

«El corazón del deportista»: hallazgos electrocardiográficos más frecuentes

Araceli Boraita Pérez y Luis Serratosa Fernández

Centro Nacional de Medicina del Deporte. Consejo Superior de Deportes. Madrid.

arritmias/ conducción cardíaca/ deportes/ ejercicio físico/ electrocardiografía/ frecuencia cardíaca/ función cardíaca/ hipertrofia ventricular izquierda/ síndrome de Wolff-Parkinson-White

El entrenamiento produce una serie de adaptaciones morfológicas y funcionales cardíacas que se manifiestan en cambios muy diversos en el electrocardiograma del deportista. Los trastornos del ritmo y la frecuencia cardíaca son los hallazgos más comunes, y de ellos la bradicardia sinusal la alteración más habitual. Con frecuencia encontramos trastornos inespecíficos de la conducción intraventricular, pero los bloqueos fasciculares y tronculares son infrecuentes, siendo el incompleto de rama derecha el de mayor prevalencia. Aunque el intervalo PR puede estar alargado, la aparición de bloqueos auriculoventriculares de primer grado y de segundo grado tipo I depende de la susceptibilidad individual del deportista. Los bloqueos auriculoventriculares de segundo grado avanzado y de tercer grado son excepcionales, y ante este hallazgo siempre hay que descartar una patología orgánica de base. Aunque un alto voltaje del QRS es el hallazgo más significativo en deportistas varones, su correlación con la demostración de hipertrofia ventricular izquierda es baja. En el segmento ST, el patrón de repolarización precoz es típico del deportista. En presencia de bradicardia sinusal, también son frecuentes las ondas T vagotónicas y las ondas U. Las taquiarritmias y arritmias por aumento del automatismo son escasas y generalmente benignas, siendo el predominio del tono vagal el responsable de la abolición no sólo de los marcapasos fisiológicos sino también de los focos ectópicos. Aunque por sí solo, el síndrome de Wolff-Parkinson-White no contraindica la práctica deportiva, el riesgo de muerte súbita hace necesaria la realización de un reconocimiento cardiológico exhaustivo. Ni el deporte es arritmógeno ni predispone a padecer arritmias ventriculares malignas.

«ATHLETE'S HEART»: MOST COMMON ELECTROCARDIOGRAPHIC FINDINGS

The morphological and functional cardiac adaptations induced by physical training may be reflected in several athlete's electrocardiographic variants. Rhythm and heart rate disturbances are the most common findings, and sinus bradycardia is the most frequent adaptation. Non-specific intraventricular conduction delay and incomplete right bundle branch block are also frequent, but other bundle branch and fascicular blocks are extremely rare. While the atrioventricular conduction may be prolonged, the occurrence of first degree and type I second degree atrioventricular blocks depends on the individual's susceptibility. Advanced second and third degree atrioventricular blocks are exceptional, and when present, the possibility of underlying heart disease must be excluded. High QRS voltage is more frequent in male athletes, but its correlation with left ventricular hypertrophy is low. The ST segment elevation in the so called «early repolarization» pattern is typical of the athlete's electrocardiogram. Vagotonic or high T wave voltages and U waves are also frequent when sinus bradycardia is present. Tachyarrhythmias and increased automatism arrhythmias are rare and usually benign. The increased vagal tone is responsible for the suppression of the physiological and ectopic pacemakers. While Wolff-Parkinson-White syndrome per se does not exclude an athlete from sports activity, the risk of a sudden death makes it mandatory to perform an exhaustive cardiac evaluation. We may conclude that no sport can be considered arrhythmogenic or as a predisposing factor for malignant ventricular arrhythmias.

(*Rev Esp Cardiol* 1998; 51: 356-368)

Correspondencia: Dra. A. Boraita Pérez.
Pintura, 60. Pozuelo de Alarcón. 28224 Madrid.

INTRODUCCIÓN

La actividad deportiva induce una serie de adaptaciones morfológicas y funcionales en el corazón humano directamente relacionadas con el tipo, duración

e intensidad del entrenamiento, y con los años de práctica deportiva. Su expresión clínica depende de factores genéticos, metabólicos, humorales y, en gran medida, del tipo de entrenamiento. Estas adaptaciones sólo aparecen con aquellos deportes en los que predomina el ejercicio dinámico, y en los que el aporte de O₂ a los músculos en activo se realiza fundamentalmente a partir del metabolismo aeróbico. Por el contrario, los deportes con predominio del ejercicio estático o explosivo y una demanda energética fundamentalmente anaeróbica apenas producen modificaciones morfológicas o funcionales cardíacas.

Desde los años 60, los cambios encontrados en el electrocardiograma (ECG) del deportista han sido considerados como expresión de estas adaptaciones. Numerosas alteraciones electrocardiográficas, incluidas las taquiarritmias, han sido en alguna ocasión atribuidas a la práctica deportiva. El objetivo de esta revisión es analizar los hallazgos más frecuentes en el ECG del deportista, y establecer su significado clínico e implicaciones pronósticas.

TRASTORNOS DE LA FRECUENCIA CARDÍACA Y DEL RITMO

Es un hecho frecuente que los individuos que practican ejercicio físico de forma regular tengan frecuencias cardíacas más bajas que los sujetos sedentarios de la misma edad. Esta realidad, que se puede observar a todas las edades, ha quedado demostrada en algunos trabajos clásicos que, mediante registro electrocardiográfico ambulatorio, han observado cómo las frecuencias cardíacas (FC) máxima, media y mínima de deportistas jóvenes de alto nivel (ciclistas, corredores de larga distancia, esquiadores y jugadores de baloncesto) eran significativamente menores a las de los controles¹⁻³. Strauzenberg⁴ también observó una tendencia, estadísticamente no significativa, a la disminución de los valores de FC basal, en un grupo de 69 varones de 63 ± 4 años de edad tras un programa de 12 semanas de entrenamiento. El grado de disminución de la FC en reposo depende de múltiples factores como la frecuencia intrínseca del nodo sinusal, el tono simpático propio del individuo y el incremento de actividad del sistema parasimpático.

Bradicardia sinusal

La bradicardia sinusal entre 40 y 60 lat/min es, sin ninguna duda, el trastorno del ritmo más frecuente en el individuo entrenado, pero su incidencia varía sensiblemente en función del tipo e intensidad del entrenamiento, con una prevalencia muy variable que oscila desde el 4-8% en la población no seleccionada hasta el 50-100% en deportes de resistencia aeróbica⁵ (tablas 1 y 2). Aunque en los deportes predominantemente aeróbicos puede observarse una bradicardia sinusal entre

TABLA 1
Incidencia de bradiarritmias en el ECG basal en deportistas de alto nivel del CNI y CD

	Varones (%)	Mujeres (%)	Total (%)
Bradicardia sinusal (< 50 lat/min)	119 (19,8)	42 (13)	161 (17,5)
Ritmo nodal	5 (0,8)	1 (0,3)	6 (0,65)
Bloqueo auriculoventricular de primer grado	9 (1,5)	–	9 (0,9)
Bloqueo auriculoventricular de segundo grado (Mobitz 1)	2 (0,33)	1 (0,3)	3 (0,32)
Número	599	323	922

CNI y CD: Centro Nacional de Investigación y Ciencias del Deporte.

TABLA 2
Incidencia de bradiarritmias en el ECG Holter en deportistas de alto nivel del CNI y CD

	Varones (%)	Mujeres (%)	Total (%)
Bradicardia sinusal (< 50 lat/min)	23 (18)	6 (14,6)	29 (17,1)
Bloqueo sinoauricular	13 (10,1)	4 (9,7)	17 (10)
Ritmo nodal	3 (2,3)	1 (2,4)	4 (2,4)
Bloqueo auriculoventricular de primer grado	10 (7,8)	3 (7,3)	13 (7,7)
Bloqueo auriculoventricular de segundo grado Mobitz I	7 (5,5)	4 (9,7)	11 (6,5)
Bloqueo auriculoventricular de segundo grado Mobitz II	4 (3,1)	–	4 (2,4)
Número	128	41	169

CNI y CD: Centro Nacional de Investigación y Ciencias del Deporte.

40 y 50 lat/min con relativa frecuencia, bradicardias inferiores a 40 lat/min son difíciles de encontrar incluso en atletas de fondo con alto nivel de entrenamiento⁶ (fig. 1). El hecho de que la media de los valores de FC encontrados en los estudios realizados con atletas de ultraresistencia oscile alrededor de 53 ± 10 lat/min demuestra que incluso en deportes de alto componente dinámico la bradicardia sinusal es moderada⁷. En el registro Holter de corredores veteranos de larga distancia es posible encontrar FC muy bajas, con episodios nocturnos de bradicardia sinusal extrema (< 35 lat/min). En éstos, es mucho más frecuente la presencia de pausas patológicas nocturnas y bloqueos auriculoventriculares de grado variable que, sin embargo, mantienen variaciones circadianas y desaparecen con el ejercicio como en los deportistas jóvenes. Estas diferencias se atribuyen a una disfunción del nodo sinusal y del nodo auriculoventricular, secundaria al propio

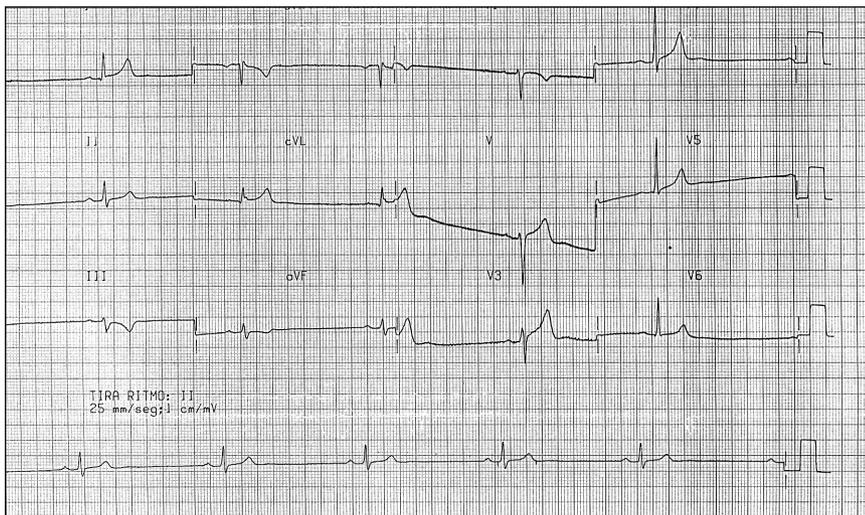


Fig. 1. Judoca, varón de 33 años con bradicardia sinusal severa a 33 lat/min y conducción auriculoventricular normal (210 ms).

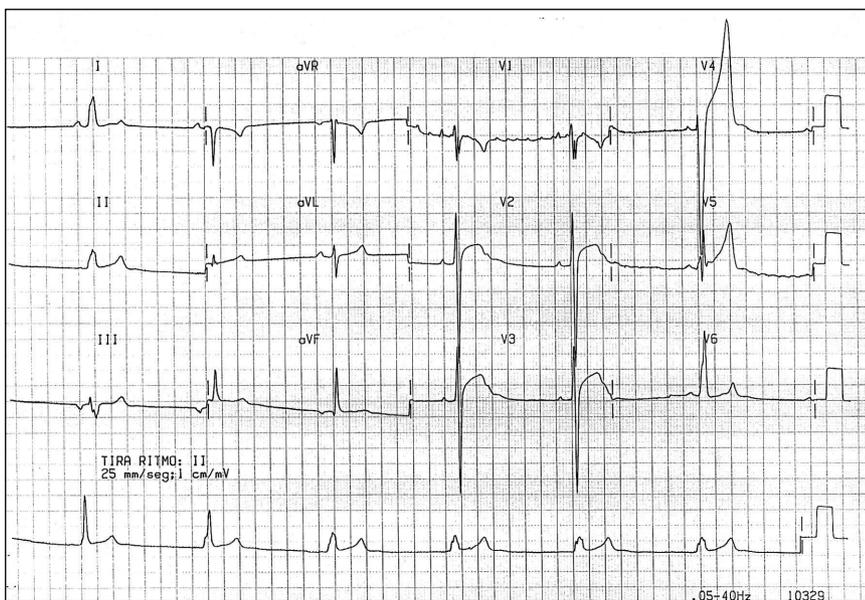


Fig. 2. Atleta de fondo, varón de 30 años, con bradicardia sinusal moderada a 42 lat/min y conducción auriculoventricular normal (190 ms), repolarización precoz, ondas T vagotónicas. En la tira de ritmo se observa un ritmo de escape idioventricular a 39 lat/min.

envejecimiento y que se ve favorecida por el entrenamiento⁸.

En los casos de bradicardia sinusal severa, el ritmo sinusal suele competir con un ritmo nodal. Se observa entonces una típica disociación auriculoventricular isorrítmica, siendo sin embargo excepcional encontrar ritmos de escape ventricular. En nuestra experiencia, tras una revisión de 1.964 electrocardiogramas de deportistas de alto nivel de distintas especialidades, sólo hemos podido constatar un caso de ritmo de escape idioventricular en un atleta juvenil de carrera de larga distancia⁹ (fig. 2).

Arritmias sinusales y auriculares

En el 15-20% de los electrocardiogramas con bradicardia sinusal puede observarse una arritmia sinusal¹⁰, de tipo respiratorio en los más jóvenes, y en la mayo-

ría de los casos difícilmente encuadrable dentro de un tipo concreto de bloqueo sinoauricular. En el registro Holter de una serie de 169 deportistas (128 varones y 41 mujeres), hemos encontrado bloqueo sinoauricular de segundo grado tipo I en el 10,1% (13 casos) de los varones y en el 9,7% (4 casos) de las mujeres (tabla 2). Ninguno de ellos presentaba estos trastornos en el ECG de reposo¹¹.

La presencia de marcapasos migratorio en la aurícula derecha es un hallazgo frecuente, cuya incidencia varía según la población estudiada, del 13,5-69% en deportistas hasta el 20% en la población general¹² (fig. 3). La incidencia de ritmos auriculares izquierdos es excepcional (fig. 4), pero hay algunos deportes como el buceo en apnea, que por sus especiales características, se asocian a arritmias auriculares en forma de extrasistolia auricular frecuente múltiple y extrasistolia ventricular de tipo bigeminado. Sin embargo, la

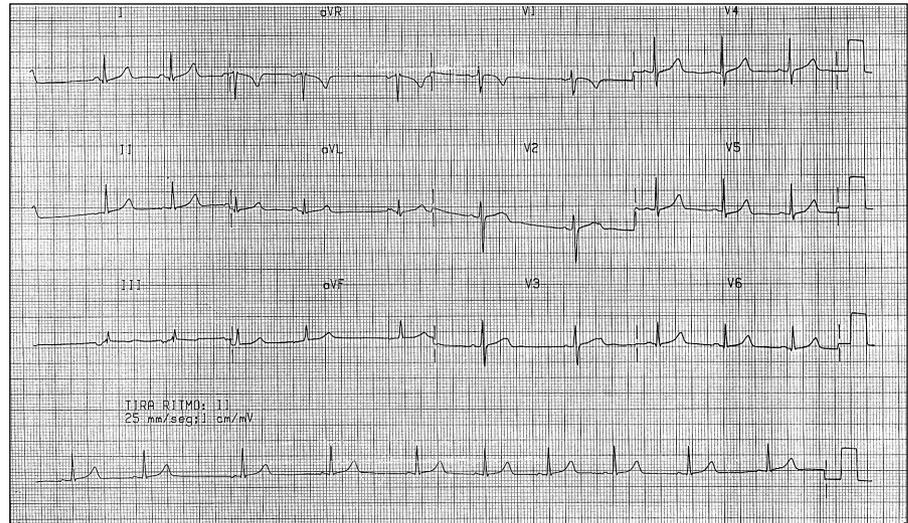


Fig. 3. Arritmia sinusal respiratoria y marcapasos migratorio en una piragüista (kayak) de 16 años.

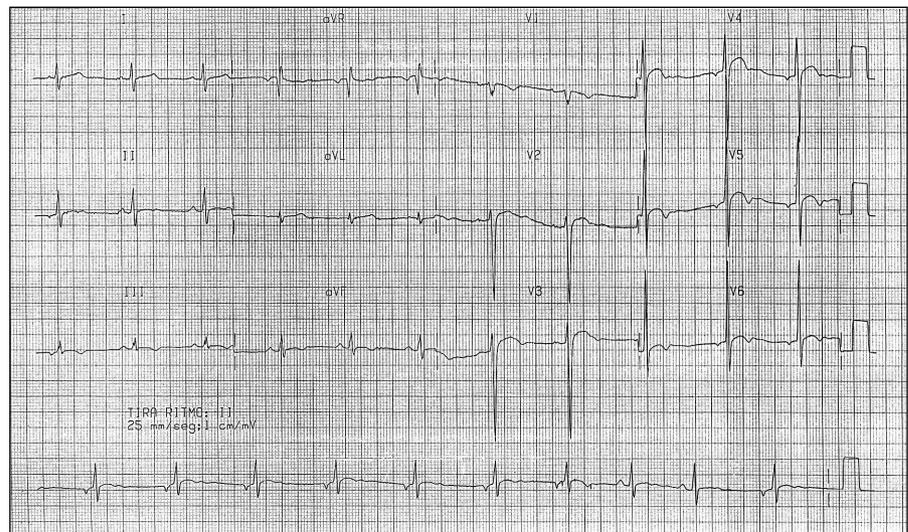


Fig. 4. Marcapasos auricular izquierdo en un atleta de fondo, varón de 26 años.

bradicardia sinusal sigue siendo la alteración del ritmo más frecuente en estos deportistas durante la ascensión, y el grado de la bradicardia está directamente relacionado con el número de inmersiones¹³.

Las pausas sinusales se consideran, por lo general, un hallazgo frecuente en los deportistas (fig. 5). Zehender considera que hasta un tercio de los deportistas presentan pausas superiores a 2 s, dato que concuerda con los hallazgos de Viitasalo, que las encontró en el 37,1% de sus 35 deportistas estudiados. Sin embargo, estas cifras no pueden ser extrapoladas a cualquier población de deportistas aunque sean de alto nivel, siendo la incidencia de pausas superiores a 2 s baja y similar a la encontrada en la población general. La génesis y el significado de estas alteraciones del ritmo son similares a los de la bradicardia sinusal, y se atribuyen, por tanto, a un aumento del tono vagal.

Aunque la bradicardia sinusal es un signo de adaptación aeróbica, no implica que necesariamente los deportistas que la presenten tengan volúmenes ventriculares aumentados. De hecho, es posible encontrar deportistas con FC de reposo entre 45 y 50 lat/min y dimensiones diastólicas del ventrículo izquierdo no aumentadas, debiéndose en estos casos a factores dependientes del tono vagal individual, que condicionan la magnitud de respuesta al entrenamiento.

TRASTORNOS DE LA CONDUCCIÓN

Auricular

Aunque el entrenamiento no produce grandes cambios en la morfología, duración y voltaje de la onda P, se pueden encontrar ondas P melladas con una dura-

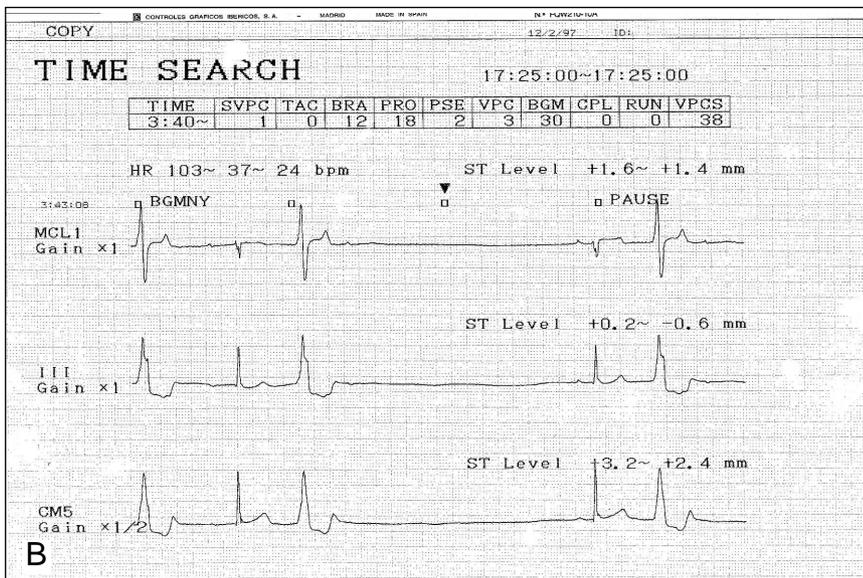
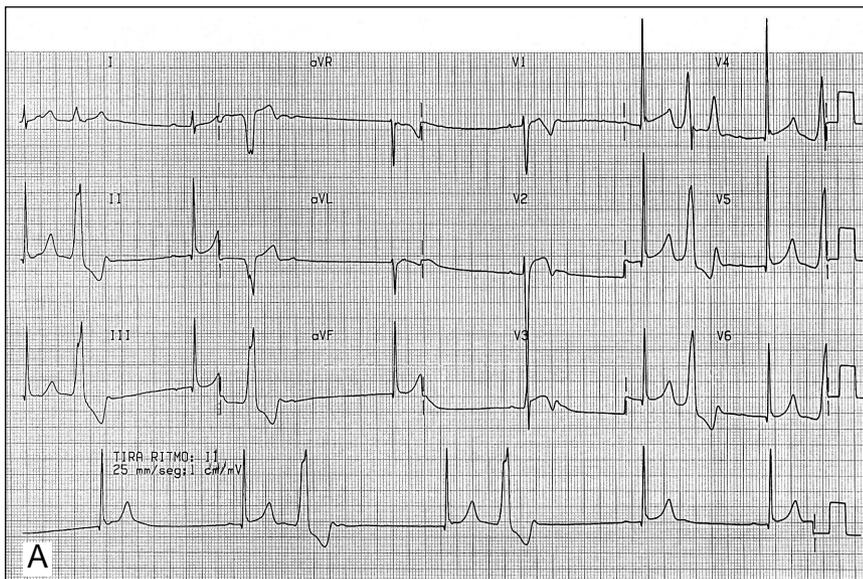


Fig. 5. A: ECG basal de un ciclista de fondo en carretera, varón de 20 años, con bradicardia sinusal severa a 38 lat/min y extrasistolia ventricular frecuente por foco ectópico en el tracto de salida del ventrículo derecho, ritmo de escape nodal, repolarización precoz y ondas T vagotónicas; B: pausa sinusal nocturna de 2.960 ms y clara influencia vagal en el Holter del mismo deportista.

ción alargada, que se consideran secundarias a un trastorno en la conducción interauricular propio de una hipervagotonía, con una incidencia del 2% en la población deportiva general⁹. Estos cambios no se correlacionan con las dimensiones auriculares por ecocardiografía.

Ventricular

Un hallazgo habitual en el ECG del deportista es la presencia de un trastorno en la conducción intraventricular, en forma de melladuras y muescas en la rama ascendente de la R, en derivaciones de cara inferior y en V1-V2, que puede asociarse con un ligero incremento de la anchura del QRS. Estos hallazgos se atribuyen a un retraso en la despolarización ventricular secundario al aumento de masa ventricular. Sin em-

bargo, no es muy común encontrar bloqueos fasciculares ni tronculares, y el bloqueo incompleto de rama derecha es el más frecuente. La prevalencia de este último puede depender en gran medida de la población estudiada, y puede encontrarse alrededor del 14% en la población deportiva general, que es similar a lo encontrado en la población general (10%). En algunos estudios realizados en deportistas de resistencia aeróbica llega a ser del 50%⁵, aunque este porcentaje es extremadamente alto comparado con el encontrado en deportistas de ultrarresistencia (4%) por Douglas et al⁷ y por nuestro grupo. Pensamos que esta gran disparidad de resultados se basa en diferencias metodológicas fundamentadas en la diferente población estudiada y, por supuesto, en la rigidez de los criterios diagnósticos. Aunque sin que se haya podido establecer una correlación lineal, este retraso en la conduc-

ción por la rama derecha se ha relacionado con un incremento de tamaño de la cavidad ventricular derecha secundario a un mayor retorno venoso, que es un hallazgo muy frecuente en deportes de resistencia aeróbica.

El hallazgo de bloqueos completos de rama derecha y de rama izquierda es excepcional. En nuestra serie no hemos encontrado ningún caso de bloqueo completo de rama izquierda, y en el grupo de corredores de ultraresistencia este trastorno se encontró en un 2%⁷. En cuanto a los bloqueos fasciculares, sólo hemos registrado 5 casos de hemibloqueo anterior de rama izquierda y ningún caso de hemibloqueo posterior⁹.

Auriculoventricular

Aunque el intervalo PR puede estar alargado en relación con la hipertonia vagal, la aparición de bloqueos auriculoventriculares de primer y/o segundo grado tipo I depende en gran medida de la susceptibilidad individual del deportista. Si consideramos al total de la población de deportistas, el PR se mantiene dentro del rango de normalidad. En nuestra serie⁹, el valor medio del PR fue de $150 \pm 0,55$ ms, pero en deportes con predominio del entrenamiento de tipo aeróbico es frecuente encontrar un intervalo PR en el límite alto de la normalidad.

Dependiendo de la población estudiada, la incidencia del bloqueo auriculoventricular de primer grado puede llegar hasta a un 6-7%, valor muy superior al encontrado en la población general⁵. La incidencia de bloqueo auriculoventricular mediante Holter en los estudios clásicos de Palatini, Talan y Viitasalo, oscila entre el 27,5 y el 40% para el de primer grado, y el 15 y el 22% para el de segundo grado tipo I, frente al 5 y al 2,5%, respectivamente, de los grupos controles (tablas 3 y 4). Únicamente Viitasalo encontró bloqueo auriculoventricular de segundo grado tipo II en el 8,6% de sus deportistas. En ninguno de estos tres trabajos aparecieron deportistas con bloqueo auriculoventricular de tercer grado¹⁻³. En su revisión, Zehender encuentra una incidencia de bloqueo auriculoventricular de primer grado entre el 10 y el 33%. Mientras que Nakamoto encuentra hasta un 10% de incidencia de bloqueo auriculoventricular de segundo grado en el ECG de reposo de 25 corredores de maratón, Myetes et al sólo encuentran un 2,4% en un total de 126 corredores de larga distancia^{14,15}.

En el ECG basal, hemos encontrado bloqueo auriculoventricular de primer grado en un 1,5% de los deportistas varones, y de segundo grado tipo I en un 0,3% de los varones y de las mujeres (tabla 1). Sin embargo, en la población de deportistas estudiados mediante Holter (tabla 2), la incidencia de bloqueo auriculoventricular de primer grado asciende hasta el 7,8% en los varones y el 7,3% en las mujeres. El bloqueo auriculo-

TABLA 3
Población de deportistas varones estudiada mediante Holter

Autor	Número	Controles	Deporte
Palatini	40	40	Carrera larga distancia y ciclismo
Talan	20	50	Carrera larga distancia
Viitasalo	35	35	Carrera larga distancia, esquí y baloncesto
CNI y CD	128	-	Multidisciplinario

CNI y CD: Centro Nacional de Investigación y Ciencias del Deporte.

TABLA 4
Incidencia de bloqueo auriculoventricular en deportistas varones, mediante monitorización ambulatoria electrocardiográfica (Holter)

Autor	Primer grado		Segundo grado Mobitz I		Segundo grado Mobitz II	
	Número (%)	Control (%)	Número (%)	Control (%)	Número (%)	Control (%)
Palitini	27,5	5	15	2,5	-	-
Talan	40	6	-	-	-	-
Viitasalo	37,1	14,3	22,9	5,7	8,6	-
CNI y CD	7,8	-	5,5	-	3,1	-

CNI y CD: Centro Nacional de Investigación y Ciencias del Deporte.

ventricular de segundo grado tipo I aparece en el 5,5% de los varones y en el 9,7% de las mujeres, siendo la incidencia del bloqueo auriculoventricular de segundo grado tipo II del 3,1% en los varones y nula en las mujeres, lo que supone una incidencia similar a la encontrada en adultos jóvenes^{16,17}. Aunque estas cifras pueden parecer muy inferiores a las encontradas en otras series, esto puede deberse a las diferentes poblaciones estudiadas (tablas 3 y 4).

Como puede apreciarse en la casi totalidad de los estudios, la aparición de bloqueos auriculoventriculares de segundo grado avanzado y de tercer grado es excepcional. En un total de 3.519 deportistas de alto nivel, nosotros no hemos registrado ningún caso de bloqueo auriculoventricular de grado avanzado. Por tanto, ante un bloqueo de este tipo siempre hay que realizar una minuciosa evaluación clínica y descartar la presencia de cardiopatía orgánica de base.

En resumen, las bradiarritmias por hipertonia vagal pueden considerarse parafisiológicas, están favorecidas por el entrenamiento continuado y suelen ser asintomáticas^{1,18}. De forma característica pueden abolirse con atropina, desaparecen tras hiperventilación y con el inicio del ejercicio, y habitualmente disminuyen con el desentrenamiento.

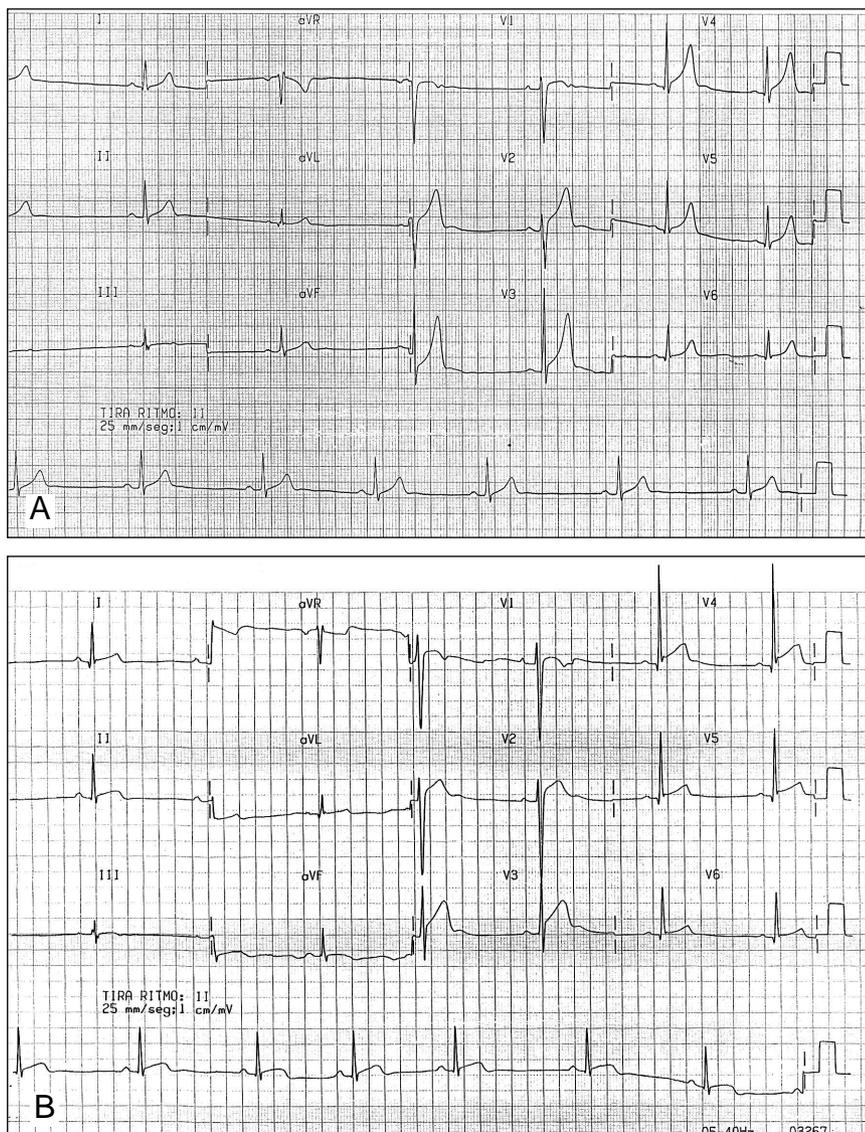


Fig. 6. Evolución del voltaje del QRS en un ciclista varón de fondo en carretera, desde los 17 (A) hasta los 23 años (B) en que ya se aprecian signos de hipertrofia ventricular izquierda.

MODIFICACIONES EN EL VOLTAJE

Onda P

La amplitud de la onda P puede ser mayor en los deportistas que en los sujetos sedentarios¹⁹; este hallazgo es más frecuente cuanto mayor sea la edad de los deportistas estudiados. No obstante, esta onda sufre pocas modificaciones, por lo que ante grandes anomalías siempre debe descartarse una cardiopatía subyacente.

Complejo QRS

Un QRS de alto voltaje en las derivaciones precordiales es un hallazgo bastante frecuente (fig. 6). Considerado como un signo de crecimiento ventricular en el pasado, la correlación entre los dos hallazgos oscila entre el 8-9% y el 76-90% según los trabajos analiza-

dos. Ello se debe a la heterogeneidad de los casos analizados y a los criterios utilizados⁵, por lo que es posible encontrar desde una alta prevalencia de hipertrofia ventricular izquierda (HVI) en corredores de velocidad y futbolistas²⁰, hasta tratarse de un hallazgo infrecuente en mujeres deportistas. De hecho, tanto en las deportistas de velocidad como en las de resistencia, el hallazgo de signos electrocardiográficos de HVI por criterios de voltaje y de no voltaje resulta infrecuente. Si bien es posible que la amplitud del QRS sea mayor en todas las derivaciones, las diferencias con respecto a los controles no son significativas. Además, la puntuación de Romhilt-Estes en las mujeres resulta no discriminativa²¹.

En contra de la creencia general que presupone un elevado porcentaje de HVI en los deportistas, tanto la presencia de criterios electrocardiográficos como la demostración por ecocardiografía son poco frecuentes.

TABLA 5
Incidencia de hipertrofia ventricular izquierda en el ECG en una población general de deportistas de alto nivel del CNI y CD

	Número	HVI	HVI (%)
Varones	1.375	233	17
Mujeres	706	17	2,4
Total	2.085	250	12

CNI y CD: Centro Nacional de Investigación y Ciencias del Deporte.

TABLA 6
Incidencia de hipertrofia ventricular izquierda por ECO en una población general de deportistas de alto nivel del CNI y CD

	Número	HVI	HVI (%)
Varones	1.237	91	7,35
Mujeres	627	16	2,55
Total	1.864	117	6,27

CNI y CD: Centro Nacional de Investigación y Ciencias del Deporte.

En nuestra experiencia, sólo un 12% de los deportistas de elite españoles presentan signos de HVI por criterios de voltaje en el ECG basal. Al separar a los varones y a las mujeres, la proporción es de un 17 y un 2,4%, respectivamente. Sólo un 6,27% del global, un 7,35% de los varones y un 2,55% de las mujeres de esta misma población presentan HVI en la ecocardiografía (tablas 5 y 6).

Si agrupamos los deportes en relación con su componente dinámico y estático según la clasificación de Mitchell²² (tabla 7), podemos establecer 9 subgrupos que engloban desde deportes con bajo componente dinámico y estático (IA) y muy baja demanda cardiovascular, hasta deportes con gran componente dinámico y estático (IIIC) y muy alta demanda cardiovascular. En las tablas 8, 9 y 10 se reflejan los porcentajes de HVI por criterios electrocardiográficos de voltaje encontrados en algunos deportes representativos de cada subgrupo. Como se puede observar, los mayores porcentajes de HVI se producen en los deportes de alto componente dinámico (29%), frente al 12,3 y al 5,4% en los deportes de moderado y bajo componente dinámico. Los duatletas son los deportistas que con mayor frecuencia, casi un 82% de los casos, presentan HVI en el ECG. La halterofilia, con sólo un 4%, es el deporte en el que la probabilidad de encontrar HVI es más baja.

La probabilidad de encontrar criterios electro y/o ecocardiográficos (índice de masa del ventrículo izquierdo superior a 110 g/m²) de HVI es considerablemente más baja en las mujeres. De hecho, sólo hemos encontrado criterios electrocardiográficos de HVI en 5 especialidades deportivas: atletismo, baloncesto, ciclismo, gimnasia artística y triatlón. En las tablas 11 y 12 se observa cómo los porcentajes son muy inferior

TABLA 7
Clasificación de los deportes, según la intensidad de los componentes estático y dinámico durante la competición²²

	Dinámico bajo (A)	Dinámico moderado (B)	Dinámico alto (C)
Estático bajo (I)	Billar	Béisbol	Badminton
	Bolos	Tenis de mesa	Esquí de fondo
	Críquet	Tenis (dobles)	Hockey hierba*
	Curling	Voleibol	Orientación
	Golf		Marcha
	Tiro		Frontón
Estático moderado (II)			Carrera de larga distancia
			Fútbol*
			Squash
			Tenis (individual)
	Tiro con arco	Esgrima	Baloncesto*
	Automovilismo***	Salto (atletismo)	Hockey hielo*
	Buceo***	Patinaje artístico*	Esquí de fondo (estilo patinador)
	Hípica***	Fútbol americano*	Fútbol australiano*
	Motociclismo***	Rugby*	Lacrosse*
		Carrera de velocidad	Carrera de medio fondo
Estático alto (III)		Surf***	Natación
		Natación sincronizada	Balónmano
	Bobsleigh***	Culturismo***	Boxeo*
	Lanzamientos (atletismo)	Esquí alpino***	Piragüismo
	Gimnasia***	Lucha***	Ciclismo***
	Karate/judo*		Decatlón
	Vela	Escalada***	Remo
			Patinaje de velocidad
	Esquí acuático***		
	Halterofilia***		
	Windsurf***		

*Peligro de choque corporal (deportes de contacto); **mayor riesgo en caso de síncope.

res a los encontrados en los varones de las mismas especialidades deportivas, salvo en baloncesto, en el que son idénticos.

Cuando estudiamos a los deportistas del sexo masculino para intentar establecer la relación entre los criterios convencionales de voltaje, tanto en derivaciones precordiales como en las de los miembros, y la masa ventricular izquierda medida por ecocardiografía en modo M y calculada según la fórmula corregida de Devereux et al²³, la correlación encontrada es baja. La suma de SV2 + RV5 resulta ser el más fiable de los

TABLA 8
Incidencia de hipertrofia ventricular izquierda en el ECG en deportes de alto componente dinámico (varones)

		Número	Número	Porcentaje
IC	Duatlón	11	9	81,8
	Triatlón	43	19	44,2
	Fondo	75	34	45,3
	Fútbol	73	25	34,2
IIC	Medio fondo	61	20	32,8
	Baloncesto	153	99	5,9
	Natación	70	33	4,3
IIIC	Boxeo	21	7	33,3
	Ciclismo	101	38	37,6
	Remo	38	28	21
C	Media	61	191	29

TABLA 9
Incidencia de hipertrofia ventricular izquierda en el ECG en deportes de moderado componente dinámico (varones)

		Número	Número	Porcentaje
IB	Voleibol	22	2	9,1
IIB	Atletismo de velocidad	79	99	11,4
	Esgrima	35	63	17,1
IIIB	Esquí alpino	10	1	10
B	Media	146	18	12,3

TABLA 10
Incidencia de hipertrofia ventricular izquierda en el ECG en deportes de bajo componente dinámico (varones)

		Número	Número	Porcentaje
IA	Golf	12	1	8,3
IIA	Tiro con arco	12	19	8,3
IIIA	Halterofilia	50	23	4
A	Media	74	4	5,4

criterios de voltaje, al demostrar una correlación de 0,49, una sensibilidad y especificidad elevadas de alrededor del 80% y un valor predictivo positivo del 41%, con un valor predictivo negativo del 96,5%. Sin embargo, en las deportistas del sexo femenino no se encuentra ninguna correlación²⁴.

Estos hallazgos son similares a los encontrados en otros trabajos. En un estudio comparativo con 30 deportistas de elite, 30 deportistas estudiantes y 30 individuos de una población sedentaria de la misma edad, mitad varones y mitad mujeres, Bjornstad et al encon-

TABLA 11
Incidencia de hipertrofia ventricular izquierda en el ECG en deportes de alto componente dinámico (mujeres)

		Número	Número	Porcentaje
IC	Triatlón	20	2	10
	Fondo	25	5	20
IIC	Medio fondo	24	10	4,2
	Baloncesto	51	3	5,9
IIIC	Ciclismo en carretera	7	2	28,6
	Ciclismo de montaña	5	1	20
C	Media	140	14	10

TABLA 12
Incidencia de hipertrofia ventricular izquierda en el ECG en deportes de moderado y bajo componente dinámico (mujeres)

		Número	Número	Porcentaje
IIB	Atletismo de velocidad	48	2	4,2
IIIA	Gimnasia artística	43	10	2,3

traron que los índices de voltaje eran mayores en los deportistas que en los estudiantes y sedentarios de la misma edad, aunque las diferencias no llegaron a ser estadísticamente significativas. Además, encontraron una correlación positiva de SV1 + RV5-V6 o SV1-V2 + RV6, máxima elevación del ST y amplitud de la onda T en precordiales, con las dimensiones del VI por ECO; las mejores correlaciones fueron las encontradas entre la masa del ventrículo izquierdo y el índice de Sokolow ($r = 0,41$), por un lado, y la elevación del segmento ST ($r = 0,61$), por otro. Sin embargo, al estudiar a los varones y a las mujeres por separado, las correlaciones no resultaron ser significativas¹⁹.

Douglas et al estudiaron a 44 atletas de ultrarresistencia, 29 varones y 15 mujeres, sin encontrar correlación significativa ($r < 0,4$) entre los criterios electrocardiográficos de voltaje y los espesores parietales, dimensiones y masa del ventrículo izquierdo. En este estudio, encontrar otros criterios electrocardiográficos de HVI fue excepcional. Entre los criterios de HVI, el índice de Sokolow fue el criterio de voltaje que mejor sensibilidad y especificidad presentó (65 y 61%). Tanto el sistema de puntuación de Romhilt-Estes como los criterios de Cornell presentan una muy baja sensibilidad (16 y 8%), aunque una elevada especificidad (84 y 95%). Tampoco encontraron correlación entre la HVI por ECO y la duración e intensidad del entrenamiento⁷.

Por tanto, podemos concluir que los criterios electrocardiográficos de HVI son poco sensibles, muy específicos y presentan una pobre correlación con la HVI por ecocardiografía.

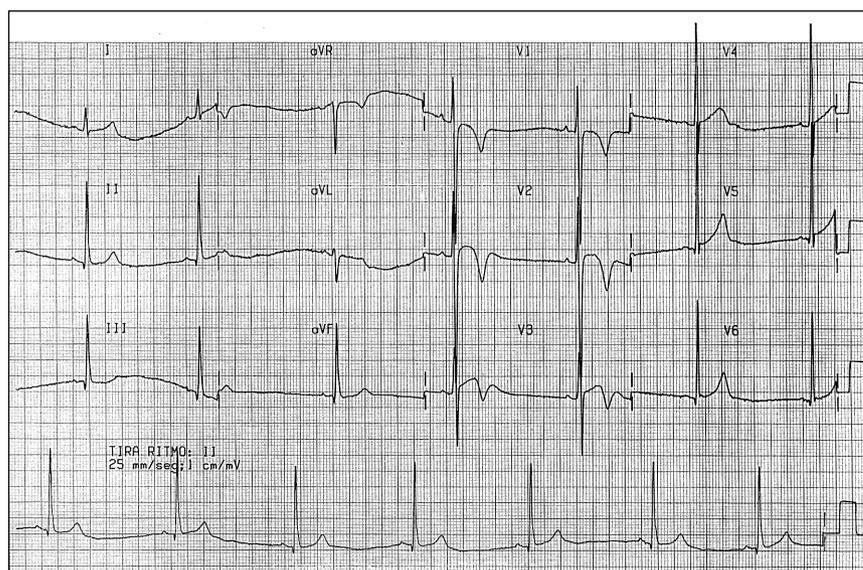


Fig. 7. Ondas T (-) profundas y asimétricas de V1 a V4 en un atleta de medio-fondo, varón de 20 años.

TRASTORNOS DE LA REPOLARIZACIÓN

El patrón de repolarización precoz es el típico del deportista. En nuestra serie, lo hemos encontrado en el 59,6% de un total de 1.964 ECG basales (915 varones y 256 mujeres), asociado habitualmente con ondas T negativas en V1 y ondas U prominentes en derivaciones precordiales. La presencia de ondas T vagotónicas aisladas, sin repolarización precoz, aparece en el 14,7% de los casos (263 varones y 25 mujeres)¹¹. Las ondas U son especialmente frecuentes en las derivaciones precordiales (V2-V4) y aparecen habitualmente asociadas a bradicardia sinusal. Aunque el QT corregido para la frecuencia cardíaca se mantiene en el rango de normalidad, ocasionalmente y coincidiendo con alteraciones hidroelectrolíticas puede estar alargado.

En atletas de grandes distancias y de forma excepcional, pueden aparecer ondas T negativas asimétricas y profundas en precordiales derechas, que llegan incluso hasta V4, que se relacionan con una adaptación de tipo aeróbico en la que la vagotonía es responsable de una heterogeneidad en el potencial de acción (fig. 7). Aunque habitualmente estos cambios en la repolarización se modifican con la hiperventilación y desaparecen con el esfuerzo, siempre hay que descartar la existencia de una miocardiopatía, para lo que resulta obligada la realización de un ecocardiograma (fig. 8).

ARRITMIAS POR AUMENTO DE LA EXCITABILIDAD Y TAQUIARRITMIAS

Las arritmias por aumento del automatismo y las taquiarritmias en el deportista de competición son escasas y generalmente benignas. Es probable que el predominio del tono vagal sea el responsable no sólo de

la inhibición de los marcapasos fisiológicos sino también de los focos ectópicos.

En nuestra población hemos encontrado una muy baja incidencia de extrasistolia ventricular, tanto en el ECG basal (1,3%) como en el de esfuerzo (11%). Habitualmente se trata de una extrasistolia monotópica de escasa densidad, y en algunas ocasiones con criterios de parasistolia en la monitorización ambulatoria tipo Holter. En la prueba de esfuerzo, la típica extrasistolia del deportista suele aparecer a bajas cargas, desaparecer con la progresión del esfuerzo y reaparecer de nuevo en la recuperación. En algunos casos, pueden incluso detectarse en el pico del esfuerzo y observarse algunas parejas. Encontrar tripletes o rachas de taquicardia ventricular es excepcional. En nuestra serie, sólo hemos documentado un caso de taquicardia ventricular no sostenida durante la prueba de esfuerzo, en un tenista en quien posteriormente no se pudo demostrar cardiopatía subyacente.

El deporte no es un factor arritmógeno y no predispone a padecer arritmias ventriculares malignas, por lo que no existen diferencias significativas en la prevalencia de dichas arritmias con respecto a la población general^{3,12,25}.

Encontrar una extrasistolia supraventricular en el ECG basal del deportista es poco frecuente. La hemos hallado en un 1,5% de nuestros deportistas, y resulta excepcional durante la prueba de esfuerzo (0,25%). La monitorización Holter permite realizar una mejor valoración de la prevalencia de extrasistolia, tanto supraventricular como ventricular, siendo en nuestra población de deportistas del 10,6% para la extrasistolia supraventricular y del 34,9% para la ventricular. Estos porcentajes resultan ser inferiores a los encontrados en población juvenil sana^{1-3,17,26}. Las taquiarritmias supra-

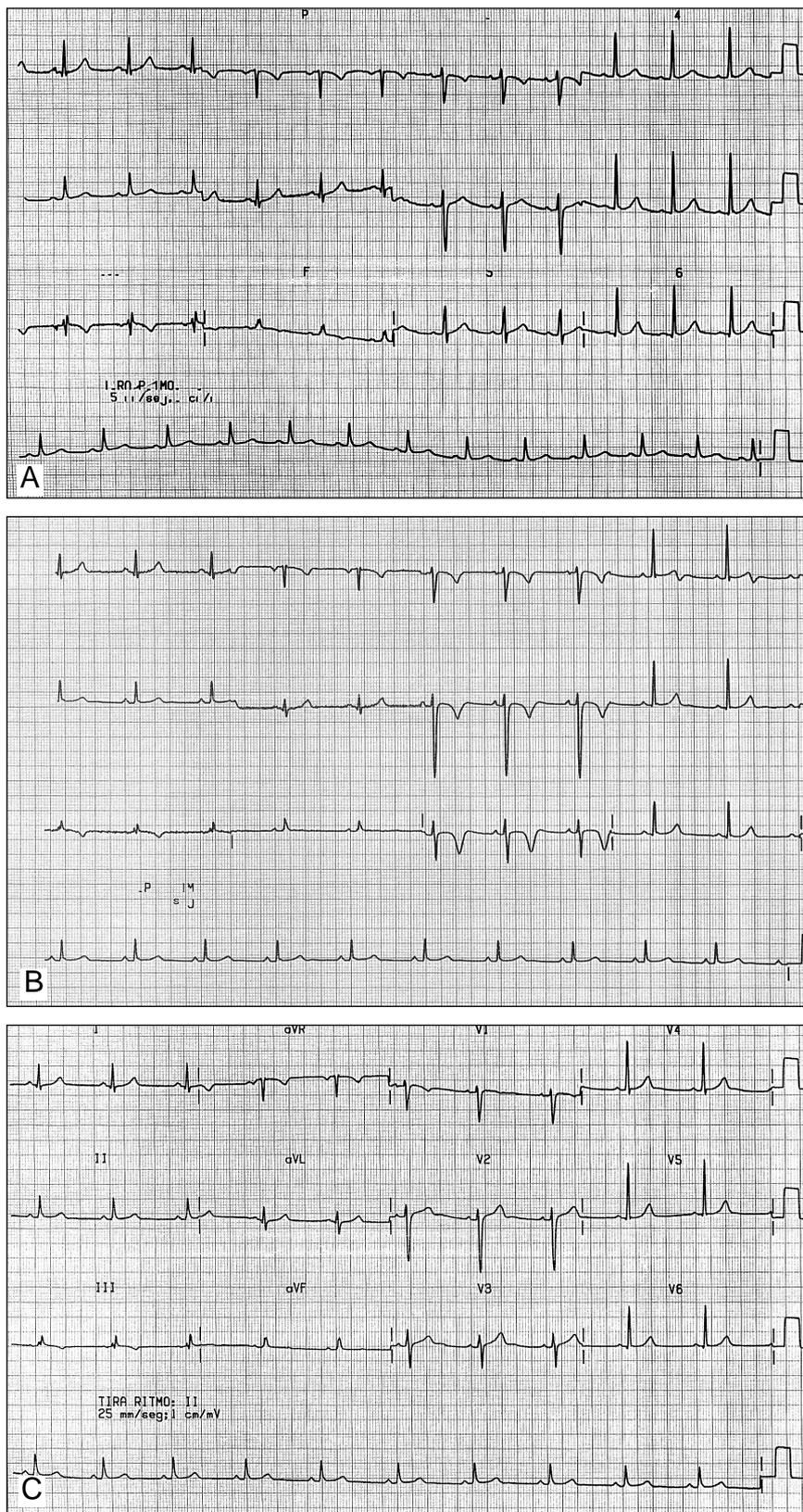


Fig. 8. ECG basal de un montañero, varón de 43 años, antes (A), una semana después (B) y 5 semanas después (C) de alcanzar la cumbre del Cho-Oyu (8.201 m), en el que se aprecian los cambios de la onda T, de V1 a V3, probablemente por alteraciones hidroelectrolíticas secundarias a unas condiciones ambientales desfavorables.

ventriculares son, por tanto, escasas en la población de deportistas de alto rendimiento, lo que nos lleva a pensar que además de la posible existencia de un proceso

de selección natural que impida que los deportistas que las presentan lleguen a la elite por ser excluidos en épocas tempranas de la competición, el entrena-

miento pueda inducir una mayor estabilidad eléctrica tanto auricular como ventricular.

Sólo hemos documentado 15 casos de taquiarritmias supraventriculares, que suponen una incidencia del 0,51%. Doce de ellos eran varones y 3 mujeres, lo que sugiere una cierta tendencia al predominio de las taquiarritmias en los deportistas del sexo masculino. Mientras que las mujeres se encontraban asintomáticas, 7 de los varones presentaban historia de palpitaciones y sólo 2 abandonaron la competición. El resto, o bien fueron sometidos a tratamiento mediante ablación con radiofrecuencia, o siguieron en competición al no demostrarse cardiopatía de base ni sustrato arritmógeno.

Aun siendo de carácter benigno, las taquicardias paroxísticas supraventriculares pueden ser peligrosas si aparecen asociadas a determinados factores agravantes como la presencia de defectos orgánicos estructurales, miocardiopatías y alteraciones vegetativas constitucionales o secundarias a condiciones ambientales desfavorables. De cara a conceder la aptitud para la competición a un deportista con una arritmia de este tipo, es necesario descartar la presencia de una cardiopatía orgánica de base y valorar la respuesta hemodinámica individual.

SÍNDROME DE WOLFF-PARKINSON-WHITE

Como causa de muerte en individuos aparentemente sanos, hubo un tiempo en el que se desaconsejaba la práctica deportiva a los portadores de preexcitación²⁷. Resulta difícil establecer la historia natural e incidencia real de este trastorno, ya que puede ser asintomático y no siempre estar presente en el ECG. Además, los trabajos que hacen referencia a este trastorno están sesgados respecto a distribuciones de edad y sexo, y presentan períodos de seguimiento en general cortos. Su incidencia dentro de la población general es baja (del 0,3 al 0,4%), y el pronóstico en general es bueno. En la serie de la Mayo Clinic²⁸, la incidencia media de muerte súbita fue de 0,0015 por paciente y año, y ningún caso ocurrió en pacientes asintomáticos en el momento del diagnóstico. Sin embargo, la observación de algunos casos de muerte súbita en pacientes jóvenes plantea la existencia de un subgrupo de pacientes con síndrome de Wolff-Parkinson-White (WPW) de mal pronóstico. La probabilidad de presentar una taquiarritmia varía entre el 12 y el 80% según el estudio citado²⁹, y una tercera parte de ellas son secundarias a fibrilación auricular. Los dos tercios restantes son por movimiento circular, siendo las ortodrómicas de 10 a 15 veces más frecuentes que las antidrómicas, por lo que la probabilidad de presentar una muerte súbita es baja.

En la serie de Furlanello³⁰, que comprende el estudio de 290 atletas con síndrome de WPW, 5 presentaron una muerte súbita abortada (1,72%) y 11 síncope

(3,72%). Del total, 110 eran asintomáticos y el estudio electrofisiológico transesofágico no demostró riesgo en 70 (63,6%) y sí lo hizo en 40 (36,3%). De los incluidos en este grupo de riesgo, 13 (40,7%) desarrollaron taquicardias análogas a las inducidas en la estimulación transesofágica durante el seguimiento, y 1 murió subitamente (el 0,9% de los atletas con síndrome de WPW asintomáticos). Esta serie es la más amplia en cuanto al estudio de síndrome de WPW en deportistas, y según sus autores la evaluación no invasiva (ECG de esfuerzo, Holter y pruebas farmacológicas) de los patrones electrofisiológicos de preexcitación en los atletas es inadecuada, existiendo una discrepancia del 36% con los estudios invasivos.

Aunque el síncope y la muerte súbita son más frecuentes en deportistas sintomáticos, pueden aparecer como primer síntoma, durante o después del ejercicio, y tanto en pacientes con onda delta permanente como intermitente. Por esta razón, el Centro Arritmológico de Trento propone la realización de estudios electrofisiológicos por vía transesofágica, con inducción de una fibrilación auricular preexcitada para determinar el R-R preexcitado más corto, considerándose síndrome de WPW de riesgo cuando el R-R mínimo preexcitado es igual o inferior a 200 ms durante el test ergométrico.

En el total de 2.730 deportistas evaluados hasta julio de 1995, hemos encontrado 8 casos (0,29%), 5 varones y 3 mujeres. Sólo uno de los varones presentaba historia de palpitaciones aunque nunca documentadas, encontrándose el resto asintomáticos en el momento del diagnóstico. Las exploraciones complementarias, estudio ecocardiográfico con Doppler, prueba de esfuerzo máxima y el Holter, no demostraron cardiopatía estructural asociada ni arritmias. Todos ellos llevaban varios años compitiendo, con buenos resultados deportivos. A los asintomáticos, tras comunicarles el hipotético riesgo de sufrir una taquiarritmia maligna, se les consideró aptos para continuar practicando su deporte. El deportista con síndrome de WPW sintomático fue sometido a EEF y posterior ablación de la vía auriculoventricular mediante radiofrecuencia.

Ante los buenos resultados obtenidos mediante la ablación de las vías accesorias con radiofrecuencia (éxito en un 95% de los casos), nuestra conducta actual consiste en realizar estudio electrofisiológico y a ser posible ablación de la vía con radiofrecuencia a todos los deportistas con síndrome de WPW sintomático.

En aquellos deportistas de elite con síndrome de WPW asintomático, a los que les quedan muchos años de competición, o en practicantes de deportes de riesgo, aconsejamos realizar un estudio electrofisiológico y, si es posible, ablación de la vía, con el fin de eliminar riesgos durante la práctica deportiva. En los deportistas de tipo recreacional y asintomáticos, en los que la valoración no invasiva sugiera un síndrome de

WPW de bajo riesgo, es posible mantener una conducta conservadora, con un seguimiento anual y sólo indicando el estudio electrofisiológico si aparecieran síntomas³¹.

Podemos concluir, por tanto, que ni existe un patrón electrocardiográfico tipo ni unas arritmias exclusivas del deportista, y que tanto su ECG de reposo como de esfuerzo es la mayoría de las veces normal. Las bradiarritmias son más frecuentes en los deportes de tipo aeróbico, y aparecen de forma secundaria al predominio del tono vagal. Las taquiarritmias y arritmias por aumento del automatismo son escasas y generalmente benignas. La gran disparidad de resultados en cuanto a la prevalencia de las mismas depende tanto de la población estudiada como de la técnica utilizada. Por último, debemos señalar que el entrenamiento continuado durante años no predispone a arritmias malignas, y ante una arritmia desproporcionada a la intensidad del entrenamiento, debe siempre descartarse una posible cardiopatía subyacente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Palatini P, Maraglino G, Sperti G, Calzavara A, Libardoni M, Pessina AC et al. Prevalence and possible mechanisms of ventricular arrhythmias in athletes. *Am Heart J* 1985; 110: 560-567.
2. Talan DA, Bauernfeind RA, Ashley WW, Kanakis Ch, Rosen KM. Twenty-four hour continuous ECG recordings in long-distance runners. *Chest* 1982; 82: 19-24.
3. Viitasalo M, Kala R, Eisalo A. Ambulatory electrocardiographic recording in endurance athletes. *Br Heart J* 1982; 47: 213-220.
4. Strauzenberg SE. Sport in old age: advantages and risks. *J Sports Med Phys Fitness* 1981; 21: 309-321.
5. Zeppilli P, Cecchetti F. L'elettrocardiogramma dell'atleta. En: Zeppilli P, editor. *Cardiologia dello Sport*. Roma: CESI, 1996; 149.
6. Bjornstad H, Storstein L, Meen HD, Hals O. Ambulatory electrocardiographic findings in top athletes, athletic students and control subjects. *Cardiology* 1994; 84: 42-50.
7. Douglas PS, O'Toole ML, Hiller DB, Hackney K, Reichel N. Electrocardiographic diagnosis of exercise-induced left ventricular hypertrophy. *Am Heart J* 1988; 116: 784.
8. Northcote RJ, Canning GP, Ballantyne D. Electrocardiographic findings in male veteran endurance athletes. *Br Heart J* 1989; 61: 155-160.
9. Boraita A. Arritmias cardiacas y su implicación con la actividad física. En: Ferrer López V, Martínez Rianza L, Santoja Medina F, editores. *Escolar: Medicina y Deporte*. Albacete: Diputación de Albacete, 1996; 98.
10. Venerando A. Electrocardiography in sports medicine. *J Sports Med Phys Fitness* 1979; 19: 109.
11. Boraita A, Serratosa L, Antón P, García MT, Rubio S. Las arritmias del deportista. *Rev Lat Cardiol* 1996; 17: 124-131.
12. Zehender M, Meinertz T, Keul J, Just H. ECG variants and cardiac arrhythmias in athletes: clinical relevance and prognostic importance. *Am Heart J* 1990; 119: 1.378-1.391.
13. Bonneau A, Friemel F, Lapierre D. Electrocardiographic aspects of skin diving. *Eur J Appl Physiol* 1989; 58: 487-493.
14. Nakamoto K. Electrocardiograms of 25 marathon runners before and after 100 meter dash. *Jpn Cir J* 1969; 33: 105-128.
15. Myetes I, Kaplinsky E, Yahini JH, Hanne-Papno N, Neufeld HN. Wenckebach A-V block: a frequent feature following heavy physical training. *Am Heart J* 1975; 90: 426-430.
16. Bjerregaard P. El ritmo cardíaco en la población normal. Variaciones en el ritmo y la frecuencia cardíacos en el Holter de 24 horas en la población normal de diversas edades. En: Cosín J, Bayés de Luna A, García Civera R, Cabades A, editores. *Diagnóstico y tratamiento de las arritmias cardiacas*. Barcelona: Doyma S.A., 1988; 213-229.
17. Brodsky M, Wu D, Denes P, Kanakis Ch, Rosen KM. Arrhythmias documented by 24 hour continuous electrocardiographic monitoring in 50 male medical students without apparent heart disease. *Am J Cardiol* 1977; 39: 390-395.
18. Pantano JA, Oriol RJ. Prevalence and nature of cardiac arrhythmias in apparently normal well trained runners. *Am Heart J* 1982; 104: 762-768.
19. Bjornstad H, Smith G, Storstein L, Meen HD, Hals O. Electrocardiographic and echocardiographic findings in top athletes, athletic students and sedentary controls. *Cardiology* 1993; 82: 66-74.
20. Mathur DN, Igbokwe MA. Heart volume and electrocardiographic studies in sprinters and soccer players. *J Sports Med* 1988; 28: 402-406.
21. George KP, Wolfe LA, Burggraf GW, Norman R. Electrocardiographic and echocardiographic characteristics of female athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 1.362-1.370.
22. Mitchell JH, Haskell WL, Raven PB. Classification of Sports. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 864-866.
23. Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, Gottlieb GJ, Campo E, Sachs Y et al. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *Am J Cardiol* 1986; 57: 450-458.
24. Boraita A, Teja J, Ureña R, Rabadán M, Canda A, Lamiel R et al. Valor diagnóstico de los criterios electrocardiográficos de hipertrofia ventricular izquierda en deportistas [resumen]. *Rev Esp Cardiol* 1992; 45: 36-37.
25. Chamoux A. Extra-systolie ventriculaire et decision d'aptitude. *Medicine du Sport* 1983; 57: 352-357.
26. Sobotka PA, Mayer JH, Bauernfeind RA, Kanakis Ch, Rosen KM. Arrhythmias documented by 24-hour continuous in young women without apparent heart disease. *Am Heart J* 1981; 101: 753-759.
27. Thompson P. Athletes, athletics, and sudden cardiac death. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25: 981-984.
28. Murger TM, Packer DL, Hamill SC, Feldman BJ, Bailey KR, Ballard DJ et al. A population study of the natural history of Wolff-Parkinson-White syndrome in Olmsted County, Minnesota, 1953-1989. *Circulation* 1993; 87: 866-873.
29. Wellens HJ, Brugada P, Penn OC. The management of preexcitation syndromes. *JAMA* 1987; 257: 2.325-2.333.
30. Furlanello F, Bertoldi A, Vergara G, Guarnerio M, Dagallo M, Gragmena L et al. Cardiac preexcitation: what one should do in the selection and in the follow-up of an athlete. *Int J Sports Cardiol* 1992; 1: 11.
31. Cantwell JD, Watson A. Does your Wolff-Parkinson-White patient need to slow down? *Phys Sportsmed* 1992; 20: 115-129.