

Tipo de artículo: Artículo original
Recibido: 06/01/2021
Aceptado: 12/03/2021

Modificaciones cardiovasculares en atletas de fondo de Villa Clara durante el macrociclo de entrenamiento 2018-2019

Cardiovascular modifications in long-distance athletes from Villa Clara during the 2018-2019 macro-training cycle

Andrés Umpierre Leiva^{1*}, Zoe Zaida Cogle Vizcaino², Iván Cueto Pedroso³

¹ Centro Provincial de Medicina del Deporte de Villa Clara, Cuba. Orcid 0000-0002-7526-3708

² Centro Provincial de Medicina del Deporte de Villa Clara, Cuba. Orcid 0000-0003-3899-3581

³ Centro Provincial de Medicina del Deporte de Villa Clara, Cuba. Orcid 0000-0001-5156-914x

* Autor para correspondencia: lisirocky@infomed.sld.cu

Resumen

Se realiza un estudio descriptivo de corte longitudinal con el objetivo de describir las modificaciones cardiovasculares electrocardiográficas y ecocardiográficas en diferentes etapas de la preparación de un macrociclo de entrenamiento, en los siete atletas de fondo de la categoría escolar de Villa Clara. Se concluye que el entrenamiento produce adaptaciones morfológicas y funcionales cardíacas que se manifiestan a través de hallazgos electrocardiográficos tales como bradicardia y arritmia sinusal; además de modificaciones de variables ecocardiográficas como el espesor del septum interventricular y de la pared posterior del ventrículo izquierdo que muestran valores cercanos al límite superior de la normalidad y diámetro diastólico del ventrículo izquierdo con valores medios bajos durante todas las etapas de entrenamiento, lo que contribuye a un índice h/r elevado en la mayoría de los atletas. El volumen de eyección y el índice de volumen de eyección mantienen valores inferiores a los considerados como normales durante las etapas de entrenamiento, lo cual induce a plantear que se produce un incremento en las intensidades de trabajo durante todo el macrociclo y marcado déficit de capacidad aeróbica, esto sugiere no haber realizado adecuaciones de las cargas de entrenamiento y descuido del trabajo aeróbico básico durante el período preparatorio.

Palabras clave: modificaciones cardiovasculares, macrociclo, entrenamiento, fondo

Abstract

A descriptive longitudinal section study was carried out with the objective of describing the electrocardiographic and echocardiographic cardiovascular modifications in different stages of the preparation of a macro-training cycle, in the seven long distance runners of the Villa Clara school category. It is concluded that training produces cardiac morphological and functional adaptations that are manifested through electrocardiographic findings such as bradycardia and sinus arrhythmia; in addition to modifications of echocardiographic variables such as the thickness of the interventricular septum and the posterior wall of the left ventricle that show values close to the upper limit of normality and diastolic diameter of the left ventricle with low mean values during all training stages, which contributes at a high h / r ratio in most athletes. The ejection volume and the ejection volume index maintain values lower than those considered normal during the training stages, which leads to the suggestion that there is an increase in work intensities throughout the macrocycle and a marked deficit of aerobic capacity. This suggests not having made adjustments to training loads and neglecting basic aerobic work during the preparatory period.

Keywords: cardiovascular modifications, macrocycle, training, background

Introducción

Desde del siglo XIX se plantea que tanto el ejercicio físico prolongado e intenso como el entrenamiento deportivo sistemático pueden producir cambios agudos (respuestas) y cambios crónicos (adaptaciones) cardiovasculares, directamente relacionadas con el tipo, duración e intensidad del entrenamiento y con los años de práctica deportiva (Semsarian, 2015).

Su expresión clínica depende de factores genéticos, metabólicos, humorales y en gran medida del tipo de entrenamiento; lo que ha sido motivo de interés para entrenadores, fisiólogos y médicos ya sea en la búsqueda de conocer su impacto en la salud, como en el rendimiento de los deportistas (Thompson, 2016).

Los cambios eléctricos y estructurales miocárdicos con una masa moderadamente incrementada y una alta capacidad de trabajo provocada por la sobrecarga cardíaca repetida inducida por el ejercicio regular y que no presenta ninguna anomalía valvular u otro desorden serio además de estar determinados por diversos factores, llegan a configurar una entidad propia: el corazón del atleta, según varios autores, entre ellos (Velarde, 2016).

El entrenamiento propio de los deportes con predominio del ejercicio dinámico y de resistencia induce adaptaciones morfológicas y funcionales cardiovasculares: disminución de la frecuencia

cardíaca, aumento del volumen de las cavidades, del grosor de los espesores parietales, incremento del volumen sistólico y de la capacidad de dilatación del corazón (Yáñez, 2016).

En Cuba existen investigaciones en varios deportes en los que se relacionan los hallazgos estructurales y funcionales del corazón con las etapas de la preparación deportiva, donde se tienen en cuenta las diferentes direcciones funcionales de las cargas y logran el conocimiento de las modificaciones de las variables electrocardiográficas y ecocardiográficas que expresan las adaptaciones cardiovasculares que se producen durante la progresión del entrenamiento en las diferentes etapas del período preparatorio en los deportes estudiados (Rabassa, 2009). (Silva, Portela, Pujadas y Medina, 2017). (Berovides, 2016).

En la provincia de Villa Clara con la intención de apoyar el control del entrenamiento deportivo se han realizado estudios en varios deportes en los últimos años, donde se exponen también otras variables ecocardiográficas que aparecen con menor frecuencia en la literatura revisada pero con elevados y novedosos criterios diagnósticos entre éstas están: los índices de hipertrofia concéntrica del ventrículo izquierdo, el de hipertrofia septal asimétrica, índice h/r, índice de volumen de eyección, índice de gasto cardíaco y el índice de masa miocárdica (Rabassa, 2009). (Rabassa, 2011).

Todo lo expuesto, junto a los antecedentes de las escasas investigaciones de perfil cardiovascular en el atletismo de fondo en la etapa de iniciación temprana, nombrada en Cuba categoría escolar, son elementos que se han tenido en cuenta para estudiar las características del corazón en los fondistas de éstas edades en la provincia de Villa Clara, utilizando mediciones de gran confiabilidad para conocer el estado en que se encuentra el sistema cardiovascular de atletas tan jóvenes de este deporte y brindar información para profesores, médicos y deportistas con el propósito de lograr un adecuado control biomédico del entrenamiento, prevención de enfermedades, mejoras de la calidad de vida y del rendimiento deportivo.

El objetivo del trabajo es describir las modificaciones cardiovasculares electrocardiográficas y ecocardiográficas en diferentes etapas de la preparación de un macrociclo de entrenamiento, en los atletas de fondo de la categoría escolar de Villa Clara.

Metodología

Se realizó un estudio descriptivo de corte longitudinal a la totalidad de la población de atletas, de ambos sexos del equipo de fondo categoría escolar de la Escuela Integral Deportiva (EIDE) “Héctor Ruiz” de Villa Clara. De los siete atletas, cuatro son del sexo masculino y tres del sexo femenino, con una edad cronológica media 12.7 años y una edad deportiva de 3,1 años respectivamente.

Se efectuó el examen físico cardiovascular exhaustivo, peso y talla para el cálculo de la superficie corporal; así como el electrocardiograma y ecocardiograma en reposo en los tres momentos de la preparación deportiva: inicio y final de la preparación general (IPG, FPG) y final de la preparación especial (FPE) siempre en horario de la mañana, sin haber entrenado ese día ni haber recibido altas cargas de entrenamiento el día anterior.

Las variables generales estudiadas fueron edad cronológica y edad deportiva; las electrocardiográficas: se revisaron los electrocardiogramas según metodología establecida para su interpretación y los hallazgos encontrados se describieron como variables y por último las variables ecocardiográficas, se usaron aquellas consideradas fundamentales para el control ecocardiográfico de la influencia de las cargas físicas con la premisa de la existencia de las funciones sistólica y diastólica normales: septum interventricular en diástole (SIV_d), pared posterior del ventrículo izquierdo en diástole ($PPVI_d$), diámetro diastólico del ventrículo izquierdo ($DdVI$), volumen de eyección o volumen latido (VE), índice h/r (I h/r), índice de volumen de eyección o de volumen latido(IVE).

Definición operacional de las últimas variables ecocardiográficas estudiadas y que no son comúnmente descritas cuando se realizan ecocardiogramas:

1. Índice h/r: Se calcula a través de la fórmula:

$$\text{Índice h/r} = \frac{SIV_d + PPVI_d}{DdVI}$$

Donde la “h” es igual a la suma del espesor del septum interventricular y de la pared posterior del ventrículo izquierdo, ambos medidos en diástole; la “r” es el diámetro diastólico del ventrículo izquierdo.

Indicadores de medición: Los valores aceptados como normales o balanceados en deportistas adultos jóvenes y que son expresión de un trabajo metabólicamente equilibrado (aerobio- anaerobio) es entre 0,32 y 0,40 (ideal entre 0,34 y 0,36) (Rabassa, 2009). (Berovides, 2016).

2. Índice volumen de eyección (IVE)

$$IVE = VE / SC$$

Donde VE: volumen de eyección o volumen sistólico.

IVE: ≥ 50 ml / latido / m², se considera indicador de buena capacidad aerobia.

Para el procesamiento estadístico de la información se utilizó la hoja de cálculo en Microsoft Excel 2010, que permitió resumir y procesar los datos recopilados y reflejarlos en tablas para su adecuada interpretación.

Resultados y discusión

Tabla 1. Ritmo Cardíaco en las etapas de entrenamiento.

Ritmo Cardíaco	Etapas de Entrenamiento					
	IPG		FPG		FPE	
	N _{ro.}	%	N _{ro.}	%	N _{ro.}	%
Ritmo Sinusal	3	42,8	2	28,6	3	42,8
Arritmia Sinusal	2	28,6	2	28,6	2	28,6
Bradicardia Sinusal	1	14,3	2	28,6	1	14,3
Taquiarritmia Sinusal	1	14,3	1	14,3	1	14,3

Fuente: Historia clínica. IPG: inicio preparación general, FPG: final preparación general, FPE: final preparación especial

El 42,8 % de los atletas tuvo un ritmo sinusal que es lo normal, el 57.2 % presentó modificaciones en el ritmo cardíaco pues 4 de 7 atletas mantuvieron en alguna de las 3 etapas del entrenamiento algún tipo de cambio, la arritmia sinusal tipo respiratorio, la bradicardia sinusal y una taquiarritmia sinusal fueron las encontradas.

Tabla 2. Valores de las variables electrocardiográficas: Frecuencia cardíaca e Intervalo PR.

Variables	Frecuencia Cardíaca(l/mto)			Intervalo PR(seg)		
	Etapas			Etapas		
Atletas	IPG	FPG	FPE	IPG	FPG	FPE
1	62	61	65	0,22	0,24	0,23
2	67	67	68	0,16	0,12	0,16
3	60	58	60	0,12	0,16	0,12
4	76	74	71	0,16	0,16	0,16
5	57	57	59	0,16	0,16	0,16
6	79	68	68	0,16	0,12	0,12
7	117	110	123	0,16	0,12	0,20
DS	20.5	15.9	22.3	0.029	0,042	0,039
Media	74.0	70.1	73.4	0.16	0.16	0.16
Media Macro ciclo		72,5			0,16	

Fuente: Historia clínica. l/mto: latidos por minuto, seg: segundos.

En la tabla 2 al analizar la frecuencia cardíaca se observa que 4 atletas (57,2%) de la población presentaron valores que oscilaron entre 61 y 79 l/mto en todas las etapas y 2 casos (28,6%) mostraron frecuencia cardíaca entre 57 y 60 l/mto, valores esperados en deportistas con una edad deportiva media de 3,1 años (entre normal baja y bradicardia sinusal) por último un atleta (14,3%) en las tres etapas mostró valores de frecuencia cardíaca por encima de 100 l/mto. En el caso del intervalo PR, el valor medio de esta variable en la población estudiada concuerda en los tres momentos con valores considerados como normales, excepto un atleta que representó el 14,3 % presentó alargamiento en la duración del mismo correspondiendo con un bloqueo auriculoventricular de primer grado.

Tabla 3. Valores de las variables electrocardiográficas: Complejo QRS e intervalo QTc.

Variables	Complejo QRS(seg)			Intervalo QTc (mseg)		
	Etapas			Etapas		
Atletas	IPG	FPG	FPE	IPG	FPG	FPE
1	0,07	0,07	0,07	412	305	357
2	0,08	0,06	0,08	409	424	439
3	0,08	0,08	0,08	422	440	423
4	0,08	0,07	0,08	395	380	361
5	0,08	0,08	0,08	380	378	378
6	0,07	0,06	0,06	351	357	440
7	0,06	0,06	0,06	337	343	364
DS	0,004	0,004	0,009	32,2	48,3	36,7
Media	0,06	0,08	0,06	386	375	334
Media Macro ciclo		0,06			365	

Fuente: Historia clínica. mseg: milisegundos. IPG: inicio preparación general, FPG: final preparación general, FPE: final preparación especial.

En la tabla 3, se aprecia que los siete atletas estudiados mantuvieron valores dentro del rango de la normalidad para las variables Complejo QRS y QTc durante las tres etapas analizadas con medias durante el macrociclo de 0,06 seg y 365 mseg respectivamente.

Tabla 4. Repolarización ventricular en las etapas de entrenamiento.

Repolarización Ventricular	Etapas de Entrenamiento					
	IPG		FPG		FPE	
	N _{ro.}	%	N _{ro.}	%	N _{ro.}	%
Repolarización Ventricular normal	3	42,8	3	42,8	3	42,8
Onda T aplanadas	2	28,6	2	28,6	2	28,6
Onda T invertida y profunda	2	28,6	2	28,6	2	28,6

Fuente: Historia clínica.

En la tabla 4 se describe la presencia o no de trastornos de la repolarización ventricular, se observó que 4 de los 7 atletas presentaron alteraciones de la repolarización ventricular en las tres etapas evaluadas, lo que representó el 57,1 % del total de la muestra en estudio; la onda T invertida y la onda T aplanada fueron las alteraciones encontradas consideradas trastornos menores de la repolarización ventricular.

Tabla 5. Valores de las variables ecocardiográficas: Septum interventricular, Pared posterior, Diámetro diastólico e Índiceh/r.

Variables Atletas	SIVd(mm) Etapas			PPVId(mm) Etapas			DdVI (mm) Etapas			Índice h/r Etapas		
	IPG	FPG	FPE	IPG	FPG	FPE	IPG	FPG	FPE	IPG	FPG	FPE
	1	8	11	11	8	9	8	39	36	39	0,41	0,52
2	11	11	10	10	10	10	52	51	50	0,41	0,41	0,41
3	16	15	13	9	11	12	49	49	47	0,51	0,46	0,53
4	8	8	9	8	9	9	44	52	47	0,36	0,32	0,38
5	8	9	10	8	9	8	41	40	37	0,39	0,45	0,48
6	10	10	10	9	10	9	36	39	39	0,52	0,51	0,48
7	8	8	8	7	8	8	44	45	45	0,34	0,35	0,35
DS	2,9	2,4	1,7	0,9	0,9	1,1	6,0	6,3	5,0	0,06	0,07	0,06
Media	9,8	10,2	10,1	8,7	9,4	9,1	43,5	44,5	43,4	0,42	0,43	0,44
Media Macrociclo	10			9,0			43,8			0,43		

SIVd: Septum interventricular en diástole. PPVId: Pared posterior del ventrículo izquierdo en diástole, DdVI: Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo. VE: Volumen de eyección o volumen latido. mm: milímetros

En la tabla 5 se detallan variables ecocardiográficas y se observa que la media del equipo para las tres etapas, en lo relativo a los valores del septum interventricular y de la pared posterior del ventrículo izquierdo, mostraron discreta tendencia al límite superior sobre todo en los valores del

septum interventricular; un atleta 14,3 % de la muestra presentó en las mediciones del septum interventricular en la mayoría de los momentos evaluados cifras por encima a las consideradas como normales para deportistas de estas edades.

En cuanto al diámetro diastólico del ventrículo izquierdo, 3 atletas (42,8%) presentaron en las tres etapas, valores inferiores a los considerados como normales, hubo inclinación colectiva del equipo a medidas bajas durante todos los momentos, evidente en la media del macrociclo para esta variable.

Esta tendencia a altos valores del septum interventricular y de la pared posterior del ventrículo izquierdo y bajos del diámetro diastólico del ventrículo izquierdo contribuyó a un índice h/r elevado donde un 71,4% del total de los atletas sobrepasó los valores máximos.

Tabla 6. Valores de las variables ecocardiográficas: Volumen de eyección e índice de volumen de eyección.

Variables	VE (ml/latido)			IVE(ml/latido/m ²)		
	Etapas			Etapas		
	Atletas	IPG	FPG	FPE	IPG	FPG
1	42	36	43	35,2	28,5	25,6
2	73	72	89	42,8	42,6	54
3	76	82	72	46	44,5	43,1
4	69	88	68	60,5	75	58
5	41	53	35	30,1	38,4	25,1
6	37	48	47	30,3	37,4	36,7
7	68	56	63	58	51	53
DS	17,1	17,9	18,8	11,9	12,8	11,4
Media	58	62.1	59.6	43.2	45.3	42.2
Media Macrociclo		59,9			43,5	

MI: mililitros, m²: metro cuadrado

Al analizar la tabla 6, relacionado con el volumen de eyección, se muestra que el equipo evidenció una media de 59,9 ml/latido, inferior a lo establecido y esperado para cada etapa, con 4 atletas de la población en estudio 57,2% que mostraron valores menores al normal (65-80ml/latido). En cuanto al índice de volumen de eyección de forma similar, 5 deportistas 71,4% del total presentaron cifras inferiores a lo deseado en cada etapa de preparación.

En la tabla 1 se observa que 4 atletas (57,2%) presentaron algún tipo de trastorno del ritmo cardiaco desde el inicio de la preparación general, con iguales resultados al final de la preparación especial y se especifica la arritmia sinusal de tipo respiratoria, la bradicardia sinusal y la taquiarritmia sinusal como las detectadas, elementos que son comunes a esta edad, de ellas la bradicardia sinusal es una

adaptación propia de los deportes de resistencia y solo se detecta en un atleta masculino con 5 años en la práctica de este deporte, estando presente desde el inicio de la preparación general. Estos hallazgos no coinciden con los descritos por Corrado (2012) que describen en sus estudios valores de bradicardia sinusal tan significativos de frecuencia cardíaca en atletas de fondo de 45-50 lat. /mto acompañada de una marcada arritmia sinusal, por lo general de tipo respiratorio.

Reflejado en la tabla 2 se evaluó los valores de frecuencia cardíaca en diferentes etapas de entrenamiento no encontrándose la disminución esperada de la misma a medida que avanzó el entrenamiento, pues solo 1 atleta (el 14,3 %) presentó valores de frecuencia cardíaca por debajo de 60 latidos por minuto en todas las etapas de entrenamiento. Sin embargo, los propios autores descritos en el párrafo anterior, observaron una disminución de los valores de frecuencia cardíaca basal, en un grupo de jóvenes tras un programa de 12 semanas de entrenamiento.

Otros estudios realizados en los últimos 40 años con electrocardiograma de reposo en deportistas, describen una gran variedad de alteraciones atribuibles al entrenamiento deportivo, en particular el aeróbico con un aumento del tono vagal, siendo la más frecuente la bradicardia sinusal entre el 50 y 85 % de los casos, algunas veces con frecuencia menor de 40 latidos por minuto (Fernández, 2015).

Wasfy et al. (2015) presentó los hallazgos electrocardiográficos en 330 deportistas remeros, de los cuales el 94 % de ellos tenían uno o más patrones electrocardiográficos relacionados con el entrenamiento, el 51 % de estos se relacionaban con bradicardia sinusal. Porcentos inferiores se encontraron en la investigación que se presenta.

En cuanto al intervalo PR en esta propia tabla, un atleta (14,3%) desarrolló trastorno de la conducción auriculoventricular de primer grado, lo que se asemeja a los resultados de Zehender Kaplinsky, Yahini, Hanne-Papro y Neufeld (1975) quienes hallaron una incidencia de bloqueo auriculoventricular de primer grado entre el 10 y el 33 % en estudios similares.

Serra-Grima (2016) señala que el efecto del entrenamiento produce cambios en la función del nodo auriculoventricular por incremento del tono vagal, el bloqueo auriculoventricular de primer grado se puede presentar en un 33 % de los deportistas, mientras que el bloqueo auriculoventricular de segundo grado es menos frecuente, y por lo general no llega al 1%. De igual forma los valores

medios descritos en esta investigación se asemejan a los referidos por Mathur (2018) que expone un promedio del intervalo PR de 0,16 segundos más menos 0,01 segundos en velocistas y de 0,18 más menos 0,02 segundos en fondistas.

En los deportistas es frecuente encontrar discretas alteraciones en la duración y morfología del QRS, al realizar el análisis del complejo QRS descrito en el estudio y expuesto en la tabla 3, se observó que la duración del mismo en las diferentes etapas de entrenamiento estuvo dentro de valores normales. Al describir la morfología se evidenció la presencia de bloqueo incompleto de la rama derecha del Haz de His en dos deportistas lo que representa un 28,6% de la muestra, hallazgo este último descrito como frecuente en deportistas en edades tempranas de la vida (Uberoi, 2012).

En otras investigaciones se muestran trastornos de la conducción intraventricular inespecíficos con QRS mellados en V₁ (Fernández, 2015). (Wasfy et al., 2015).

En lo referente a la duración del complejo QRS concuerda parcialmente con Pérez (2004) que en su estudio mostró un QRS de 0,09 más menos 0,02 segundos sin modificaciones en la morfología del complejo, de igual manera Hernández O (2002) halló QRS con una duración media de 0,06 segundos, no refiriendo otras anomalías.

En los resultados reflejados en la tabla 3 de este trabajo todos los deportistas presentaron el intervalo QTc normal, similar a Peidro (2015) que, en su artículo de revisión sobre el corazón del deportista, plantea que el intervalo QTc es normal en el atleta. Por lo general, el QTc del deportista tiene valores considerados en el límite superior de la normalidad. Resultados semejantes encontró Carré (2015), cuando estudió este intervalo en deportistas de resistencia.

Los trastornos de la repolarización ventricular son hallazgos muy frecuentes en deportistas, que plantean dudas diagnósticas entre lo fisiológico y lo patológico, la tabla 4 del actual estudio muestra un 57,2 % de atletas con alteraciones de la onda T.

En la investigación realizada, existen ondas T negativas profundas en V₂, V₃ y ondas T aplanadas en V₄, V₅ y V₆ y concuerdan parcialmente con los obtenidos por Hernández O (2002) y Pérez (2004) en sus estudios donde evidenció un 27,6 % de atletas con ondas T negativas, 5,1% bimodales y 1,2% ondas T aplanadas.

La aparición en la tabla 5 de valores en el rango superior de la normalidad de variables como el espesor del septum interventricular y de la pared posterior del ventrículo izquierdo así como los del diámetro diastólico del ventrículo izquierdo en rangos inferiores, tales como se detectaron en este estudio durante las tres etapas estudiadas, deben considerarse cuidadosamente porque pueden ser un indicativo de inadecuada dosificación, planificación o aplicación de las cargas de entrenamiento, donde se esté ejecutando un trabajo predominantemente anaerobio sin la compensación aeróbica correspondiente (Rabassa, 2009).

La actual investigación coincide con Géoffroy, Prohías, Castro, Mérida y García (2016) donde en un estudio de triatletas observaron incremento progresivo del grosor septal y la pared posterior del ventrículo izquierdo, ambos sufrieron un ascenso gradual de sus dimensiones que sobrepasaron levemente los valores considerados como normales; en ese estudio, el diámetro diastólico del ventrículo izquierdo tuvo un aumento lineal ascendente a medida que fue en progreso del entrenamiento, el actual trabajo difiere de estos resultados pues según avanzaron las etapas de entrenamiento se comprobó un comportamiento inverso a lo esperado.

Estas modificaciones sugieren que existió un incremento del trabajo de intensidad y de fuerza vinculado además con dificultad en la planificación del régimen de trabajo- descanso; una inadecuada planificación de las cargas basadas en altas intensidades además de poco tiempo de trabajo con dirección funcional aeróbica básica después de cada sesión de entrenamiento, lo señalado se corresponde con bibliografía como Álvarez, Mollón, Mónaco y Villa (2015) referente al tema que exponen el incremento de los espesores parietales cuando el trabajo preponderante es con cargas de altas intensidades independientemente de la etapa de preparación.

Por otra parte, Mojena (2016) en su investigación que incluyó 8 escolares de kayak en ambos sexos obtuvo para el índice h/r una media durante el IPG y FPE de 0,35; el valor del mismo en el actual estudio no coincide con los expuestos por dicho autor.

Fuentes (2016) describe en 5 fondistas escolares una media para el Ih/r en las 3 etapas de preparación (IPG, FPG y FPE) de 0,42; 0,36 y 0,38 respectivamente, el presente estudio no muestra similitud con las dos últimas etapas analizadas.

Cuando se analizó la media del equipo que se evaluó en la presente investigación, se estima que se produjo un incremento en las intensidades de trabajo durante todas las etapas de preparación, dado el elevado valor del índice h/r, variable esta que como describen en varios estudios Rabassa (2009), Venckunas (2008) se incrementa cuando hay un predominio del trabajo con mayores intensidades y es indicativo de haber recibido cargas altas.

Al analizar el volumen de eyección (VE) y el índice de volumen de eyección (IVE) de los fondistas escolares de esta investigación expuestos en la tabla 6, se aprecia que existe un predominio del déficit de capacidad aeróbica en los atletas, reflejado en la media de la variable IVE en todos los momentos, el cual no sobrepasa los 50 ml/latido/ m² de superficie corporal, lo que indica descuido del trabajo aeróbico básico, aspecto que es tenido en cuenta en varias investigaciones, Rabassa (2009) Rabassa (2011), donde se da valor al trabajo aeróbico básico durante las etapas de preparación en las cuales predomine sobre todo las altas intensidades de cargas de entrenamiento.

En este estudio además se encontraron valores inferiores a los esperados en las variables volumen de eyección e índice de volumen de eyección, evidentes en la media del equipo para ambas variables, durante todo el macrociclo, lo que no coincide con bibliografías (Rabassa, 2011). (Mojena, 2016).

Fuentes (2016) durante el estudio con fondistas escolares, en relación al volumen de eyección e índice de volumen de eyección obtuvo una media del equipo para cada variable y en las tres etapas, inferior a lo esperado, los resultados del presente estudio se asemejan a los obtenidos en dicha investigación. En la presente investigación se obtuvo valores similares a Rea (2017) en su estudio con practicantes escolares de kayak en la etapa estudiada (IPG).

Cuando la dirección funcional del entrenamiento tiene un predominio de altas intensidades con volúmenes menores, se observa un incremento en los espesores parietales y una disminución o un incremento de poca magnitud, del diámetro y volumen diastólicos del ventrículo izquierdo y del volumen de eyección y su respectivo índice, describiéndose en éstos un incremento de los valores del índice h/r Rabassa (2009) y Rabassa (2011), que aunque deben estar en rango de equilibrio aerobio anaerobio, tienden sus valores a acercarse mayormente a 0,40 ,lo que sugiere como en el caso de la presente investigación que no se realizaron adecuaciones de las cargas de entrenamiento además de inadvertir el trabajo aeróbico básico durante el período preparatorio según demuestran los resultados

obtenidos en los estudios ecocardiográficos, como parte del control cardiovascular del entrenamiento deportivo.

Conclusiones

Las modificaciones electrocardiográficas halladas fueron: alteraciones del ritmo cardiaco (bradicardia sinusal y arritmia sinusal respiratoria), bloqueo auriculoventricular de primer grado, bloqueo incompleto de la rama derecha del Haz de Hiss y los trastornos menores de la repolarización ventricular.

En el ecocardiograma el espesor del septum interventricular y de la pared posterior del ventrículo izquierdo, mostraron valores cercanos al límite superior de la normalidad, contrario al diámetro diastólico del ventrículo izquierdo que tuvo una inclinación colectiva en el equipo a medidas bajas durante todas las etapas de entrenamiento, lo que contribuyó a un índice h/r elevado en la mayoría de los atletas.

El volumen de eyección y el índice de volumen de eyección mantuvieron valores inferiores a los considerados como normales en las tres etapas de entrenamiento, lo cual induce a plantear que se produce un incremento en las intensidades de trabajo durante todo el macrociclo y marcado déficit de capacidad aeróbica, esto sugiere no haber realizado adecuaciones de las cargas de entrenamiento y descuido del trabajo aeróbico básico durante el período preparatorio

Referencias

- Álvarez, R., Mollón, P., Mónaco, R., Villa, D. (2015). Estudio de la función ventricular izquierda con eco-Doppler cardíaco y Doppler tisular en deportistas y sedentarios: correlación con la capacidad aeróbica máxima. *Revista Argentina de Cardiología* [Internet]. 2005 [citado el 2 de febrero de 2015]; 73(2): 119-225. [aprox. 10 p.]. Disponible en: http://www.sac2.com.ar/web_files/download/revista_articulos/files/73-2-9-pdf-462.pdf
- Berovides, O., López, A. (2016). Cambios funcionales y morfológicos en el corazón de corredores de fondo y levantamiento de pesas. [Internet] 2014. [citado el 2 de abril de 2016]: [aprox. 22 p.]. Disponible en:

<http://www.imd.inder.cu/adjuntos/article/159/Cambios%20funcionales%20y%20morfol%C3%B3gicos%20en%20el%20coraz%C3%B3n.pdf>

Carré, F., Moño, J C. (2015). Características electrocardiográficas del atleta: ¿Cuáles son los límites? [Internet]. Rev. Prat 2001 30 de junio; 51 (12 Suppl): S7-14. PMID: 11505871 [Citado el 30 mar de 2015] [PubMed - Medline]

Fernández, D. L (2015). Adaptaciones Cardiovasculares [Internet]. [Citado el 30 mar de 2015]. Disponible: <http://www.fac.org.ar/scvc/llave/exercise/serrato1/serratoe.htm>

Fuentes Almanza, J. (2016). Modificaciones cardiovasculares en atletas fondistas de la categoría escolar en Villa Clara. [Tesis de la especialidad]. Villa Clara Cuba, Cuba: CEPROMEDE. VC.

Géoffroy, C., Prohías, J., Castro, A., Mérida, O., García, R. (2016). Adaptaciones morfofuncionales evaluadas por ecocardiograma en deportistas masculinos de élite en triatlón. CorSalud. [Internet]2014. [citado 2 de febrero de 2016]; 6(2):167-173. [aprox. 14 p.]. Disponible en: <http://medicentro.sld.cu/index.php/corsalud/article/viewFile/1904/1501>

Hernández, O. (2002). Hallazgos electrocardiográficos en deportistas cubanos de alto rendimiento. [Tesis de la especialidad]. La Habana Cuba, Cuba: IMD 2002.

Mathur, DN. (2018). Heart volume and electrocardiographic studies in sprinters and soccer players. J Sports Med and Physical Fitness; Vol 28: 402-406.

MojenaLópez, LC. (2016). Modificaciones de las variables ecocardiográficas producto de las cargas de entrenamiento durante el período preparatorio en deportistas escolares y juveniles de Kayak de Villa Clara [Tesis de la especialidad]. Villa Clara Cuba, Cuba: CEPROMEDE VC

Peidro, R. (2015). El corazón del deportista. Hallazgos clínicos, electrocardiográficos y ecocardiográficos. Revista Argentina de Cardiología [Internet] 2003. [citado 2 febrero 2015]; 71(2):126-137 [aprox. 12 p.]. Disponible en: <http://www.sac.org.ar/wp-content/uploads/2014/04/758.pdf>

- Pérez Cedres, I E. (2004). Características electrocardiográficas de los nadadores del equipo nacional de cuba. [Tesis para optar por el Título de Máster en Control Médico del Entrenamiento Deportivo]. La Habana: Instituto de Medicina del Deporte.
- Rabassa López-Calleja, MA. (2009). Modificaciones de las variables ecocardiográficas durante el período preparatorio en deportistas escolares de triatlón. [Tesis Doctoral]. Villa Clara, Cuba: Instituto de Medicina del Deporte.
- Rabassa, MA., García, LA., Pereira M. (2011). El control médico en los deportes intermitentes de alta intensidad. Una aplicación al Polo Acuático. I Convención Internacional de Alto Rendimiento; Santiago de Cuba
- Rea, YA. (2017). Parámetros cardiovasculares y variables ecocardiográficas en kayakistas al inicio de la preparación general. [Tesis de la especialidad]. Villa Clara Cuba, Cuba: CEPROMEDE. VC.
- Semsarian, C., Sweeting, J. (2015). Muerte súbita en atletas. *British Medicine Journal*. BMJ 2015;350:h1218.
- Serra-Grima, R., Puig, T., Doñate, M., Gülich, I., Ramón, J. (2016). Implicaciones Pronósticas del Electrocardiograma Anormal en Atletas de Alta Competencia. *Int J Sports Med*. Nov. 29 (11): 934-7. doi: 10.1055 / s-2008 a 1.038.602. Epub 2008 29 de mayo. PMID: 18512181 [Citado el 30 mar de 2016] [PubMed - Medline] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18512181>
- Silva Fernández, J., Portela Sáenz, A., Pujadas Almenares, E., Medina Sánchez, MC. (2017). Variables ecocardiográficas en judocas y karatecas. *RevCubMedDep* [serial online]2010. May-Ago [citado 30 de noviembre de 2017]; 5(2). Disponible en: <http://www.imd.inder.cu/index.php/revistas/volumen-5/52-numero-2/188-variablesecocardiograficas-en-judocas-y-karatecas.html>.
- Thompson, P., Venero, C. (2016). History of Medical Reports on the Boston Marathon: 112 Years and Still Running. *Med. Sci. Sports Exerc*. 41: 257–264.

- Uberoi, A., Stein, R., Pérez, M., Freeman, J., Wheeler, M., Dewey, F.(2012). Interpretation of the Electrocardiogram of Young Athletes. *Circulation*. 124:746-757.
- Velarde, A., Inchauste, G., Vásquez, G., Velásquez, P. (2016). Fisiología del corazón de atleta: estudio ecocardiográfico en atletas de resistencia y fuerza nativos de la altura. *SCIENTIFICA [revista en la Internet]* 2014. [citado el 2 de febrero de 2016]; 12(1): 19-24: [aprox. 6 p.]. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1813-00542014000100004&lng=es
- Venckunas, T., Mazutaitiene, B. (2008). El Rol de la Ecocardiografía para el Diagnóstico Diferencial entre la Hipertrofia de Miocardio Inducida por el Entrenamiento y la Cardiomiopatía. [Citado 7 de octubre de 2014]. Recuperado de: <http://www.sobreentrenamiento.com/Publice/Home.asp>.
- Wasfy, MM., De Luca, J., Wang, F., Berkstresser, B., Ackerman, KE., Eisman, A., Lewis, GD., Hutter, AM., Weinwe, RB., Baggish, AL. (2015). ECG findings in competitiverowers: normative data and the prevalence of abnormalities using contemporary screening recommendations. *Br J Sports Med*. 2015 Feb; 49(3):200-6. doi: 10.1136/bjsports-2014093919. Epub 2014 Sep 8. PMID: 25202138 [PubMed – in process]
- Yáñez, F. (2016). Síndrome corazón de atleta: historia, manifestaciones morfológicas e implicancias clínicas. *RevChilCardiol [Internet]*2012. [citado el 5 de mayo de 2016]; 31(3): 215-225. [aprox. 15 p.]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-85602012000300005&lng=es
- Zehender Kaplinsky, E., Yahini, JH., Hanne-Papro, N., Neufeld, HN. (1975). Wenckebach A-V block: a frequent feature following heavy physical training. *Am Heart J* 1975; 90: 426-430.