

Article

Control del Drift Cardiovascular en Deportes de Resistencia

Jorge Ortega

www.entrenadorjorgeortega.com

RESUMEN

Durante el ejercicio de resistencia de larga duración, la frecuencia cardiaca tiende a incrementarse con el tiempo a pesar de que el esfuerzo se mantenga constante. En el presente artículo tratamos este fenómeno denominado "drift" o deriva cardiovascular, tan común entre los deportistas aficionados al pedestrismo, esquí de fondo, triatlón, etc. Tras una primera parte donde intentamos aclarar la respuesta cardiovascular ante un ejercicio prolongado, pasamos a estudiar las posibles causas que la literatura nos ofrece sobre este fenómeno. Una vez entendidas estas, y conscientes de la importancia de este fenómeno, no finalizamos sin antes dar una serie de recomendaciones para considerar de cara a mitigar el incremento de nuestra frecuencia cardiaca.

Palabras Clave: drift, deriva, cardiovascular, incremento de frecuencia cardiaca

INTRODUCCION

Si somos observadores y estamos acostumbrados a utilizar nuestro pulsómetro en el entrenamiento, quizás hayamos observado cómo durante una carrera de fondo, maratón, carrera cicloturista, o triatlón de media y larga distancia, nuestra frecuencia cardiaca (F.C.) es mayor a la que estamos "acostumbrados" para ese ritmo y para esa percepción de esfuerzo. Según datos de Billat (2002) un maratón de en torno a 3 horas pueden terminarse los últimos km a una frecuencia cardiaca cercana a la máxima, mientras que la velocidad no es más del 75-80% ve vVO_2max . Este fenómeno se denomina deriva cardiovascular, asociada al ejercicio a ritmo estable en ambientes calurosos (aunque también se dé en ambientes frescos) y que comienza a partir de los 10-15 mn., siendo claramente evidente a partir de los 60 mn; Wingo y cols. (2012) lo definen como el aumento de la frecuencia cardiaca y un descenso del volumen sistólico que empieza después de 10 mn de ejercicio de moderada intensidad. En la figura 1 observamos un ejemplo claro de este concepto.



Figura 1. Ejemplo de deriva cardiovascular de un corredor. Obsérvese el incremento de la frecuencia cardíaca para un mismo ritmo de carrera

Aclarando términos

Antes de describir el mecanismo de este proceso es recomendable repasar ciertos conceptos y comprender los mecanismos cardiovasculares que se dan durante el ejercicio:

- Ciclo cardíaco: Podemos definirlo como la fase que comprende el tiempo transcurrido entre una sístole y la siguiente, o lo que es lo mismo, entre latido y latido.
- Volumen sistólico (V.S.): Volumen de sangre eyectado desde el ventrículo izquierdo, o volumen de sangre bombeada por cada contracción (Wilmore, 2007). Podemos hablar del volumen diastólico final, que corresponde al volumen de sangre almacenado en el ventrículo justo antes de la contracción. El volumen sistólico final, corresponde al volumen de sangre restante en el ventrículo justo después de la contracción. En reposo, el V.S. de pie es de un promedio de 60-80 ml de sangre.
- Gasto Cardíaco: Volumen total de sangre bombeado por los ventrículos por minuto; es el producto de la FC por el VS. Este gasto cardíaco va a depender de la cantidad de sangre que entra al corazón (retorno venoso), llena los ventrículos (llenado ventricular) y se expulsa durante la contracción. Para una FC de 80 latidos minutos, el gasto cardíaco en reposo oscilará entre 4,8 y 6,4 l/mn, lo que significa que toda nuestra sangre es bombeada a través del corazón una vez por minuto. Podemos destacar que este gasto cardíaco es semejantes entre deportistas y personas sedentarias durante el reposo, la diferencia la encontraremos durante el ejercicio (figura 2):

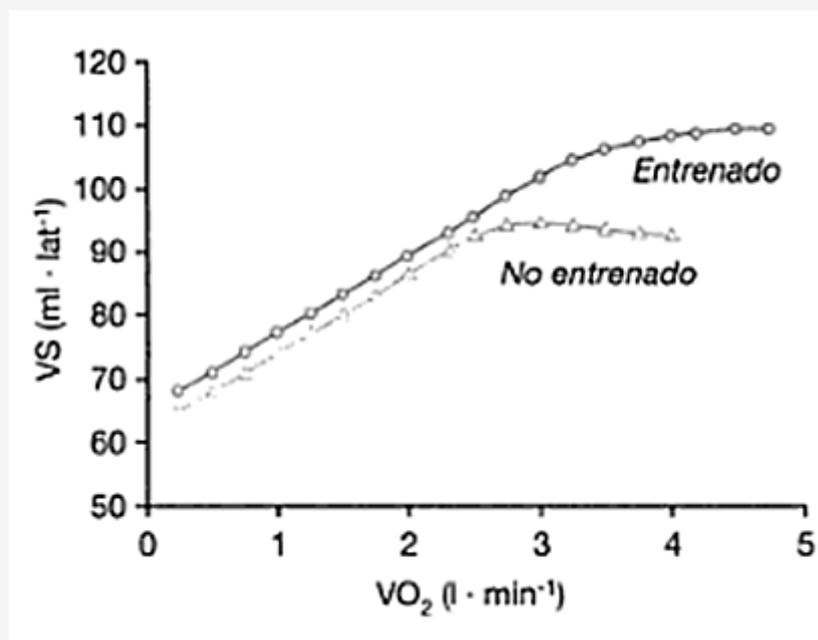


Figura 2. Comportamiento del Volumen Sistólico durante un ejercicio de intensidad creciente comparando un deportista entrenado respecto una persona sedentaria (Chicharro, 2006)

Respuesta cardiovascular al ejercicio

Cuando comenzamos un ejercicio la frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria aumentan para compensar las demandas requeridas. El volumen sistólico se aumenta en ritmos crecientes de esfuerzo y alcanza una meseta a alrededor de 40-60% de la capacidad aeróbica máxima, momento en el que se estabiliza (Wilmore, 2007) (Figura 3). Esto es debido principalmente por la estructura y ubicación del corazón que determina la cantidad de sangre que puede entrar y salir del mismo.

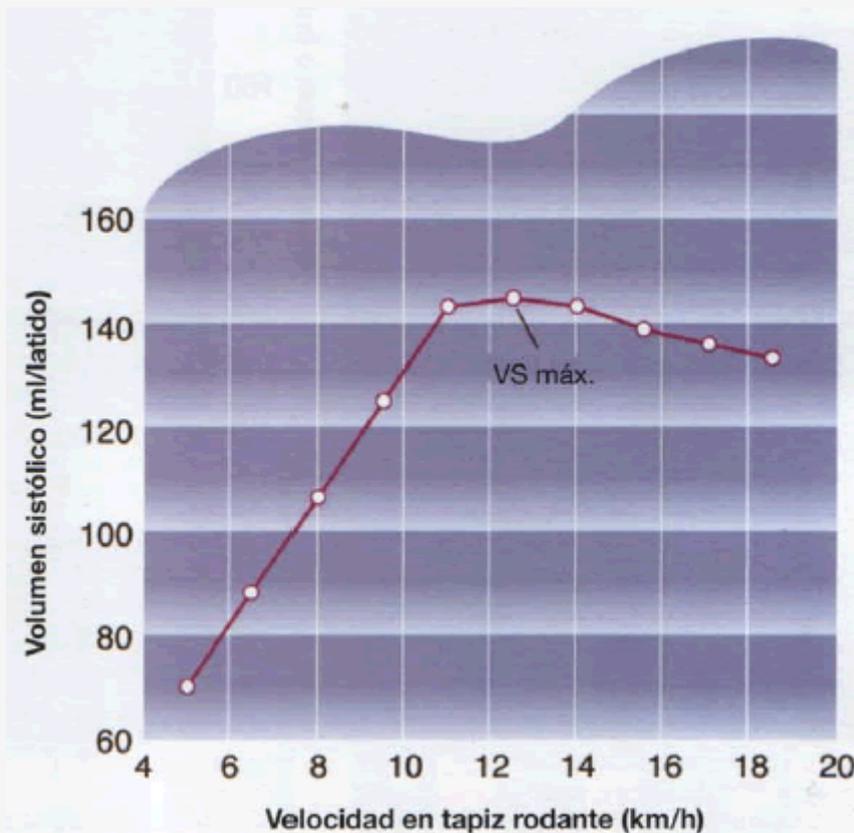


Figura 3. Evolución del volumen sistólico en un ejercicio incremental. Nótese cómo el V.S. se incrementa hasta un 40-60% de la intensidad máxima del ejercicio (Wilmore y Costill, 2007)

La frecuencia cardíaca también aumenta para ayudar a mantener el gasto cardíaco y satisfacer el incremento de demanda de oxígeno de la musculatura. Es importante destacar que durante las fases iniciales del ejercicio, el incremento del gasto cardíaco se debe a un aumento más o menos equilibrado, de la F.C. y del V.S. Cuando el volumen sistólico se haya nivelado (hacia el 40-60% de la capacidad máxima), los nuevos incrementos del gasto cardíaco serán por el resultado del incremento de la F.C.

Durante un ejercicio a ritmo constante, el deportista debe llegar a un estado en el que la frecuencia cardíaca debería mantenerse estable ante una determinada intensidad, sin embargo, con el tiempo esta frecuencia cardíaca se incrementará, dando lugar al fenómeno que estamos describiendo. ¿Por qué ocurre esto?

Causas de la deriva cardiovascular

Tradicionalmente este fenómeno se había asociado a un incremento del flujo sanguíneo cutáneo al aumentar la temperatura. Al aumentar nuestra temperatura corporal, una fracción del gasto cardíaco cada vez mayor, se dirige a la piel

para disipar dicho calor. El volumen plasmático a su vez se ve reducido por la sudoración y deshidratación.

Todo este conjunto de factores provocan la disminución del retorno venoso hacia el corazón, de esta forma disminuye la presión de llenado del ventrículo izquierdo, así lo hace el volumen diastólico final, lo que provoca finalmente la reducción del volumen sistólico (Billat, 2002; Chicharro, 2014). Sin embargo, hay poca evidencia de la relación entre la disminución del volumen sistólico y el aumento de la circulación cutánea (Coyle y Gonzalez-Alonso, 2001). El incremento de la temperatura del núcleo alcanza una meseta hacia los 20-30 mn. del inicio de un ejercicio constante, no observándose cambios en el flujo de sangre a la piel durante este tiempo (Fritzsche et al, 1999; Nose et al 1994), y registrándose el mismo volumen sistólico en ejercicio a temperatura calurosa 35º y fría 8º en sujetos entrenados, a pesar de una diferencia cuatro veces en el flujo sanguíneo cutáneo.

Una hipótesis alternativa (Coyle, 1998; Fritzsche, 1999 y González-Alonso, 1995; Coyle et al, 2001), han planteado que sea el incremento de la frecuencia cardiaca la que provoca la reducción del volumen sistólico y no al revés. El incremento de la frecuencia cardiaca provoca una disminución del tiempo de llenado del ventrículo y esto un descenso del volumen de eyección y por ende, del volumen sistólico. Así Coyle consiguió mantener el V.S. y la F.C. estables en ejercicio constante durante 60 mn, administrando beta bloqueantes, evidenciando que la reducción de la F.C. permite el mantenimiento del V.S. (Figura 4).

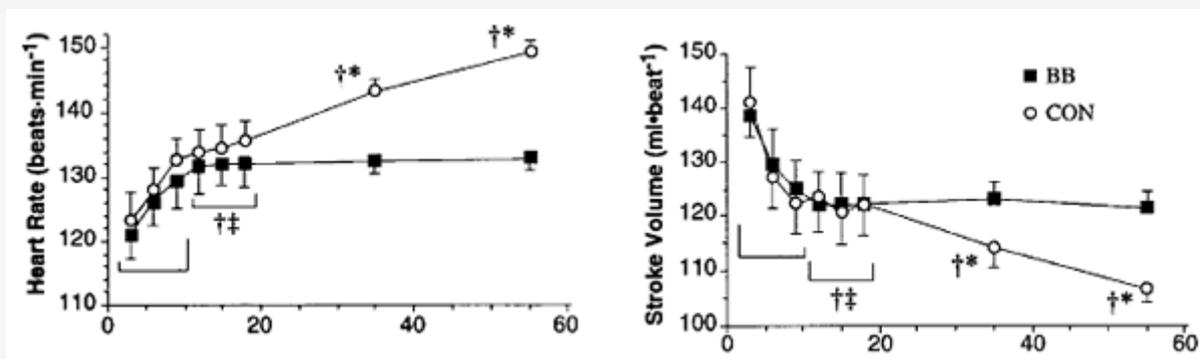


Figura 4. Comparación entre la evolución de la frecuencia cardiaca y el volumen sistólico durante 60 mn de ejercicio con carga estable, en un grupo donde se administró un fármaco bloqueador de los receptores beta. Obsérvese como a partir de los 15 mn tanto la F.C. como el V.S. permanecen constantes.

Motivos por el que se incrementa la frecuencia cardiaca

Una interacción de varios factores puede ser la causa de este incremento de la frecuencia cardiaca. La reducción del volumen de sangre (hipovolemia) se piensa tiene un papel fundamental. Esta puede venir por deshidratación y/o sudor y resulta un medio de reducción del V.S. de un 7%, pero cuando se combina con la hipertermia, los descensos del V.S. son mayores (20-28%) (Coyle y González-Alonso, 2001). Según los mismos autores, la reducción de la presión arterial media provoca un incrementaron la actividad simpática (incremento de la frecuencia cardiaca) y la disminución del flujo sanguíneo cutáneo, que a su vez provoca mayor hipertermia. Un aumento de la temperatura corporal también activa el sistema nervioso simpático para aumentar el gasto cardíaco (a través de la frecuencia cardíaca) con fines de termorregulación. La siguiente figura muestra la interacción entre los factores cardiovasculares.

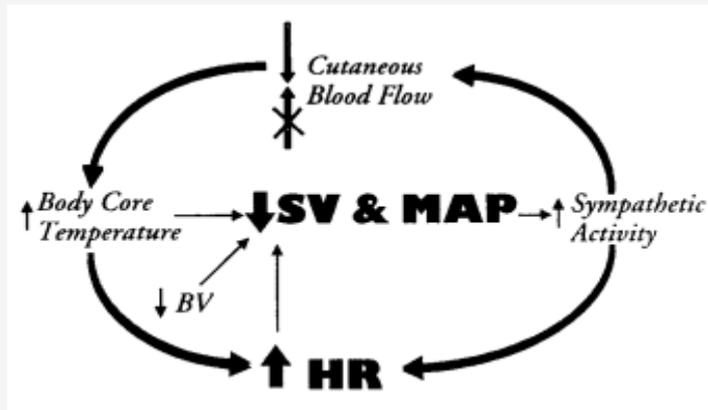


Figura 5. Nuevas perspectivas del mecanismo de la deriva cardiovascular durante el ejercicio prolongado (Coyle y Gonzalez-Alonso, 2001). (Cutaneous blood flow: flujo sanguíneo cutáneo. Body Core Temperature: Temperatura del núcleo. HR: Frecuencia cardiaca. Sympathetic Activity: Actividad del sistema simpático. SV: Volumen sistólico. MAP: Presión arterial media)

No cabe duda de que la hidratación juega un papel muy importante en todo este proceso y sin duda será un mecanismo sobre el que tendremos que actuar para atenuar esta deriva cardiaca. En 1992 Coyle y colaboradores, encontraron que los atletas que estaban bien hidratados antes del entrenamiento, mostraban menor deriva cardiovascular.

Los grupos con peor hidratación, tuvieron problemas para controlar la temperatura corporal afectando también a la función cardiovascular. Los 4 grupos del estudio (desde el grupo sin hidratación hasta el grupo muy hidratado) disminuyeron su V.S. y su F.C. se aumentó, sin embargo estos cambios fueron graduales al nivel de hidratación. En el grupo completamente hidratado, el aumento del ritmo cardiaco era capaz de compensar la disminución del V.S. y el gasto cardiaco no se vio afectado. En los otros tres grupos el gasto cardiaco fue disminuido (Figura 6). Cabe mencionar también un estudio muy reciente (Hamouti et al, 2014), acerca de la ingestión de agua y sales previas al ejercicio.

En este trabajo se hicieron 3 ensayos con 10 ciclistas bajo un ambiente caluroso. 90 mn antes del entrenamiento ingirieron 10 ml de agua/kg sólo o bien con distintas concentraciones de sodio. Posteriormente realizaban 2 horas de entrenamiento al 63% del VO2 max. seguido de una contrarreloj. Entre los resultados destacan el mejor rendimiento de la prueba de crono en cualquiera de los dos grupos hidratados con sales previamente, además de una menor reducción del volumen plasmático y un mantenimiento del gasto cardiaco y del volumen sistólico mayor que el grupo pre-hidratado con agua únicamente. Sin embargo no se observaron efectos termorreguladores.

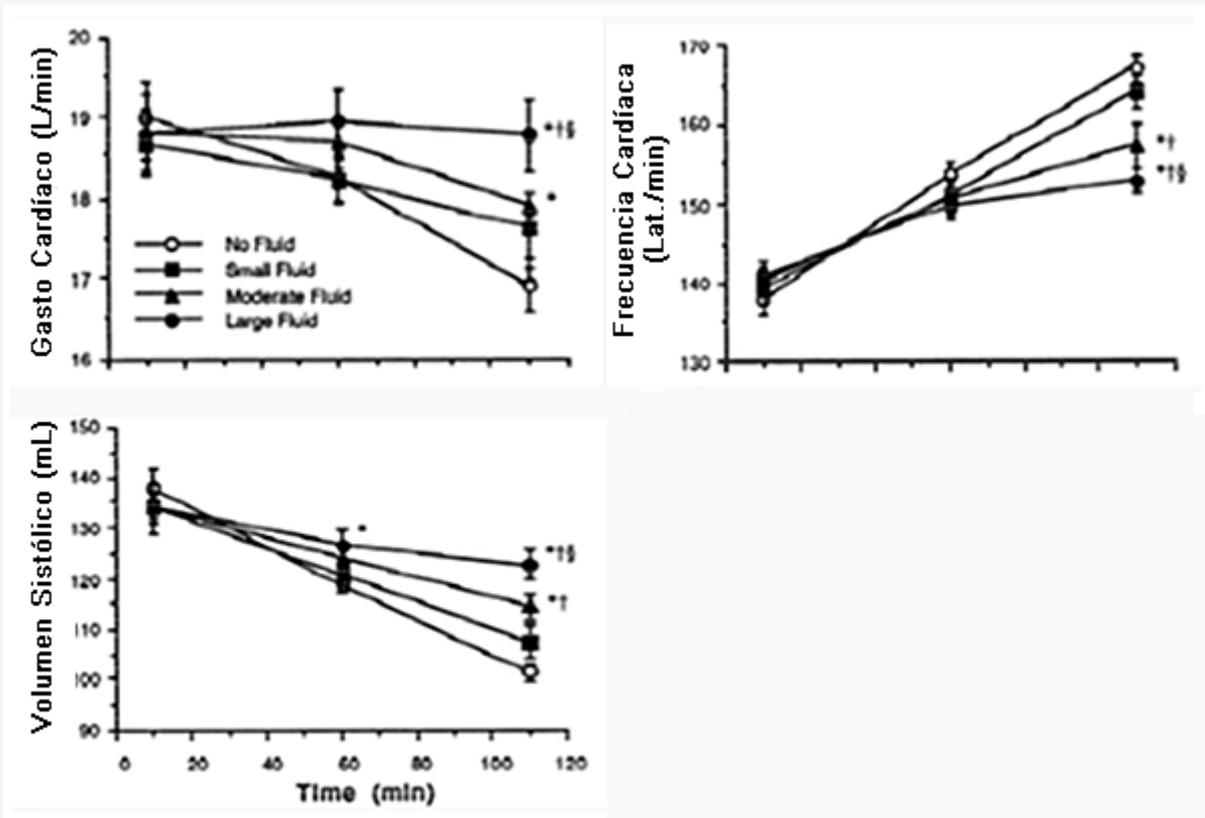


Figura 6. Gasto cardíaco, volumen sistólico y frecuencia cardíaca durante 110 minutos de ejercicio con 4 grupos: sin hidratación, pequeña, moderada o alta hidratación. El V.S. decrece y la F. C. se incrementa. El gasto cardíaco disminuye salvo en el grupo más hidratado.

A modo de conclusión e integración de todos los aspectos estudiados se presenta el siguiente esquema explicativo sobre las causas del proceso de la deriva cardiovascular:

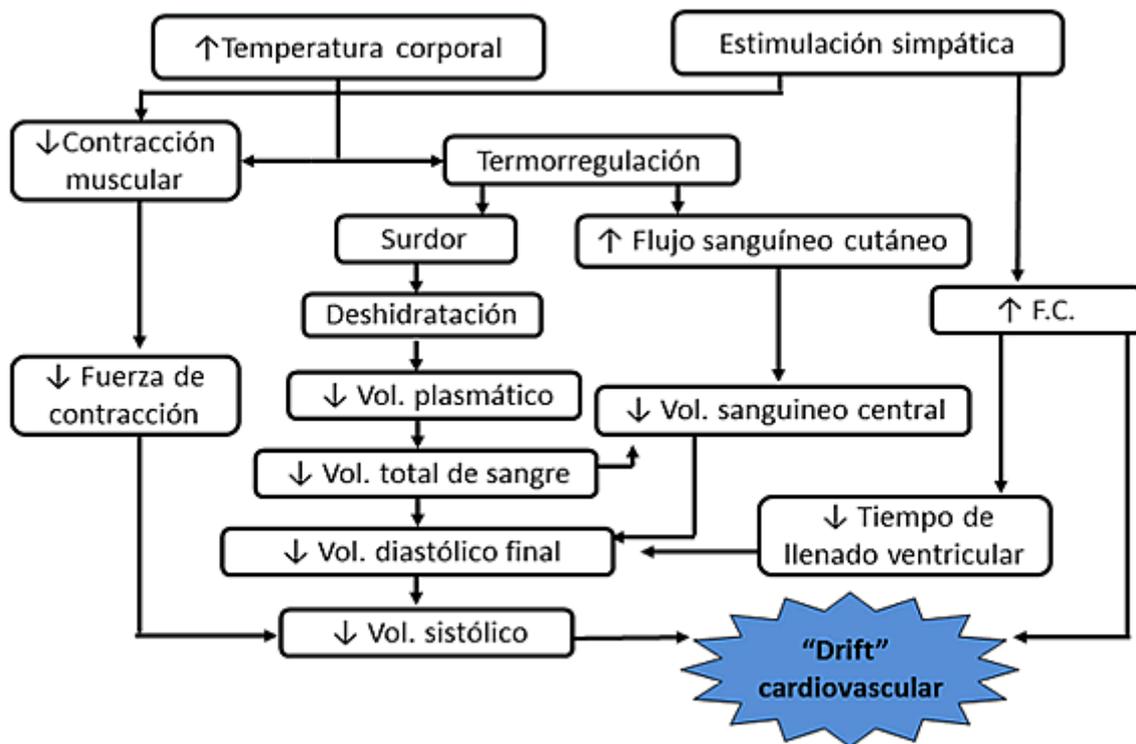


Figura 7. Causas de la deriva cardiovascular. (Adaptado de Winger, 2009)

Importancia de la deriva cardiovascular

Hemos visto por un lado cómo para una misma intensidad con el tiempo, supondrá una frecuencia cardiaca mayor, alcanzando el deportista el esfuerzo máximo en menos tiempo. Este incremento de la F.C. refleja un aumento de la intensidad metabólica relativa, y se asocia a su vez con una disminución del consumo máximo de oxígeno (Wingo et al., 2012). Por otro lado el gasto cardiaco disminuye a medida que lo hace el volumen sistólico. A medida que disminuye el gasto cardiaco, la oxigenación de la sangre también desciende. La disminución de la oxigenación de la sangre cerebral es posiblemente una causa importante de la fatiga; muy posiblemente le podamos asociar un aumento de la percepción subjetiva del esfuerzo por parte del deportista. El mantenimiento del gasto cardiaco es fundamental para mantener la saturación del oxígeno cerebral, componente clave para la fatiga central (Stylianios et al., 2012).

Estrategias para mitigar la deriva cardiovascular

Creemos de conveniencia sacar conclusiones sobre lo estudiado y ofrecer al entrenador de campo y al deportista determinados aspectos prácticos a tener en cuenta en su entrenamiento, relacionado con lo anteriormente expuesto:

- **Correcta hidratación:** La hidratación cumple un doble objetivo. Por un lado ayuda a combatir el aumento de la temperatura corporal y por otro, ayuda a mantener el volumen sanguíneo. Por esta razón, los estudios han encontrado que la hidratación durante el ejercicio también reduce la drift cardiovascular (González-Alonso et al., 1995). Hidratándonos ayudamos a reemplazar el plasma sanguíneo perdido a sudar, manteniendo la presión arterial. El incremento en el agua corporal ayuda a resistir los cambios en la temperatura del núcleo. El gasto cardíaco se conserva, lo que a su vez reduce la cantidad de trabajo que el sistema cardiovascular debe realizar para atender las demandas nutricionales del ejercicio.
- **Mantenimiento del equilibrio de electrolitos.** Relacionado con lo anterior, ajustándolo en función del calor y humedad, tasa de sudoración, etc. Siguiendo el estudio citado anteriormente de Hamouti y cols. (2014), podemos recomendar la ingesta de agua y sal previa al ejercicio como mecanismo para mantener la función cardiovascular y mejorar el rendimiento de la prueba posterior.
- **Disminución de la cadencia en ciclismo y triatlón:** Según un estudio de Stylianios et al (2012), el incremento de la cadencia de pedaleo entre ciclistas, manteniendo la carga de trabajo, provoca un incremento de la deriva

cardiovascular y una disminución de la saturación del oxígeno cerebral (Figura 8), lo que nos sugiere que mantener una cadencia baja en competición puede resultar positivo. Según los autores, la razón puede ser porque los capilares de la musculatura activa se ocluyen durante la contracción. Con una cadencia alta, los capilares musculares tienen menos oportunidad de llenado entre contracciones.

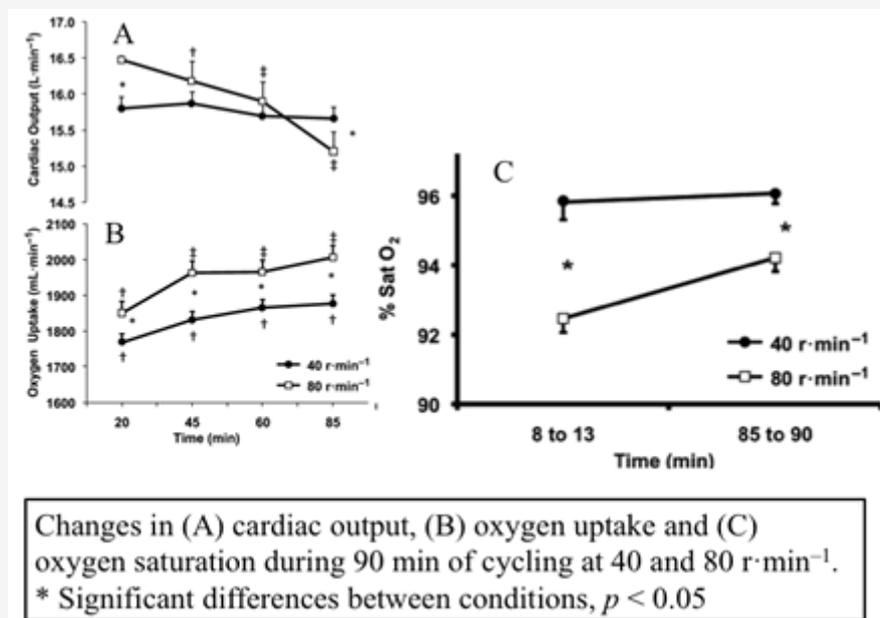


Figura 8. Cambios en el gasto cardiaco (A), consumo de oxígeno (B) y saturación de oxígeno (C), durante 90 minutos de ciclismo a 40 y 80 revoluciones por minuto. (Stylianou et al,2012)

- Aclimatarse correctamente: Es necesario entrenar en ambientes calurosos y/o húmedos si nuestra competición se va a producir en estas condiciones. La deriva cardiovascular se producirá pero será menor a medida que la adaptación del organismo es mayor.
- Entrenamiento de fuerza: Según Chicarro (2014), la fatiga del sistema neuromuscular sería otra causa de activación del sistema simpático, lo que provocará el incremento de la frecuencia cardiaca durante el ejercicio prolongado. Según esto, otro de los beneficios que nos puede otorgar el entrenamiento de fuerza en deportistas de resistencia es el incremento de su eficiencia, con lo que se puede requerir menos volumen de sangre ante una carga de trabajo determinada y a su vez retrasaremos la fatiga neuromuscular y mejoraremos la economía. Con esto mitigaremos el regreso de menos sangre venosa hacia el corazón, la disminución del volumen sistólico, el aumento de la F.C. y el incremento de demanda de energía ante una carga determinada (Maher, 2012)
- Utilizar el monitor de frecuencia cardiaca con coherencia. Si utilizamos la FC como parámetro de control durante el entrenamiento, debemos de tener en cuenta todo lo expuesto y no ser rígido. El entrenamiento busca un “efecto” en una zona determinada, no en un punto concreto de pulso.

CONCLUSIÓN

Maratonianos, triatletas de larga distancia y ultrafondistas en general, deben de ser cautelosos a la hora de utilizar la frecuencia cardiaca como única forma de controlar la intensidad del ejercicio, puesto que la misma queda “distorsionada” y pierde fiabilidad a medida que el tiempo de esfuerzo se prolonga y la deshidratación se hace más acusada. Hemos visto cómo el incremento de la frecuencia cardiaca y la disminución del volumen sistólico, se relaciona con un aumento de la intensidad metabólica, una disminución del consumo máximo de oxígeno y un incremento de la percepción subjetiva del esfuerzo y de la fatiga. Intentar mitigar este “drift” cardiovascular a través de la correcta hidratación y aclimatación por un lado, y la utilización en conjunto de otras formas de control de la intensidad del ejercicio, como son las escalas de percepción subjetiva del esfuerzo por otro son, en nuestra opinión, las recomendaciones indicadas en función de lo

estudiado para este sector de deportistas.

REFERENCIAS

1. Billat, V. (2002). Fisiología y metodología del entrenamiento. *De la teoría a la práctica (Edición: 1.)*. Barcelona: Paidotribo.
2. Cardiac Drift and Ironman Performance « Multisport Solutions. (2014). Retrieved June 14, 2014, from <http://www.multisportsolutions.com/uncategorized/cardiac-drift-and-ironman-performance>
3. Cardiovascular Drift | Vanguard - ENDURANCE. (2014). Retrieved June 14, 2014, from <http://vanguardendurance.com/cardiovascular-drift/>
4. Cardiovascular Drift: Another Reason to Stay Hydrated | Exercise Medicine. (2014). Retrieved June 14, 2014, from <http://www.exercisemed.org/research-blog/cardiovascular-drift-anothe.html>
5. Chicharro, J. L. (2014). Fisiología del Ejercicio Fisiología Clínica del Ejercicio: Frecuencia cardiaca e intensidad de ejercicio: "drift cardiovascular. " *Fisiología del Ejercicio Fisiología Clínica del Ejercicio*. Retrieved from <http://jlchicharro.blogspot.com.es/2014/02/frecuencia-cardiaca-e-intensidad-de.html>
6. Chicharro, J.L., Fernández, A. (2006). Fisiología del Ejercicio. Ed. Panamericana
7. Coyle, E. F. (1998). Cardiovascular drift during prolonged exercise and the effects of dehydration. *Int J Sports Med*;19:S121-S124.
8. Coyle, E. F., and J.González-Alonso (2001). Cardiovascular drift during prolonged exercise: New perspectives. *Exerc. Sports Sci. Rev. Vol. 29, No. 2, pp. 88-92*
9. Fritzsche, R.G., T.W. Switzer, B.J. Hodgkinson, and E.F. Coyle. (1999). Stroke volume decline during prolonged exercise is influenced by the increase in heart rate. *J. Appl. Physiol. 86:799-805*.
10. González-Alonso, J., R. Mora-Rodríguez, P.R. Below, and E.F. Coyle. (1995). Dehydration reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise. *J. Appl. Physiol. 79:1487-1496*.
11. Hamouti, N., Fernández-Elías, V. E., Ortega, J. F., & Mora-Rodríguez, R. (2014). Ingestion of sodium plus water improves cardiovascular function and performance during dehydrating cycling in the heat. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 24(3), 507-518*. doi:10.1111/sms.12028
12. Jena Winger. (2009). The Onset and Magnitude of Cardiovascular Drift Depend on Exercise Intensity in Runners. *Presented to the Department of Exercise Science and the College of Liberal Arts*.
13. Montain, S. J., & Coyle, E. F. (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *Journal of Applied Physiology, 73(4), 1340-1350*.
14. Nose, H., A. Takamata, G.W. Mack, Y. Oda, T. Kawabata, S. Hashimoto, M. Hirose, E. Chihara, and T. Morimoto (1994). Right atrial pressure and forearm blood flow during prolonged exercise in a hot environment. *Pflügers Arch. 426:177-182*.
15. Stylianos N., Kounalakis (2012). Cardiovascular drift and cerebral and muscle tissue oxygenation during prolonged cycling at different pedalling cadences *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 2012, 37 (3), 407-417, 10. 1139/h2012-011*
16. What causes cardiovascular drift? (2012). *Exercise Physiologist*. Retrieved from <http://exercisephysiologist.wordpress.com/2012/02/01/what-causes-cardiovascular-drift/>
17. Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2007). Fisiología del esfuerzo y del deporte (Edición: 6.). Barcelona, España: Paidotribo.
18. Wingo, J. E., Ganio, M. S., & Cureton, K. J. (2012). Cardiovascular drift during heat stress: implications for exercise prescription. *Exercise and Sport Sciences Reviews, 40(2), 88-94*. doi:10.1097/JES.0b013e31824c43af