

## ARTÍCULO ORIGINAL

# Monitoreo de la frecuencia cardiaca como indicador de la intensidad del entrenamiento en el futbolista profesional a 2 600 m sobre el nivel del mar

Heart rate monitoring as an indicator of training intensity in the professional footballer at 2 600 m above sea level

H. M. Tlatoa-Ramírez,<sup>a\*</sup> S. López-Rodríguez,<sup>a</sup> M.L. Márquez-López,<sup>a</sup> G. Armengol-Vargas,<sup>a</sup> G. Salazar-Carmona,<sup>a</sup> J. Aguilar-Reyes,<sup>a</sup> J. Acosta-Mantecón<sup>a</sup>

Recibido: 20 de marzo de 2019

Aceptado: 10 de septiembre de 2019

### PALABRAS CLAVE:

Frecuencia cardiaca;  
Intensidad del  
entrenamiento;  
Futbolista.

### RESUMEN

**Introducción:** Con el objetivo de analizar el comportamiento de la frecuencia cardiaca como indicador de la intensidad del entrenamiento en el futbolista profesional a 2 600 m sobre el nivel del mar.

**Materiales y métodos:** Se realizó un estudio longitudinal, prospectivo de la temporada apertura 2017 y clausura 2018 del fútbol mexicano, con un análisis estadístico descriptivo con medidas de tendencia central y de dispersión, así como intervalos de confianza en un análisis de 2 328 monitoreos de la frecuencia cardiaca y distancia recorrida con el sistema de seguimiento por GPS Polar Team Pro y 111 monitoreos ambientales, con una duración aproximada de 120 minutos por sesión de entrenamiento.

**Resultados:** Se llevaron a cabo 2 328 monitoreos con registros de frecuencia cardiaca en reposo, variabilidad de la frecuencia cardiaca (vfc), frecuencia cardiaca durante el entrenamiento y la recuperación; con 111 registros ambientales. Algunas de las variables propias del monitoreo de la frecuencia cardiaca durante el entrenamiento por la dinámica del mismo, como lo es, no seguir indicaciones o impuntualidad por el deportista; así como los tiempos propios marcados por el entrenador, falla del registro por desconexión del sensor, entre otras, hacen que algunos registros no sean valorables.

**Conclusiones:** La frecuencia cardiaca de reposo permanece en los parámetros normales, la frecuencia cardiaca media de entrenamiento se encuentra en zona 2 de control de peso entre el 60-70% de la frecuencia cardiaca máxima, y la frecuencia cardiaca máxima de esfuerzo dentro de la zona 5 de alta intensidad, mientras que la frecuencia cardiaca mínima se ubica por debajo de la zona 1 de actividad regenerativa que va de un 50-60% de la frecuencia cardiaca máxima.

### KEY WORDS:

Heart rate;  
Training intensity;  
Football player.

### ABSTRACT

**Introduction:** The purpose of this study is to analyze the behavior of the cardiac variability as an indicator of the training intensity in football players at 2600mts altitude above sea level.

**Methods:** This was a longitudinal and prospective study of the 2017-2018 Mexican football seasons, with a descriptive analysis and central tendency on dispersion measurements as confidence intervals. These intervals consisted of 2328 heart rate cardiac monitorizations,

<sup>a</sup> Universidad Autónoma del Estado de México, México.

\* Autor para correspondencia: hecltatoarmz@hotmail.com

traveled distance with the Polar Team Pro GPS tracking system and 111 environmental monitorizations, with each training session length of 120 minutes approximately.

Results: After making 2328 monitorizations the following measures were obtained: resting heart rate, heart rate variability (HRV), heart rate during training and recovery sessions amongst 111 environmental registrations. Some variables of the heart rate monitorization records during the training session couldn't be measured or valued such as not following instructions, football players running late, the coach training marked times, and the cardiac monitor connection errors.

Conclusions: The resting heart rate is between the normal parameters. The medium heart rate is between 60-70% of the maximum heart rate of the second zone of weight control. The maximum heart rate posterior to the effort is in the fifth zone of high intensity, meanwhile the minimum heart rate is below the first zone of regenerative activity that corresponds from 50-60% of the maximum heart rate.

## INTRODUCCIÓN

El monitoreo de la frecuencia cardiaca del jugador en tiempo real durante el gesto deportivo no es habitual y no se detecta el comportamiento del sistema cardiovascular en el ejercicio físico, siendo un parámetro fisiológico importante para conocer la intensidad a la que se somete el corazón.<sup>1</sup> Estudios internacionales informan que la enfermedad cardiovascular incrementa de manera significativa, algunos estudios epidemiológicos en Estados Unidos reportan de 180 000 a 250 000 muertes súbitas por año, con un gasto proyectado a 30 años de treinta trillones de dólares, y en el caso de nuestro país, reportan un gasto aproximado de dos billones de pesos al año.<sup>2</sup> Por su parte, el deporte profesional con su dinámica propia y las características de su entrenamiento, sin un conocimiento, seguimiento o monitoreo cardiovascular adecuado deja susceptible a esta población.<sup>3</sup> El uso de la tecnología ofrece la oportunidad de conocer en tiempo real el comportamiento del miocardio durante una carga física determinada para ratificar o rectificar la intensidad del entrenamiento.<sup>4</sup> Conociendo la manera en que responde el miocardio a un estímulo, podemos dosificar adecuadamente la carga de entrenamiento para generar adaptaciones cardiovasculares favorables para el jugador. Por tal motivo, es necesario establecer un adecuado control médico deportivo del entrenamiento y la competencia en relación a la respuesta de cargas físicas a las que es sometido el sistema cardiovascular del jugador a 2 600 msnm.<sup>5</sup> El monitoreo de la frecuencia cardiaca tiene el propósito de conocer la intensidad del entrenamiento, determinar la variabilidad de la frecuencia cardiaca, detectar los cofactores que conducen al sobreentrenamiento e incluso a la muerte súbita.<sup>6</sup> Existen pocos estudios longitudinales en la literatura nacional e internacional que aporten una información

tan amplia para obtener los parámetros previamente mencionados.

Las señales biológicas son utilizadas como herramientas para el control y evaluación de las cargas de entrenamiento o los efectos agudos y crónicos que se provocan en el organismo del deportista. Cada individuo en condiciones de reposo posee un ritmo natural que, dista mucho de ser estable. Esto resulta una circunstancia excepcional para su aplicación al entrenamiento deportivo. El ritmo cardiaco depende directamente del sistema nervioso autónomo o vegetativo, el cual influye también sobre numerosas funciones del organismo rol y evaluación de las cargas de entrenamiento o los efectos agudos y crónicos que provocan en el organismo del deportista. Su control depende de un elevado número de factores, internos y externos, los cuales varían significativamente durante el ejercicio o en situaciones en las que el organismo altera su situación habitual de funcionamiento. Así, podemos observar cómo durante el ejercicio, el balance simpático-vagal depende de la intensidad y duración del ejercicio. Algunos autores proponen que hasta intensidades de aproximadamente el 50% del VO<sub>2</sub>max los cambios en la variabilidad del ritmo cardiaco se deben principalmente a la disminución de la descarga parasimpática acompañada de un aumento progresivo de la influencia simpática. Por arriba de esta intensidad, la frecuencia cardiaca y sus oscilaciones pasan a estar prioritariamente influenciados por la actividad simpática. En estas situaciones, las oscilaciones de la frecuencia cardiaca también dependen de dos procesos oscilatorios que actúan como mecanismos de retroalimentación: respiración (arritmia sinorespiratoria); presión arterial (influencia barorrefleja).<sup>1</sup>

En los últimos años, la RC ha sido utilizada varias veces en el estudio de la actividad física y sus numerosas manifestaciones. Entre las diferentes aplicaciones podemos señalar:

- Detección de alteraciones funcionales
- Asimilación de cargas de entrenamiento
- Prevención estados de sobreentrenamiento
- Evaluación funcional del deportista
- Determinación de umbrales
- Diseño de cargas de entrenamiento
- Respuesta aguda al ejercicio

La frecuencia cardiaca como indicador de intensidad de ejercicio muestra una relación lineal con el VO<sub>2</sub>max. Esta intensidad o carga de trabajo se encuentra dentro del rango 60-90% del VO<sub>2</sub>max y es constante durante varios minutos.<sup>7</sup> La relación lineal entre el consumo de oxígeno y la frecuencia cardiaca hasta intensidades altas, ha permitido la utilización de la frecuencia cardiaca para determinar y controlar la intensidad del esfuerzo en entrenamientos y en competiciones. Una de las principales aplicaciones de esta monitorización es obtener un patrón de distribución de frecuencia cardiaca con respecto a la posición de juego en diversos deportes de conjunto como fútbol, basquetbol y balonmano, ya que existe dificultad para establecer intensidades de ejercicio para este tipo de prácticas deportivas.<sup>8</sup>

En general, el rango de la frecuencia cardiaca (dominio simpático) en los días inmediatamente posterior al ejercicio intenso, no son registrados. Existe poca evidencia actualmente con respecto a las fluctuaciones en la carga de entrenamiento y competencia en los deportes de equipo. La recuperación del ritmo cardiaco (HRR) en el post ejercicio refleja los ajustes en la hemodinámica general en relación con la posición corporal, la presión sanguínea y la actividad metabólica, que en parte, impulsa el retiro de la actividad simpática y la reactivación para-simpática.<sup>9</sup>

Recientes resultados en los deportes de resistencia han demostrado que la recuperación del HRR puede servir como un marcador sensible de alteración de la carga de entrenamiento, aunque dicha asociación aún no se ha visto en los deportes de equipo.<sup>10</sup>

Flatt y colaboradores estudiaron con una aplicación inteligente que recolecta medidas ultracortas de VFC, encontraron disminución dentro de las primeras tres semanas de entrenamiento como indicativo de adaptación positiva.<sup>4</sup>

Se ha observado una gran variación individual en la adaptación del entrenamiento después de entrenamiento de resistencia. Es típico que algunos individuos muestren grandes mejoras (incluso al 40%)

en la absorción máxima de oxígeno (VO<sub>2</sub>max) o en el rendimiento de resistencia, mientras que algunas personas no muestran cambios.<sup>5</sup>

La regulación autonómica cardíaca es un determinante importante de la adaptación al entrenamiento de resistencia. Se ha demostrado que la variabilidad basal de la frecuencia cardiaca en reposo mediada por el estímulo vagal está relacionada con mejoras en el VO<sub>2</sub>max y el rendimiento de resistencia después del entrenamiento de resistencia en diferentes poblaciones. Además, el aumento de la actividad parasimpática en la frecuencia cardiaca se relaciona con mejora en el rendimiento de resistencia o VO<sub>2</sub>max.<sup>6</sup>

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) recomienda que la intensidad del ejercicio de resistencia cardiorrespiratoria, desde un punto de vista fisiológico, debe establecerse entre el 60 y 90% de la frecuencia cardiaca máxima (FCmáx), entre el 40 y 85% de la frecuencia cardiaca de reserva (FC de reserva) o, con base en parámetros psicológicos como la percepción subjetiva del esfuerzo, entre 12 y 16 puntos, según la escala de Borg.<sup>7</sup>

Un aspecto poco evaluado hasta el momento es determinar si la intensidad del esfuerzo predominante en la fase principal de la sesión se establece dentro de los parámetros recomendados por el ACSM con el objetivo de mejorar y mantener la resistencia cardiorrespiratoria. En su estudio, Rodríguez utilizó un equipo de telemetría polar team system y en sus resultados establecieron que una vez determinada la frecuencia cardiaca máxima teórica y la frecuencia cardiaca de reposo, se calculó, para cada sujeto, el porcentaje de intensidad en cada una de las zonas de entrenamiento. Siendo la zona 1 de recuperación del 50-60%, la zona 2 de baja intensidad del 60-70%, la zona 3 de moderada intensidad del 70-80%, la zona 4 de elevada intensidad del 80-90% y la zona 5 de máxima intensidad del 90-100%. Dependiendo del objetivo del entrenamiento, se deben seguir diferentes estrategias de variación de intensidad para inducir las adaptaciones deseadas.<sup>8</sup>

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio longitudinal, prospectivo de la temporada apertura 2017 y clausura 2018 del fútbol mexicano, se desarrolló monitoreo de la frecuencia cardiaca a todos los jugadores del equipo profesional de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) durante los entrenamientos en Toluca y zonas aledañas de julio 2017 a noviembre 2018, con

## RESULTADOS

el objetivo de analizar el comportamiento de la frecuencia cardiaca como indicador de la intensidad del entrenamiento en el futbolista a 2 600 m sobre el nivel del mar. Con un análisis estadístico descriptivo con medidas de tendencia central y dispersión, así como intervalos de confianza en un análisis de 2 328 monitoreos de la frecuencia cardiaca y distancia recorrida con el sistema de seguimiento por GPS Polar Team Pro y 111 monitoreos ambientales.

Se realizaron 2 328 monitoreos obteniendo registros de frecuencia cardiaca en reposo, variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC), frecuencia cardiaca durante el entrenamiento y la recuperación; con 111 registros ambientales. Algunas de las variables propias del monitoreo de la frecuencia cardiaca durante el entrenamiento por la dinámica del mismo, como es no seguir indicaciones o impuntualidad por el deportista; así como los tiempos propios marcados por el entrenador, falla del registro por desconexión del sensor entre otras hacen que algunos registros no sean valorables.

**Tabla 1. Mediciones ambientales durante las sesiones de entrenamiento monitoreadas en el futbolista profesional a 2 600 m sobre el nivel del mar**

	°C	% Humedad
Media	12.27	66.52
Error típico	0.25	1.16
Mediana	12	65
Moda	11	65
Desviación estándar	2.65	12.23
Varianza de la muestra	7.05	149.72
Curtosis	0.58	-0.16
Coefficiente de asimetría	0.88	0.32
Rango	14	55
Mínimo	7	43
Máximo	21	98
Suma	1362	7384
N	111	111
Nivel de confianza (95.0%)	0.49	2.30

Fuente: Directa.

**Tabla 2. Resultados del monitoreo de frecuencia cardiaca, distancia y variabilidad en entrenamiento en el futbolista profesional a 2 600 m sobre el nivel del mar**

	Defensa	Medio	Delantero	General
FC máxima Teórica (lpm)	196.5 ± 1.2	196.7 ± 1.0	197.2 ± 1.4	196.8 ± 1.2
FC mínima Reposo (%)	36.0 ± 7.7	34.9 ± 6.9	34.9 ± 6.0	35.3 ± 7.0
FC media Reposo (%)	45.9 ± 8.5	42.8 ± 8.1	43.0 ± 7.4	43.9 ± 8.2

*Continúa...*

FC mínima ejercicio (%)	44.0 ± 9.4	41.6 ± 8.4	41.8 ± 6.9	42.5 ± 8.5
FC media ejercicio (%)	68.8 ± 8.8	66.1 ± 7.8	67.2 ± 7.8	67.3 ± 8.3
FC máxima ejercicio (%)	93.0 ± 9.6	91.2 ± 8.5	92.2 ± 7.7	92.1 ± 8.8
FC pos ejercicio 1' (%)	68.8 ± 11.3	67.6 ± 9.6	70.2 ± 9.9	68.7 ± 10.3
FC pos ejercicio 3' (%)	58.7 ± 8.3	56.6 ± 7.1	58.8 ± 7.4	57.9 ± 7.7
FC pos ejercicio 5'	53.9 ± 8.1	51.5 ± 6.9	53 ± 7.4	52.7 ± 7.6
Distancia (km)	6.0 ± 2.9	6.8 ± 3.1	6.7 ± 3.1	6.5 ± 3.1
VFC (RMSSD)	51.7 ± 11	51.1 ± 12	48.1 ± 15	50.9 ± 12.1

Fuente: Directa.

**Tabla 3. Descriptivo de la FC máxima teórica**

Posición	Estadístico de FC Máxima teórica		Error típ.		
Defensa	Media		196.56	.043	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	196.47		
		Límite superior	196.64		
	Media recortada al 5%		196.51		
	Mediana		196.00		
	Varianza		1.617		
	Desviación típica		1.272		
	Mínimo		195		
	Máximo		199		
	Rango		4		
	Amplitud intercuartil		3		
	Asimetría		.288		.082
	Curtosis		-1.066		.164
	Delantero	Media			197.25
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	197.13		
		Límite superior	197.37		
Media recortada al 5%			197.37		
Mediana			198.00		
Varianza			2.009		
Desviación típica			1.418		
Mínimo			192		
Máximo			199		
Rango			7		
Amplitud intercuartil			1		
Asimetría			-1.440	.104	

Continúa...

	Curtosis		2.662	.209
	Media		196.76	.034
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	196.69	
		Límite superior	196.82	
	Media recortada al 5%		196.80	
	Mediana		197.00	
	Varianza		1.057	
Medio	Desviación típica		1.028	
	Mínimo		193	
	Máximo		198	
	Rango		5	
	Amplitud intercuartil		1	
	Asimetría		-.672	.082
	Curtosis		-.086	.164

Fuente: Directa.

**Tabla 4. Descriptivo de la intensidad de la FC mínima en reposo**

Posición		Estadístico	Error típ.
	Media	36.01	.392
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	35.24
		Límite superior	36.78
	Media recortada al 5%		35.88
	Mediana		36.00
	Varianza	60.511	
Defensa	Desv. típ.	7.779	
	Mínimo	13	
	Máximo	62	
	Rango	49	
	Amplitud intercuartil	10	
	Asimetría	.265	.123
	Curtosis	.131	.245
	Media	34.96	.379
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	34.21
		Límite superior	35.70
	Media recortada al 5%		34.90
	Mediana		34.00
Delantero	Varianza	36.692	
	Desv. típ.	6.057	
	Mínimo	15	
	Máximo	55	

*Continúa...*

	Rango		40	
	Amplitud intercuartil		8	
	Asimetría		.195	.152
	Curtosis		.303	.303
	Media		34.90	.322
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	34.26	
	la media al 95%	Límite superior	35.53	
Medio	Media recortada al 5%		34.69	
	Mediana		34.00	
	Varianza		48.495	
	Desv. típ.		6.964	

Fuente: Directa.

**Tabla 5. Descriptivo de la intensidad de la FC media de reposo**

Posición		Estadístico	Error típ.
	Media	45.93	.430
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	45.08
	la media al 95%	Límite superior	46.77
	Media recortada al 5%		45.73
	Mediana		45.00
	Varianza	72.360	
Defensa	Desv. típ.	8.506	
	Mínimo	26	
	Máximo	74	
	Rango	48	
	Amplitud intercuartil	12	
	Asimetría	.378	.123
	Curtosis	.112	.246
	Media	43.04	.464
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	42.12
	la media al 95%	Límite superior	43.95
Delantero	Media recortada al 5%		42.69
	Mediana		42.00
	Varianza	55.315	
	Desv. típ.	7.437	
	Media	42.82	.377
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	42.08
	la media al 95%	Límite superior	43.56
Medio	Media recortada al 5%		42.48
	Mediana		42.00
	Varianza	66.382	
	Desv. típ.	8.147	

Fuente: Directa.

**Tabla 6. Descriptivo de la intensidad de la FC mínima de ejercicio**

Posición		Estadístico	Error típ.	
Defensa	Media	44.03	.352	
	Intervalo de confianza para la	Límite inferior	43.33	
	media al 95%	Límite superior	44.72	
	Media recortada al 5%		43.84	
	Mediana		44.00	
	Varianza		88.935	
	Desv. típ.		9.431	
	Mínimo		14	
	Máximo		83	
	Rango		69	
	Amplitud intercuartil		11	
	Asimetría		.384	.091
	Curtosis		1.037	.182
	Media		41.81	.319
Delantero	Intervalo de confianza para la	Límite inferior	41.18	
	media al 95%	Límite superior	42.43	
	Media recortada al 5%		41.62	
	Mediana		42.00	
	Varianza		48.586	
	Desv. típ.		6.970	
	Mínimo		20	
	Máximo		72	
	Rango		52	
	Amplitud intercuartil		8	
	Asimetría		.469	.112
	Curtosis		1.984	.223
	Media		41.63	.303
	Medio	Intervalo de confianza para la	Límite inferior	41.03
media al 95%		Límite superior	42.22	
Media recortada al 5%			41.32	
Mediana			41.00	
Varianza			71.700	
Desv. típ.			8.468	

Fuente: Directa.

**Tabla 7. Descriptivo de la intensidad de la FC media de ejercicio**

Posición		Estadístico	Error típ.
Defensa	Media	68.81	.329
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	68.17
	la media al 95%	Límite superior	69.46

Continúa...



	Media recortada al 5%		69.08	
	Mediana		70.00	
	Varianza		77.540	
	Desv. típ.		8.806	
	Mínimo		35	
	Máximo		93	
	Rango		58	
	Amplitud intercuartil		11	
	Asimetría		-.509	.091
	Curtosis		.689	.182
	Media		67.29	.360
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	66.59	
	la media al 95%	Límite superior	68.00	
	Media recortada al 5%		67.50	
	Mediana		68.00	
	Varianza		62.009	
Delantero	Desv. típ.		7.875	
	Mínimo		31	
	Máximo		97	
	Rango		66	
	Amplitud intercuartil		9	
	Asimetría		-.466	.112
	Curtosis		2.030	.223
	Media		66.15	.282
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	65.59	
	la media al 95%	Límite superior	66.70	
Medio	Media recortada al 5%		66.34	
	Mediana		67.00	
	Varianza		62.025	
	Desv. típ.		7.876	

Fuente: Directa.

**Tabla 8. Descriptivo de la intensidad de la FC máxima de ejercicio**

Posición		Estadístico	Error típ.
	Media	93.01	.362
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	92.30
	la media al 95%	Límite superior	93.72
	Media recortada al 5%		93.18
Defensa	Mediana		94.00
	Varianza		93.976
	Desv. típ.		9.694
	Mínimo		48
	Máximo		122

*Continúa...*

	Rango		58	
	Amplitud intercuartil		11	
	Asimetría		-.509	.091
	Curtosis		.689	.182
	Media		92.26	.357
Delantero	Intervalo de confianza para	Límite inferior	91.56	
	la media al 95%	Límite superior	92.96	
	Media recortada al 5%		92.34	
	Mediana		93.00	
	Varianza		60.816	
	Desv. típ.		7.798	
	Mínimo		52	
	Máximo		122	
	Rango		70	
	Amplitud intercuartil		7	
	Asimetría		-.579	.112
	Curtosis		5.443	.223
	Media		91.23	.307
Medio	Intervalo de confianza para	Límite inferior	90.63	
	la media al 95%	Límite superior	91.84	
	Media recortada al 5%		91.34	
	Mediana		92.00	
	Varianza		73.226	
	Desv. típ.		8.557	

Fuente: Directa

**Tabla 9. Descriptivo de la intensidad de la FC post ejercicio al primer minuto**

Posición		Estadístico intensidad de FC Post 1 <sup>er</sup> . minuto	Error típ.
	Media	68.88	.466
Defensa	Intervalo de confianza para	Límite inferior	67.97
	la media al 95%	Límite superior	69.80
	Media recortada al 5%		69.17
	Mediana		70.00
	Varianza		127.973
	Desviación típica		11.313
	Mínimo		30
	Máximo		100
	Rango		70
	Amplitud intercuartil		16
	Asimetría	-.428	.101
	Curtosis	.373	.201
	Media	70.23	.494
Delantero	Intervalo de confianza para	Límite inferior	69.26
	la media al 95%	Límite superior	71.20
	Media recortada al 5%		70.71
	Mediana		71.50
	Varianza		98.755

Continúa...

	Desviación típica		9.938	
	Mínimo		28	
	Máximo		90	
	Rango		62	
	Amplitud intercuartil		12	
	Asimetría		-.819	.121
	Curtosis		1.240	.242
	Media		67.68	.379
Medio	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	66.94	
		Límite superior	68.43	
	Media recortada al 5%		67.97	
	Mediana		68.00	
	Varianza		93.643	
	Desviación típica		9.677	
	Mínimo		193	
	Máximo		198	
	Rango		5	
	Amplitud intercuartil		1	
	Asimetría		-.672	.082
	Curtosis		-.086	.164
	Mínimo		25	
	Máximo		96	
Rango		71		
Amplitud intercuartil		13		
Asimetría		-.558	.096	
Curtosis		1.222	.191	

Fuente: Directa.

**Tabla 10. Descriptivo de la intensidad de la FC post ejercicio al tercer minuto**

Posición		Estadístico intensidad de FC Post 3 <sup>er</sup> . minuto	Error típ.	
	Media	58.72	.346	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	58.04	
		Límite superior	59.40	
	Media recortada al 5%	58.91		
	Mediana	59.00		
	Varianza	69.908		
Defensa	Desviación típica	8.361		
	Mínimo	24		
	Máximo	90		
	Rango	66		
	Amplitud intercuartil	10		
	Asimetría	-.455	.101	
	Curtosis	2.275	.202	

Continúa...

	Media		58.82	.370
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	58.09	
		Límite superior	59.54	
	Media recortada al 5%		59.00	
	Mediana		59.00	
	Varianza		55.021	
Delantero	Desviación típica		7.418	
	Mínimo		22	
	Máximo		76	
	Rango		54	
	Amplitud intercuartil		9	
	Asimetría		-.670	.122
	Curtosis		2.373	.243
	Media		56.68	.279
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	56.13	
		Límite superior	57.23	
	Media recortada al 5%		56.84	
	Mediana		57.00	
	Varianza		50.495	
Medio	Desviación típica		7.106	
	Mínimo		19	
	Máximo		81	
	Rango		62	
	Amplitud intercuartil		8	
	Asimetría		-.738	.096
	Curtosis		3.735	.192

Fuente: Directa.

**Tabla 11. Descriptivo de la intensidad de la FC post ejercicio al quinto minuto**

Posición		Estadístico intensidad de FC Post 5° minuto	Error típ.
	Media	53.93	.352
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	53.24
		Límite superior	54.62
	Media recortada al 5%		54.27
	Mediana		54.00
	Varianza		66.653
Defensa	Desviación típica		8.164
	Mínimo		17
	Máximo		79
	Rango		62
	Amplitud intercuartil		10
	Asimetría		-.885
	Curtosis		3.156
			.105
			.210

Continúa...

Delantero	Media		53.01	.391
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	52.24	
		Límite superior	53.78	
	Media recortada al 5%		53.19	
	Mediana		54.00	
	Varianza		55.021	
	Desviación típica		7.418	
	Mínimo		9	
	Máximo		74	
	Rango		65	
	Amplitud intercuartil		8	
	Asimetría		-1.221	.129
	Curtosis		6.221	.256
	Media		51.53	.287
Medio	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	50.97	
		Límite superior	52.09	
	Media recortada al 5%		51.72	
	Mediana		52.00	
	Varianza		48.846	
	Desviación típica		6.989	
	Mínimo		12	
	Máximo		74	
	Rango		62	
	Amplitud intercuartil		8	
	Asimetría		-1.033	.100
	Curtosis		5.409	.200

Fuente: directa

**Tabla 12. Descriptivo de la distancia**

Posición		Estadístico	Error típ.	
Defensa	Media	6.0413	.11129	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	5.8228	
		Límite superior	6.2598	
	Media recortada al 5%		5.9496	
	Mediana		5.9050	
	Varianza		8.918	
	Desv. típ.		2.98623	
	Mínimo		.07	
	Máximo		19.24	
	Rango		19.17	
	Amplitud intercuartil		3.98	
	Asimetría		.596	.091
	Curtosis		1.190	.182

Continúa...

Delantero	Media		6.7077	.14322
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	6.4263	
	la media al 95%	Límite superior	6.9891	
	Media recortada al 5%		6.6102	
	Mediana		6.5900	
	Varianza		10.112	
	Desv. típ.		3.17989	
	Mínimo		.03	
	Máximo		19.21	
	Rango		19.18	
	Amplitud intercuartil		4.12	
	Asimetría		.489	.110
	Curtosis		.811	.220
	Media		6.8284	.11307
Medio	Intervalo de confianza para	Límite inferior	6.6064	
	la media al 95%	Límite superior	7.0504	
	Media recortada al 5%		6.7225	
	Mediana		6.7000	
	Varianza		10.024	
	Desv. típ.		3.16608	

Fuente. Directa.

**Tabla 13. Descriptivo de la VFC (RMSSD)**

Posición		Estadístico	Error típ.	
Defensa	Media		51.72	.878
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	49.99	
	la media al 95%	Límite superior	53.46	
	Media recortada al 5%		51.19	
	Mediana		49.00	
	Varianza		122.682	
	Desv. típ.		11.076	
	Mínimo		31	
	Máximo		86	
	Rango		55	
	Amplitud intercuartil		15	
	Asimetría		.721	.192
	Curtosis		-.040	.383

Continúa...

Delantero	Media		48.16	2.106
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	43.93	
		Límite superior	52.39	
	Media recortada al 5%		47.28	
	Mediana		43.00	
	Varianza		226.215	
	Desv. típ.		15.040	
	Mínimo		29	
	Máximo		84	
	Rango		55	
	Amplitud intercuartil		20	
	Asimetría		.837	.333
	Curtosis		-.244	.656
	Media		51.15	1.222
Medio	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	48.73	
		Límite superior	53.58	
	Media recortada al 5%		50.44	
	Mediana		49.00	
	Varianza		144.799	
	Desv. típ.		12.033	

Fuente: Directa

## CONCLUSIONES

La frecuencia cardiaca de reposo está dentro de parámetros normales, la frecuencia cardiaca media de entrenamiento se encuentra en zona 2 de control de peso entre el 60-70% de la frecuencia cardiaca máxima, la frecuencia cardiaca máxima de esfuerzo dentro de la zona 5 de alta intensidad, mientras que la frecuencia cardiaca mínima se encuentra por debajo de la zona 1 de actividad regenerativa que va de un 50-60% de la  $FC$  máxima.

La frecuencia cardiaca máxima durante el entrenamiento es maximal encontrando valores por arriba del 100% en defensas.

Para la recuperación al primer minuto se encuentran en zona 2 y a partir del tercer minuto en la zona de regeneración.

El comportamiento de la frecuencia cardiaca y distancia recorrida es inversamente proporcional siendo menor distancia a mayor intensidad. Siendo las defensas los que recorren menor distancia y los medios los de mayor distancia. La variabilidad está por arriba de lo presentado por la Task Force lo que habla de buena integridad cardiovascular.

Un jugador presentó datos clínicos de sobreentrenamiento, el cual, en 6 sesiones de entrenamiento se encontró por debajo de la normalidad propuesta por la Task Force de  $27 \pm 12$ . Al corregirse las cargas de entrenamiento, los síntomas desaparecieron. Un caso similar se presentó en otro jugador, el cual tuvo en 5 ocasiones valores bajos de  $v_{FC}$ , y no presentó datos clínicos de sobreentrenamiento.

No es posible realizar el registro en competencias, ya que no está libremente permitido por la Federación Mexicana de Fútbol a través de su reglamento general de competición en el artículo número 95, donde especifica el uniforme básico se prohíbe el uso de bandas no autorizadas por su club, por cuestiones comerciales no podrán llevar lemas, mensajes o imágenes de cualquier tipo, por razones de seguridad, no utilizarán o llevarán objetos que sean peligrosos para ellos mismos o los demás jugadores, y aunque el equipo de monitoreo polar no es peligroso aún no se hace un acuerdo para uso con la federación, razón por lo cual muchos equipos no autorizan dicho uso en la competencia.

## DISCUSIÓN

Al analizar la intensidad de entrenamiento en el futbolista profesional a 2 600 m sobre el nivel del mar, los datos encontrados en este estudio demuestran que, la intensidad media de entrenamiento se encuentra en la zona 2 del 60-70% de la frecuencia cardiaca máxima, alcanzando intensidades maximales (incluso por arriba) de la zona 5 del 90-100% en los defensas. Durante el entrenamiento se alcanzan intensidades mínimas por debajo de la zona 1 regenerativa del 50-60% de la frecuencia cardiaca máxima. Siendo esta tendencia explicada por el gesto deportivo del futbolista, ya que al ser el fútbol un deporte acíclico que combina momentos de máximo esfuerzo en *sprints* de carrera con momentos de trote o caminata con importante recuperación de la frecuencia cardiaca.

Los datos sobre la variabilidad de la frecuencia cardiaca indican que se encuentra por arriba de lo presentado por la Task Force, lo que indica que el grupo de estudio tiene buena integridad y adaptación cardiovascular, por lo que se coincide con lo mencionado los autores Cruz M. y Hernández R.

El análisis de la frecuencia cardiaca y la distancia recorrida por posición indican que las defensas recorren menor distancia, a diferencia de los medios, quienes recorren mayor distancia. Se correlaciona la frecuencia cardiaca y la distancia recorrida, y se observa que la relación es inversamente proporcional, siendo que, a mayor intensidad menor es la distancia recorrida.

Se recomienda realizar monitoreos constantes de las intensidades de entrenamiento en tiempo real con sistemas de seguimiento por GPS en deportes de equipo, ya que permiten obtener información valiosa acerca de las sesiones de entrenamiento y permiten determinar la carga interna de los jugadores, prevenir el sobreentrenamiento y planificar mejor las sesiones de entrenamiento.

### Financiamiento:

Es financiado como producto académico derivado del proyecto de investigación "Monitoreo de la frecuencia cardiaca como indicador de la intensidad del entrenamiento en el futbolista profesional a 2 600 m sobre el nivel del mar", organizado

por el Cuerpo Académico de Medicina de la Actividad Física y el Deporte, con clave UAEM-CA-254.

Conflicto de interés:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

## REFERENCIAS

1. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR Jr, Tudor-Locke C, et al. Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43(8):1575-1581.
2. Dong JG. The role of heart rate variability in sports physiology. *Exp Ther Med.* 2016; 11(5):1531-1536.
3. García JM, Navarro M, Ruíz JA. Bases teóricas del entrenamiento deportivo. España: Gymnos; 2000.
4. Flatt AA, Esco MR. Evaluating individual training adaptation with smartphone-derived heart rate variability in a collegiate female soccer team. *J Strength Cond Res.* 2016; 30(2):378-385.
5. Billat V. Fisiología y metodología del entrenamiento. Barcelona: Ed Paidotribo; 2002.
6. Cruz M, Hernández R, Borja T. Muerte súbita en atletas jóvenes. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int.* 2005; 19(3):103-115.
7. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. 6 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
8. Boraita PA, Serratosa FL. Muerte súbita en el deportista. Requerimientos mínimos antes de realizar deporte de competición. *Rev Esp Cardiol.* 1999; 52 (1):139-145.
9. Abellán J, Sainz P, Ortín EJ. Guía para la prescripción de ejercicio físico en pacientes con riesgo cardiovascular. Sociedad española de hipertensión. 2014; (1): 36.
10. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn.* 1957; 35(3): 307-315.