

ARRIBA Y ABAJO EN MEDICINA DEL DEPORTE: UNA PERSPECTIVA A LA LUZ DE LA CIENCIA

UP AND DOWN IN SPORT MEDICINE: A PERSPECTIVE UNDER THE LIGHT OF THE SCIENCE

EDITORIAL

Juan Ribas Serna

Catedrático
de Fisiología
Departamento
de Fisiología
Médica y Biofísica
Facultad
de Medicina
de Sevilla

En lo de "arriba" y "abajo" que aparece en el título me he inspirado en la conocida conferencia de Mike Feinneman en 1964 titulada "Aún queda mucho por abajo", cuyo objetivo principal era destapar las posibilidades de la investigación, aún por explorar, en el mundo "micro" y sobre todo en el mundo "nano". De hecho esta conferencia se considera hoy día el pistoletazo de salida de la nanotecnología actual, probablemente la rama de la ciencia que más avanza actualmente.

El horizonte de aplicaciones científicas actual es abrumador. De hecho, el substrato científico de cualquier especialidad médica ya es intimidante, hasta el punto que requiere una dedicación a tiempo completo de quienes deciden trabajar en una de ellas. Naturalmente, cuántas más facetas o áreas de estudio distintas entren en el ámbito de una especialidad, más amplio será el abanico de necesidades científicas para su ejercicio. Si nos fijamos en dos especialidades médicas como la cardiología y la oftalmología, es patente el objetivo de estudio de cada una de ellas, el músculo cardíaco y el ojo. Ambas son el universo en el que se sumergen diariamente los especialistas correspondientes. Con seguridad ninguno de ellos alardeará de saberlo todo sobre un músculo o sobre un ojo, a pesar de los enormes avances científicos y técnicos que nos hacen apreciar como una rutina, la colocación de "stents" coronarios, la cirugía corneal para los problemas ópticos o los transplantes, tanto de corazón como de córnea.

Si nos movemos hacia especialidades más integrativas, como puede ser la Medicina Interna o la Medicina del Deporte, el horizonte científico se extiende y se hace más complejo. No se trata ya de saber lo más posible de un órgano concreto, sino

de varios órganos de manera conjunta e interactiva, caso de la Medicina Interna, o de la respuesta de todo el organismo ante situaciones extremas, caso de la Medicina del Deporte. El horizonte científico en este caso es realmente abrumador. La morfología macroscópica y microscópica son ineludibles, la estructura osteo-muscular, la composición tisular y la forma en que las técnicas de imágenes nos la presentan a través de la radiografía estándar, la tomografía computerizada, la resonancia magnética nuclear, la gammagrafía y sus variantes, la tomografía por emisión de positrones o los ultrasonidos, son herramientas diarias de distintos especialistas, cuyos resultados se ponen en manos del especialista en Medicina del Deporte. Obviamente, esto implica una familiarización con estos datos y conocimientos conceptuales de las técnicas al uso.

Sí nos fijamos en los aspectos funcionales del organismo tanto en reposo como realizando trabajo intenso, tendremos que atender a la respuesta cardiovascular, la respuesta ventilatoria, el intercambio de gases y la regulación ácido-base, la respuesta termorreguladora, los cambios en la orquestación hormonal, entre otros cambios funcionales ante el esfuerzo. Pero además, el especialista debe de conocer las vías metabólicas más comunes y el uso que la demanda energética hace de ellas, para así adaptar la nutrición óptima para las demandas de esfuerzo. Es decir, el especialista inquieto, no puede pasar de la bioquímica celular, para tratar a su atleta específico. Por las mismas razones, sería muy conveniente disponer del perfil genético natural del atleta y de sus posibles polimorfismos genéticos para extraer el máximo de sus cualidades generales. Claro está que el genotipo no lo es todo, y sería mejor conocer bien los mecanismos de modificación de la expresión genética que

Llevan a la expresión del mejor fenotipo del atleta en estudio. Para ello, es necesario conocer cuáles son los estímulos adecuados y las vías por las que estos estímulos llegan producir cambios en la expresión genética de las células.

Es evidente que la ciencia avanza inexorablemente en el conocimiento de la complejidad del ser humano, pero en su camino cada día se abren nuevas bolsas de ignorancia que inquietan y, a la vez, estimulan al investigador permanente que debería ser cualquier especialista en medicina. Hasta hace poco, una o dos décadas, se establecían hipótesis, algunas acertadas y otras erróneas, acerca de los principales mecanismos para extraer el máximo rendimiento deportivo de nuestros atletas. Desde que se dispuso de la posibilidad de medir los distintos gases respiratorios, a principios del siglo pasado, parecía que sin medir el consumo de oxígeno no se podía hacer gran cosa. La aparición de técnicas sencillas para la medición de la lactatemia, propició esta medida, basada en hipótesis erróneas pero no por ello inválidas, como esencial para la evaluación de la mejora en el rendimiento de algunas especialidades deportivas.

Actualmente, nadie es capaz de estar al día de toda la información científica que se genera en relación con los aspectos someramente presentados en el párrafo anterior. Sin embargo, cada vez más frecuentemente los pacientes -- en el caso de la Medicina del Deporte serían los atletas o deportistas-- requieren que el especialista esté al tanto de todas las novedades que saltan de la ciencia a la prensa cada día; y no les falta razón, cualquiera que se asome a buscar información concreta en la red se encuentra con un aluvión de información difícil de digerir o sesgada conceptualmente. De aquí que el especialista, al que se le supone mejor formación profesional y conceptual, deba ejercer su papel de tutor o consejero en el tortuoso camino hacia la comprensión del núcleo esencial de la información en manos del paciente o deportista. Vaya por delante, que los intentos por simplificar las explicaciones funcionales en Medicina del Deporte están abocados al fracaso o a la inducción de errores. Por ejemplo, el basar la valía de un atleta en sus valores de consumo de oxígeno máximo total o por kilo de peso, sin dejar de ser un indicador valorable, no nos da información sobre muchas otras características esenciales como la cantidad de trabajo que el sujeto puede realizar con un litro de oxígeno, o la eficiencia con la que el sistema nervioso central maneja la activación o relajación de grupos musculares.

Por otro lado, el avance de las ciencias nos obliga a mirar "hacia abajo" y "hacia arriba"; entendiendo hacia abajo como los avances en microestructuras o biología molecular, mientras que hacia arriba significaría la atención hacia técnicas de análisis extensos de procesos cíclicos o de manejo de multivariables asociadas a conductas orgánicas complejas. En el caso de mirar *hacia abajo*, los avances en biología molecular han sido impresionantes durante los últimos años. Se han podido comprobar no sólo las características funcionales de algunas proteínas esenciales en el funcionamiento celular, sino los efectos que tiene el eliminar una proteína de la expresión genética de todas las células del organismo mediante el silenciamiento de un gen, lo que podría dar un animal "knock out" para una proteína; o, por el contrario, hacer que se sobre-exprese una proteína determinada en un animal, lo que se denomina un "knock in", mientras se comprueban las alteraciones multiorgánicas de esa manipulación genética. Más allá del conocimiento y uso del genoma humano o de otra especie, actualmente se tiende a caracterizar todo el conjunto de proteínas expresadas por un genoma, objetivo de la *proteómica* y sus subclases: proteómica de expresión, estructural o funcional. El proteoma de una célula o de un sujeto cambia con las condiciones internas y externas del sujeto. El proteoma es algo más dinámico que el genoma, más estable, al menos desde el punto de vista evolutivo. Por otra parte, el estudio completo del conjunto de metabolitos primarios, secundarios, intermediarios metabólicos y moléculas de señalización que funciona integradamente en un organismo se denomina *metabolómica*. Por sus características la metabolómica es más dinámica aun que la proteómica. Además, como se sabe que en condiciones normales no se transcribe a RNAm todo el genoma, la focalización en el estudio de la parte transcrita del genoma se le denomina *transcriptómica*. Como se puede apreciar en todas estas aproximaciones al entendimiento celular y orgánico, no sólo se profundiza en los entresijos del proceso de transcripción genética y de su expresión, sino que se trata de entender las funciones comunes o interactivas de los productos de esa expresión genética, ya sean las estructuras o las finalidades fisiológicas.

Algunos de los frutos de estas aproximaciones científicas al entendimiento del organismo de los mamíferos ya han aparecido desde principio de los noventa del siglo pasado y, algunos de ellos se explotan comercialmente. Por ejemplo, el crecimiento del músculo esquelético está controlado, al menos en parte, por la miostatina. Lo que ocurre tras la

generación de un animal “*knock out*” de miostatina, es decir que se le ha impedido la acción de la miostatina en su organismo, es la aparición de un animal con una masa muscular de cinco a diez veces mayor que la normal para la especie, con una apariencia hercúlea. Ni que decir tiene, que rápidamente esta manipulación la aprovechó la industria de abastecimiento de carne.

A un nivel más interesante para el médico del deporte, al final de los noventa, se consiguieron ratones “*knock in*” para la proteína de la miosina ligera estructural (MCL) en las fibras de músculo esquelético. El resultado fue una proteína más larga de lo normal y la consecuencia funcional que esos ratones con MCL más larga, contraían los músculos al doble de velocidad que los normales y sin aumento del consumo energético. Algo parecido a lo que ocurriría entre el andar de un hombre normal y de un hombre con zancos ideales.

Si miramos hacia arriba, cada vez nos encontramos con posibilidades de mediciones científicas de nubes de datos, imposible de abarcar sin computadores, que nos sorprenden revelando cualidades insospechadas de algún órgano o del organismo completo. Por ejemplo, la casi instantánea evaluación de un registro electrocardiográfico de 24 horas, hubiera sido impensable tan sólo 5 décadas atrás. O la posibilidad de tener una imagen general de la actividad eléctrica del encéfalo en forma de cartografía eléctrica también habría sido difícil sin el concurso de la computación. La misma computación pone al alcance de la mano la posibilidad de hilar relaciones insospechadas por medio de los análisis de regresión múltiple.

Subiendo en las escalas dimensionales también se desvelan datos interesantes. Por ejemplo, en una escala alométrica que abarque todo el reino animal aéreo, terrestre y acuático se ha podido determinar que la masa de fluido que un individuo tiene que utilizar para desplazar su cuerpo una distancia igual a la dimensión de su propio cuerpo es prácticamente igual a lo largo de las distintas especies y es equivalente a la masa corporal elevada a 0,17. Lo cual parece confirmar el aforismo griego respecto a que lo muy grande y lo muy pequeño están sujetos a un mismo diseño.

En este mismo sentido, “hacia arriba” hemos podido comprobar las ventajas de aplicar los conocimientos de la teoría del caos determinista a los sistemas biológicos. Por ejemplo, la homeostasis ha sido considerada desde su acuñamiento por Walter Cannon en 1865 como la tendencia de nuestro organismo a mantener con unas condiciones estables el medio interno, es decir, el medio que baña a todas las células del organismo. Sin embargo, desde la perspectiva de la teoría del caos, puesta en escena por Lorentz a partir de 1974, la homeostasis se puede entender como la característica de un atractor de Lorentz en un sistema caótico determinista. Aunque algún especialista en Medicina del Deporte puede pensar que esto está muy lejos de su quehacer diario, en realidad no es así. Las medidas de eventos cíclicos en nuestra fisiología durante intervalos temporales largos, de más de 20 horas hasta semanas, ha proporcionado todo un bagaje de análisis y de datos útiles para la práctica diaria. Por ejemplo, del estudio matemático de la variabilidad de los intervalos R-R en el electrocardiograma se pueden obtener datos acerca de las posibles patologías cardíacas asociadas a trastornos del ritmo, o determinar los componentes de baja o alta frecuencia característicos de la actividad de los sistemas nerviosos simpático y parasimpático, la adaptabilidad a un entrenamiento de resistencia o los episodios de estrés que un sujeto puede experimentar durante un día de actividad ya sea en vigilia o en sueño. Datos que hoy día están en el mercado a un precio más que asequible para el especialista inquieto. De manera similar la aplicación de la teoría del caos a las ondas del electroencefalograma pueden proporcionar valores de exponentes de Liapunov capaces de predecir ataques epilépticos.

Concluyendo, el especialista inquieto, inmerso en las mareas de avances científicos actuales, debería estar vigilante “hacia abajo”, donde se genera el avance a nivel molecular y “hacia arriba” donde técnicas poderosas de análisis de múltiples variables durante series temporales discretas pero de larga duración pueden dar, gracias al aumento de potencia de computación, resultados sorprendentes de propiedades funcionales a gran escala, pero que representan muy bien las tendencias vitales de nuestros órganos y, por extensión, de nuestro organismo.