



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

DFa-alpha1: ¿Un nuevo método para distribuir zonas de intensidad?

Titulación: Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

Curso académico: 2021-2022.

Alumno/a: Gastón López Galdón.

Tutor académico: José Manuel Sarabia Marín.

Club Deportivo Sociedad Tiro de Pichón Elche.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
Distribuir intensidad en zonas	3
Métodos para distribuir zonas entrenamiento	3
Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC)	3
Detrended Fluctuation Analysis (DFA-alpha1)	3
MÉTODO	4
Características de los sujetos	4
Diseño	4
Prueba de rendimiento	5
Determinación de umbrales de VFC	5
Sesiones de entrenamiento	5
RESULTADOS	6
Resultados pruebas incrementales	6
Resultados sesiones	9
DISCUSIÓN	10
CONCLUSIÓN	11
BIBLIOGRAFÍA	11
ANEXOS	12
Sesiones de baja intensidad	12
Sesiones de intensidad intermedia	13
Sesiones de intensidad vigorosa	14

INTRODUCCIÓN

Distribuir intensidad en zonas

La prescripción de ejercicio físico y entrenamiento en los deportes de resistencia tiene una sólida base teórica con diversas aplicaciones prácticas basadas en los conceptos de umbral (Gronwald et al., 2020). El concepto de umbral lo podemos definir como la zona de transición donde surgen una serie de cambios o respuestas del organismo frente al esfuerzo.

Estos esfuerzos suelen separarse en 3 zonas de intensidad basadas en determinados umbrales fisiológicos. El límite de la primera a la segunda zona de intensidad se define como primer umbral de lactato (LT1) o ventilatorio (VT1) como umbral aeróbico. Se considera que la transición entre la segunda y la tercera zona de intensidad está relacionada con el segundo umbral de lactato (LT2), el máximo estado estable de lactato (MLSS), el segundo umbral ventilatorio (VT2) o el punto de compensación respiratoria (RCP) como umbral anaeróbico (Gronwald et al., 2020).

Métodos para distribuir zonas entrenamiento

Para la detección de dichos umbrales se utilizan principalmente dos metodologías: el análisis de intercambio gaseoso, siendo el método de referencia, y el análisis de la concentración de lactato en sangre capilar, siendo un método más económico, pero también más invasivo.

El análisis de lactato tiene la ventaja de que tiene un menor coste, además de que es portable y puede implementarse en pruebas de campo. Aunque, la localización de los umbrales con esta metodología se realiza con pocos datos y se necesita de un protocolo escalonado.

Por otro lado, el análisis de gases es una metodología que se implementa en laboratorio, aunque están empezando a salir herramientas portables que se pueden utilizar en test de campo. Al ser una prueba de laboratorio va a ser una metodología más costosa pero que nos aportará una gran cantidad de datos con los que podremos localizar con mayor exactitud dichos umbrales.

Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC)

La frecuencia cardíaca es el número de latidos por minuto. La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es la fluctuación en los intervalos de tiempo entre latidos adyacentes. La VFC es un índice de la función neurocardíaca y se genera por las interacciones corazón-cerebro y los procesos dinámicos no lineales del sistema nervioso autónomo (SNA) (Shaffer and Ginsberg, 2017). Una buena VFC nos indica que el organismo se adapta fácilmente a estresores, por el contrario, una mala VFC nos indica que no se adapta bien, pudiendo ser sinónimo de enfermedad.

Detrended Fluctuation Analysis (DFA-alpha1)

El análisis de fluctuaciones sin tendencia a corto plazo DFA-a1 se basa en la dinámica fractal (autosimilaridad) del patrón cardíaco latido a latido y proporciona información sobre las propiedades de correlación de las series temporales de la FC causadas por procesos fisiológicos (Rogers et al., 2021).

Se ha demostrado que DFA-a1 cambia con la intensidad del ejercicio de resistencia. Su ventaja es que proporciona información sobre la zona de intensidad a través de valores

absolutos de DFA-a1, por lo que no sería necesario un test previo para identificar los umbrales (Gronwald et al., 2021).

Los valores de DFA-a1 indican las propiedades de correlación de las series temporales, con aproximadamente 1,5 indicando un patrón fuertemente correlacionado y menor o igual a 0,5 para un patrón nada correlacionado y con un comportamiento aleatorio; aproximadamente 1,0 significa una mezcla de componentes de señal no correlacionados y máximamente correlacionados, representa un equilibrio entre la completa imprevisibilidad (aleatoriedad) y la previsibilidad (fuertes correlaciones), también asociado con el comportamiento fractal (Rogers et al., 2021).

Trabajos recientes indican que cuando la intensidad del ejercicio alcanza el primer umbral ventilatorio durante un protocolo de rampa incremental en cinta rodante, los valores de DFA a1 alcanzan el 0,75; HRVT1 (Rogers et al., 2021).

Desde una perspectiva observacional, los valores de DFA-a1 muy por debajo de 0,5 se producen en la terminación de las rampas de ejercicio máximo, lo que hace sospechar que el valor 0,5 puede tener importancia como límite de alta intensidad cerca del umbral anaeróbico; HRVT2 (Rogers et al., 2021).

Una aplicación diseñada para dispositivos iOS y Android, HRV Logger se actualizó para monitorizar en tiempo real la DFA-a1 cada 2min en la pantalla mientras se registra desde los monitores de FC comúnmente utilizados (Gronwald et al., 2021).

El objetivo del presente estudio era comprobar si con DFA-a1 a través de la aplicación móvil HRV Logger se podían extraer zonas de intensidad válidas para entrenar en baja, moderada y alta intensidad para los deportistas que han participado en este estudio.

MÉTODO

En ese apartado se explica la intervención llevada a cabo, que estaba compuesta por una prueba inicial y posteriormente tres sesiones de entrenamiento a carga externa constante. Para ello, se comentan las características de los sujetos, explicaremos el protocolo de la intervención y el cálculo de los umbrales derivados de DFA-a1.

Características de los sujetos

En este trabajo, he contado con dos sujetos de deportes de resistencia: El sujeto número 1 es una chica corredora de ultramaratón, con 20 años de experiencia en la carrera a pie, con una edad de 45 años y una masa corporal de 47 kg, altura de 157 cm y un Índice de Masa Corporal (IMC) de $19,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$. El sujeto número 2 es un hombre de 30 años, triatleta aficionado con una experiencia de 5 años como ciclista y un año de experiencia en triatlón, con una masa corporal de 84 kg de peso, una altura de 173 cm y un IMC de $28,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$.

Diseño

El diseño constó de una prueba de rendimiento incremental hasta el máximo esfuerzo y tres sesiones de entrenamiento. Las pruebas para la corredora se realizaron siempre en el mismo tapiz rodante de la marca Bodytone. Las pruebas para el ciclista se realizaron con la bicicleta de carretera del sujeto y un rodillo de la marca Wahoo controlado desde la aplicación móvil de la misma marca que el rodillo. Los datos se captaron mediante una banda de frecuencia cardíaca Polar H10 y se utilizó la aplicación HRV Logger para monitorizar la respuesta de DFA-alpha 1. Los ajustes de la aplicación HRV Logger se dejaron según la preferencia de la aplicación con “ventanas de medición de 2 minutos” y la corrección de los intervalos RR en “modo ejercicio”.

A parte de la realización del estudio, la corredora entrenaba por cuenta propia y el triatleta entrenaba con el grupo de entrenamiento del club. Cada sesión de la intervención estuvo separada entre 5 y 11 días según la disponibilidad de los deportistas, se les pidió que no realizaran ejercicio previo a la prueba 24 horas antes de la misma, también se les comunicó que no se podía hacer uso de música para evitar su efecto motivante.

Prueba de rendimiento

La prueba de rendimiento para la corredora se basó en un calentamiento de 5 minutos a una carga externa de 8 km/h, posteriormente se realizó un protocolo incremental de escalones de 3 minutos con un aumento de la velocidad de 1 km/h en cada escalón hasta que la deportista llegó a la extenuación. Se utilizó una pendiente del 1% para mayor similitud en la carrera en tapiz rodante con la carrera en exterior.

La prueba inicial para el ciclista consistió en un calentamiento de 5 minutos a una carga externa de 80 W, seguidamente se efectuó un protocolo en rampa con escalones de 3 minutos y un aumento de 0,5 W/kg en cada escalón, en su caso 42 W. El test se realizó hasta la extenuación. Terminó la prueba con una vuelta a la calma a 100 W. Se le pidió al deportista que mantuviera una cadencia cómoda por encima de las 60 pedaladas por minuto.

Determinación de umbrales de VFC

Una vez realizadas las pruebas incrementales se procedió a detectar los umbrales de VFC a través de DFA-a1, HRVT1 y HRVT2, que según la literatura se hayan cuando el valor de DFA-a1 desciende hasta 0,75 y 0,5, respectivamente. Para detectar dichos umbrales se realizaron rectas de regresión, utilizando los valores de FC y DFA-a1 extraídos de las pruebas incrementales, con dichas rectas de regresión se extrajo el valor de frecuencia cardíaca que pertenecía al valor de 0,75 y al valor de 0,5.

Sesiones de entrenamiento

Las sesiones de entrenamiento se dividieron según los umbrales de VFC en: baja intensidad, moderada intensidad y alta intensidad. En cada una de estas sesiones se utilizó una carga externa constante. Las sesiones se componían de un calentamiento de 6 minutos, una parte principal hasta la extenuación o si no se llegaba a ella, una hora como máximo y finalmente una vuelta a la calma de 4 minutos.

Para determinar la carga externa que utilizamos en las sesiones, se utilizó la FC que obtuvimos para el valor de HRVT1 y HRVT2, buscamos la velocidad o potencia asociada a esa FC según la prueba de rendimiento, hallando la carga externa para ese valor. Posteriormente se utilizó una carga externa menor a HRVT1, en la sesión de baja intensidad; una carga que estuviera entre HRVT1 y HRVT2, para la sesión de moderada intensidad; y una carga por encima de HRVT2, para la sesión de intensidad vigorosa.

Tabla 1. Valores de FC y carga externa asociados a los umbrales de DFA-a1.

	SUJETO 1		SUJETO 2	
	FC (lpm)	VELOCIDAD (km/h)	FC (lpm)	POTENCIA (W)
HRVT1	139,82	9,45	150,59	253,41
HRVT2	156,16	11,16	162,73	330,66

RESULTADOS

Resultados pruebas incrementales

En la Figura 1 podemos observar el transcurso de la prueba inicial de la corredora que comenzó con 5 minutos de calentamiento y posteriormente los escalones de 3 minutos, en la línea azul vemos el aumento de velocidad en cada escalón, mientras que con los puntos naranjas vemos la respuesta de DFA-alpha 1 en ventanas de 2 minutos que nos ofrecía la aplicación HRV Logger.

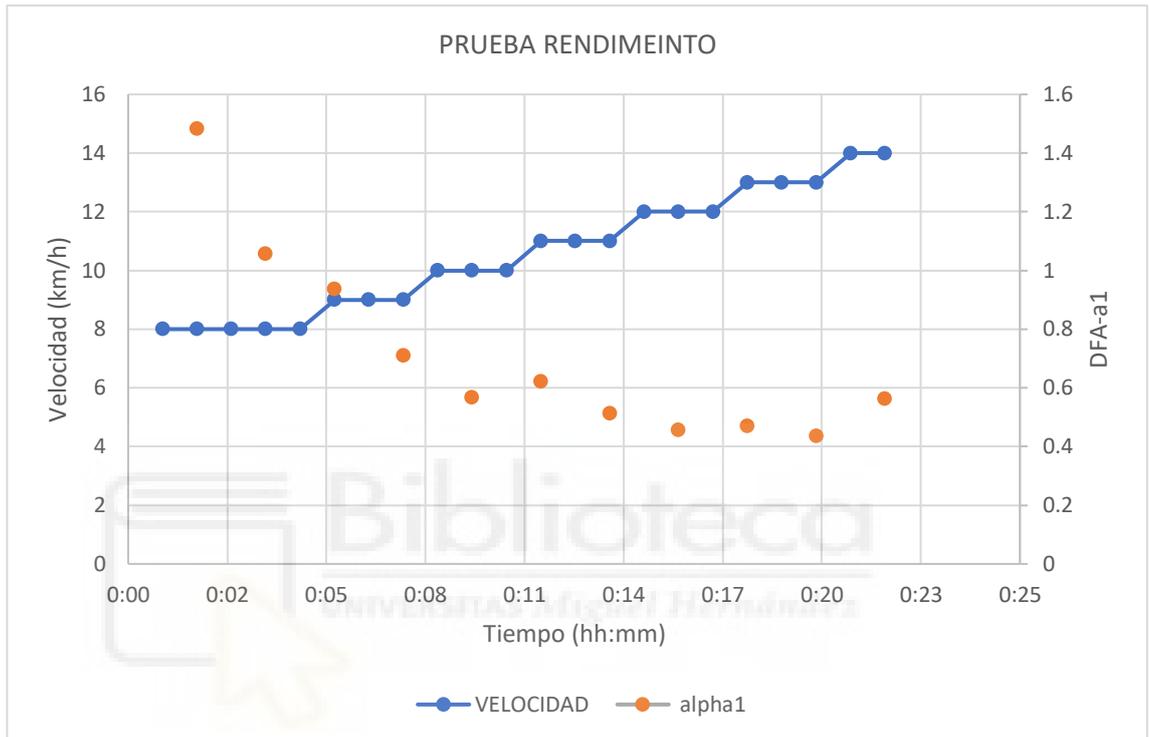


Figura 1. Evolución de la intensidad en km/h y DFA-a1 durante el test incremental en la carrera a pie.

En la Figura 2 vemos del desarrollo de la prueba inicial para el ciclista. En la línea azul tenemos el transcurso de los watos durante el test, que se realizó con un calentamiento a 80 W y posteriormente escalones de 3 minutos con un aumento de 0,5 W/kg. Por otro lado, los puntos naranjas nos muestran los datos de DFA-alpha1 en ventanas de 2 minutos.

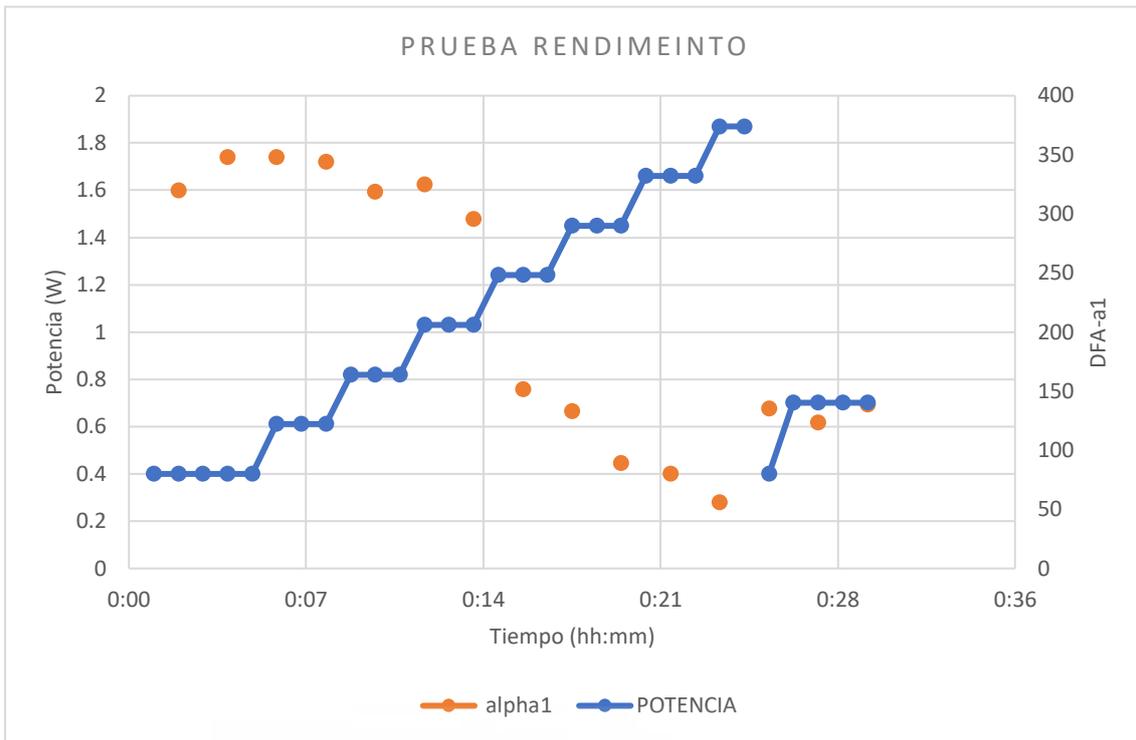


Figura 2. Evolución de la intensidad en W y DFA-a1 durante el test incremental en cicloergómetro.

Posteriormente a la realización de las pruebas de rendimiento se extrajeron las rectas de regresión que podemos ver en la Figura 3 y en la Figura 4. Para ello, se seleccionó solo los datos de DFA-a1 desde el inicio de la caída del mismo hasta el momento de estabilización. Con dichas rectas de regresión colocando los valores teóricos de 0,75 (HRVT1) y 0,5 (HRVT2) en el valor “y” de la ecuación localizaba el valor de frecuencia cardíaca para dichos umbrales.

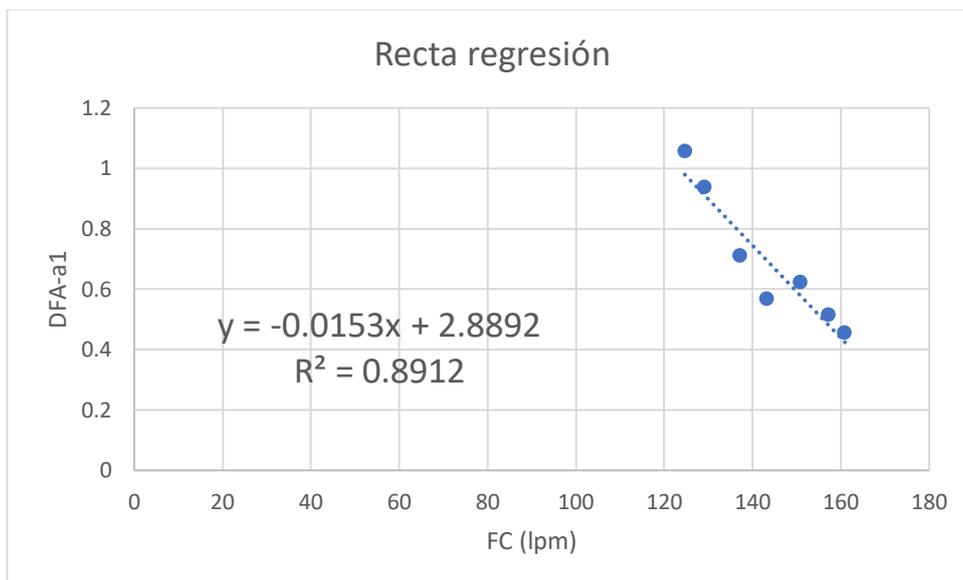


Figura 3. Recta de regresión del sujeto 1. Eje Y valores de DFA-alpha1. Eje X valores de frecuencia cardíaca.

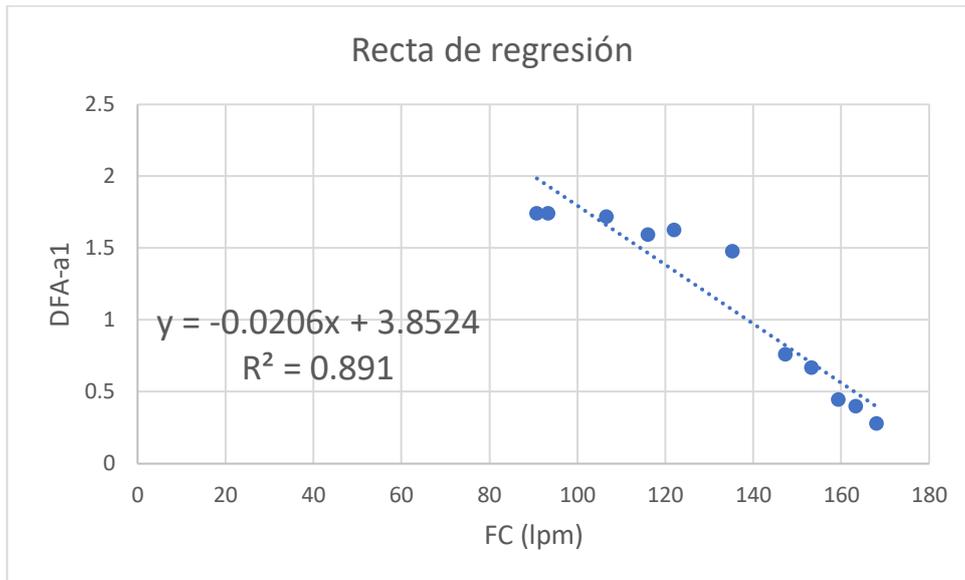


Figura 4. Recta de regresión del ciclista. Eje Y valores de DFA-alpha1. Eje X valores de frecuencia cardíaca.

Resultados sesiones

Tabla 2. Tabla resumen de las sesiones del sujeto 1.

<i>Intensidad</i>	<i>Zona (km/h)</i>	<i>Intensidad objetivo (km/h)</i>	<i>FC objetivo (lpm)</i>	<i>FC promedio</i>	<i>DFA-a1 objetivo</i>	<i>DFA-a1 promedio</i>	<i>Tiempo sesión (min)</i>
<i>Baja</i>	<9,5	8,5	<140	123	>0,75	0,93	60
<i>Moderada</i>	9,5-11,2	10	140-156	131	0,75-0,5	0,66	60
<i>Vigorosa</i>	>11,2	12,5	>156	165	<0,5	0,45	60

Tabla 3. Tabla resumen de las sesiones del sujeto 2.

<i>Intensidad</i>	<i>Zona (W)</i>	<i>Intensidad objetivo (W)</i>	<i>FC objetivo (lpm)</i>	<i>FC promedio</i>	<i>DFA-a1 objetivo</i>	<i>DFA-a1 promedio</i>	<i>Tiempo sesión (min)</i>
<i>Baja</i>	<253	200	<150	137	>0,75	0,65	60
<i>Moderada</i>	253-330	290	150-163	155	0,75-0,5	0,32	17,5
<i>Vigorosa</i>	>330	350	>163	156	<0,5	0,37	8

En la tabla 2 podemos observar para el sujeto 1 de manera sintetizada las zonas de carga externa, la intensidad fijada, las zonas de FC, la FC resultante, las zonas de DFA-a1, la DFA-a1 resultante y la duración de la parte principal de cada sesión para las distintas intensidades marcadas. En la tabla 3 podemos observar las mismas variables como afectaron al sujeto 2. Todas las sesiones detalladas se encuentran descritas en la sección de anexos.

Para el sujeto 1, vemos que la FC objetivo se cumple solo en la sesiones baja y vigorosa, mientras que el DFA-a1 objetivo se cumple en las tres sesiones, la duración de la sesión fue de una hora en las 3 sesiones. Para el sujeto 2, observamos que la FC objetivo se cumple en baja y moderada intensidad, en cuanto al DFA-a1 objetivo se cumple en vigorosa intensidad, la duración a baja intensidad fue de una hora, 17,5 minutos a moderada intensidad y 8 minutos a intensidad vigorosa.

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio era comprobar si a través del parámetro DFA-a1 se podían obtener zonas de intensidad válidas para entrenar con los dos participantes del estudio.

Según García Verdugo en su plano bioenergético, las sesiones por debajo del umbral aeróbico pueden durar más de 3 horas, a intensidad moderada entre 3 horas y 45 minutos, y a intensidad vigorosa entre 45 y 8 minutos.

Analizando los resultados del sujeto 1 se aprecia que el parámetro del DFA-a1 se encuentra dentro de los valores objetivos para cada tipo de intensidad, baja intensidad con DFA promedio 0,93 (por encima de 0,75), moderada intensidad 0,66 (0,75-0,5) e intensidad vigorosa 0,45 (<0,5).

En cuanto a la duración de las sesiones se observa que en las tres intensidades la duración fue de 60 minutos, para las intensidades baja y moderada esta duración estaría dentro de lo esperado; pero para la intensidad vigorosa sobre pasa lo esperado, esto podría deberse debido a la especificidad de sus pruebas de muy larga duración, la atleta haya adquirido una gran resistencia a la fatiga.

Observando la FC, los resultados muestran que en la sesión de baja intensidad e intensidad vigorosa se cumple con la FC objetivo con un promedio de 123 lpm (<140 lpm) y 165 lpm (>156 lpm); mientras que en la sesión de moderada intensidad la FC promedio no es la esperada para el objetivo, 131 lpm (140-156 lpm), esto podría deberse a que esta sesión fue la primera en realizarse de las 3 y la atleta no estaba muy familiarizada corriendo sobre tapiz rodante.

Los resultados del sujeto 2 nos muestran que el promedio del parámetro DFA-a1 se encuentra dentro de los valores objetivos en la sesión de intensidad vigorosa, 0,37 (<0,5); mientras que, para baja intensidad, 0,65 (>0,75) y moderada intensidad, 0,32 (0,75-0,5), no se obtuvieron los valores esperados. Esto puede deberse en la sesión de baja intensidad a que se realizó la prueba un día caluroso y como se observa en la Figura 6 hubo una deriva cardíaca que apunta en esta dirección, por lo que podría haber supuesto una intensidad mayor para el sujeto; mientras que en la sesión de moderada intensidad el sujeto no respetó el descanso previo de 24h, realizando natación con énfasis en ejercicios de piernas, por lo que el sujeto habría llegado fatigado a la prueba y por ende la intensidad de la prueba habría sido mayor.

Observando el tiempo de las sesiones se observa que solo la sesión de moderada intensidad está por debajo del valor esperado, llegando al agotamiento en el minuto 17 con 30 segundos, como he explicado en el párrafo anterior podría deberse a que el sujeto no respetó el descanso de 24h antes de la prueba.

Analizando la FC, las sesiones de intensidad baja y moderada se encuentran dentro de la FC objetivo, 137 lpm (<150 lpm) y 155 lpm (150-163 lpm), mientras que en la sesión de intensidad vigorosa la FC promedio estuvo por debajo de la FC objetivo, 156 lpm (>163 lpm), lo cual pudo ser porque la duración de la sesión tan solo fue de 8 minutos y puede que la FC no tuviera tiempo suficiente para subir hasta los valores esperados.

CONCLUSIÓN

En cuanto al presente estudio no podemos sacar grandes conclusiones, ya que he tenido algunas limitaciones que pueden hacer que los datos obtenidos no se acerquen a la realidad. Parece ser y como nos sugiere los datos del sujeto 2 que el DFA-a1 puede ser un predictor de fatiga. Esto puede ayudar a adaptar las sesiones de entrenamiento para evitar que los atletas puedan sufrir el síndrome de sobreentrenamiento no funcional.

Remarcar que hace falta más investigación en torno a la métrica del DFA-a1, ya que puede albergar grandes posibilidades si se consigue observar que se puede utilizar los umbrales, HRVT1 y HRVT2, para poder prescribir las sesiones de entrenamiento en los deportes de resistencia. Aportaría un gran avance ya que sería una herramienta no invasiva que reduciría notablemente el coste en determinar dichos umbrales.

BIBLIOGRAFÍA

Delmas, M. G. (2012). Resistencia y entrenamiento: Una metodología práctica (Entrenamiento Deportivo) (1.ª ed.). Paidotribo S.L.

Gronwald, T., Berk, S., Altini, M., Mourot, L., Hoos, O., & Rogers, B. (2021). Real-Time Estimation of Aerobic Threshold and Exercise Intensity Distribution Using Fractal Correlation Properties of Heart Rate Variability: A Single-Case Field Application in a Former Olympic Triathlete. *Frontiers in sports and active living*, 3, 668812. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.668812>

Gronwald, T., Rogers, B., & Hoos, O. (2020). Fractal Correlation Properties of Heart Rate Variability: A New Biomarker for Intensity Distribution in Endurance Exercise and Training Prescription?. *Frontiers in physiology*, 11, 550572. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.550572>

Rogers, B., Giles, D., Draper, N., Hoos, O., & Gronwald, T. (2021). A New Detection Method Defining the Aerobic Threshold for Endurance Exercise and Training Prescription Based on Fractal Correlation Properties of Heart Rate Variability. *Frontiers in physiology*, 11, 596567. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.596567>

Rogers, B., Giles, D., Draper, N., Mourot, L., & Gronwald, T. (2021). Detection of the Anaerobic Threshold in Endurance Sports: Validation of a New Method Using Correlation Properties of Heart Rate Variability. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 6(2), 38. <https://doi.org/10.3390/jfmk6020038>

Rogers, B., Giles, D., Draper, N., Mourot, L., & Gronwald, T. (2021). Influence of Artefact Correction and Recording Device Type on the Practical Application of a Non-Linear Heart Rate Variability Biomarker for Aerobic Threshold Determination. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(3), 821. <https://doi.org/10.3390/s21030821>

Rogers, B., Mourot, L., & Gronwald, T. (2021). Aerobic Threshold Identification in a Cardiac Disease Population Based on Correlation Properties of Heart Rate Variability. *Journal of clinical medicine*, 10(18), 4075. <https://doi.org/10.3390/jcm10184075>

Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>

ANEXOS

Sesiones de baja intensidad

La sesión de baja intensidad para la corredora consistió en un calentamiento de 6 minutos a 8 km/h, la parte principal que duró una hora a una carga externa constante de 8,5km/h y una vuelta a la calma de 4 minutos a una velocidad de 8 km/h. En la Figura 5 podemos observar la parte principal de dicha sesión, en ella observamos los valores de DFA-a1 que se mantuvieron por encima del valor teórico de 0,75 correspondiente a HRVT1, con un promedio de 0,93; por otro lado, observamos que la frecuencia cardíaca se mantiene por debajo de 140 latidos por minuto, valor que habíamos asociado a esta corredora para HRVT1, con un promedio de 123 lpm; por lo tanto, esta prueba podría considerarse de baja intensidad.

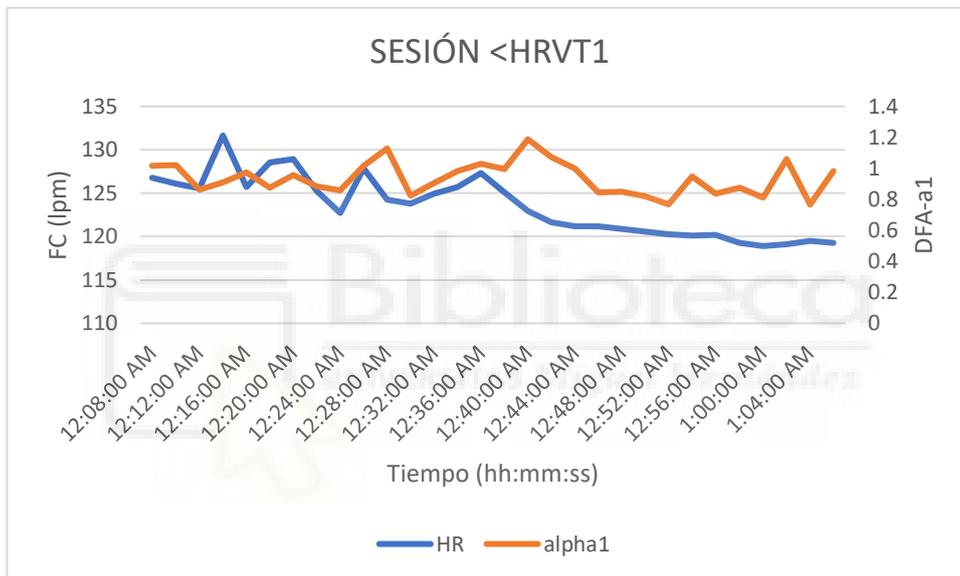


Figura 5. Sesión de baja intensidad para la corredora.

En el caso del ciclista la sesión de baja intensidad se realizó con un calentamiento de 6 minutos a 100 W, seguidamente la parte principal que duró una hora se realizó a una potencia de 200 W, se concluyó con una vuelta a la calma de 4 min a 100 W. En la Figura 6 se observa como los valores de FC se mantuvieron por debajo del umbral HRVT1, establecido en 150 lpm con un promedio de 137 lpm, mientras que DFA-a1 no se obtuvieron los valores esperados y sí que bajó de 0,75 con un promedio de 0,65.

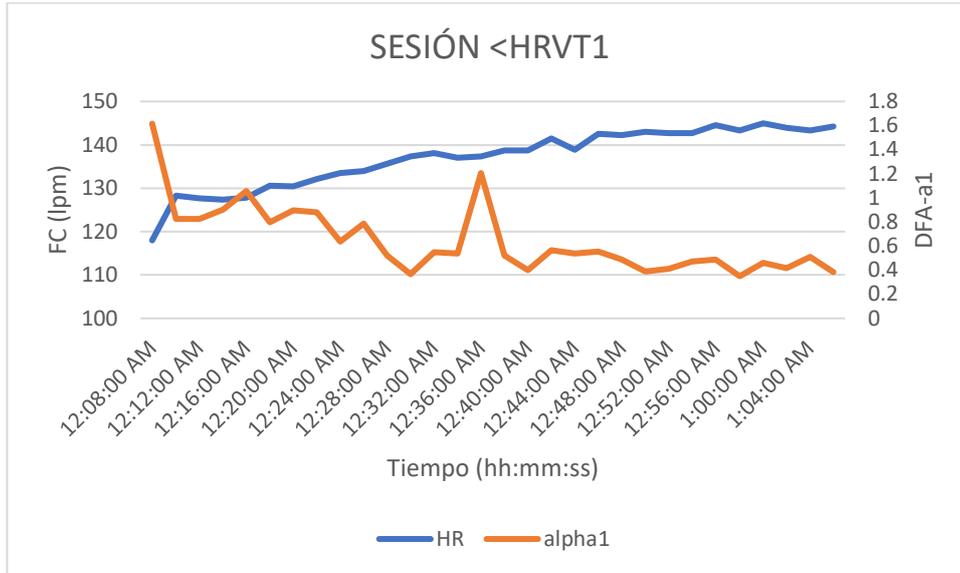


Figura 6. Sesión de baja intensidad para el ciclista.

Sesiones de intensidad intermedia

La sesión de intensidad entre umbrales para la corredora se realizó el calentamiento de 6 minutos a 8km/h, la parte principal duró una hora a una velocidad de 10 km/h y se finalizó con una vuelta a la calma de 4 minutos a 8 km/h. en la Figura 7 podemos ver los datos de FC y DFA-a1 durante la parte principal de la sesión. En ella vemos que la FC se mantuvo por debajo de lo esperado con un promedio de 131 lpm, mientras que los valores de DFA-a1 sí que estuvieron dentro de los esperados con un promedio de 0,66.

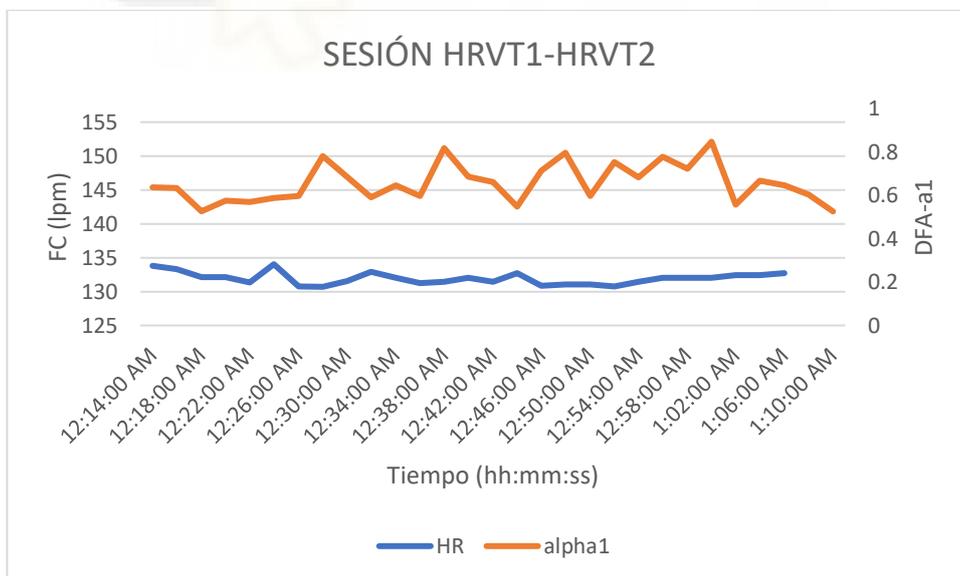


Figura 7. Sesión de intensidad moderada para la corredora.

La sesión de intensidad intermedia en el ciclista constó de un calentamiento de 6 minutos a 100 W, la parte principal a 290 W que duró un total de 17,5 minutos hasta que la prueba terminó por la llegada a la extenuación del sujeto, seguidamente se realizó una vuelta a la calma de 4 minutos a 100 W. En la Figura 8 vemos que los valores de FC si están dentro de lo

esperado, ya que tiene un promedio de 155 lpm, mientras que los valores de DFA-a1 están claramente por debajo de lo esperado con un promedio de 0,32.

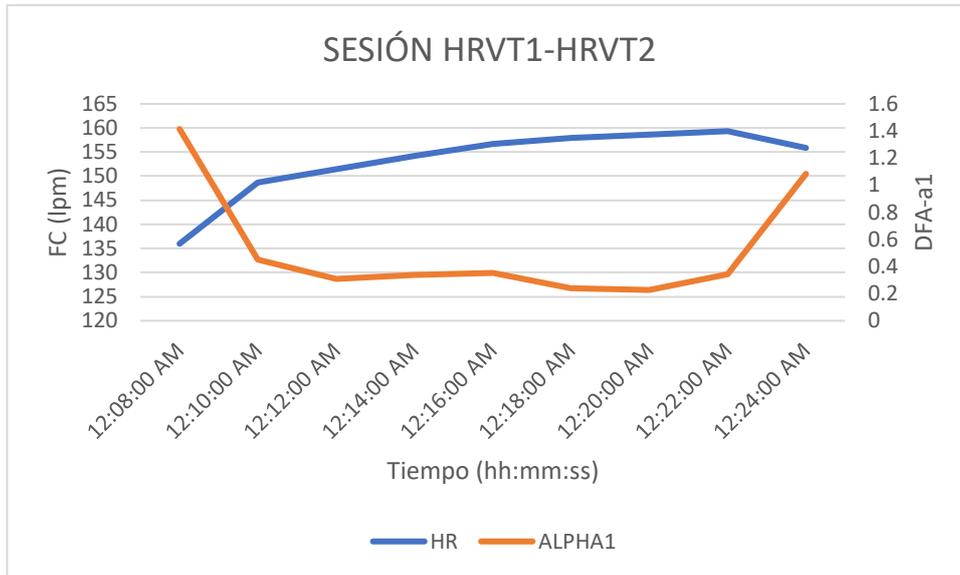


Figura 8. Sesión de intensidad moderada para el ciclista.

Sesiones de intensidad vigorosa

La sesión de intensidad vigorosa para la corredora se realizó con un calentamiento de 6 minutos a 8 km/h, la parte principal duró una hora a una velocidad de 12,5 km/h y se finalizó con una vuelta a la calma de 4 minutos a 8 km/h. en la Figura 9 podemos ver los datos de FC y DFA-a1 durante la parte principal de la sesión. En esta prueba vemos que los datos de FC y DFA-a1 si están en los valores esperados para la prueba con un promedio de 165 lpm y 0,45, respectivamente. Pero no se puede considerar un aprueba de intensidad vigorosa ya que la atleta a soportado durante una hora completa esta intensidad. Según el plano bioenergético la duración a intensidad por encima del segundo umbral es menor a 45 minutos. También nos puede indicar que la atleta tiene una gran resistencia a la fatiga adquirida por su experiencia en pruebas de muy larga duración.

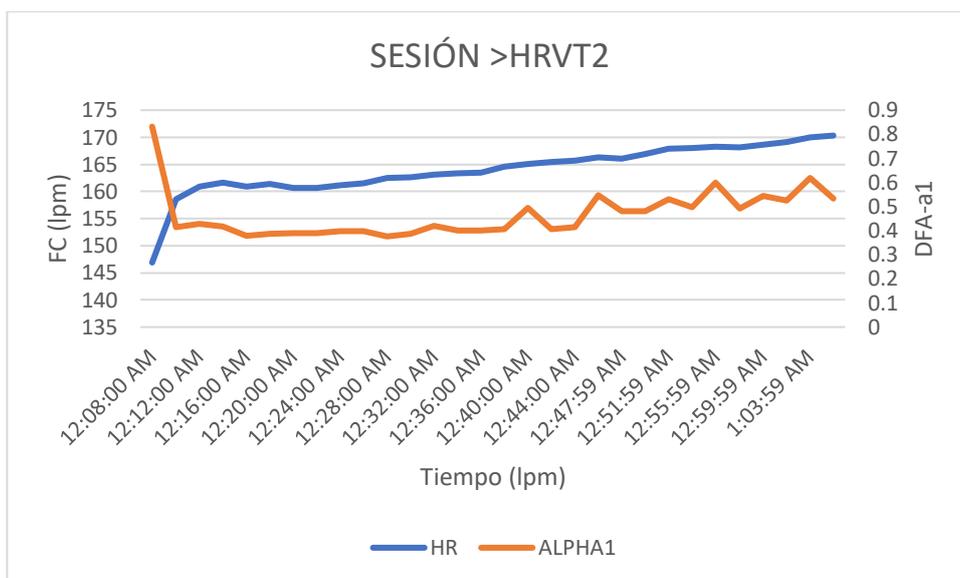


Figura 9. Sesión de intensidad vigorosa para la corredora.

La sesión de intensidad vigorosa en el ciclista comenzó con un calentamiento de 6 minutos a 100 W, la parte principal a 350 W que tuvo una duración total de 8 minutos hasta que la prueba terminó por la llegada a la extenuación del sujeto, seguidamente se realizó una vuelta a la calma de 4 minutos a 100 W. En la Figura 10 si obviamos el primer dato en el que aún se está adaptando al cambio de intensidad vemos que DFA-a1 está en los valores esperados por debajo de 0,5 superando el umbral HRVT2 con un promedio de 0,37. Si nos fijamos en la duración de la sesión también nos indica que ha sido una prueba a una intensidad por encima del segundo umbral. Sin embargo, la FC no está por encima del valor esperado con un promedio de 156 lpm.

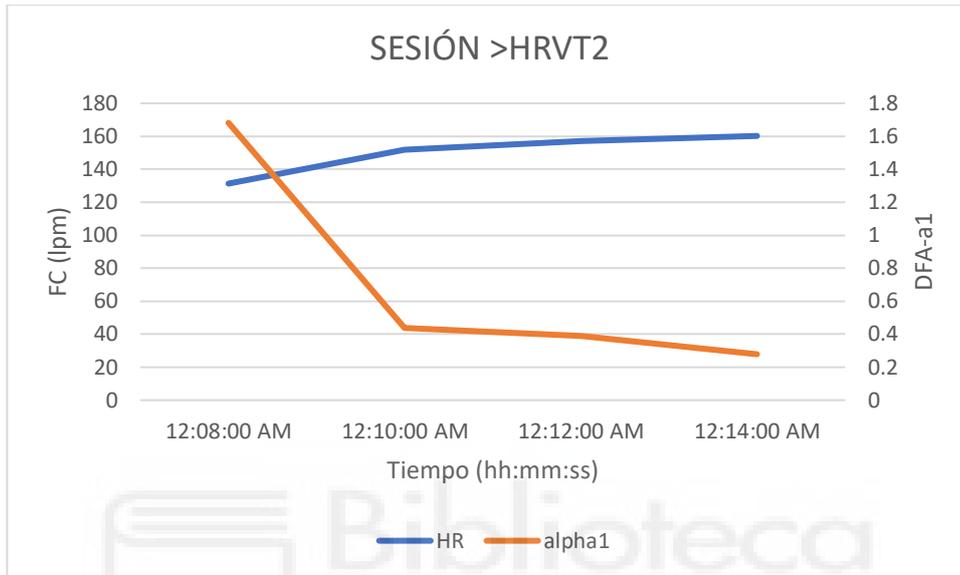


Figura 10. Sesión de intensidad vigorosa para el ciclista.