

## Estrés isométrico inducido por la prueba del peso duración máxima de la onda P en hipertensos jóvenes de reciente debut clínico

*Sometric stress induced by sustained weight test correlates with the duration of the maximum P wave in hypertensive young patients in early clinical initiation*

*Estresse isométrico induzido pelo teste de esforço isométrico se correlaciona com a duração máxima da onda P em hipertensos jovens de recente iniciação clínica*

Raimundo Carmona PUERTA <sup>1</sup>, Elibet Chávez GONZÁLEZ <sup>2</sup>, Katia Hurtado GONZÁLEZ <sup>3</sup>, Ginner O. Rizo RIVERA <sup>4</sup>

Relampa 78024-527

**Resumen:** No existen muchos trabajos que traten la relación del estrés isométrico sobre la duración máxima de la onda P (Pmax) en hipertensos, además la mayoría abordan sus efectos agudos. **Objetivo:** Nos propusimos determinar la relación no aguda de diversos grados de reactividad tensional isométrica inducida por la prueba del peso sostenido (PPS) sobre la Pmax corregida por la frecuencia cardiaca (Pmaxc) en hipertensos jóvenes y conocer si la PPS distingue sujetos con mayor vulnerabilidad para la fibrilación auricular paroxística. **Material y Métodos:** Se realizó un estudio transversal prospectivo sobre la relación de la Pmax corregida por la frecuencia cardiaca (Pmaxc) con el grado de reactividad tensional inducido por la PPS en dos grupos de 30 varones jóvenes cada uno comparables en edad y clasificados como normotensos o hipertensos. Los pacientes hipertensos fueron de reciente diagnóstico clínico. **Resultados:** La respuesta tensional diastólica ( $\Delta$ PAD) fue superior en hipertensos respecto a normotensos (15,83 mmHg  $\pm$  7,321 vs. 10,17 mmHg  $\pm$  5,331,  $p < 0,01$ ). La  $\Delta$ PAD se correlacionó positivamente con la Pmaxc en ambos grupos pero no fue significativa en los normotensos ( $r = 0,119$ ;  $p > 0,05$ ) y se torna significativa en el grupo de hipertensos ( $r = 0,433$ ;  $p < 0,05$ ). **Conclusiones:** Niveles incrementales de estrés isométrico inducido por la PPS se correlacionan positivamente y de manera significativa con la Pmaxc medida días después de realizada la PPS.

**Descriptores:** Duración de La Onda P, Fibrilación Auricular, Hipertensión Arterial, Estresores Isométricos

**Abstract:** There are not many papers about the effects of hypertensive isometric stress on the P wave maximum duration (Pmax) in hypertensive individuals; furthermore, most studies cover acute effects. **Objective:** We decided to determine the non-acute onship at varying degrees of tensional isometric reactivity induced by the sustained weight test (SWT) on the Pmax corrected by the heart rate (Pmaxc) in young hypertensive patients and find out if the SWT distinguishes the subjects with increased vulnerability for paroxysmal atrial fibrillation. **Material and Methods:** We performed a prospective cross-sectional study on the relationship between Pmax c corrected by the heart rate and the degree of tensional reactivity induced by the SWT in two groups of 30 young men each comparable in age and classified as normotensive or hypertensive. The hypertensive patients had recent clinical diagnoses. **Results:** The diastolic blood pressure response ( $\Delta$ DBP) was significantly higher ( $p < 0.01$ ) in the hypertensive group (15.83 mmHg  $\pm$  7.321) compared to normotensive (10, 5.331  $\pm$  17 mmHg). The  $\Delta$ PAD was positively

1 - Especialista en fisiología y fisiopatología. Servicio electrofisiología cardiaca clínica y estimulación. Cardiocentro de Santa Clara "Ernesto Che Guevara". Cuba. 2 - Especialista en cardiología. Servicio electrofisiología cardiaca clínica y estimulación. Cardiocentro de Santa Clara "Ernesto Che Guevara". Cuba. 3 - Especialista en fisiología y fisiopatología. Universidad Médica de Villa Clara "Dr. Serafín Ruiz de Zarate Ruiz". Cuba. 4 - Especialista en cardiología. Servicio de cardiología. Hospital "Arnaldo Milian". Cuba.

**Correspondencia:** Prof. Raimundo Carmona Puerta. Calle B.15 entre Maceo y Manuel. Rpto. Villa Josefa. Santa Clara. Villa Clara. CUBA. E-mail: raimundo@cardiovc.sld.cu  
Artigo submetido en 12/2010 y publicado en 09/2011.

correlated with the  $P_{maxc}$  in both groups but it was not significant in the normotensive ( $r=0.119$ ,  $p>0.05$ ) and it became significant in the hypertensive group ( $r=0.433$ ,  $p<0.05$ ). **Conclusions:** The increasing levels of hypertensive isometric stress induced by SWT correlated positively and significantly with the  $P_{maxc}$  measured days after the SWT.

**Descriptors:** P Wave Duration, Atrial Fibrillation, High Blood Pressure, Isometric Stressors

**Resumo:** Não existem muitos trabalhos que tratem da relação do estresse isométrico sobre a duração máxima da onda P ( $P_{max}$ ) em hipertensos; além disso, a maioria aborda seus efeitos agudos. **Objetivo:** Nós nos propusemos a determinar a relação não aguda de diversos graus de reatividade tensional isométrica induzida pelo teste de esforço isométrico sobre a  $P_{max}$  corrigida pela frequência cardíaca ( $P_{maxc}$ ) em hipertensos jovens e descobrir se esse teste distingue indivíduos com maior vulnerabilidade para a fibrilação atrial paroxística. **Material e Métodos:** Foi realizado um estudo transversal prospectivo sobre a relação da  $P_{max}$  corrigida pela frequência cardíaca ( $P_{maxc}$ ) com o grau de reatividade tensional induzido pelo teste de esforço isométrico em dois grupos de 30 jovens do sexo masculino cada um, comparáveis em idade e classificados como normotensos ou hipertensos. Os pacientes hipertensos foram de diagnóstico clínico recente. **Resultados:** A resposta tensional diastólica ( $\Delta PAD$ ) foi superior nos hipertensos com relação aos normotensos ( $15,83 \text{ mmHg} \pm 7,321$  vs.  $10,17 \text{ mmHg} \pm 5,331$ ,  $p<0,01$ ). A  $\Delta PAD$  se correlacionou positivamente com a  $P_{maxc}$  em ambos os grupos, mas não foi significativa nos normotensos ( $r=0,119$ ;  $p>0,05$ ) e se tornou significativa no grupo de hipertensos ( $r=0,433$ ;  $p<0,05$ ). **Conclusões:** Níveis crescentes de estresse isométrico induzido pelo teste de esforço isométrico se correlacionam positivamente e de maneira significativa com a  $P_{maxc}$  medida dias depois de realizado o teste.

**Descritores:** Duração da Onda P, Fibrilação Atrial, Hipertensão Arterial, Estressores Isométricos

## Introducción

La dispersión de la onda P ( $P_d$ ) constituye un útil predictor de fibrilación auricular paroxística<sup>1,2</sup> independientemente del método de medida empleado<sup>1</sup> y lo mismo se aplica a la duración máxima de la onda P ( $P_{max}$ )<sup>3,4</sup>. En la mayoría de los estudios puede observarse que la  $P_d$  se incrementa a expensas de la  $P_{max}$ . Un estudio que incluyó a 1353 hombres saludables con una media de edad de  $24 \pm 3$  años encontró que la  $P_d$  se asoció significativamente con el intervalo R-R<sup>5</sup>, por lo que es razonable corregir los parámetros de onda P por la frecuencia cardíaca. La  $P_{max}$  está incrementada en la hipertensión arterial bien establecida y, según la evidencia aportada por dos recientes trabajos, es mayor desde la fase prehipertensiva<sup>3,4</sup>. Se ha reportado que los estresores hipertensivos se asocian a arritmogenecidad y modificación de variables que evalúan la repolarización ventricular<sup>6,7</sup>. En las aurículas se considera que variaciones del sistema nervioso autónomo pueden tener efecto sobre parámetros que predicen fibrilación auricular. Se conoce que la maniobra de Valsalva induce en sujetos normales incrementos en la  $P_d$ <sup>8,9</sup>, mientras que ese efecto se pierde en niños con diabetes mellitus tipo I<sup>8</sup>, que es una enfermedad que afecta la función autonómica, y en pacientes con diagnóstico de fibrilación

auricular paroxística<sup>9</sup>. Aunque existen evidencias de los efectos de diversos tipos de estímulos cotidianos sobre la electrofisiología auricular, no existen muchos trabajos que aborden los efectos del estrés isométrico hipertensivo sobre la  $P_{max}$  en individuos ya hipertensos. Además, la mayoría de los estudios que abordan estas relaciones sólo lo hacen de forma aguda, es decir, que evalúan los efectos inmediatos de la reactividad tensional inducida por estresores físicos sobre parámetros de la electrofisiología auricular. Sin embargo, en cuanto a los estresores psicológicos, podemos decir que existe más conocimiento de su efecto sostenido sobre la onda P debido a que muchos de estos constituyen afecciones psicológicas mantenidas.

## Objetivo

Por tanto, nos propusimos conocer la relación no aguda que tienen diversos grados de reactividad tensional isométrica sobre la  $P_{max}$  corregida por la frecuencia cardíaca ( $P_{maxc}$ ) en pacientes jóvenes con hipertensión arterial de reciente presentación clínica.

## Material y métodos

Se realizó un estudio transversal prospectivo sobre la relación de la  $P_{max}$  corregida por la frecuencia cardíaca ( $P_{maxc}$ ) con el grado de reac-

tividad tensional inducido por un estrés isométrico en 60 varones jóvenes pertenecientes a los consultorios médicos del área urbana del policlínico “Santa Clara”, entre el 1 de abril del 2007 y el 30 de abril del 2008. La muestra fue dividida en dos grupos de estudio de 30 personas cada uno y comparables en edad, los cuales fueron llamados “hipertensos y no hipertensos”. Se seleccionaron finalmente para el estudio a los sujetos que cumplieran los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

### Grupo hipertensos

#### Criterios de inclusión

1. Aquellos sujetos hipertensos no conocidos que, afectados por algún tipo de síntoma u otro motivo, asistieron por orden consecutivo a su área de salud y se les efectuó el diagnóstico de Hipertensión Arterial.
2. Edades comprendidas entre 15 y 40 años.
3. Dar su consentimiento verbal y por escrito a participar en el estudio.

#### Criterios de exclusión

1. Presencia de cualquier enfermedad crónica además de la hipertensión arterial.
2. Estar consumiendo cualquier tipo de medicamento al formar parte del estudio.

### Grupo no hipertensos

#### Criterios de inclusión

1. Sujetos escogidos por método aleatorio simple dentro del grupo clasificado como normal.
2. Criterios 2 y 3 de los utilizados en criterios de inclusión de hipertensos.

#### Criterios de exclusión

1. Criterio 2 usado en criterio de exclusión de los hipertensos.

Para inducir reactividad tensional ante un estrés isométrico se utilizó la prueba del peso sostenido (PPS) que ha sido empleada previamente en otros estudios<sup>10,11</sup>. La PPS se efectuó de la siguiente forma: a cada individuo cómodamente sentado con el brazo derecho extendido y apoyado sobre una superficie se le determinó la presión arterial en reposo, que incluyó los valores de presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD) utilizando el método auscultatorio clásico mediante la utilización de un esfigmomanómetro anerode de fabricación china (calibrado por especialistas del Centro Estatal de Normalización) y un estetoscopio. A continuación, se les indicó sostener un peso de 500 g con el brazo

izquierdo extendido en ángulo recto respecto al tronco y paralelo al plano del piso, midiendo la PAS y PAD en los últimos 15 segundos del segundo minuto después de comenzada la prueba. El grado de reactividad tensional ante la PPS fue expresado mediante las variables: reactividad tensional sistólica ( $\Delta$ PAS) y diastólica ( $\Delta$ PAD), que se calcularon de la siguiente forma:

- $\Delta$ PAS = PAS al final de la PPS - PAS en reposo previo a la PPS
- $\Delta$ PAD = PAD al final de la PPS - PAD en reposo previo a la PPS

A todos los sujetos se les realizó un electrocardiograma de superficie de 12 derivaciones mediante un electrocardiógrafo Nihon Kodhen Cardiofax®. Este electrocardiograma fue obtenido en un intervalo de tiempo mayor de dos días y hasta un máximo de 15 días después de realizada la PPS para excluir los efectos inmediatos que pudiera provocar la reactividad tensional sobre la Pmax.

La Pmax constituye la onda P de mayor duración encontrada en un trazado electrocardiográfico de 12 derivaciones. Fueron desechadas las ondas P distorsionadas por artefactos o excesivamente planas ( $\leq 0,1$  mV) que no permitieron determinar adecuadamente el inicio y terminación de las mismas. El método de medición fue el manual no digitalizado que ha sido empleado anteriormente, con inscripción de los trazos a una velocidad de barrido de 50 mm/s. Para el cálculo de la Pmax se aplicó la siguiente fórmula:  $Pmax_c = Pmax / RR^{0,5}$ , donde RR significó el intervalo de tiempo que existe entre dos complejos QRS siendo el primero aquel que está por delante de la onda P medida; el valor final se expresó en milisegundos.

Se consideraron hipertensos a los sujetos con cifras de PAS  $\geq 140$  mmHg y/o cifras de PAD  $\geq 90$  mmHg en dos ó más tomas adecuadas ocasionales.

Los datos fueron procesados mediante el software SSPS. Se aplicó correlación lineal simple (Pearson). Las medias muestrales fueron comparadas a través de la prueba T de student. Los niveles de significación utilizados fueron los siguientes:  $p > 0.05$  (sin diferencias estadísticamente significativas),  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$  y  $p < 0.001$ , que representan niveles crecientes de significación estadística.

### Resultados

La media de edad en los dos grupos fue  $30.61 \pm 5.30$  años (normotensos) y  $31.70 \pm 5.68$  años (hipertensos), sin encontrar diferencias significativas entre ambos ( $p > 0.05$ ). En la tabla 01, mostramos el grado de reactividad tensional sistólica y

**Tabla 01** - Reactividad tensional sistólica y diastólica inducida por la prueba del peso sostenido en los dos grupos estudiados

	No hipertensos n=30	Hipertensos n=30	P
DPAS	16,17 ± 4,857	18,17 ± 8,855	P>0,05
DPAD	10,17 ± 5,331	15,83 ± 7,321	P<0,01

$\Delta$ PAD: Reactividad Tensional Diastólica. Pmax<sub>c</sub>: corrección por la frecuencia cardiaca de la duración máxima de la onda P.

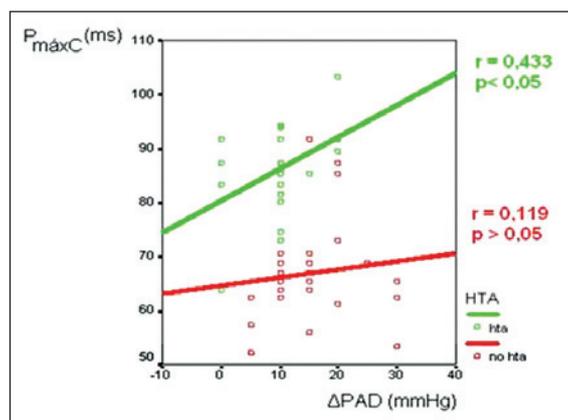
diastólica ( $\Delta$ PAS y  $\Delta$ PAD) inducida por la PPS en ambos grupos estudiados. La  $\Delta$ PAD fue significativamente superior ( $p<0,01$ ) en el grupo de los hipertensos ( $15,83 \pm 7,321$ ) con respecto al grupo control ( $10,17 \pm 5,331$ ), no encontrándose significación estadística al comparar la DPAS (normotensos:  $16,17 \pm 4,857$  vs.  $18,17 \pm 8,855$  vs. Hipertensos:  $p>0,05$ ).

En el gráfico 01, representamos las líneas de regresión que se obtienen al correlacionar la  $\Delta$ PAD con la Pmax<sub>c</sub> en los dos grupos estudiados. La  $\Delta$ PAD ante un esfuerzo isométrico se correlacionó de forma positiva con la Pmax<sub>c</sub> en los dos grupos. Si comparamos ambos grupos de estudio, la correlación no fue significativa en los normotensos ( $r=0,119$ ;  $p>0,05$ ) y se torna significativa en el grupo de hipertensos ( $r=0,433$ ;  $p<0,05$ ).

## Discusión

La PPS es una variante de las pruebas que utilizan el ejercicio isométrico para inducir modificaciones hemodinámicas del sistema cardiovascular, que en este estudio se realizó para obtener el grado de respuesta tensional de cada individuo al ser sometido a un esfuerzo isométrico<sup>10,11</sup>.

La reactividad cardiovascular (RCV) es definida como los cambios en la presión de la sangre, frecuencia cardiaca u otros parámetros hemodinámicos en respuesta a un estímulo físico o



**Gráfico 01:** Correlación entre la reactividad tensional diastólica ( $\Delta$ PAD) y la corrección por la frecuencia cardiaca de la onda P máxima (Pmax<sub>c</sub>) en hipertensos y normotensos.

mental. Se ha podido observar que los individuos hipertensos presentan una mayor RCV que los normotensos, como se ha publicado en estudios previos<sup>10,11</sup>.

El ejercicio isométrico provoca un aumento importante de la presión arterial sin relación con el tamaño de la masa muscular implicada, incrementándose tanto la PAS como la PAD, aunque esta última en mayor grado. Se cree que estos cambios pueden atribuirse a la descarga simpática que se desencadena por la estimulación de los receptores del dolor de la vaina muscular, los cuales son excitados por el ácido láctico liberado durante la contracción muscular<sup>12</sup>. La respuesta simpática es selectiva a arteriolas (aumentando la resistencia periférica total), sin afectar la precarga sustancialmente y, por consiguiente, no produce cambios significativos en la función cardiovascular, pero parece ser la base para el aumento de PAD<sup>13,14</sup>.

El incremento de la estimulación simpática es mayor en los jóvenes, lo cual puede contribuir significativamente al desarrollo de la hipertensión en edades tempranas<sup>15</sup>.

Uyarel considera que la descarga adrenérgica secundaria a la ansiedad en adultos jóvenes y sanos puede ser la causa de la prolongación de la Pmax y la Pd<sup>16</sup>. Erbay et al. encontraron una disminución significativa de la Pmax y de la Pd con el uso terapéutico de bloqueadores  $\beta$  adrenérgicos a largo plazo (P<sub>max</sub>  $128 \pm 7$  ms vs.  $122 \pm 6$  ms,  $p<0,001$ ; P<sub>d</sub>  $52 \pm 6$  ms vs.  $47 \pm 5$  ms,  $p<0,001$ ) en pacientes con estenosis mitral reumática<sup>17</sup>. También se ha descrito incrementos en la Pmax asociados con trastorno de pánico<sup>18</sup>. En general, se aprecia que el denominador común en todos los trabajos que relacionan estresores psicológicos o físicos es el desbalance del sistema nervioso autónomo con incrementos exagerados del tono simpático.

Está descrito en hipertensos jóvenes la hiperactividad del sistema nervioso simpático caracterizada por la existencia de niveles aumentados de catecolaminas, conducción nerviosa simpática aumentada en los músculos, incremento de la frecuencia cardiaca y mayor reactividad vascular a los agonistas alfa adrenérgicos<sup>15</sup>.

Al parecer, las modificaciones del tono simpático y el remodelado eléctrico estable podrían explicar los resultados encontrados en los hipertensos de reciente debut estudiados. Existe un vínculo claro entre estimulación simpática y cambios en las propiedades electrofisiológicas de las aurículas en forma aguda que pueden manifestarse en modificaciones de variables electrocardiográficas. También se conoce que independientemente del tono simpático sostenidamente alto que se encuentra en pacientes hipertensos jóvenes existen

estímulos exógenos que exacerbaban intermitentemente esta estimulación simpática que tiene de base un nivel de fondo elevado. Además de los efectos agudos que inducen los estímulos presores, estos contribuyen a cambios que van volviéndose fijos, como lo demuestran nuestros resultados, en los que encontramos que los pacientes con mayor  $P_{max_c}$  son aquellos con mayor respuesta tensional diastólica, recordando que la medición de la onda P se efectuó días después de la PPS. Lo anterior genera una atractiva hipótesis que pudiera estudiarse en ulteriores investigaciones que sugiere que la PPS podría convertirse en el futuro en una prueba que predice fibrilación auricular paroxística. Es una limitación de nuestro trabajo la falta de seguimiento de estos pacientes para comprobar dicha hipótesis aunque no fue objetivo en esta ocasión su comprobación, pero queda claro que los casos con mayor  $\Delta PAD$  se asocian con mayores valores de  $P_{max_c}$ , siendo esta variable continuamente reportada en asociación con riesgo incrementado para desarrollar fibrilación auricular. En resumen, niveles incrementales de estrés isométrico inducido por la PPS se correlacionan positivamente y de manera significativa con la  $P_{max_c}$  medida días después de realizada la PPS.

### Referencias bibliográficas

- Dilaveris PE, Gialfos. P-wave dispersion: A novel predictor of paroxysmal atrial fibrillation. *ANE* 2001;6(2):159-65.
- Dilaveris PE, Gialfos EJ, Sideris SK, Theopistou AM, Andrikopoulos GK, Kyriakidis M. Simple electrocardiographic markers for the prediction of paroxysmal idiopathic atrial fibrillation. *Am Heart J* 1998;135:733-8.
- Celik T, Yuksel UC, Bugan B, Celik M, Fici F, Ivisov A, et al. P-wave dispersion and its relationship to aortic elasticity in young prehypertensive patients. *Am J Hypertens* 2009;22(12):1270-5.
- Cagirci G, Cay S, Karakurt O, Eryasar N, Acikel S, Dogan M, et al. P-wave dispersion increases in prehypertension. *Blood press* 2009; 18(1-2):51-4.
- Gialafos EJ, Dilaveris PE, Synetos AG, Tsolakidis GF, Papaioannou TG, Andrikopoulos GK. P wave analysis indices in young healthy men: data from the digital electrocardiographic study in Hellenic Air Force Servicemen (DEHAS). *PACE* 2003;26(1 Pt 2):367-72.
- Van Huysduvnen BH, Swenne CA, Van Eck HJ, Kors JA, Schoneveld AL, Van De Vooren H, et al. Hypertensive stress increases dispersion of repolarization. *PACE* 2004;27(12):1603-9.
- Fredericks J, Swenne CA, Kors JA, van Herpen G, Maan AC, Levert JV, Schaliij MJ, Brusckhe AV. Within-subject electrocardiographic differences at equal heart rates: role of the autonomic nervous system. *Pflugers Arch* 2001;441(5):717-24.
- Imamoglu EY, Oztunc F, Eroglu AG, Onal H, Guzeltas A. Dispersion of the P-wave as a test for cardiac autonomic function in diabetic children. *Cardiol Young* 2008;18(6):581-5.
- Tukek T, Akkaya V, Demirel S, Sozen AB, Kuddat H, Atilgan D, et al. Effect of Valsalva maneuver on surface electrocardiographic P-wave dispersion in paroxysmal atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 2000;85(7): 896-9.
- Carmona PR, Perez AA, Acosta AF, González PH, Guirado BO, Morales SA, López VB. Valoración ecocardiográfica en individuos con diferentes grados de hiperreactividad a la prueba del peso sostenido. *MAMEE* 2007;18(1):63-8.
- Benet RM, Apollinaire PJJ, Torres RJ, Perza PS. Reactividad cardiovascular y factores de riesgos cardiovasculares en individuos normotensos menores de 40 años. *Rev Esp Salud Pública* 2003;77:143-50.
- Basanta HP, Espina JLV, Rodríguez IR, de la Torre JR, Paz HG, Carrasco JM. Valor de la prueba del peso sostenido para pesquises de hipertensión arterial a la población. *Medicentro Electrónica*. <http://www.vcl.sld.cu/medicentro/1997.htm> (6 Aug 2007).
- Ganong WF. Homeostasia cardiovascular en la salud y en la enfermedad. En: *Fisiología médica*. 20ma ed. en español México: El Manual Moderno; 2006. p. 589-604.
- Guyton AC, Hall JE. Sports and Physiology. In: *Textbook of Medical Physiology*. 11<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier Saunders International Edition; 2006. p 1053-66.
- Kaplan NM. Hipertensión arterial sistémica: mecanismos y diagnóstico. En: *Braunwald's Cardiología "El Libro" de Medicina Cardiovascular*. 6ta ed. En español Madrid: Marbán Libros; 2004. p1151-89.
- Uyarel H, Kasikcioglu H, Dayi SU, Tartan Z, Karabulut A, Uzunlar B, et al. Anxiety and P wave dispersion in a healthy young population. *Cardiology* 2005; 104(3):162-8.
- Erbay AR, Turhan H, Yasar AS, Bicer A, Senen K, Sasmaz H, Sabah I, Yetkin E. Effects of long-term beta-blocker therapy on P-wave duration and dispersion in patients with rheumatic mitral stenosis. *Int J Cardiol* 2005;102:33-7.
- Yavuzkir M, Atmaca M, Dagli N, Balin M, Karaka I, Mermi O, Tezcan E, Azlan I. *Psychosom Med* 2007;69(4):344-7.