

Artículo original

Caracterización electrocardiográfica en una población de jóvenes estudiantes



Pau Vilardell^{a,*}, Josep Brugada^b, Jaime Aboal^{a,c}, Pablo Loma-Osorio^{a,c}, Carlos Falces^b, Rut Andrea^b, Marc Figueras-Coll^d y Ramon Brugada^{a,c,e,f}

^a Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Josep Trueta de Girona, Girona, España

^b Servicio de Cardiología, Instituto del Tórax, Hospital Clínic, Barcelona, España

^c Departamento de Ciencias Médicas, Facultad de Medicina, Universidad de Girona, Girona, España

^d Servicio de Pediatría, Hospital Universitario Josep Trueta de Girona, Girona, España

^e Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), España

^f Centro de Genética Cardiovascular, Institut d'Investigació Biomèdica de Girona (IDIBGI), Girona, España

Historia del artículo:

Recibido el 15 de mayo de 2018

Aceptado el 26 de junio de 2018

On-line el 10 de agosto de 2018

Palabras clave:

Electrocardiografía

Muerte súbita cardiaca

Cribado

Prevalencia

RESUMEN

Introducción y objetivos: El electrocardiograma (ECG) se ha propuesto como prueba de cribado de cardiopatías para jóvenes asintomáticos, pero hay controversia sobre su uso sistemático y no se dispone de datos sobre esta población en nuestro medio. El objetivo del presente estudio es determinar la prevalencia y la variedad de hallazgos electrocardiográficos en una población de estudiantes de secundaria.

Métodos: Estudio observacional descriptivo sobre un ECG en reposo de todos los estudiantes de 13 a 14 años de una comarca de la provincia de Girona entre 2009 y 2017. Los ECG se clasificaron en 3 grupos según los criterios de Corrado et al. modificados: ECG sin alteraciones, hallazgos electrocardiográficos que indiquen adaptación fisiológica y hallazgos electrocardiográficos patológicos. Se remitió a un hospital terciario solo a los estudiantes con alteraciones patológicas, a los que se realizaron pruebas complementarias según un protocolo preestablecido.

Resultados: Se obtuvieron 1.911 ECG, con una participación del 79% del total de alumnos. No presentaron alteraciones los ECG de 1.321 alumnos (69%); los de 554 alumnos (29%) tenían signos de adaptación fisiológica y los de 36 (2%), hallazgos patológicos (2%). Se llegó al diagnóstico de cardiopatía en 5 alumnos del grupo con hallazgos electrocardiográficos patológicos (14%). La prevalencia de cardiopatía en este grupo de jóvenes asintomáticos fue del 0,3%.

Conclusiones: En un tercio de la población estudiada se obtuvieron hallazgos electrocardiográficos, que mayoritariamente indicaban adaptación fisiológica. Se identificó cardiopatía en 1 de cada 7 alumnos con ECG patológico, aunque la prevalencia general de cardiopatía fue baja.

© 2018 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Characterization of electrocardiographic findings in young students

ABSTRACT

Introduction and objectives: The resting 12-lead electrocardiogram (ECG) has been used in the evaluation of young asymptomatic individuals to detect pre-existing heart disease, but systematic ECG use is controversial and there are no data on this population in our environment. We aimed to determine the prevalence and spectrum of electrocardiographic findings in a population of secondary school students.

Methods: We conducted an observational, cross-sectional study of resting ECG findings in all 13 to 14-year-old secondary school students in a region of the province of Gerona between 2009 and 2017. ECG findings were classified into 3 groups according to the modified criteria of Corrado et al.: normal ECG findings, ECG findings suggestive of adaptive changes, and pathologic findings. Students with pathologic ECG findings were referred to a tertiary hospital, and complementary tests were performed according to a pre-established protocol.

Results: A total of 1911 ECGs were obtained, with a participation rate of 79% of all high school students. In all, 1321 students (69%) had a normal ECG, 554 (29%) showed ECG findings suggestive of adaptive changes, and 36 (2%) had pathologic ECG findings. Among the group with pathologic findings, 5 (14%) had cardiovascular disease. The prevalence of heart disease in this group of asymptomatic secondary school students was 0.3%.

Keywords:

Electrocardiography

Sudden cardiac death

Screening

Prevalence

* Autor para correspondencia: Departamento de Cardiología, Hospital Universitario Josep Trueta de Girona, Avda. de França s/n, 6.ª planta B, 17007 Girona, España. Correo electrónico: pau.vilardell.rigau@gmail.com (P. Vilardell).

Conclusions: One third of the students had ECG findings that were mostly suggestive of physiological adaptation. One seventh of the students with pathologic ECG findings had pre-existing heart disease, although the overall prevalence of pre-existing heart disease was low.

© 2018 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Abreviaturas

ECG: electrocardiograma
ESC: Sociedad Europea de Cardiología
MSC: muerte súbita cardiaca

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los jóvenes entre 13 y 14 años son individuos sanos. En ellos, la muerte súbita cardiaca (MSC) se da con poca frecuencia, pero tiene un gran impacto social. Las principales causas de MSC en menores de 35 años que se han descrito son las canalopatías y las cardiopatías estructurales, de las que destacan la displasia arritmogénica del ventrículo derecho y la miocardiopatía hipertrófica^{1–3}. Las cardiopatías causantes de la MSC de jóvenes suelen cursar sin síntomas previos y pasan inadvertidas hasta el evento fatal, lo cual hace necesarias pruebas de detección precoz⁴.

El cribado cardiovascular de población sana mediante electrocardiograma (ECG) en reposo ha generado un intenso debate^{5,6}, pero no ha llegado a establecerse un consenso internacional sobre las pruebas recomendadas. En población juvenil sana, la evidencia es escasa y los programas de cribado con ECG en jóvenes, basados en criterios electrocardiográficos obsoletos, han mostrado un bajo rendimiento para detectar cardiopatía subyacente, lo que dificulta la valoración de coste-efectividad en esta población^{7,8}.

En España, la experiencia del cribado con ECG se limita a futbolistas⁹ y deportistas de alto rendimiento¹⁰, en los que es un instrumento coste-efectivo^{11,12}. Respecto a los deportistas, la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) publicó las primeras recomendaciones para la interpretación del ECG del deportista en 2005¹³ y ha presentado múltiples actualizaciones hasta 2017^{14–16}, con el objetivo de reducir los falsos positivos.

El objetivo del presente estudio es identificar las alteraciones electrocardiográficas en una población de jóvenes asintomáticos y aparentemente sanos, con la intención de correlacionar los hallazgos electrocardiográficos patológicos con un posible diagnóstico precoz de cardiopatía subyacente.

MÉTODOS

Población y periodo de estudio

Estudio observacional descriptivo de una cohorte de jóvenes, *a priori* sanos, a los que se realizó un cribado con ECG para identificar alteraciones electrocardiográficas. La población de estudio estaba formada por 2.424 jóvenes matriculados en segundo curso de Educación Secundaria Obligatoria de los institutos de toda una comarca del territorio de referencia (Pla de l'Estany, Girona, España) desde el curso académico 2009/2010 hasta el curso 2016/2017. Este territorio comprende una población de 30.152 habitantes y dispone de 4 institutos con un total de 10 aulas. Para este estudio se utilizó un muestreo no probabilístico voluntario.

Recogida de datos

Un equipo formado por médicos y enfermeras realizó visitas a los colegios de la comarca. Se incluyó en el estudio a todos los estudiantes del territorio que firmaron el consentimiento informado de manera voluntaria, con autorización de sus padres. Se llevó a cabo un cribado con ECG a cada alumno siguiendo las recomendaciones vigentes¹⁷. El estudio se aprobó por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Clínic de Barcelona. El equipo investigador se comprometió a garantizar el cumplimiento de los principios establecidos en la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal y a seguir los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki¹⁸.

El presente estudio, realizado en población juvenil sana, se propuso la identificación de alteraciones electrocardiográficas según los criterios descritos en la [tabla 1](#), basada en los criterios de Corrado et al.¹⁹ modificados, equivalentes a las últimas recomendaciones de la ESC^{14–16}. Dos cardiólogos independientes analizaron por separado todos los ECG. Los trazados que generaron discordancia se resolvieron con una lectura en común consensuada en la aplicación de los criterios descritos en la [tabla 1](#).

Variables evaluadas

Se evaluaron las medidas básicas del ECG: frecuencia cardiaca, onda P, segmento PR, complejo QRS, intervalo QT e intervalo QT corregido. Se categorizaron las alteraciones electrocardiográficas según los criterios descritos en el punto anterior ([tabla 1](#)) en 3 grupos: ECG sin alteraciones, hallazgos electrocardiográficos que indiquen adaptación fisiológica y hallazgos electrocardiográficos patológicos. Basándose en las nuevas recomendaciones, se clasificaron la desviación de eje y el crecimiento auricular izquierdo como indicadores de adaptación fisiológica.

Se amplió el estudio de los alumnos con alteraciones electrocardiográficas patológicas según el siguiente protocolo: se enviaba a todos los alumnos a la unidad de cardiología pediátrica del hospital de referencia, donde se les realizaba anamnesis detallada, exploración física minuciosa, ECG y ecocardiografía. Si el motivo de la derivación era arritmico, se le añadía por protocolo un Holter de 24 h para observar la posible carga arritmogénica y una prueba de esfuerzo convencional para constatar la respuesta al ejercicio. En caso de sospecha de cardiopatía estructural según los hallazgos ecocardiográficos, se completaba el estudio con una resonancia magnética cardiaca.

Análisis estadístico

Los resultados se presentan como media \pm desviación estándar para las variables continuas de distribución normal, medianas para las variables continuas de distribución no gaussiana y porcentajes para las variables categóricas. Se compararon las características de los alumnos con y sin alteraciones electrocardiográficas utilizando la prueba de la χ^2 o la exacta de Fisher para las variables categóricas. Las variables cuantitativas se analizaron mediante la prueba de la *t* de Student, en caso de distribución normal, o la de la *U* de Mann-Whitney en caso de distribución no normal. El nivel de significación se fijó en $p < 0,05$. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el

Tabla 1

Clasificación de los hallazgos electrocardiográficos

Hallazgos que indican adaptación fisiológica	Hallazgos patológicos
BAV de primer grado	Anormalidades de ST-T
Bradicardia y taquicardia sinusal	Ondas Q patológicas
Criterio de voltaje aislado de HVI	BRIHH completo
Repolarización precoz	BRDHH completo
Desviación del eje (eje QRS < -30° o > 120°)	Extrasístoles ventriculares (> 2)
BRDHH incompleto	Anormalidades del intervalo QT
Crecimiento auricular izquierdo	Más de una alteración electrocardiográfica menor
Extrasístole ventricular aislada	
Extrasístoles supraventriculares	

BAV: bloqueo auriculoventricular; BRDHH: bloqueo de rama derecha del Haz de His; BRIHH: bloqueo de rama izquierda del Haz de His; HVI: hipertrofia ventricular izquierda.

paquete estadístico SPSS 22,0 para Windows (SPSS Inc.; Chicago, Illinois, Estados Unidos).

RESULTADOS

En el cribado electrocardiográfico participaron 1.911 alumnos (el 79% de 2.424 matriculados) (figura 1). En 2010 se estudió a 254 alumnos (participación del 92%), el año de mayor porcentaje, mientras que en 2015 participó solo el 61% (n = 162). Se desconocen las razones de que los alumnos no participaran. La media de edad de los participantes fue 14 años. El 50,3% eran niñas. A partir de 2014 se obtuvieron la talla media (163 ± 8 cm), el peso medio (55 ± 11 kg) y el índice de masa corporal medio (20,6 ± 4). También se obtuvo información sobre la actividad física regular de los alumnos: el 48% de la población era sedentaria. El deporte regular más practicado fue el fútbol (n = 167). El 66% de la población no se había realizado un ECG en reposo antes del cribado.

Las determinaciones básicas del ECG fueron: frecuencia cardiaca media (intervalo), 78,6 ± 13,8 (35-143) lpm; destacan un segmento QT corregido máximo de 543 ms y un intervalo PR máximo de 294 ms. Las demás determinaciones se detallan en la tabla 2.

Según la clasificación utilizada: 1.321 alumnos (69%) tenían un ECG normal, 554 (29%) cumplían criterios electrocardiográficos de adaptación fisiológica y solo 36 (2%) mostraban hallazgos patológicos. Los hallazgos electrocardiográficos se muestran en la tabla 3.

Hallazgos electrocardiográficos que indican adaptación fisiológica

Se hallaron alteraciones electrocardiográficas en 590 alumnos (31%). Se clasificaron 554 ECG con hallazgos que indican adaptación fisiológica, los más frecuentes el bloqueo incompleto de rama derecha (7,22%, n = 138), criterio único de voltaje de

hipertrofia ventricular izquierda por Sokolow-Lyon (6,59%, n = 126) y bradicardia sinusal (5,39%, n = 103).

Hallazgos electrocardiográficos patológicos

Se identificaron 36 hallazgos patológicos, que se derivaron a la unidad de cardiología pediátrica para pruebas complementarias.

Tabla 2

Variables del electrocardiograma

Variables		
QRS (ms)	90,10 ± 10,68	(50-130)
QT (ms)	371,04 ± 27,69	(310-474)
QTc (ms)	417,19 ± 24,97	(315-543)
P (ms)	90,19 ± 10,33	(50-128)
PR (ms)	135,81 ± 17,87	(90-294)

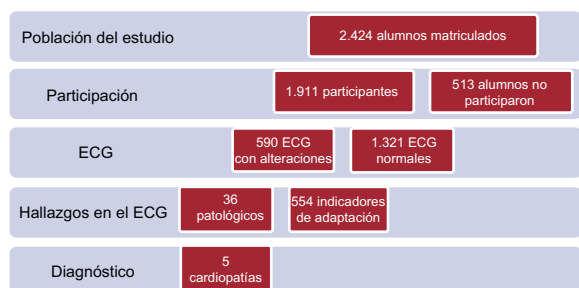
Los valores expresan media ± desviación estándar (intervalo).

Tabla 3

Hallazgos electrocardiográficos

Hallazgos electrocardiográficos	n (%)
<i>Indicadores de adaptación fisiológica (n = 554)</i>	
BRDHH incompleto	138 (7,22)
Criterio de voltaje aislado de HVI (Sokolow-Lyon)	126 (6,59)
Bradicardia sinusal (< 60 lpm)	103 (5,39)
Taquicardia sinusal (> 100 lpm)	55 (2,87)
Desviación del eje (QRS < -30° o > 120°)	48 (2,51)
Repolarización precoz	47 (2,46)
BAV de primer grado (PR > 200 ms)	14 (0,73)
Crecimiento auricular izquierdo	10 (0,52)
Extrasístoles supraventriculares	6 (0,31)
Ritmo auricular bajo	4 (0,21)
Extrasístole ventricular aislada	3 (0,15)
<i>Patológicos (n = 36)</i>	
Más de 1 criterio de HVI	8 (0,42)
Anormalidades en ST-T	7 (0,36)
Extrasístoles ventriculares	5 (0,26)
Anormalidades del segmento QTc	2 (0,10)
Sospecha de preexcitación	2 (0,10)
BRIHH completo	1 (0,05)
Más de una alteración menor en el ECG	11 (0,57)

BAV: bloqueo auriculoventricular; BRDHH: bloqueo de rama derecha del haz de His; BRIHH: bloqueo de rama izquierda del haz de His; ECG: electrocardiograma; HVI: hipertrofia ventricular izquierda.

**Figura 1.** Diagrama de flujo del estudio. ECG: electrocardiograma.

Los 3 hallazgos patológicos más frecuentes fueron: más de 1 hallazgo electrocardiográfico de adaptación fisiológica (n = 11), más de 1 criterio de hipertrofia ventricular izquierda (n = 8) y anomalías del segmento ST y/o la onda T (n = 7).

Evaluación cardiológica de los pacientes con electrocardiograma patológico

Se realizó ecocardiografía a todos los alumnos derivados, y se identificó 1 válvula aórtica bicúspide tipo I, 1 prolapso de la válvula mitral y 2 corazones con hipertrofia ventricular izquierda con septo interventricular de hasta 13 mm. En 1 paciente se sospechó una fístula coronaria por la ecocardiografía, que después se confirmó con la resonancia magnética cardíaca. Este alumno tenía alteraciones del segmento ST en el ECG. Se repitió el ECG del alumno con un segmento QT corregido máximo de 543 ms, y mostró un segmento QT corregido normalizado y sin cardiopatía estructural. Se realizó Holter de 24 h a 17 alumnos, y se identificó un bloqueo

auriculoventricular de primer grado que alternaba con bloqueo auriculoventricular de segundo grado Mobitz I, en un alumno que en la anamnesis había descrito síncope de repetición. Se realizó prueba de esfuerzo convencional a 11 alumnos, pero no se identificaron eventos arrítmicos durante el ejercicio. El alumno con bloqueo de rama izquierda en el ECG no tenía cardiopatía estructural. Finalmente, se confirmó y se ablacionó mediante estudio electrofisiológico un síndrome de Wolff-Parkinson-White en 1 paciente que practicaba deporte de alta competición. Por lo tanto, se identificó enfermedad cardíaca en el 0,3% (n = 5) de la población estudiada.

Correlación entre hallazgos electrocardiográficos patológicos y cardiopatía subyacente

La **tabla 4** resume la correlación de los hallazgos electrocardiográficos con las afecciones detectadas por pruebas complementarias. Hubo correlación en los 2 casos de hipertrofia

Tabla 4
Correlación de los hallazgos electrocardiográficos con la cardiopatía subyacente

Paciente	Año del diagnóstico	Hallazgos en el ECG	Pruebas	Diagnóstico
1	2010	BRIHH completo	ECO + Holter + PE	BRIHH completo
2		Taquiarritmia auricular	ECO + Holter	Ritmo auricular bajo
3		Extrasístoles ventriculares	ECO + Holter + PE	Válvula aórtica bicúspide tipo I
4	2011	Ondas T negativas inferiores	ECO + Holter + PE + RMNc	Fístula coronaria
5		Ondas T negativas anteriores	ECO	Sin cardiopatía
6	2012	Patrón de preexcitación	ECO + PE + EEF	Síndrome de Wolf-Parkinson-White
7		Extrasístoles ventriculares	ECO + Holter + PE	Sin cardiopatía
8		Alteración del QRS en precordiales	ECO + Holter + PE	Prolapso de válvula mitral
9	2013	Ondas T negativas inferiores	ECO + Holter + PE	Sin cardiopatía
10		Bloqueo bifascicular	ECO + Holter	Bloqueo bifascicular
11		Bradicardia sinusal marcada	ECO + Holter + PE	Sin cardiopatía
12		Bloqueo bifascicular	ECO + Holter	Bloqueo bifascicular
13		Ondas T negativas inferiores	ECO + Holter + PE	Sin cardiopatía
14		Más de 1 criterio de HVI	ECO	Corazón de deportista
15		Bradicardia sinusal marcada	ECO + Holter + PE	Sin cardiopatía
16		Más de 1 criterio de HVI	ECO	Sin cardiopatía
17		Extrasístoles ventriculares	ECO + Holter + PE	Sin cardiopatía
18	2014	Más de 1 criterio de HVI	ECO	Sin cardiopatía
19		Extrasístoles ventriculares	ECO + Holter + PE	Sin cardiopatía
20		Más de 1 criterio de HVI	ECO	Sin cardiopatía
21	2015	Bloqueo bifascicular	ECO + Holter	Bloqueo bifascicular
22		Alteraciones en ST-T	ECO	Sin cardiopatía
23		Alteraciones en ST-T	ECO	Sin cardiopatía
24		Bradicardia sinusal marcada	ECO + Holter + PE	Sin cardiopatía
25		BAV de primer grado + BAV de segundo grado Mobitz I	ECO + Holter + PE	BAV de segundo grado Mobitz I
26		Patrón de preexcitación	ECO + Holter	Sin cardiopatía
27	2016	Más de 1 criterio de HVI	ECO	Sin cardiopatía
28		Ondas T negativas inferolaterales	ECO + Holter	Sin cardiopatía
29		Más de 1 criterio de HVI	ECO	Sin cardiopatía
30		BAV de primer grado + BRDHH completo	ECO + Holter + PE	Sin cardiopatía
31	2017	Más de 1 criterio de HVI	ECO	Sin cardiopatía
32		QT alargado	ECO + Holter + PE	Sin cardiopatía
33		BAV de primer grado + BRDHH completo	ECO + Holter + PE	Sin cardiopatía
34		QT alargado	ECO + Holter + PE	Sin cardiopatía
35		Extrasístoles ventriculares	ECO + Holter	Sin cardiopatía
36		Más de 1 criterio de HVI	ECO	Corazón de deportista

BAV: bloqueo auriculoventricular; BRDHH: bloqueo de rama derecha del Haz de His; BRIHH: bloqueo de rama izquierda del Haz de His; ECO: ecocardiografía; HVI: hipertrofia ventricular izquierda; PE: prueba de esfuerzo.

ventricular izquierda en los que había alteraciones de la repolarización junto con criterios eléctricos que indican hipertrofia (Sokolow-Lyon). Estos 2 casos de hipertrofia ventricular izquierda no cumplían criterios de miocardiopatía hipertrófica, ya que los septos interventriculares eran de hasta 13 mm. Se clasificaron como corazón de deportista por la práctica regular de deporte (fútbol y baloncesto), no tener historia familiar de miocardiopatía hipertrófica y cumplir los factores favorables de la zona gris de la hipertrofia ventricular izquierda según la ESC²⁰ (ausencia de historia familiar de miocardiopatía hipertrófica, ausencia de ondas T negativas difusas en el ECG, hipertrofia ventricular izquierda simétrica y patrón diastólico normal en la ecocardiografía).

También hubo correlación en el caso de la fístula coronaria y las alteraciones en la onda T (T negativas). En el caso de las valvulopatías, no se constató una correlación clara con los hallazgos electrocardiográficos.

DISCUSIÓN

Se trata del primer estudio español que investiga las alteraciones electrocardiográficas en una amplia muestra de población joven y sana. Dos son los aspectos que destacar del presente trabajo: la alta prevalencia de hallazgos electrocardiográficos (31%), mayoritariamente indicadores de adaptación fisiológica, y la baja prevalencia de cardiopatía subyacente (0,3%).

Este estudio ha identificado un porcentaje de hallazgos electrocardiográficos mayor que otras series anteriores^{6,21}. Los criterios utilizados, la población de estudio, la interpretación y la heterogeneidad de los hallazgos electrocardiográficos indicadores de adaptación fisiológica usados en las distintas series pueden explicar estas diferencias. Este cribado cardiovascular se inició el curso académico 2009-2010 y utilizó los criterios electrocardiográficos descritos por Corrado et al.¹⁹ modificados, que excluían el criterio aislado de hipertrofia ventricular izquierda como hallazgo electrocardiográfico patológico para tratar de reducir la tasa de falsos positivos. Dhutia et al.²² compararon distintos criterios electrocardiográficos, y concluyeron que las nuevas actualizaciones mejoraban la eficiencia del cribado cardiovascular. En este trabajo se añadieron otras modificaciones basadas en la evidencia descrita para minimizar los falsos positivos, definiendo el crecimiento auricular izquierdo y la desviación del eje como hallazgos electrocardiográficos indicadores de adaptación fisiológica²³. Se utilizó el ECG como prueba de cribado de acuerdo con los resultados del metanálisis de Harmon et al.²⁴, que compararon el cribado cardiovascular mediante historia clínica, examen físico o ECG, e identificaron que el ECG es la estrategia más eficiente para detectar cardiopatía subyacente. El ECG es un instrumento diagnóstico no invasivo, barato, rápido y reproducible, imprescindible en cardiología. Tiene buenas sensibilidad y especificidad para la detección de cardiopatías causantes de MSC, pero sigue en controversia su uso sistemático en la población general^{25,26}. En jóvenes la evidencia es escasa; no obstante, hay consenso a favor de cribar con ECG a los deportistas²⁷.

En Japón, el cribado sistemático en una población juvenil sana mostró una prevalencia de cardiopatía subyacente del 0,01-0,04% de los estudiantes de secundaria²⁸ utilizando unos criterios electrocardiográficos actualmente obsoletos. Otro estudio asiático mostró una prevalencia de ECG patológicos del 7% utilizando criterios electrocardiográficos distintos⁵. Las cardiopatías más prevalentes detectadas en los cribados con ECG son el síndrome de Wolff-Parkinson-White, las anomalías congénitas de las arterias

coronarias y la miocardiopatía hipertrófica²⁹. Esos datos concuerdan con este trabajo, que ha detectado 1 síndrome de Wolff-Parkinson-White, 1 anomalía coronaria y 2 casos de hipertrofia ventricular izquierda que no cumplían criterios de miocardiopatía hipertrófica. No se detectaron casos de displasia arritmogénica del ventrículo derecho ni canalopatías.

Se halló una baja correlación entre los hallazgos electrocardiográficos y la cardiopatía subyacente. Challoumas et al.³⁰ describieron una correlación entre fistulas coronarias y alteraciones electrocardiográficas de la onda T. En el caso de la preexcitación, se confirmó que se trataba de un síndrome de Wolff-Parkinson-White. Sin embargo, la detección de la válvula aorta bicúspide y del prolapso valvular mitral podría haber sido fortuita. No se detectó ningún caso de miocardiopatía hipertrófica y solo se hallaron 2 casos de corazón del deportista. Sigue siendo un reto distinguir cuándo un hallazgo electrocardiográfico es patológico o indica adaptación fisiológica, su correcta clasificación tiene importantes consecuencias en el tratamiento.

Las causas de MSC son diversas, con una baja proporción de cardiopatía subyacente, y mayoritariamente son indetectables en el ECG. El sobrediagnóstico de cardiopatías estructurales en pacientes asintomáticos puede generar un estrés emocional a los alumnos afectados y un sobrecoste del sistema de salud con pruebas complementarias innecesarias. La detección de alteraciones patológicas o cardiopatía estructural no implica la modificación favorable de su pronóstico, ni garantía de que no empeore el pronóstico por iatrogenia. Hoy en día existen dudas razonables con respecto a la eficacia y la seguridad del cribado cardiovascular mediante ECG.

CONCLUSIONES

En una población juvenil no seleccionada, el cribado cardiovascular mediante ECG detectó un 31% de alteraciones electrocardiográficas, mayoritariamente indicadoras de adaptación fisiológica. Se identificó cardiopatía subyacente en 1 de cada 7 alumnos con ECG patológico, aunque la prevalencia general de cardiopatía subyacente en la población estudiada fue baja. Considerando los resultados de este estudio, el equipo investigador concluye que sigue habiendo dudas razonables con respecto a la eficacia y la seguridad del ECG como instrumento de cribado cardiovascular masivo en población juvenil sana.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Atención Primaria de Banyoles, el Ayuntamiento de Banyoles, la Facultad de Medicina de la Universidad de Girona y el Colegio Oficial de Médicos de Girona.

FINANCIACIÓN

El estudio se financió parcialmente con una ayuda a la investigación del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Ningún autor de este artículo ha recibido remuneración económica.

CONFLICTO DE INTERESES

No se declara ninguno.

¿QUÉ SE SABE DEL TEMA?

- Se recomienda el cribado electrocardiográfico sistemático en deportistas para la prevención de la MSC, pero hay poca evidencia del cribado electrocardiográfico sistemático en población general con los criterios electrocardiográficos actuales. La detección precoz de cardiopatías subyacentes causantes de la MSC de jóvenes es un importante reto de salud pública, pues se trata de un evento fatal en individuos aparentemente sanos.

¿QUÉ APORTA DE NUEVO?

- Este estudio aporta datos descriptivos de los hallazgos electrocardiográficos de una muestra poblacional amplia y representativa de jóvenes estudiantes de secundaria. La prevalencia de hallazgos electrocardiográficos fue alta, aunque mayoritariamente indicadores de adaptaciones fisiológicas, y se identificó cardiopatía subyacente en solo el 0,3% de la población.

BIBLIOGRAFÍA

1. Maron BJ, Haas TS, Doerer JJ, Thompson PD, Hodges JS. Comparison of U.S. and Italian experiences with sudden cardiac deaths in young competitive athletes and implications for preparticipation screening strategies. *Am J Cardiol.* 2009;104:276–280.
2. Chandra N, Bastiaenen R, Papadakis M, Sharma S. Sudden cardiac death in young athletes practical challenges and diagnostic dilemmas. *J Am Coll Cardiol.* 2013;61:1027–1040.
3. Kubus P, Janousek J. Sudden cardiac death in children and young adults – epidemiology and prevention. *Cor Vasa.* 2012;54:223–226.
4. Corrado D, Basso C, Schiavon M, Pelliccia A, Thiene G. Pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden cardiac death. *J Am Coll Cardiol.* 2008;52:1981–1989.
5. Landau DA, Grossman A, Sherer Y, et al. Physical examination and ECG screening in relation to echocardiography findings in young healthy adults. *Cardiology.* 2008;109:202–207.
6. Ng CT, Ong HY, Cheok C, Chua TS, Ching CK. Prevalence of electrocardiographic abnormalities in an unselected young male multi-ethnic South-East Asian population undergoing pre-participation cardiovascular screening: results of the Singapore Armed Forces Electrocardiogram and Echocardiogram screening. *Europace.* 2012;14:1018–1024.
7. Taskai H, Hamasaki Y, Ichimaru T. Mass screening for heart disease of school children in Saga City: 7-year follow up study. *Jpn Circ J.* 1987;51:1415–1420.
8. Haneda N, Mori C, Nishio T, et al. Heart diseases discovered by mass screening in the schools of Shimane Prefecture over a period of 5 years. *Jpn Circ J.* 1986;50:1325–1329.
9. Martín M, Rodríguez-Reguero JJ, Calvo D, et al. Usefulness of the ECG in the Sports Screening of Footballers Affiliated to a Regional Sports Federation. *Rev Esp Cardiol.* 2008;61:426–429.
10. Grazioli G, Sanz de la Garza M, Vidal B, et al. Prevention of sudden death in adolescent athletes: Incremental diagnostic value and cost-effectiveness of diagnostic tests. *Eur J Prev Cardiol.* 2017;24:1446–1454.
11. Leslie LK, Cohen JT, Newburger JW, et al. Costs and benefits of targeted screening for causes of sudden cardiac death in children and adolescents. *Circulation.* 2012;125:2621–2629.
12. Saul JP, Gidding SS. ECG Screening for sudden cardiac death in children and adolescents is it money well spent? Is there an optimal age for screening? *Circulation.* 2012;125:2560–2562.
13. Corrado D, Pelliccia A, Bjørnstad HHM, et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol consensus statement of the study group of sport cardiology of the working group of cardiac rehabilitation and exercise physiology and the working group of myocardial and pericardial diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2005;26:516–524.
14. Sharma S, Drezner JA, Baggish A, et al. International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69:1057–1075.
15. Drezner JA, Sharma S, Baggish A, et al. International criteria for electrocardiographic interpretation in athletes: consensus statement. *Br J Sport Med.* 2017;51:704–731.
16. Sharma S, Drezner JA, Baggish A, et al. International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes. *Eur Heart J.* 2018;39:1466–1480.
17. Recording a standard 12-lead electrocardiogram: an approved methodology. *Br Cardiovasc Soc.* 2013;1:1–13.
18. Assembly G. WMA Declaration of Helsinki - Ethical principles for medical research involving human subjects. 2013;310:2191–2194.
19. Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, et al. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J.* 2010;31:243–259.
20. Mont L, Pelliccia A, Sharma S, et al. Pre-participation cardiovascular evaluation for athletic participants to prevent sudden death: Position paper from the EHRA and the EACPR, branches of the ESC. Endorsed by APhRS, HRS, and SOLAECE. *Europace.* 2017;19:139–163.
21. Tanaka Y, Yoshinaga M, Anan R, et al. Usefulness and cost effectiveness of cardiovascular screening of young adolescents. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:2–6.
22. Dhutia H, Malhotra A, Gabus V, et al. Cost implications of using different ECG criteria for screening young athletes in the United Kingdom. *J Am Coll Cardiol.* 2016;68:702–711.
23. Gati S, Sheikh N, Ghani S, et al. Should axis deviation or atrial enlargement be categorised as abnormal in young athletes? The athlete's electrocardiogram: time for re-appraisal of markers of pathology. *Eur Heart J.* 2013;34:3641–3648.
24. Harmon KG, Zigman M, Drezner JA. The effectiveness of screening history, physical exam, and ECG to detect potentially lethal cardiac disorders in athletes: A systematic review/meta-analysis. *J Electrocardiol.* 2015;48:329–338.
25. Chaitman BR. An electrocardiogram should not be included in routine preparticipation screening of young athletes. *Circulation.* 2007;116:2616–2615.
26. Myerburg RJ, Vetter VL. Electrocardiograms should be included in preparticipation screening of athletes. *Circulation.* 2007;116:2616–2626.
27. Van Brabant H, Desomer A, Gerkens S, Neyt M. Harms and benefits of screening young people to prevent sudden cardiac death. *BMJ.* 2016;353:1–5.
28. Weiner RB, Hutter AM, Wang F, et al. Performance of the 2010 European Society of Cardiology criteria for ECG interpretation in athletes. *Heart.* 2011;97:1573–1577.
29. De Bacquer D, De Backer G, Kornitzer M. Prevalences of ECG findings in large population based samples of men and women. *Heart.* 2000;84:625–633.
30. Chaloumas D, Pericleous A, Dimitrakaki IA, Danelatos C, Dimitrakakis G. Coronary arteriovenous fistulae: a review. *Int J Angiol.* 2014;1:1–10.