

# Análisis de los intervalos QT, JT y T<sub>peak-Tfinal</sub> y sus dispersiones en practicantes femeninas de polo acuático de élite

## Analysis and Dispersion of QT, JT and T<sub>peak-Tend</sub> Intervals in Elite Female Water Polo Players

RAIMUNDO CARMONA PUERTA<sup>1</sup>, VIVIAN FERNÁNDEZ ARBOLAEZ<sup>2</sup>, MAGDA A. RABASSA LÓPEZ-CALLEJA<sup>3</sup>, RAMIRO RAMOS RAMÍREZ<sup>4</sup>, GUSTAVO PADRÓN PEÑA<sup>5</sup>, ELIBET CHÁVEZ GONZÁLEZ<sup>5</sup>

Recibido: 28/02/2011  
Aceptado: 10/05/2011

**Dirección para separatas:**  
Prof. Raimundo Carmona Puerta  
Calle B #15 e/Maceo y Manuel  
Ruiz  
Reparto Villa Josefa  
Santa Clara, Villa Clara. Cuba  
e-mail: raimundo@cardiovc.sld.cu

### RESUMEN

#### Introducción

La fisiología del polo acuático ha resultado difícil de estudiar debido a sus características en el campo de juego y la electrofisiología cardíaca de estos deportistas se conoce poco, menos aún en las mujeres. La electrocardiografía del polo acuático femenino de élite se ha estudiado escasamente.

#### Objetivos

Analizar la repolarización ventricular en mujeres practicantes de polo acuático de la Preselección Nacional de Cuba.

#### Material y métodos

Estudio transversal en una muestra conformada por dos grupos de mujeres: uno de 20 deportistas y otro de 20 personas sanas no deportistas, que se compararon respecto de parámetros electrocardiográficos de repolarización ventricular.

#### Resultados

La media de edad fue de 22,45 ± 5,30 años *vs.* 22,45 ± 5,30 años; *p* > 0,05. El peso fue mayor en las deportistas (69,63 ± 7,73 kg *vs.* 51,20 ± 6,63 kg; *p* < 0,001). La media de edad deportiva fue de 13,5 años. No existieron diferencias significativas del QTc y el JTc en la derivación DII entre ambos grupos, pero fueron mayores en las deportistas en la derivación V5 (QTc: 405 ms *vs.* 424 ms; *p* < 0,05 - JTc: 307 ms *vs.* 329 ms; *p* < 0,05). La dispersión del intervalo QT fue mayor en las deportistas que en las controles (74 ms *vs.* 43 ms; *p* < 0,001), el intervalo T<sub>peak-Tfinal</sub> (T<sub>peak-Tend</sub>) alcanzó valores superiores en las deportistas en las derivaciones V1 (64 ms *vs.* 81 ms; *p* < 0,05), V3 (78 ms *vs.* 92 ms; *p* < 0,05), V4 (72 ms *vs.* 83 ms; *p* < 0,05) y V5 (63 ms *vs.* 80 ms; *p* < 0,05).

#### Conclusiones

Los intervalos QTc y JTc y la dispersión del QT fueron significativamente mayores en las deportistas. El intervalo T<sub>peak-Tfinal</sub> fue significativamente mayor en las derivaciones V1, V3, V4 y V5 en las deportistas; la dispersión del intervalo T<sub>peak-Tfinal</sub> fue superior en las deportistas, pero no estadísticamente significativo.

REV ARGENT CARDIOL 2012;80:XXX-XXX.

### Palabras clave >

Deportes - Cardiología - Electrofisiología

### Abreviaturas >

ECG	Electrocardiograma	T <sub>p-Tf</sub>	Intervalo T <sub>peak-Tfinal</sub>
QTd	Dispersión del intervalo QT	T <sub>p-Tfd</sub>	Dispersión del intervalo T <sub>peak-Tfinal</sub>

<sup>1</sup> Especialista de II grado en Fisiología y Fisiopatología. Servicio de Electrofisiología Cardíaca Clínica y Estimulación. Cardiocentro de Santa Clara "Ernesto Che Guevara", Cuba

<sup>2</sup> Especialista de I grado en Fisiología y Fisiopatología. Universidad Médica de Villa Clara "Serafín Ruiz de Zárate Ruiz", Cuba

<sup>3</sup> Especialista de II grado en Cardiología. Centro Provincial de Medicina del Deporte. Santa Clara, Cuba

<sup>4</sup> Especialista de II grado en Cardiología. Servicio de Electrofisiología Cardíaca Clínica y Estimulación. Cardiocentro de Santa Clara "Ernesto Che Guevara", Cuba

<sup>5</sup> Especialista de I grado en Cardiología. Servicio de Electrofisiología Cardíaca Clínica y Estimulación. Cardiocentro de Santa Clara "Ernesto Che Guevara", Cuba.

## INTRODUCCIÓN

La fisiología del polo acuático ha sido difícil de estudiar debido sus características en el campo de juego. La mayor parte de la energía requerida para sostener las actividades moderadas y de alta intensidad en este deporte proviene del metabolismo aeróbico, pero estos atletas pueden acumular niveles moderados y hasta altos de lactato siguiendo al esfuerzo máximo, lo que sugiere que el poder y la capacidad anaeróbicos son importantes y estarían implicados en las actividades de corta duración. (1) Menos aún se conoce acerca de la electrofisiología cardíaca de estos deportistas, en particular en el sexo femenino. Cuando se estudió mediante Holter a 18 polistas del equipo nacional de Grecia y se compararon con 15 controles, en los primeros se encontró bradicardia sinusal día y noche, arritmia respiratoria (83% vs. 40% de los controles), pausas sinusales (39% vs. 0%), arritmias ocasionales y anomalías de la conducción. (2)

En nuestra provincia (Villa Clara, Cuba) radica la base de entrenamiento de la Preselección Nacional de Polo Acuático Femenino de Cuba; se trata de deportistas de máximo nivel competitivo y altas cargas de entrenamiento. En estas atletas nos propusimos analizar la repolarización ventricular mediante el análisis de variables electrocardiográficas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio de corte transversal realizado en el período comprendido entre noviembre 2008 y noviembre 2009 en el Cardiocentro "Ernesto Che Guevara" de la ciudad de Santa Clara, Cuba, en asociación con el Centro Provincial de Medicina del Deporte. Para ello se obtuvo una muestra compuesta por 40 personas del sexo femenino con un rango de edades entre 15 y 32 años. La muestra se clasificó en dos grupos: uno de 20 deportistas de alto rendimiento pertenecientes al equipo nacional de polo acuático (grupo estudio) y el otro de 20 personas sanas no deportistas (grupo control).

Las mujeres del grupo control fueron seleccionadas mediante muestreo intencional con el propósito de garantizar la homogeneidad de la muestra en cuanto a edad. Durante el proceso de selección de estos casos se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión y de exclusión:

Criterios de inclusión:

- Edades comprendidas entre 15 y 32 años.
- Clasificación como paciente sano o supuestamente sano en su área de salud.
- Examen físico cardiovascular normal.
- Exámenes ecocardiográfico y electrocardiográfico normales.

Criterios de exclusión:

- Ingestión de cualquier fármaco 72 horas antes del estudio.
- Antecedentes familiares de muerte súbita en parientes cercanos con menos de 40 años.

Para el registro del electrocardiograma (ECG) se empleó un electrocardiógrafo CARDIOCID BB de fabricación cubana en el modo de derivaciones registradas en forma simultánea, calibrado a una velocidad de 25 mm/seg y con un voltaje de 10 mm/mV. El ECG se realizó con el individuo en decúbito supino, tomándose las 12 derivaciones clásicas. Las mediciones electrocardiográficas se efectuaron manualmente con dos

observadores y se expresó el promedio entre ambas; cuando existía una discrepancia  $\geq 20$  ms, se desechaba esa medición.

## Variables electrocardiográficas

- Intervalo JT: es el tiempo que transcurre entre el final del complejo QRS hasta el final de la onda T. Se expresó en milisegundos. Para su medición se emplearon las derivaciones DII y V5.
- Intervalo QT: es el tiempo que transcurre desde el comienzo del complejo QRS hasta el final de la onda T. Se expresó en milisegundos. Para su medición se usaron las derivaciones DII y V5.
- Corrección por la frecuencia cardíaca (subíndice c): aplicamos este concepto a los intervalos JT y QT. Se calcula dividiendo la variable del ECG /  $\sqrt{R-R}$  (R-R: intervalo de tiempo entre dos picos de onda R). Se utiliza la R del ciclo cardíaco que contiene la variable que se va a corregir y la R del latido precedente.
- Dispersión del intervalo QT (QTd): constituye la diferencia de tiempo expresado en milisegundos entre el intervalo QT más largo y el más corto de las 12 derivaciones del ECG.
- Tpico-Tfinal (Tp-Tf): constituye el tiempo en milisegundos que transcurre desde el pico de la onda T hasta el final de ésta. Para su medición se tuvieron en cuenta solamente las derivaciones precordiales.
- Dispersión del intervalo Tpico-Tfinal (Tp-Tfd): constituye la diferencia de tiempo expresado en milisegundos entre el Tp-Tf más largo y el más corto en derivaciones precordiales.

Se compararon las características de los sujetos: edad y peso. También se compararon las mediciones electrocardiográficas entre deportistas y grupo control.

## Procesamiento estadístico de los datos

Se empleó el *software* SPSS versión 11.0 sobre Windows. Los resultados se expresaron en valores medios y la desviación estándar (DE). Para comparar las medias de muestras independientes se seleccionó la prueba de la *t* de Student. Se consideró la existencia de significación estadística a partir de valores de  $p < 0,05$ ; a veces, niveles crecientes de significación se señalaron como  $p < 0,01$  y  $p < 0,001$ .

## RESULTADOS

### Características generales de la muestra

No existieron diferencias significativas en cuanto a la edad de las personas de ambos grupos ( $22,45 \pm 5,30$  años vs.  $22,45 \pm 5,30$  años;  $p > 0,05$ ); sin embargo, el peso fue significativamente mayor en deportistas ( $69,63 \pm 7,73$  kg) cuando se comparó con el grupo control ( $51,20 \pm 6,63$  kg). La media de la edad deportiva en las atletas estudiadas fue de 13,5 años (Tabla 1).

### Frecuencia cardíaca

La frecuencia cardíaca fue significativamente menor en el grupo deportistas cuando se comparó con el grupo control (83 lpm vs. 63 lpm).

### Características de la repolarización ventricular

En el detalle de la Tabla 2 puede verse que no existen diferencias significativas para los intervalos QTc y JTc en DII en los grupos estudiados. Sin embargo, hubo diferencias significativas al comparar ambos grupos

en relación con el intervalo QTc en V5 (405 ms vs. 424 ms) y JTc en V5 (307 ms vs. 329 ms). La QTd es significativamente mayor en el grupo deportistas en comparación con el grupo control (74 ms vs. 43 ms;  $p < 0,001$ ).

En la Tabla 3 se aprecia que el intervalo Tp-Tf alcanzó valores superiores en el grupo de deportistas en las derivaciones V1 (64 ms vs. 81 ms), V3 (78 ms vs. 92 ms), V4 (72 ms vs. 83 ms) y V5 (63 ms vs. 80 ms). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos estudiados al analizar las derivaciones V2 y V6, así como al analizar la dispersión del Tp-Tf, aunque en este último parámetro el grupo deportistas exhibió valores superiores ( $31 \pm 16,51$  ms vs.  $41 \pm 18,89$  ms;  $p > 0,05$ ).

## DISCUSIÓN

En diferentes estudios realizados en deportistas utilizando el ECG de reposo se han observado diversas modificaciones, entre ellas la bradicardia sinusal;

(3, 4) en atletas de resistencia se comunicaron frecuencias cardíacas de 40-50 latidos por minuto e incluso menores. Mutikainen y colaboradores, utilizando como muestra de estudio pares de gemelos con discordancia en sus niveles de actividad física, encontraron que un estilo de vida físicamente activo durante un período de más de 30 años provoca una reducción de la frecuencia cardíaca de reposo. (5) En un estudio realizado con monitoreo Holter de 24 horas se observó bradicardia sinusal en hasta el 100% de los casos. (6) En la presente investigación se encontraron frecuencias de hasta 44 y 45 latidos por minuto.

Algunos autores plantean que el hallazgo de alteraciones de la repolarización en el ECG de atletas entrenados puede ser la primera manifestación de una cardiopatía estructural latente que tarda años en manifestarse. (7) Los hallazgos publicados sobre la duración del intervalo QTc en distintas series son contradictorios y ello puede guardar relación con el tipo de deporte analizado, los métodos de entrena-

VARIABLES	No deportistas n = 20	Deportistas n = 20	Valor de p
Edad deportiva (años)	—	13,50 ± 5,66	—
Edad cronológica (años)	22,45 ± 5,30	22,45 ± 5,30	$p > 0,05$
Peso (kg)	51,20 ± 6,63	69,63 ± 7,73	$p < 0,001$

Los valores corresponden a la media aritmética ± desviación estándar.

**Tabla 1.** Comportamiento del peso corporal, edad cronológica y edad deportiva en los grupos estudiados

VARIABLES(ms)	No deportistas n = 20	Deportistas n = 20	Valor de p
QTc DII	410 ± 30,07	408 ± 26,67	$p > 0,05$
QTc V5	405 ± 17,13	424 ± 17,62	$p < 0,05$
JTc DII	326 ± 32,20	313 ± 19,44	$p > 0,05$
JTc V5	307 ± 23,40	329 ± 23,39	$p < 0,05$

Los valores corresponden a la media aritmética ± desviación estándar.

**Tabla 2.** Intervalos QTc y JTc en ambos grupos estudiados

VARIABLES (ms)	No deportistas n = 20	Deportistas n = 20	Valor de p
Tp-Te V1	64 ± 13,92	81 ± 31,44	$p < 0,05$
Tp-Te V2	71 ± 19,97	79 ± 15,18	$p > 0,05$
Tp-Te V3	78 ± 24,19	92 ± 17,65	$p < 0,05$
Tp-Te V4	72 ± 11,96	83 ± 16,25	$p < 0,05$
Tp-Te V5	63 ± 11,74	80 ± 12,98	$p < 0,001$
Tp-Te V6	68 ± 13,61	74 ± 14,65	$p > 0,05$
Tp-Ted	31 ± 16,51	41 ± 18,89	$p > 0,05$

Los valores corresponden a la media aritmética ± desviación estándar.

**Tabla 3.** Intervalo Tpico-Tfinal en derivaciones precordiales incluyendo su dispersión (Tp-Tfd) en ambos grupos estudiados

miento empleados y, quizás, los métodos de medición de las variables electrocardiográficas. Kasikcioglu y colaboradores, al comparar 122 futbolistas profesionales caucásicos con 103 sujetos sedentarios, hallaron que el intervalo QTc máximo era significativamente menor en los atletas que en los controles (413,9 ms vs. 445,3 ms;  $p < 0,001$ ) y lo mismo sucedió con el intervalo QTc mínimo (380,5 ms vs. 409,5 ms;  $p < 0,005$ ). (8)

Recientemente se refirió prolongación del intervalo QTc en corredores de largas distancias con edades  $\geq 50$  años de inmediato tras concluir la actividad física y esta modificación se mantenía durante un día. (9) Los rangos de edad en este estudio se alejan sustancialmente de los de nuestra investigación. Heinz y colaboradores no encontraron diferencias significativas al comparar el intervalo QTc de nadadores olímpicos alemanes (el estudio incluyó ambos sexos) con controles saludables; los sujetos implicados en esta investigación tenían edades muy similares a las de nuestra serie. (10) Peidro, en su artículo de revisión sobre el corazón del deportista, plantea que aunque el intervalo QT puede ser mayor en el atleta, al evaluar el QTc esto desaparece. (11)

La QTd se ha propuesto como un predictor de arritmias ventriculares. Estudios realizados tanto en animales (12) como en seres humanos (13) sostuvieron esa observación. En opinión de varios autores, la QTd en realidad ofrece una medida aproximada de la anormalidad de la repolarización en general. (14, 15) Esta determinación fue un intento de distinguir entre el miocardio que es homogéneo del que muestra heterogeneidad, aunque no todos los autores apoyan esta idea. (16)

Los valores normales de la QTd actualmente se encuentran en discusión; en un estudio realizado en 5.812 individuos aparentemente sanos, aquellos con QTd mayor de 60 ms tuvieron dos veces más riesgo de muerte súbita. (17) Otro estudio similar con 3.455 personas demostró que los sujetos con una QTd  $\geq 80$  ms, al compararse con los que tenían valores  $< 30$  ms, tenían un riesgo cuatro veces mayor de muerte cardíaca. (18) En nuestro grupo de estudio, la QTd alcanzó valores de 74 ms, valor que se encuentra por encima de lo establecido actualmente como QTd prolongada para muchos autores. Macfarlane recomienda emplear como límite superior de la normalidad el valor de 50 ms porque puede ser moderadamente sensible y específico y reconoce que 80 ms es un valor claramente anormal que tiene una especificidad mayor. (19)

Una investigación en atletas de alto rendimiento con hipertrofia ventricular izquierda fisiológica no demostró modificaciones en la QTd. (20) Kasikcioglu y colaboradores no pudieron encontrar diferencias significativas ( $p = 0,95$ ) en la QTd cuando compararon futbolistas profesionales (33,2 ms) con controles sedentarios (33,0 ms) usando el método manual de medición del ECG, que fue el empleado en nuestro estudio. (8) En el estudio de Turkmen y colaboradores tampoco aparecieron diferencias en la QTd al comparar atletas con controles. (21)

Como se aprecia, lo habitual es que el deporte de alto rendimiento no tiende a producir comportamientos distintos de los observados en controles similares sedentarios respecto de los intervalos QTc y QTd, pero nadie ha comunicado previamente el estado de estas variables en polistas femeninas de élite.

Los cambios en el Tp-Tf pueden ser capaces de reflejar las modificaciones en la dispersión transmural de la repolarización ventricular y puede ser además un elemento pronóstico de riesgo de arritmias en diferentes patologías. (22, 23) En corredores de distancias largas (30 km)  $\geq 50$  años se comunicó recientemente un aumento en la duración del intervalo QTc a expensas de incrementos del intervalo Tp-Tf. (9)

Desconocemos el significado fisiológico o fisiopatológico de las modificaciones en la repolarización ventricular encontradas en nuestros casos de estudio; sin embargo, claramente distinguen a las practicantes de polo acuático de los sujetos no deportistas. Se requiere un seguimiento a largo plazo de los individuos incluidos en el estudio para arribar a conclusiones definitivas. Podría tratarse todo de modificaciones en estas variables como parte del corazón de atleta, ya que la mayoría de los parámetros estudiados se han mostrado útiles en la predicción de arritmogénesis en el contexto de afecciones cardíacas como el infarto miocárdico, en tanto que la práctica deportiva de alta intensidad es un contexto distinto.

Nuestro estudio caracteriza por primera vez en el polo acuático femenino de élite variables del ECG clásicas y recientes.

### Limitaciones

No se evaluaron longitudinalmente estos hallazgos para definir su connotación fisiológica o fisiopatológica; además, no se efectuó comparación entre sexos y la cantidad de controles fue pequeña.

### CONCLUSIONES

Los intervalos QTc y JTc, así como la QTd fueron significativamente mayores en duración en el grupo deportistas. El intervalo Tp-Tf fue significativamente mayor en las derivaciones V1, V3, V4 y V5 en el grupo deportistas; la dispersión del intervalo Tp-Tf fue superior en las polistas, pero no estadísticamente significativa.

---

### SUMMARY

#### Analysis and Dispersion of QT, JT and Tpeak-Tend Intervals in Elite Female Water Polo Players

#### Background

The physiology of water polo has been difficult to study due to the characteristics of the game in the field of play. Little is known about cardiac electrophysiology in these athletes, particularly in women. The electrocardiographic variables in elite water polo athletes have been rarely studied.



## Objectives

To analyze ventricular repolarization in female water polo players from the National Pre-selection Team of Cuba

## Material and Methods

A cross-sectional study was performed in two groups of women, one with 20 athletes and another with 20 healthy non-athletes. The electrocardiographic parameters of ventricular repolarization were compared between both groups.

## Results

Mean age was  $22.45 \pm 5.30$  years vs.  $22.45 \pm 5.30$  years;  $p > 0.05$ . Weight was greater in athletes compared to non-athletes ( $69.63 \pm 7.73$  kg vs.  $51.20 \pm 6.63$  kg;  $p < 0.001$ ). Mean duration of sporting practice was 13.5 years. There were no significant differences in QTc and JTC intervals in lead DII between both groups, yet the intervals measured in lead V5 were longer in athletes (QTc: 405 ms vs. 424 ms;  $p < 0.05$  - JTC: 307 ms vs. 329 ms;  $p < 0.05$ ). QT interval dispersion was greater in athletes compared to non-athletes (74 ms vs. 43 ms;  $p < 0.001$ ). Tpeak-Tend interval was greater in athletes in leads V1 (64 ms vs. 81 ms;  $p < 0.05$ ), V3 (78 ms vs. 92 ms;  $p < 0.05$ ), V4 (72 ms vs. 83 ms;  $p < 0.05$ ) and V5 (63 ms vs. 80 ms;  $p < 0.05$ ).

## Conclusions

QTc and JTC intervals and QT interval dispersion were significantly greater in water polo athletes. Tpeak-Tend interval was significantly longer in leads V1, V3, V4 and V5 in the athlete group. Finally, although this group showed greater Tpeak-Tend interval dispersion, it was not statistically significant.

**Key words** > Sports - Cardiology - Electrophysiology

## BIBLIOGRAFÍA

- Smith HK. Applied physiology of water polo. *Sports Med* 1998;25:317-34.
- Zakynthinos E, Vassilakopoulos T, Maurommati I, Filippatos G, Roussos C, Zakynthinos S. Echocardiographic and ambulatory electrocardiographic findings in elite water polo athletes. *Scand J Med Sci Sports* 2001;11:149-55.
- Estorch M, Serra GR, Flotats A, Mari C, Berna L, Catafara A, et al. Myocardial sympathetic innervation in the athlete's sinus bradycardia is there selective inferior myocardial wall denervation? *J Nucl Cardiol* 2000;7:354-8.
- Peidro M, Brión GB, Angelino AA, Mauro S, Guevara E, González JL y col. Hallazgos cardiológicos y de capacidad física en futbolistas argentinos de alto rendimiento. *Rev Argent Cardiol* 2004;72:263-9.
- Mutikainen S, Perhonen M, Alén M, Leskinen T, Karjalainen J, Rantanen T, et al. Effects of long-term physical activity on cardiac structure and function: A twin study. *J Sports Sci Med* 2009;8:533-42.

- Pellicia M, Fernando M, Di Paolo M, Filippo M, Quattrini M. Outcomes in athletes with marked ECG repolarization abnormalities. *N Engl J Med* 2008; 358:157-61.
- Kasikcioglu E, Kayserilioglu A, Yildiz S, Akhan H, Cuhadaroglu C. QT dispersion in soccer players during exercise testing. *Int J Sports Med* 2004;25:177-81.
- Stern Sh. The year of 2009 in electrocardiology. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2010;15:378-83.
- Heinz L, Sax A, Robert F, Urhausen A, Balta O, Kreuz J, et al. T wave variability detects abnormalities in ventricular repolarization: a prospective study comparing healthy persons and olympic athletes. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2009;14:276-9.
- Peidro RM. Cardiología del deporte. El corazón del deportista. Hallazgos clínicos, electrocardiográficos y ecocardiográficos. *Rev Argent Cardiol* 2003;71:126-37.
- Kuo CS, Munaka K, Reddy CP, Surawicz B. Characteristics and possible mechanism of ventricular arrhythmia dependent on the dispersion of action potential durations. *Circulation* 1983;67:1356-67.
- Higham PD, Milton DJ, Aitchison JD. QT dispersion: a measure of underlying dispersion of ventricular recovery? *Eur Heart J* 1993;14:86-7.
- Malik M, Batchvarov VN. Measurement, interpretation, and clinical potential of QT dispersion. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:1749-53.
- Akdeniz B, Güneri S, Badak O, Aslan O, Tamci B. Arrhythmia risk and noninvasive markers in hypertensive left ventricular hypertrophy. *Anadolu Kardiyol Derg* 2002;2:121-9.
- Goldberger JJ, Cain ME, Hohnloser SH, Kadish AH, Knight BP, Lauer MS, et al. American Heart Association/American College of Cardiology Foundation/Heart Rhythm Society scientific statement on noninvasive risk stratification techniques for identifying patients at risk for sudden cardiac death: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology Committee on Electrocardiography and Arrhythmias and Council on Epidemiology and Prevention. *J Am Coll Cardiol* 2008;52:1179-99.
- Grewal J, McCully RB, Kane GC, Lam C, Pellikka PA. Left ventricular function and exercise capacity. *JAMA* 2009;301:286-94.
- Elming H, Høla E, Jun L, Torp-Pedersen C, Køber L, Kircshoff M, et al. The prognostic value of the QT interval and QT interval dispersion in all-cause and cardiac mortality and morbidity in a population of Danish citizens. *Eur Heart J* 1998;19:1391-400.
- Macfarlane PW. Measurement of QT dispersion. *Heart* 1998;80:421-3.
- Mayet J, Karagaratnam P, Shahi M, Senior R, Doherty M, Poulter NR, et al. QT dispersion in athletic left ventricular hypertrophy. *Am Heart J* 1999;137:678-81.
- Turkmen M, Barutcu I, Esen AM, Ocak Y, Melek M, Kaya D, et al. Assessment of QT interval duration and dispersion in athlete's heart. *J Int Med Res* 2004;32:626-32.
- Wolk R, Stec S, Kulakowski P. Extrasystolic beats affect transmural electrical dispersion during programmed electrical stimulation. *Eur J Clinical Invest* 2001;31:293-301.
- Watanabe N, Kobayashi Y, Tanno K, Miyoshi F, Asano T, Kawamura M, et al. Transmural dispersion of repolarization and ventricular tachyarrhythmias. *J Electrocardiol* 2004;37:191-200.