

Serer, Nicolás Alejandro

Confiabilidad de la potencia estimada de carrera por reloj inteligente en corredores competitivos

Lic. en Ciencias del Entrenamiento

Año: 2024



Licencia: [CC BY-NC 4.0 Deed | Attribution-NonCommercial 4.0 International | Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Cita recomendada: Serer, N. A. (2024). *Confiabilidad de la potencia estimada de carrera por reloj inteligente en corredores competitivos*. Universidad Nacional de Rafaela. Disponible en RID UNRaf Repositorio Institucional Digital UNRaf



UNRaf

UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
RAFAELA

LICENCIATURA EN CIENCIAS DEL ENTRENAMIENTO

Nicolas Alejandro Serer

2024



Confiabilidad de la potencia estimada de carrera por reloj inteligente en corredores competitivos

Licenciatura en Ciencias del Entrenamiento

Autor: Nicolas Alejandro Serer

Tutor: Dr. Facundo Gaitan

INDICE

I.	INTRODUCCION	5
II.	MARCO TEORICO.....	6
III.	HIPOTESIS.....	9
IV.	OBJETIVOS	9
4.1.	General	9
4.2.	Específico	9
V.	METODOLOGIA	9
5.1.	Participantes	9
5.2.	Materiales	10
5.3.	Protocolo	10
5.3.1.	Test 1.....	11
5.3.2.	Test 2.....	12
5.3.3.	Test 3.....	14
VI.	DISCUSION	15
VII.	CONCLUSIONES	17
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	18

I. INTRODUCCION

En el ámbito del entrenamiento deportivo, la cuantificación precisa de la carga de entrenamiento es fundamental para optimizar el rendimiento de los atletas. Históricamente, los entrenadores de deportes de resistencia han dependido de variables internas, como la frecuencia cardíaca o la percepción subjetiva del esfuerzo, para determinar la intensidad de los entrenamientos. Sin embargo, en las últimas décadas, ha surgido una revolución en términos de precisión y medición del esfuerzo objetivo en tiempo real, gracias a la incorporación de tecnologías como los medidores de potencia.

La potencia, medida en vatios (W), es una variable clave para cuantificar la carga externa de trabajo en el ciclismo, proporcionando información precisa y objetiva. Recientemente, la medición de la potencia de carrera en la carrera a pie ha ganado popularidad con la incorporación de dispositivos portátiles que utilizan Unidades de Medición Inercial (IMU).

Sin embargo, persisten controversias en cuanto a la confiabilidad de la potencia de carrera estimada a través de dicho método. Algunos investigadores argumentan que los algoritmos utilizados simplifican demasiado los datos y que se deben considerar variables adicionales para una mayor precisión.

En este proyecto, nos proponemos evaluar la precisión y confiabilidad de la variable de potencia de carrera estimada. Buscamos determinar la consistencia y estabilidad de esta métrica en la medición de la carga de entrenamiento a lo largo del tiempo y en diversas condiciones ambientales. Además, nos planteamos la pregunta de si la potencia de carrera es adecuada como método de cuantificación de carga y si puede ser incorporada de manera efectiva en la planificación de entrenamiento, independientemente de la precisión intrínseca de la métrica.

Mediante la revisión de la literatura existente y la realización de estudios empíricos, esperamos contribuir al conocimiento en esta área y brindar información valiosa para los entrenadores y atletas que buscan maximizar su rendimiento a través de la cuantificación precisa de la carga de entrenamiento.

II. MARCO TEORICO

Históricamente atletas como entrenadores de deportes de resistencia han dependido de la utilización de variables internas para determinar la intensidad de carga de los entrenamientos como la frecuencia cardiaca o la percepción subjetiva del esfuerzo. Desde los años 80' en el ciclismo comenzaron a aparecer los primeros medidores de potencia, lo cuales marcaron el inicio de la revolución en términos de precisión de medición del esfuerzo objetivo y en tiempo real. En las últimas décadas estas tecnologías comenzaron a estar al alcance del público, a utilizarse de forma masiva, y facilitar considerablemente la tarea de cuantificación de carga externa real, independiente de factores fisiológicos o subjetivos. Está demostrado un gran nivel de correlación de la potencia medida de forma directa en ciclismo con el VO₂max (Hawley y Noakes 1992). La implementación de esta tecnología ha revolucionado las metodologías de entrenamiento de ciclismo ya que aporta información verdadera para ayudar a mejorar la precisión en la programación del entrenamiento. A la vez de ser una variable que indica con mucha certeza los resultados de un ciclo de entrenamiento y ser un buen predictor de rendimiento. (Hawley y Noakes 1992); (Amann, M., Subudhi, et al. 2006).

En la carrera se ha utiliza la velocidad como indicador de intensidad de carga externa, el cual resulta muy preciso, pero con la desventaja que ante variaciones medioambientales pierde fiabilidad (Berthoin, et al 1996). En el atletismo tradicional se entrenaba con gran precisión trabajando sobre pista y con un cronometro sencillo (Tuimil, J. L., et al. 2005). Con la incorporación del GPS portátil, y la posibilidad de visualizar la velocidad o el ritmo de

carrera de manera instantánea (Malkinson 2009), el atleta tiene acceso a una mayor autonomía y libertad de escenarios para la práctica, aunque limitado a un circuito llano, relativizando las variables ambientales (viento, calor, humedad) y superficie del terreno.

Para la cuantificación de carga en cuestas no conocidas o en terrenos variables, los indicadores más precisos y confiables siguen siendo las variables fisiológicas (frecuencia cardíaca) o subjetivas (Borg) con las limitaciones de precisión que estas implican.

En la década del 80 comenzaron a establecerse diferentes variantes de mediciones de potencia, pero esta estaba limitada únicamente al laboratorio (Williams, KR y Cavanagh, PR 1983) por lo que no es práctico para el entrenamiento o como predictor de rendimiento.

Para entender el concepto de potencia, es esencial revisar su definición fundamental: "La potencia se mide por la cantidad de trabajo realizado y la velocidad a la cual se lleva a cabo" (Vance, J. 2016). En el contexto de la carrera, la potencia representa la capacidad de aplicar una fuerza significativa en el suelo multiplicada por la velocidad a la que se aplica, expresada como la cadencia de pasos. Comúnmente cuantificada en vatios (W), la potencia se configura como una variable que indica la carga externa de trabajo.

Su fórmula matemática se expresa como $Potencia (W) = Fuerza (N) \cdot Velocidad (m/s)$.

En la última década, ha surgido en el mercado una variedad de dispositivos portátiles que incorporan Unidades de Medición Inercial (IMU). Estos dispositivos posibilitan la estimación instantánea de la potencia de la carrera, ofreciendo resultados visualizables en dispositivos móviles. (Imbach, F, et al; 2020) Este avance tecnológico permite la medición de la potencia de manera independiente del entorno circunstancial, proporcionando una herramienta valiosa para evaluar la ejecución en tiempo real.

La empresa Garmin afirma respecto a la carrera a pie que: *"La ventaja de la potencia sobre otras métricas es que responde rápidamente a los cambios en el esfuerzo, permanece*

coherente entre sesiones y tiene en cuenta los factores ambientales, como las colinas y el viento” (Potencia de carrera | Dinámicas de carrera | Tecnología Garmin, s. f.)

El cálculo de la potencia se logra mediante modelos matemáticos que incorporan diversas variables cinéticas, cinemáticas, antropométricas y espacio temporales como datos de entrada. Los dispositivos utilizados para esta estimación están equipados con sensores como GPS, IMU y barómetro. Estos sensores cuantifican y transmiten de manera instantánea diferentes variables, las cuales, mediante la implementación de un algoritmo específico, brindan como dato de salida la potencia instantánea.

Existe aun controversia en cuanto a confiabilidad de esta estimación de la potencia de carrera. Por un lado ha sido demostrado un índice de correlacion positivo y considerablemente bueno ([Cerezuela-Espejo; 2020](#)) comparando circunstancias de laboratorio y en determinados contextos al aire libre con condiciones controladas. No obstante, otros autores sugieren que los algoritmos empleados incluyen mucha simplificación de datos y que habría que incorporar variables como “inclusión de actividad física, identificación de cadencia/longitud de zancada óptima, inclusión del dolor puntuaciones junto con métricas de carga de trabajo, y capacidad para cuantificar la carga anatómica específica del sitio” (Morillo Mateos, S. 2022).

Persiste un considerable debate y discrepancia con respecto a la viabilidad de su aplicación en diversos entornos ambientales o como variable fundamentada para la formulación de una periodización deportiva. (Imbach, F; et al; 2020); (Acebedo, R. C, et al; 2015); (Snyder, K. et al; 2018).

La principal meta de esta investigación es definir el grado de precisión y confiabilidad de la variable potencia de carrera estimada. Es decir la consistencia y estabilidad de dicha métrica en la medición de la carga de entrenamiento a lo largo del tiempo y en diversas condiciones. ([García-Pinillos; 2019](#))

Además, buscamos definir la idoneidad de la variable como método de cuantificación de carga y su viabilidad para ser incorporada en una planificación de entrenamiento, independientemente de la precisión intrínseca de la métrica.

III. HIPOTESIS

El modelo de medición de potencia de carrera estimada obtenida de un reloj inteligente podría ser un indicador confiable para la cuantificación de la carga de entrenamiento de carrera, la periodización y planificación de entrenamiento.

IV. OBJETIVOS

4.1.General

Analizar el nivel de precisión y confiabilidad del medidor de potencia de carrera con dispositivos IMU en diferentes escenarios.

4.2.Específico

Evaluar la idoneidad de la variable de potencia estimada como método para la cuantificación de carga.

Determinar la factibilidad de su utilización como parámetro de intensidad del ejercicio instantáneo por el usuario

V. METODOLOGIA

5.1.Participantes

Aletas corredores sanos de la región Tercero Arriba y Calamuchita, Provincia de Cordoba.

Criterios de inclusión: Experiencia mayor a un año entrenando, Dispositivos de pulsera con medidor de potencia. Buen dominio de las funciones del dispositivo portátil.

Criterios de exclusión: Sujetos con patologías declaradas, sin apto medico para la practica competitiva.

Una vez completada una preselección, cada participante deberá completar un formulario para tener registro de datos personales relevantes a la investigación y el modelo especifico del equipamiento que dispone.

Nombre	
Apellido	
Fecha de nacimiento	
Nro de contacto 0(****)15(*****)	
Hace cuanto tiempo practicas Trail run o otra disciplina que incluya carrera a pie	
En que distancia te especializas?	
Qué modelo de reloj tenes?	
Qué modelo de banda cardiaca tenes?	

5.2.Materiales

Dispositivo móvil que cuente con medidor de potencia de carrera.

Pista de atletismo.

Pendiente conocida de 500mts de largo y entre 5 y 8% de inclinación

Sendero de carrera técnico y variado conocido de entre 600 y 1000mts. (con curvas cerradas, cambios de dirección, de terreno y de pendientes cortas).

5.3.Protocolo

Cada participante deberá completar un protocolo de 2 semanas de entrenamiento en las cuales deberán realizar una sesión test con un tiempo de recuperación de 48hrs entre cada uno.

El protocolo consistirá en realizar 3 formatos de sesiones de carrera; una en pista, otra en cuesta y otra en circuito técnico con terreno variado. Cada sesión deberá repetirse en el mismo escenario 1 vez con una diferencia de 48hrs. Al finalizar el protocolo, cada participante deberá haber completado 6 sesiones de entrenamiento en total.

Antes de iniciar cada sesión, deberán completar un protocolo de acondicionamiento previo incremental de 15 minutos en total.

10' de carrera cómoda continúa + 5' incrementales cada 1' llegando al último minuto a una intensidad de 8 de la escala de Borg.

5.3.1. Test 1

En pista de atletismo. Realizar 5 series de 800mts de carrea entre 60 y 65% de la VAM con 2 minutos de pausa entre series. Utilizaremos una intensidad submaxima cercana al primer umbral ventilatorio y una pausa entre series relativamente extensa para anular o reducir la interferencia del factor fatiga intra sesion.

En todas las series deberá repetir el mismo ritmo de carrera, es decir deberá completar la distancia en el mismo tiempo.

Completar la encuesta 1.

El propósito es obtener una retroalimentación con una valoración subjetiva por parte del atleta sobre la experiencia en el entrenamiento y la utilización de la variable potencia de carrera. Utilizaremos escala de Borg y de Likert.

ENCUESTA TEST 1				
Del 1 al 10 que tan dura fue la sesión				
Que tan difícil fue lograr cumplir con los objetivos de potencia a partir de la segunda serie?				
Muy sencillo	Sencillo	Regular	Difícil	Muy Difícil
Comparando con la variable ritmo de carrera, que tan complejo te resulto utilizar la potencia de vuelta?				
Más sencillo	Un poco más sencillo	Igual	Un poco más difícil	Más difícil

A las 48hrs deberá repetir la sesión de entrenamiento completando todos los procedimientos.

Los objetivos de este test son:

Establecer una valoración de potencia promedio a una intensidad submaxima, apenas por encima del primer umbral ventilatorio.

Determinar si el dato de potencia es preciso y repetible intrasesión

Determinar si el dato de potencia es preciso y repetible intersesion.

5.3.2. Test 2

En una cuesta de al menos 400mts con pendiente entre 5 y 8% realizar 4 subidas y 4 descensos de 400mts con un descanso de 2 minutos entre cada serie.

La intensidad de las series será determinada por la potencia de carrera.

Deberá replicar la misma potencia que las series del Test 1 o aproximarse lo más posible.

Completar la encuesta 2

ENCUESTA TEST 2				
Del 1 al 10 que tan duras resultaron las series pendiente en contra				
Que tan difícil fue lograr cumplir con los objetivos de potencia pendiente en contra?				
Muy sencillo	Sencillo	Regular	Difícil	Muy Difícil
En comparación con la variable frecuencia cardiaca. Que tan complejo te resulto utilizar la potencia de vuelta?				
Más sencillo	Un poco más sencillo	Igual	Un poco más difícil	Más difícil
Del 1 al 10 que tan duras resultaron las series pendiente a favor				
Que tan difícil fue lograr cumplir con los objetivos de potencia pendiente a favor?				
Muy sencillo	Sencillo	Regular	Difícil	Muy Difícil
En comparación con la variable frecuencia cardiaca. Que tan complejo te resulto utilizar la potencia de vuelta?				
Más sencillo	Un poco mas sencillo	Igual	Un poco más difícil	Más difícil

A las 48hrs deberá repetir la sesión de entrenamiento completando todos los procedimientos.

Los objetivos de este test son:

Comprender el comportamiento de la potencia de carrera tanto en ascenso como en descenso contrastándolo con la velocidad de carrera

Determinar si el dato de potencia es confiable intrasesión de cuestas contrastándolo con la velocidad de carrera

Determinar si el dato de potencia es preciso y repetible intersección de cuestas contrastándolo con la velocidad de carrera

Determinar el nivel de practicidad de la variable potencia como indicador de la intensidad de trabajo instantánea con pendiente a favor y en contra

5.3.3. Test 3

En sendero técnico realizar 6 series; 3 de ida y 3 de regreso; de 3' con pausa de 2'.

La intensidad de las series será determinada por la potencia de carrera.

Deberá replicar la misma potencia que las series del Test 1 o aproximarse.

Completar la encuesta 3

ENCUESTA TEST 3				
Del 1 al 10 que tan duras resultaron las series en terreno variado				
Que tan difícil fue lograr cumplir con los objetivos de potencia?				
Muy sencillo	Sencillo	Regular	Difícil	Muy Difícil
En comparación con la variable frecuencia cardiaca. Que tan complejo te resulto utilizar la potencia de vuelta?				
Más sencillo	Un poco más sencillo	Igual	Un poco más difícil	Más difícil

A las 48hrs deberá repetir la sesión de entrenamiento completando todos los procedimientos.

Los objetivos de este test son:

Comprender el comportamiento de la potencia de carrera en sendero técnico variado contrastándolo con la velocidad de carrera

Determinar si el dato de potencia es confiable intrasesión en sendero técnico contrastándolo con la velocidad de carrera

Determinar si el dato de potencia es confiable intersesión de sendero técnico contrastándolo con la velocidad de carrera

Determinar el nivel de practicidad de la variable potencia como indicador de la intensidad de trabajo instantánea en sendero

Al concluir el período de evaluación de dos semanas, se procederá a recopilar los datos relativos a la potencia media de cada serie en cada sesión, con el propósito de llevar a cabo una comparación sobre la precisión de la variable bajo condiciones intrasesión consistentes.

De esta manera pretendemos deducir si la medición de potencia es repetible en diferentes contextos medioambientales. A la vez tener indicios si resultaría una herramienta practica al ser implementada por el atleta durante la sesión como indicador de intensidad.

VI. DISCUSION

En el curso de la investigación, se emprendió una revisión crítica que se enfocó en la viabilidad de integrar la variable "Potencia de Carrera", calculada mediante modelos matemáticos, como un indicador de carga en el entrenamiento. El objetivo primordial fue discernir si esta variable presentaba una alternativa superadora en comparación con los parámetros hasta ahora utilizados en el ámbito del entrenamiento deportivo, especialmente en escenarios con pendientes pronunciadas o senderos variados y técnicos. Estos últimos, para su

cuantificación, involucran a menudo variables internas como la frecuencia cardíaca (FC) o percepciones subjetivas, como la escala de Borg, las cuales conllevan limitaciones y margen de error considerables.

Existe controversia sobre si el dato calculado refiere realmente a la potencia de carrera y; de ser así; el grado de exactitud del mismo ([Jaén-Carrillo; 2020](#)). No hay suficiente evidencia científica que de respaldo, ya que resulta complejo realizar un estudio comparativo con una herramienta Gold Standard para medir potencia de carrera debido a que estas no son accesibles. En nuestra investigación nos enfocamos en comprobar el grado de repetibilidad en diferentes escenarios posibles; es decir la precisión del dato. Y también buscamos verificar la practicidad de los relojes inteligentes para utilizar la potencia de carrera como indicador instantáneo de carga externa durante el entrenamiento.

Encontramos estudios en los que se compara los resultados arrojados de mediciones de potencia de carrera con protocolos específicos preestablecidos realizados tanto en cinta de carrera como en pista y en terreno llano al aire libre con modelos matemáticos para estimar la potencia que incorporan las variables de velocidad, peso corporal y pendiente dentro de la fórmula. ([Cerezuela-Espejo; 2020](#)). En la mayoría de los casos encontraron una buena correlación (>0.75) en entrenamientos al aire libre con peso corporal constante y velocidad variable. ([Imbach, F, et al; 2020](#))

En otra investigación de los mismos autores ([Cerezuela-Espejo; 2021](#)) realizada con los objetivos de conocer la repetitividad de la medición de potencia intrasesion, y también la relación de la potencia con el consumo de oxígeno. Los resultados sugieren que existe una buena correlación en ambas hipótesis en al menos 3 de las 5 marcas de dispositivos evaluadas en entrenamiento al aire libre. Para ser preciso la relación entre velocidad y potencia tiene una $r > 0.8$ y la relación entre VO_2 y P es $r > 0.7$.

Aubry en su investigación [\(Aubry, R. L; 2018\)](#) estudiaron la relación entre la potencia de carrera y la demanda metabólica. Reveló relaciones significativas y capacidad predictiva con el consumo de oxígeno (VO_2), podría ser beneficiosa para corredores novatos al permitirles monitorear y ajustar su técnica de carrera. Esto podría traducirse en mejoras en la eficiencia metabólica y en una economía de carrera mejorada. Destaca que se necesitan más investigación en las cuales se abordaron factores ambientales, ya que se reconoce la posibilidad de pequeñas variaciones entre las condiciones de prueba de los participantes.

Aunque las investigaciones en curso no arrojan conclusiones definitivas, los resultados derivados de las mismas proporcionan una perspectiva inicial sobre la posible utilidad de la tecnología emergente en cuestión. Diversos estudios insinúan que los datos generados por la mayoría de los modelos actualmente disponibles en el mercado exhiben un nivel apreciable de precisión cuando se aplican en entornos al aire libre. [\(Cerezuela-Espejo; 2020\)](#); [\(Cerezuela-Espejo; 2021\)](#)

Nuestra intención fue verificar el comportamiento de la potencia de carrera estimada medida con dispositivos portátiles de uso comercial y determinar si esta variable podría ser empleada como un indicador de la carga externa del entrenamiento en diversos contextos ambientales. Al mismo tiempo, buscamos evaluar la practicidad de esta tecnología para el uso cotidiano de los atletas durante las sesiones de entrenamiento.

VII. CONCLUSIONES

No hay suficiente evidencia para demostrar la confiabilidad de la estimación de Potencia de Carrera se mantenga durante una carrera con terreno variado y desperejo, como puede ser por ejemplo en Trail Run o Cross Country.

Consideramos muy posible que la valoración de potencia tenga suficiente precisión durante un trabajo de cuesta constante de pendiente entre 4 y 12%, dada la buena correlación demostrada en entrenamiento al aire libre y en distintas pendientes en cinta de carrera.

No se ha identificado hasta la fecha una base de estudios específicos enfocados en la viabilidad práctica de la variable en cuestión como indicador de carga para la planificación, así como para evaluar la carga externa instantánea durante las sesiones de entrenamiento, de manera similar al ritmo de carrera o la frecuencia cardiaca. Sin embargo, a la luz de la correlación demostrada entre el ritmo de carrera y la valoración de potencia, y su tendencia a normalizarse más rápidamente que la frecuencia cardíaca, se podría inferir que la utilización de la potencia como parámetro indicador de intensidad durante la sesión de entrenamiento podría ser viable.

La reciente aparición de esta tecnología implica la necesidad de aguardar la publicación de investigaciones adicionales con el fin de profundizar en su funcionamiento y evaluar su aplicabilidad efectiva en el contexto del entrenamiento diario. La interpretación de los datos novedosos generados durante la carrera presenta desafíos, y es probable que un entendimiento más completo solo se alcance mediante una mayor experiencia y experimentación en el campo.”

VIII. BIBLIOGRAFIA

Acebedo, R. C., & Medina, L. S. (2015). Monitorización del entrenamiento de carrera utilizando el medidor de potencia stryd. [\(1\)](#)

Amann, M., Subudhi, A. W., & Foster, C. (2006). Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(1), 27–34. [\(2\)](#)

Aubry, R. L., Power, G. A., & Burr, J. F. (2018). An assessment of running power as a training metric for elite and recreational runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(8), 2258-2264. [\(3\)](#)

Berthoin, S., Pelayo, P., Lensele-Corbeil, G., Robin, H., & Gerbeaux, M. (1996). Comparison of maximal aerobic speed as assessed with laboratory and field measurements in moderately trained subjects. *International journal of sports medicine*, 17(7), 525–529. [\(4\)](#)

Cerezuela-Espejo, V., Hernández-Belmonte, A., Courel-Ibáñez, J., Conesa-Ros, E., Martínez-Cava, A., & Pallarés, J. G. (2020). Running power meters and theoretical models based on laws of physics: Effects of environments and running conditions. *Physiology & behavior*, 223, 112972. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.112972>. [\(5\)](#)

Cerezuela-Espejo, V., Hernández-Belmonte, A., Courel-Ibáñez, J., Conesa-Ros, E., Mora-Rodríguez, R., & Pallarés, J. G. (2021). Are we ready to measure running power? Repeatability and concurrent validity of five commercial technologies. *European journal of sport science*, 21(3), 341-350. [\(6\)](#)

García-Pinillos, F., Latorre-Román, P. Á., Roche-Seruendo, L. E., & García-Ramos, A. (2019). Prediction of power output at different running velocities through the two-point method with the Stryd™ power meter. *Gait & posture*, 68, 238–243. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.11.037>. [\(7\)](#)

Hawley, J. A., & Noakes, T. D. (1992). Peak power output predicts maximal oxygen uptake and performance time in trained cyclists. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 65(1), 79–83. <https://doi.org/10.1007/BF01466278> [\(8\)](#)

Imbach, F., Candau, R., Chailan, R., & Perrey, S. (2020). Validity of the Stryd power meter in measuring running parameters at submaximal speeds. *Sports*, 8(7), 103. [\(9\)](#)

Jaén-Carrillo, D., Roche-Seruendo, L. E., Cartón-Llorente, A., Ramírez-Campillo, R., & García-Pinillos, F. (2020). Mechanical power in endurance running: a scoping review on sensors for power output estimation during running. *Sensors*, 20(22), 6482. [\(10\)](#)

Malkinson, T. (2009, September). Current and emerging technologies in endurance athletic training and race monitoring. In 2009 IEEE Toronto international conference science and technology for humanity (TIC-STH) (pp. 581-586). IEEE. [\(11\)](#)

Morillo Mateos, S. (2022). Control y valoración del entrenamiento de carrera a pie mediante el uso wearables. [\(12\)](#)

Snyder, K. L., Mohrman, W. P., Williamson, J. A., & Li, K. (2018). Methodological Flaws in Aubry, RL, Power, GA, and Burr, JF. An Assessment of Running Power as a Training Metric for Elite and Recreational Runners. *J Strength Cond Res* 32: 2258–2264, 2018. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(12), e61. [\(13\)](#)

Tuimil, J. L., Iglesias, E., Dopico, J., & Morenilla, L. (2005). Efectos del entrenamiento continuo e interválico de carga externa similar sobre la frecuencia cardiaca. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 13, 107-118. [\(14\)](#)

Vance, J. (2016). *Corre con potencia: La guía completa de medidores de potencia para correr*. VeloPrensa.

Williams, KR y Cavanagh, PR (1983). Un modelo para el cálculo de la potencia mecánica durante las carreras de fondo. *Revista de Biomecánica* , 16 (2), 115-128. [\(15\)](#)

Potencia de carrera | Dinámicas de carrera | Tecnología Garmin. (s. f.). <https://www.garmin.com/es-AR/garmin-technology/running-science/running-dynamics/running-power/>