



Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Rev Andal Med Deporte. 2008;1(3):128

www.elsevier.es/ramd



Nuestro punto de vista

Dinámicas no lineales en fisiología humana

Los humanos nos sentimos seguros tratando de conocer y controlar todas las variables de un sistema, y cuando esto no es así lo atribuimos al azar. Pero la teoría del caos determinista puso de relieve que existe otro tipo de fenómenos que, sin ser azarosos, resultan impredecibles más allá de un cierto horizonte, ya que la complejidad de las variables que lo condicionan no nos permite conocer con precisión las condiciones iniciales. Por otra parte, estos sistemas se caracterizan no sólo por la gran complejidad de las condiciones, sino por la extrema sensibilidad a cualquier mínimo cambio en ellas. En un sistema no caótico cada estado inicial da origen a un recorrido único y bien distinguible de los demás, irreproducible con otro dato inicial por muy parecido que sea al primero, mientras que en un sistema caótico no es que haya muchas variables iniciales, sino que los parámetros del sistema son extremadamente sensibles a ellas.

El análisis teórico de los sistemas caóticos ha aportado conceptos nuevos y más potentes para analizar el comportamiento real de sistemas complejos como los biológicos.

En general, las señales biológicas fluctúan de forma aparentemente aleatoria, pero se han llevado a cabo estudios que han demostrado que no se trata de ruido, sino de caos determinista. Así, se han estudiado las ondas electroencefalográficas, las ondas electrocardiográficas, las fluctuaciones del sistema inmunológico y otros muchos biorritmos presentes en la fisiología humana, y parece que la no linealidad es la característica de la mayor parte de los procesos e interacciones que se producen en los sistemas biológicos. Pero quizá lo más importante es el descubrimiento de que el cese de estas fluctuaciones es síntoma de mal funcionamiento y está asociado a la enfermedad y al envejecimiento.

Se piensa que los organismos vivos mantienen un alto grado de organización, incluso estando expuestos a condiciones externas muy cambiantes (clima, alimento, esfuerzo físico, etc.), porque siguen un modelo caótico y estos modelos dotan al sistema de una alta flexibilidad que le confiere una apariencia constante pese a los cambios a los que está sometido y a las miles de interacciones que en él se producen. Este concep-

to puede resultar contradictorio con la idea de la homeostasis, aunque los sistemas caóticos en determinados momentos pueden organizarse dando lugar a periodos "ordenados", es decir, homeostáticos.

Siguiendo el principio de homeostasis, inicialmente se interpretaron las fluctuaciones del ritmo cardíaco como respuestas transitorias en un intento de adaptación de este órgano a las situaciones cambiantes por las que atraviesa el individuo en su actividad diaria, por lo que el ritmo cardíaco tendería a estabilizarse en una pauta constante cuando cesara todo tipo de perturbación circunstancial. Sin embargo, hoy sabemos que en ausencia total de estímulos perturbadores el corazón es intrínsecamente caótico. Al comienzo de la aplicación de la teoría del caos a la fisiología cardíaca, estos nuevos modelos no lineales se consideraron apropiados para entender las arritmias; sin embargo, contrariamente a estas suposiciones iniciales, la evidencia pronto indicó que la dinámica de las arritmias no es caótica, mientras que el ritmo cardíaco de un sujeto sano estudiado latido a latido sí lo es.

El estudio de las dinámicas no lineales abre muchos campos de aplicación a la Medicina y la Biología y está siendo utilizado para investigar las alteraciones del sistema nervioso autónomo en diabéticos con neuropatía autónoma vascular; las características de la marcha en patologías como la esclerosis lateral amiotrófica, la enfermedad de Parkinson o la enfermedad de Huntington; los patrones de la señal electroencefalográfica en patologías como la epilepsia; el comportamiento de la señal del latido cardíaco en patologías; el riesgo de caídas en personas de edad; etc.

Es una magnífica oportunidad para fomentar el estudio y estimular la investigación en estos temas aplicados a la actividad física y el deporte en campos como la adaptación y la tolerancia al ejercicio, el diagnóstico del sobreentrenamiento, el análisis de la marcha en la lesión deportiva y tantos otros.

Comité Editorial Revista Andaluza de Medicina del Deporte