



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
**Universidad del Perú. Decana de América**

Facultad de Medicina  
Unidad de Posgrado  
Programa de Segunda Especialización en Medicina Humana

**“Sensibilidad y especificidad de la onda P del  
electrocardiograma en el diagnóstico del crecimiento  
de aurícula izquierda de pacientes del Hospital  
Nacional Dos de Mayo durante el año 2004”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Para optar el Título de Especialista en Cardiología

**AUTOR**

Elver Diógenes LEGUÍA VALENTÍN

**ASESORES**

Carlos Alberto PINO MORALES

Víctor Raúl LAMA DÍAZ

Lima, Perú

2007



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Leguía E. Sensibilidad y especificidad de la onda P del electrocardiograma en el diagnóstico del crecimiento de aurícula izquierda de pacientes del Hospital Nacional Dos de Mayo durante el año 2004 [Trabajo de investigación]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Unidad de Posgrado; 2007.

---

A mi Madre, Padre y Hermanos

por su apoyo constante en busca de mis metas.

A mi Esposa e Hijos

por su amor y aliento.

A mis Maestros y Colegas

por sus sabias enseñanzas.

## ÍNDICE

### RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN	2
II.	OBJETIVOS	6
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	8
IV.	RESULTADOS	11
V.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	20
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

## RESUMEN

Título :*“Sensibilidad y Especificidad de la Onda P del Electrocardiograma en el Diagnóstico del Crecimiento de Aurícula Izquierda de pacientes del Hospital Dos de Mayo durante el año 2004”*

*Autor: Elver Diógenes Leguía Valentín. Médico Egresado del Residentado Médico de Cardiología.*

Asesores Dr. Carlos Pino Morales, Dr. Raúl Lama Díaz

**Objetivos:** Determinar la sensibilidad y especificidad de la onda P en el diagnóstico del crecimiento de la aurícula izquierda en pacientes del Hospital dos de mayo en relación con el Ecocardiograma.

**Material y Métodos:** Estudio de tipo analítico, comparativo, retrospectivo, realizado en Consultorios Externos de Cardiología del Hospital Nacional Dos de Mayo, de La muestra la constituyen 158 pacientes con EKG y Eco cardiografía, con Mediciones en MODO M, de Aurícula la Izquierda, del servicio de Cardiología del Hospital Nacional Dos de Mayo, de Enero a Julio del 2004

**Resultados:** La sensibilidad fue de 20% y la especificidad de 83.3% el VPP 73% y el VPN 31%. La P mellada  $DII \geq 0.04$ seg. presentó una especificidad 91%, con un VPP de 32.7% y un VPN de 37%. El voltaje de  $P > 0.1$  mV en V1, tuvo una sensibilidad 74.5% y especificidad de 66.6%, con un VPP de 83% y un VPN de 53%.

La duración de  $P \geq 0.04$  seg. en V1 presentó una sensibilidad 62.7% y la especificidad 33.3%, con un VPP de 62% y un VPN de 28%. La  $P/PR > 1$  en V1 tuvo una sensibilidad 29.1% y la especificidad 91.6%, con un VPP de 32.7% y un VPN de 37%.

**Conclusiones:** Consideramos que los criterios morfológicos de la Onda P del EKG es útil para realizar un diagnóstico de Crecimiento de Aurícula.

**Palabras Claves:** *Crecimiento de Aurícula Izquierda, Electrocardiografía, Ecocardiografía*

## **I. INTRODUCCIÓN**

## I. INTRODUCCIÓN

En el crecimiento de la Aurícula Izquierda el establecimiento de criterios electrocardiográficos para el crecimiento de la aurícula izquierda esta basada en anomalías de la onda P, estos signos Electrocardiográficos puede resultar también de Hipertensión atrial izquierda, hipertrofia atrial izquierda y defectos de conducción intratrial que pueden simular estados patológicos Debido a que el crecimiento de aurícula izquierda esta asociado con incremento de riesgo de muerte y hospitalización así como incapacidades, el EKG, provee un valor diagnostico para detectar enfermedad cardiaca. Aparte de esto el Electrocardiograma, también ha sido empleado en pronóstico de sujetos aparentemente saludables. Según el teorema de Bayes, el valor intrínseco del EKG como valor diagnostico depende sobre la prevalencia

La Aurícula izquierda Modula el llenado del ventrículo izquierdo a través de tres componentes, una fase de reserva o de expansión durante la sístole, una de conducto, y una fase activo contráctil durante la diástole tardía (cuando el Ritmo sinusal esta presente).este componente activo del la aurícula izquierda tiene un rol importante en la disfunción ventricular como una bomba “booster” para aumentar el volumen ventricular. Esta función aumentada es el mecanismo compensador por disminución del llenado temprano en pacientes con complíance ventricular reducida, así una perdida de la contracción atrial como resultado de fibrilación o marcapaso ventricular, reduce el gasto cardiaco por aproximadamente en 15-20 %.(1,2)

Durante el ejercicio la reserva aurícula izquierda y la función booster esta aumentada(3,4,5)

Métodos de Evaluación de la Función de la Aurícula Izquierda



## **Técnicas no Invasivas :**

**Electrocardiograma:** El crecimiento se manifiesta por el alargamiento y desplazamiento del vector de P a la Izquierda y atrás. Criterio electrocardiográfico usada para crecimiento de aurícula izquierda son: 1.- duración de la onda P en derivadas DII igual o mayor de 0.12s.2-la melladura en onda P igual o mayor de 0.04seg, 3. la duración de la onda P terminal en VI mayor o igual que 0.04seg, 4. el voltaje en VI mayor de 0.1mV .5. la relación entre la fuerza terminal de la Onda P en VI y el segmento PR mayor de 1.0.(11)

El diagnostico ecocardiográfico de crecimiento de aurícula izquierda esta basada sobre 1. Dimensión transverso mayor de 4.0cm, o la relación de la dimensiones transverso atrial a las dimensiones de la raíz aórticas mayor1.1.7.en la presencia de de crecimiento de la aurícula izquierda una combinación de criterios, ocurre mas frecuentemente que como criterio simple(6,7,8,9). El valor predictivo para crecimiento de aurícula izquierda en el electrocardiograma fue de 65% y para la ausencia 78%(11). los cambios de la morfología de la onda P podría ser usada como una razón específica pero menos indicador sensible de la aurícula izquierda.(12,14)

**Ecocardiografia:** La dilatación de la aurícula izquierda es reconocida rápidamente por modo M o bidimensional.Una variedad de mediciones han sido introducidas .tales mediciones pueden ser hechas tanto por modo M o eje para esternal eje largo bidimensional por cada vistas el transducer debería ser cuidadosamente angula para maximizar la cualitativamente el tamaño de la aurícula izquierda .las dimensiones de la aurícula izquierda tienen un rango de 1.9 a 4.0cm respecto al valor normal usada por ecocardiografia modo M .las áreas atrial izquierda en apical cuatro cámaras y dos cámaras y el componente atrial izquierda eje largo puede ser realizado también.(1,12,14,15)

**Ecocardiografía transesofágica:** una mejoría esencial en las imágenes de la aurícula izquierda, sobre todo después de la cardioversión permite visualizar las complicaciones trombo embolicas.(17,18)

**Resonancia Magnética:** el crecimiento de la aurícula izquierda y anomalías en la función puede ser rápidamente realizada.(21)

### **Técnicas Invasivas**

**La cateterización retrograda de la Aurícula izquierda:** es útil en el estudio de la función de la Aurícula izquierda (hemodinámica, electrofisiológica, secretoria).Es útil también en la Valvuloplastia mitral percutánea (24,25).

La relación entre área y presión aurícula izquierda, En Investigaciones Fisiológicas. Es la de más agudeza y representativa del estatus hemodinámica, consiste en 2 ondas; la de A representa la función de Bomba y la V representa La Función de reservorio

La elasticidad atrial izquierda .La función contráctil aislada de la aurícula izquierda ha sido descrita según el tiempo de variación de elasticidad. (26)

## **II. OBJETIVOS**

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

Determinar la sensibilidad y especificidad de la onda P en el diagnóstico del crecimiento de la aurícula izquierda en relación con el Ecocardiograma en pacientes del Hospital Nacional Dos de Mayo.

### **Objetivos específicos.**

Determinar la Sensibilidad

Determinar la especificidad

Determinar el valor predictivo positivo

Determinar el valor predictivo negativo

Evaluar la correlación Ecocardiográfico

Determinar la frecuencia de Crecimiento según sexo.

Describir la Enfermedades asociadas de los pacientes

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

Fueron Seleccionados 158 pacientes tratados en el Servicio de Cardiología del Hospital Nacional 2 de Mayo de Enero A Julio 2004

Quienes fueron sometidos a exámenes Ecocardiográficos, a partir de ellos mediante un seguimiento de su historia clínica, se procedió a llenar la ficha de recolección, según criterios establecidos en el protocolo .

#### **Criterios de selección.**

#### **Criterios de inclusión.**

Pacientes del Servicio de Cardiología del Hospital Nacional Dos de Mayo, con EKG y Eco cardiografía, con Mediciones en MODO M, y de Aurícula Izquierda.

#### **Criterios de exclusión.**

Paciente sin Ecocardiografía, o sin Electrocardiograma

Historia Clínicas Incompletas

#### **Criterios Electrocardiográficos a usar:**

La duración de la Onda P en DII igual o mayor de 0.12sec.

La melladura en onda P igual o mayor, a 0.04seg

La relación de la onda P negativa en VI sobre el segmento PR. Mayor de I

La onda P negativa en VI, mayor o igual de 0.04sec, y un voltaje de 0.1mv.

**Criterios Ecocardiograficos a usar:**

Son de la ACC de Ecocardiografía.

Dimensión aurícula izquierda transversa mayor de 4.0cm

La Relación entre la Aurícula y el diámetro transverso de la Raíz Aorta mayor de 1.17.

**Consideraciones Estadísticas**

Se utilizó el paquete estadístico SPSS 13.0 ® Demo. Las variables cualitativas como los diagnósticos, se describen como frecuencia y porcentajes. Las variables cuantitativas se presentan como promedio, desviación estándar. Para evaluar la asociación de variables se aplicó la prueba chi cuadrado, se consideró como significativo p valores  $< 0.05$ , la fuerza de asociación se estimó con Odds ratio. En relación a los criterios diagnósticos, se evalúa la sensibilidad y especificidad para las características de la onda P.

## **IV. RESULTADOS**



## IV. RESULTADOS

### Características generales

Se recopiló la información de 158 pacientes. La edad de los pacientes estuvo comprendida entre los 8 a 86 años con un promedio de 59.5 años y una desviación estándar 18.6. En la distribución según grupo de edad, la mayoría de pacientes se encontraba con edades mayor igual a 60 años con 51%, seguido del grupo de 40 a 59 años. (Tabla 1, Gráfica 1). De los 158 pacientes del estudio, el 56%(89) eran varones y 44%(69) mujeres (Gráfica 2).

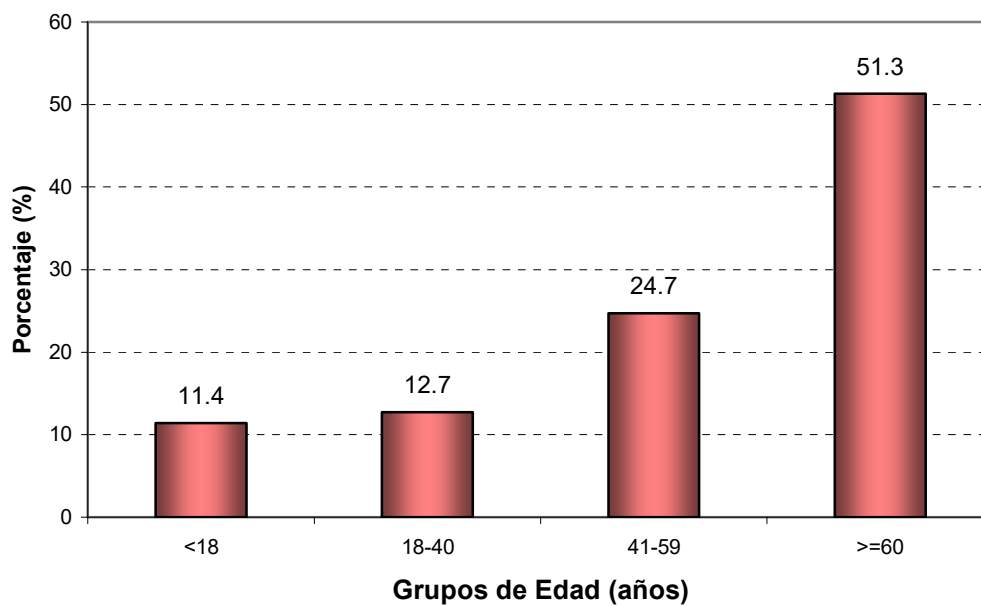
De total de pacientes, 110 presentaban CAI y 48 no presentaba CAI.

**Tabla 1.**  
Distribución de pacientes según grupo de edad (n = 158)

<b>Grupo de edad (años)</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<18	18	11.4
18-40	20	12.7
41-59	39	24.7
>=60	81	51.3
Total	158	100.0

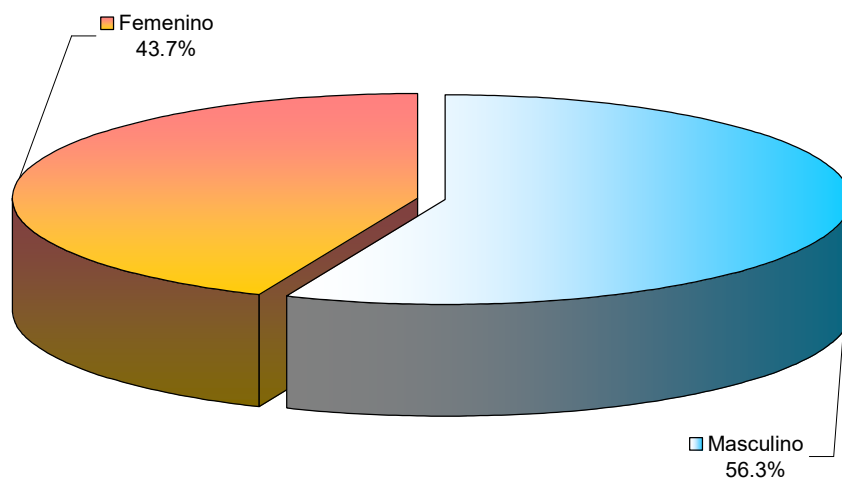
### Gráfica 1

Distribución de los pacientes según grupo de edad (n = 158)



### Gráfica 2

Distribución de los pacientes según sexo. (n = 158)



## Enfermedades Asociadas

Un total de 52 pacientes tuvieron hipertensión asociada, que representa un 32.9% de total de pacientes, seguido de valvulopatía mitral con 17%(n =26) estenosis 14%,12insuficiencia mitral,,luego la valvulopatía Aortica, 14% con 11% la Insuficiencia Aortica, con 4% la estenosis , la cardiopatía coronaria isquemia le sigue con 9%, la Insuficiencia cardiaca con 8%, seguida por la Diabetes Mellitus con 7%

**Tabla 2.**  
Crecimiento Aurícula Izquierda y Enfermedades asociadas (n = 158)

	n	%
Hipertensión Arterial	52	32.9
C. Coronaria Isquemia	14	8.9
Estenosis Mitral	14	8.9
Insuficiencia Cardiaca	13	8.2
Insuficiencia Mitral	12	7.6
Insuficiencia aórtica	12	7.6
Diabetes Mellitus	11	7
Estenosis aórtica	5	3.2
Acc. Vascular Cerebral	5	3.2
<i>Persist. Ductus Arterioso</i>	4	2.5
Comunic. InterAuricular	3	1.9
Protesis Aórtica	3	1.9
Protesis Mitral	3	1.9
Dislipidemia	2	1.3
Total	158	100.00

De 30 pacientes con duración de P en DII  $\geq 0.12$  seg., 22 presentaron Crecimiento de Aurícula Izquierda, mientras 88 de las 120 sin este parámetro no presentan la patología. La sensibilidad es de 20% y la especificidad de 83.3% el VPP 73% y el VPN 31% la RVP 1.17, la RVN 0.96. (Tabla 3)

De 40 pacientes con duración de P en DII mellada  $\geq 0.04$ seg. 36 presentaron Crecimiento de Aurícula Izquierda, mientras que de 118 pacientes sin este parámetro, 44 presentaron la patología, siendo la sensibilidad 32% y la especificidad 91%, con un VPP de 32.7% y un VPN de 37%, RVP de 3.89 y RVN de 0.73. (Tabla 4)

De 98 pacientes con voltaje de P  $>0.1$  mV , 82 presentaron Crecimiento de Aurícula Izquierda, estando ausente esta enfermedad en 16 de ellos, de 60 pacientes con voltaje de P normal , en 28 se presentó la enfermedad, siendo la sensibilidad 74.5% y la especificidad 66.6%, con un VPP de 83% y un VPN de 53%, RVP de 2.23 y RVN de 0.38. (Tabla 5)

De 101 pacientes con duración de P en V1  $\geq 0.04$  seg., 69 presentaron Crecimiento de Aurícula Izquierda, mientras que de 57 pacientes con duración normal de P, 41 presentaron la enfermedad, siendo la sensibilidad 62.7% y la especificidad 33.3%, con un VPP de 62% y un VPN de 28%, RVP de 0.94 y RVN de 1.12. (Tabla 6)

De 36 pacientes con relación P/PR $>1$  32 presentaron la enfermedad, de 122 pacientes con esta relación normal, 78 hacen la enfermedad siendo la sensibilidad 29.1% y la especificidad 91.6%, con un VPP de 32.7% y un VPN de 37%, RVP de 3.89 y RVN de 0.73. (Tabla 7)

**Tabla 3.**  
Comparación de la Duración de P (seg.)DII  
En pacientes con Crecimiento Auricular Izquierda

Duración de P ≥ 0.12 seg.	Crecimiento Aurícula Izquierda	
	Presente	Ausente
Presente	22	8
Ausente	88	40

Odds Ratio = 1.25, IC 95% (0.48 – 3.36)  
Chi cuadrado = 0.24, p = 0.623  
Sensibilidad = 22 / 110 = 20%  
Especificidad = 40 / 48 = 83.3%

**Tabla 4.**  
Comparación de la P mellada (seg.)DII  
En pacientes con Crecimiento Aurícula Izquierda

Duración de P ≥ 0.04 seg.	Crecimiento Aurícula Izquierda	
	Presente	Ausente
Presente	36	4
Ausente	74	44

Odds Ratio = 5.35, IC 95% (1.67 – 19.5)  
Chi cuadrado = 10.5, p = 0.001  
Sensibilidad = 36 / 110 = 32.7 %  
Especificidad = 44 / 48 = 91.6 %

**Tabla 5.**  
Comparación del voltaje de P en V1 (mV)  
En pacientes con Crecimiento Aurícula Izquierda

Duración de P > 0.1 mV	Crecimiento Aurícula Izquierda	
	Presente	Ausente
Presente	82	16
Ausente	28	32

Odds Ratio = 5.86, IC 95% (2.64 – 13.15)  
Chi cuadrado = 24.1, p < 0.001  
Sensibilidad = 82 / 110 = 74.5 %  
Especificidad = 32 / 48 = 66.6 %

**Tabla 6.**  
Comparación de la duración de P (seg.) V1  
En pacientes con Crecimiento Auricular Izquierda

Duración de P ≥ 0.04 seg.	Crecimiento Aurícula Izquierda	
	Presente	Ausente
Presente	69	32
Ausente	41	16

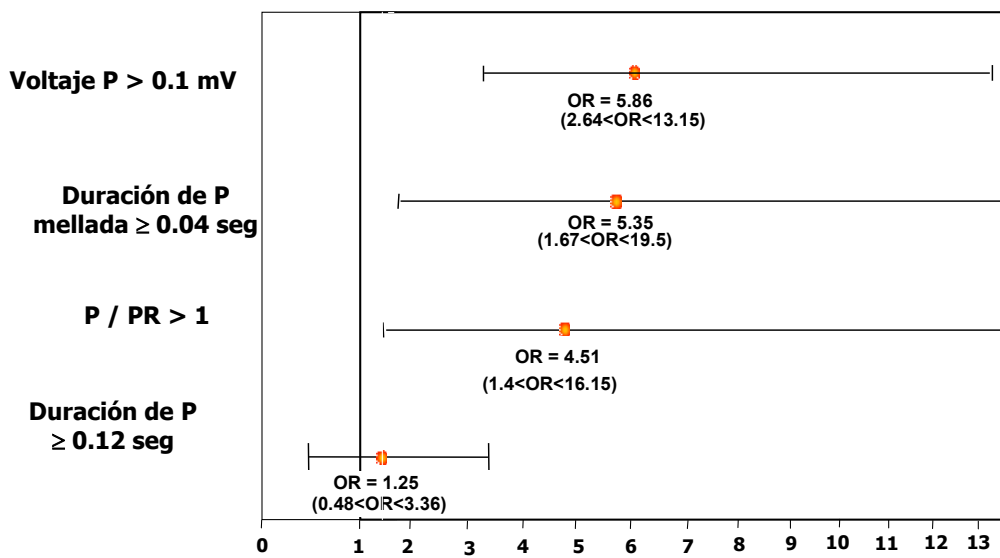
Odds Ratio = 0.84, IC 95% (0.39 – 1.82)  
Chi cuadrado = 0.22, p = 0.635  
Sensibilidad = 69 / 110 = 62.7 %  
Especificidad = 16 / 48 = 33.3 %

**Tabla 7.**  
Relación P/PR en V1  
En pacientes con Crecimiento Auricular Izquierda

P/PR > 1	Crecimiento Auricular Izquierda	
	Presente	Ausente
Presente	32	4
Ausente	78	44

Odds Ratio = 4.51, IC 95% (1.4 – 16.15)  
Chi cuadrado = 8.18, p = 0.004  
Sensibilidad = 32 / 110 = 29.1 %  
Especificidad = 44 / 48 = 91.6 %

Características de la Onda P del Electrocardiograma asociadas a Diagnostico del Crecimiento de Aurícula Izquierda\*



\* OR y su intervalo de confianza al 95%



## **V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

## V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El crecimiento esta asociado a un incremento del riesgo de muerte y hospitalizaciones cardiovasculares.(1,3-11 ) El diagnóstico de crecimiento de aurícula izquierda se fundamenta en la utilización de métodos invasivos como no invasivos, debido a que el electrocardiograma es un elemento accesible, de bajo costo y nos permite valorar el crecimiento de aurícula izquierda basado en criterios de crecimiento, así consideramos que se deba estudiar cuales son los cambios electrocardiográficos más asociadas el crecimiento auricular izquierdo en una población peruana.

Este estudio demuestra que existe una fuerte asociación entre los criterios electrocardiográficos de crecimiento de aurícula izquierda debido a la gran correlación con la ecocardiografía, siendo los principales cambios de EKG: Voltaje P  $> 0.1$  mV (OR: 5.86, IC 95%: 2.6, 13.1), duración de P mellada  $\geq 0.04$  seg. (OR: 5.35, IC 95%: 1.7, 19.5) y la P/PR  $> 1$  (OR: 4.51, IC 95%: 1.4, 19.1).

Waggner *et al*, encuentran un VPP de la electrocardiografía de 63% y nuestro estudio hallamos un VPP de 83% para el criterio de voltaje  $>0.1$  mV. (11). Este mayor VPP puede atribuirse a diferente distribución del grupo de edad y a las diferentes prevalencias de los factores de riesgo cardiovascular.

A mayor edad la prevalencia de crecimiento de aurícula izquierda es alta, *Tudesco et al*, reporta una prevalencia de 35% en mayores de 60 años, de acuerdo a nuestros hallazgo nosotros reportamos una prevalencia de 51.3%. Sin embargo debe evaluarse las características asociadas al crecimiento auricular como: hipertensión, valvulopatía mitral, insuficiencia aórtica, entre otras.

Consideramos que los criterios morfológicos de la Onda P del EKG es útil para realizar un diagnóstico de Crecimiento de Aurícula, dado su sensibilidad, especificidad los VPP y VPN. Permitiendo así un tratamiento oportuno y ahorrar gastos al paciente como a la institución.

Sería recomendable la realización de estudios de cohortes que permitan analizar la relación entre los parámetros hallados y los factores de riesgo, de manera de poder afirmar con certeza que son patognomónicos de Crecimiento de Aurícula izquierda.

## **VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Stefanadis C, Dernellis J, Toutouzas P. Evaluation of the left atrial performance using acoustic quantification. *Echocardiography* 1999; 16: 117–25.
- [2] Kagawa K, Arakawa M, Miwa H *et al.* Left atrial function during left ventricular diastole evaluated by left atrial angiography and left ventriculography. *J Cardiol* 1994; 24: 317–25.
- [3] Toutouzas K, Trikas A, Pitsavos C *et al.* Echocardiographic features of left atrium in elite male athletes. *Am J Cardiol* 1996; 78: 1314–7.
- [4] Kihara Y, Sasayama S, Miyazaki S *et al.* Role of the left atrium in adaptation of the heart to chronic mitral regurgitation in conscious dogs. *Circ Res* 1988; 62: 543–53.
- [5] Tavi P, Han C, Weckstrom M. Mechanisms of stretch-induced changes in  $[Ca^{2+}]_i$  in rat atrial myocytes: role of increased troponin C affinity and stretch-activated ion channels. *Circ Res* 1998; 83: 1165–77.
- [6] Kurokawa S, Okuri H, Sasaoka T, Machida Y, Osada K, Kikawada R. Doppler echocardiographic method to determine early and late diastolic filling volume separately. Validation and relationship between filling velocity and volume. *Jpn Heart J* 1998; 39: 489–501.
- [7] Oki T, Tabata T, Yamada H *et al.* Assessment of abnormal left atrial relaxation by transesophageal pulsed Doppler echocardiography of pulmonary venous flow velocity. *Clin Cardiol* 1998; 21: 753–8.
- [8] Hoit BD, Walsh RA. Regional atrial distensibility. *Am J Physiol* 1992; 262: H1356–60.
- [9] Tabata T, Oki T, Yamada H *et al.* Role of left atrial appendage in left atrial reservoir function as evaluated by left atrial appendage clamping during cardiac surgery. *Am J Cardiol* 1998; 81: 327–32.
- [10] Hoit BD, Shao Y, Gabel M, Walsh RA. Influence of pericardium on left atrial compliance and pulmonary venous flow. *Am J Physiol* 1993; 264: H1781–7.
- [11] Waggoner AD, Adyanthaya AV, Quinones MA, Alexander JK. Left atrial enlargement. Echocardiographic assessment of electrocardiographic criteria. *Circulation* 1976; 54: 553–7.
- [12] Hirata T, Wolfe SB, Popp RL, Helmen CH, Feigenbaum H. Estimation of left atrial size using ultrasound. *Am Heart J* 1969; 78: 43–52.
- [13] Schabelman S, Schiller NB, Silverman NH, Ports TA. Left atrial volume and estimation by two-dimensional echocardiography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1981; 7: 165–78.

- [14] Høglund C, Rosenhamer G. Echocardiographic left atrial dimension as a predictor of maintaining sinus rhythm after conversion of atrial fibrillation. *Acta Med Scand* 1985; 217:411–5.
- [15] Henry WL, Gardin JM, Ware JH. Echocardiographic measurements in normal subjects from infancy to old age. *Circulation* 1980; 62: 1054–61.
- [16] Kircher B, Abbott J, Pau S *et al.* Left atrial volume determination by biplane two-dimensional echocardiography: validation by cine computed tomography. *Am Heart J* 1991; 121:864–71.
- [17] Kamensky G. Transesophageal echocardiography in the management of patients with atrial fibrillation. *Bratisl Lek Listy* 1997; 98: 583–8.
- [18] Oki T, Tabata T, Yamada H *et al.* Evaluation of left atrial filling using systolic pulmonary venous flow velocity measurements in patients with atrial fibrillation. *Clin Cardiol* 1998; 21: 169–74.
- [19] Hondo T, Okamoto M, Kawagoe T *et al.* Effects of volume loading on pulmonary venous flow and its relation to left atrial functions. *Jpn Circ J* 1997; 61: 1015–20.
- [20] Zhang GC, Tsukada T, Nakatani S *et al.* Comparison of automatic boundary detection and manual tracing technique in echocardiographic determination of left atrial volume. *Jpn Circ J* 1998; 62: 755–9.
- [21] Clarkson PB, Wheeldon NM, Lim PO, Pringle SD, Mac-Donald TM. Left atrial size and function: assessment using echocardiographic automatic boundary detection. *Br Heart J* 1995; 74: 664–70.
- [22] Waggoner AD, Barzilai B, Miller JG, Perez JE. On-line assessment of left atrial area and function by echocardiographic automatic boundary detection. *Circulation* 1993; 88: 1142–9.
- [23] Feinberg MS, Waggoner AD, Kater KM, Cox JL, Perez JE. Echocardiographic automatic boundary detection to measure left atrial function after the maze procedure. *J Am Soc Echocardiogr* 1995; 8: 139–48.
- [24] Feinberg MS, Waggoner AD, Kater KM, Cox JL, Lindsay BD, Perez JE. Restoration of atrial function after the maze procedure for patients with atrial fibrillation. Assessment by Doppler echocardiography. *Circulation* 1994; 90: II285–92.
- [25] Manning WJ, Silverman DI, Katz SE, Douglas PS. Atrial ejection force: a noninvasive assessment of atrial systolic function. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 221–5.

- [20] Stefanadis C, Dernellis J, Lambrou S, Toutouzas P. Leftatrial energy in normal subjects, in patients with symptomatic mitral stenosis, and in patients with advanced heart failure. *Am J Cardiol* 1998; 82: 1220–3.
- [21] Jarvinen VM, Kupari MM, Poutanen VP, Hekali PE. A simplified method for the determination of left atrial size and function using cine magnetic resonance imaging. *Magn Reson Imaging* 1996; 14: 215–26.
- [22] Stefanadis C, Kourouclis C, Stratos C, Pitsavos C, Toutouzas P. Retrograde left atrial catheterization with a new steerable cardiac catheter. *Am Heart J* 1990; 119:375–80.
- [23] Stefanadis C, Stratos C, Pitsavos C *et al.* Retrograde nontransseptal balloon mitral valvuloplasty. Immediate results and long-term follow-up. *Circulation* 1992; 85: 1760–7.
- [24] Stefanadis C, Dernellis J, Stratos C *et al.* Assessment of left atrial pressure-area relation in humans by means of retrograde left atrial catheterization and echocardiographic automatic boundary detection: effects of dobutamine. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 426–36.
- [25] Stefanadis C, Dernellis J, Tsiamis E, Toutouzas P. Effects of pacing-induced and balloon coronary occlusion ischemia on left atrial function in patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 687–96.
- [26] Hoit BD, Shao Y, Gabel M, Walsh RA. In vivo assessment of left atrial contractile performance in normal and pathological conditions using a time-varying elastance model. *Circulation* 1994; 89: 1829–38.