRS no mostró desviación a la derecha, tampoco fueron significativas las diferencias en cuanto a la amplitud de onda R en VI en Morococha se encontró una altura de la onda R en VI de 9.2 (un mm = 0,1 mV) (4).

El ecocardiograma permite determinar las dimensiones de las diferentes estructuras cardíacas, las mismas que reflejan directamente el funcionamiento del corazón.

En el presente estudio encontramos 36% con incremento de dimensión de ventrículo derecho y solamente en 6% hubo correlación entre electrocardiograma y ecocardiograma.

Aunque no se obtuvieron dimensiones del grosor de la pared ventricular derecha, parámetro que probablemente se correlacione mejor con la hipertrofia ventricular derecha detectada mediante electrocardiografía.

T A B L A N° 2
VALORES COMPARATIVOS - PARAMETROS ELECTROCARDIOGRAFICOS

	NIÑO NIVEL DEL MAR (8)		NIÑOS ALTURA (3.650 m.)		
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	
FC (p.min)	75.0	± 13.5	73.8	± 11.24	NS
Intervalo PR: (seg)	0.14	± 0.018	0.14	± 0.02	N.S.
Duración onda P (seg)	0.081	± 0.095	0.070	± 0.010	N.S.
Duración QRS (seg)	0.068	± 0.010	0.080	± 0.007	P > 0.001
RV1 (mm)	4.8	± 3.19	5.73	± 3.06	N.S.
SV1 (m ms)	13.4	± 5.32	9.31	± 4.55	P > 0.001
RV6 (m ms)	12.8	± 30.2	9.44	± 3.45	N.S.
SV6 (m ms)	1.1	± 1.00	2.13	± 1.65	P > 0.001

T A B L A N° 3
ECOCARDIOGRAFIA - MODO "M"
(n = 33)

	X	D.S.
Dimensión Aorta (cms)	2.321	± 0.320
Apertura v. Aórtica (cms)	1.436	± 0.141
Dimensión Auric. Izq. (cms)	2.296	± 0.340
Relación A_I/A_O	0.968	± 0.163
Amplitud Apertura DE (cms)	19.30	± 2.844
Pendiente de cierre EF (mms/seg)	71.87	± 2.570
Dimensión V. Derecho (cms)	1.278	± 0.348
Dimensión V. Izq. (diast) (cms)	4.245	± 0.374
Dimensión V. Izq. (sist) (cms)	2.781	± 0.568
Grosor PP VI (cms)	0.815	± 0.150
Grosor SIV (cms)	0.816	± 0.152
Relación $SIV/ppVI$	0.870	± 0.188
VOL. Sistólico	25.83	± 15.17
VOL. Diastólico	74.38	± 22.46
Vol. Sist. Eyectivo	49.95	± 16.59
Fracción Eyección (%)	71.12	± 19.38
Fracción Acortamiento (%)	36.15	± 7.16

VALORES COMPARATIVOS DIMENSIONES ECOCARDIOGRAFICOS

NIÑOS NIVEL DE ALTURA 3.650 m.

NIÑOS NIVEL DEL MAR (5)

	\bar{X} (cms)	SD	\bar{X} (cms)	R A N G O
Dimensión AORTA	2.32	± 0.320	2.2	1.9-2.7
Dimensión AURIC. IZQ.	2.29	± 0.340	2.4	2.0-3.0
Dimensión V. Derecho	1.27	± 0.348	1.2	0.7-1.6
Dimensión V. Izq. (diast)	4.24	± 0.374	4.1	3.5-4.7
GROSOR PARED POSTERIOR V.I.	0.815	± 0.150	0.7	0.7-0.8
GROSOR SEPTUM I.V.	0.816	± 0.152	0.7	0.7-0.8

En el análisis de dimensiones ecocardiográficas de valores promedios no se observan diferencias importantes en comparación con las encontradas para grupos similares de niños a nivel del mar.

La menor magnitud de los cambios de electrocardiográficos y ecocardiográficos de niños de altura (3.650 m) en relación a similares del nivel del mar y en comparación con niños de mayor altura (4.500 m); correlaciona con las variables hemodinámicas y anatómicas descritas previamente. Estas reflexiones nos obligan a seguir estudiando estos parámetros en el marco de una integración poliparamétrica.

BIBLIOGRAFIA

- HURTADO, A., and ASTE SALAZAR, H.: Arterial Blood Gases and Acid Balance at Sea Level and High Altitudes. *J. Appl Physiol* 1: 304 1948.
- CAMPOS, E., and IGLESIAS, B. Observaciones anatomopatológicas en 49 personas normales nativas y residentes en el altura (3.700-5000 mts) muertas en accidentes. *Rev. Latinoam Anat Patol* 1:109, 1957.
- ROTA, A. Pulmonary Circulation at Sea Level and High altitudes. *J. Appl Physiol* 9:328 1956.
- PEÑALOZA D., GAMBOA R., DYER, J., ECHEVERRIA, M., MARTICORENA, E. The influence of High Altitudes on the Electrical of the Heart I. *Electrocardiographic and Vectocardiographic Observations in the Newborn, Infants and Children. Am Heart Journal* -1950,59, 111.
- MORALES, A., LEGUIA, G. and ANTEZANA, G. El electrocardiograma en el Niño a 3750 m. sobre el Nivel del Mar. *V Congreso Interamericano de Cardiología. Abstracts pag. 98. 1968*
- MARTICORENA, E., GAMBOA, R. y COL. Electrocardiograma por niveles de Altitud VII Congreso Interamericano de Cardiología 1974 Abstracts pag. 41:234.
- ROSE, G.A., BLACKBURN: Código de Minnesota Methodes d'Enquete sur les Maladies Cardiovasculaires. Anexo 149-167 OMS Geneve 1969.
- MOSS., ADAMS F., EMMANOVILIDADES G. *Heart Disease in infants, Children and Adolescents 2th Edition Williams Wilkins - Baltimore, 1977 - 31-36.*
- Normal Values for Children arranged by Body Surface area Fingbaum H. *Echocardiography Third Edition Lea Febiger.*
- ARIAS STELLA and SALDAÑA M.: The muscular Pulmonary Arteries in people native to High Altitud in R.F. Grover (ed) S. Karger, AG. Basel 1963, pag. 292,
- NAEYE, R.L.: Children at High altitude: Pulmonary and Renal Abnormalities, *Circ Res.*, 16:33. 1965

THE AQRS RANGE

Figura No 1

