



Investigadores andaluces ponen su conocimiento al servicio de la práctica deportiva para mejorar la salud de los atletas, prevenir enfermedades, mejorar la calidad de vida o recuperar lesiones.

Ciencia de pódium

C.Moya/M.
Norte/ M. J.
Llobregat

24 de octubre de 2010. Minuto 61 del partido de fútbol entre el Betis y el Salamanca. El jugador Miguel García cae desplomado al césped de forma repentina. Los médicos de ambos equipos lo reaniman con masajes cardíacos y un desfibrilador. La sombra de la muerte súbita cardíaca planeaba de nuevo sobre el mundo del deporte.

Aunque salten a la actualidad cuando ocurren episodios de este tipo, los servicios de la medicina del deporte no sólo van destinados a los futbolistas. Según el editorial del pasado mes de marzo de la revista *Archivos de Medicina del Deporte*, en España, 17 millones de personas las que serían susceptibles de la atención por

parte de un Médico del Deporte en la actualidad. Esta asistencia comprende desde disciplinas de competición de diferentes niveles, escolar, adultos no federados que practican deporte de forma recreativa, personas mayores que realizan entrenamiento físico para mantener un nivel adecuado de independencia y autonomía, o como parte del tratamiento de enfermedades crónicas o discapacitados que entrenan para maximizar su potencial.

En el panorama deportivo actual, a esta variedad de edades y condiciones se suma la excelente situación del deporte nacional. La misma publicación, *Archivos de Medicina del Deporte*, apunta que España se sitúa entre los 10

países con mejores resultados deportivos a nivel mundial. En este éxito, también entra en juego la ciencia con investigaciones sobre aspectos de la práctica deportiva como la nutrición, la prevención de enfermedades, la reparación de lesiones o la utilización de tecnologías de la información y la comunicación para mejorar el entrenamiento. En Andalucía, los expertos de las universidades ponen su conocimiento al servicio del deporte. Ejemplo de la imbricación entre ciencia y práctica deportiva es el Centro Andaluz de Medicina del Deporte (CAMD), órgano dependiente de la Consejería de Turismo, Comercio y Deporte. Esta institución tiene en marcha actualmente 26



proyectos de investigación, de los cuales 21 son propios y otros cinco se desarrollan en colaboración con universidades públicas de la comunidad.

Es el caso del *Estudio sobre hábitos nutricionales de los deportistas andaluces*, que efectúa la Universidad de Granada en coordinación con todos los CAMD con el fin de elaborar un programa de confección de dietas específico. En este sentido, el grupo de investigación del departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Granada están desarrollando una base de datos sobre los hábitos nutricionales de los deportistas andaluces. Se trata de la primera aplicación específica para este colectivo que, además, incluye alimentos

y recetas propias de Andalucía y tiene en cuenta otros parámetros selectivos como el deporte que desarrolla cada atleta.

La investigación se presentará como una aplicación informática destinada a entrenadores, médicos y deportistas. El usuario insertará datos relacionados con sus hábitos alimentarios, el tipo de actividad deportiva que desarrolla o periodicidad de sus entrenamientos, entre otros. Con esta información, la aplicación aportará unas recomendaciones sobre la idoneidad de los nutrientes de una determinada dieta.

La herramienta proporcionará los niveles recomendados a cada deportista e indicará si son adecuados o deficientes. “Por ejem-

plo, medirá minerales como el hierro y, en el caso de que no sean óptimas, la herramienta recomendará una dieta para subsanar esa carencia. Además esa dieta tendrá en cuenta el deporte que realiza, será variada e incluirá recetas concretas”, explica la catedrática de Nutrición y Bromatología, Fátima Olea.

Hasta ahora, existen programas comerciales que aportan valoraciones nutricionales de los atletas. Sin embargo, la novedad de la aplicación de los investigadores de la UGR radica en que contempla datos del deportista, tablas de composición de alimentos y recetas propios. “Las aplicaciones convencionales incluyen alimen-

Pasa a la página 6

Viene de la página 5

tos como las legumbres, pero no tienen en cuenta cómo están preparadas, es decir, la receta. Este aspecto es importante, hasta el punto, de que no es lo mismo comer platos elaborados con recetas tradicionales, quizás muy ricas en grasas, que recetas modificadas y preparadas especialmente para colectivos con necesidades especiales como es el caso de población deportista”, matiza el investigador responsable del estudio, Miguel Mariscal.

Este doctor en nutrición destaca que su aplicación contempla -además de la selección de usuarios por deportes y las recetas- otras novedades, como la inclusión de alimentos propios de Andalucía. Las tablas de composición de alimentos básicas que se utilizan en el ámbito internacional, tradicionalmente, tienen en cuenta los alimentos de forma genérica. “Este carácter general, no considera, por ejemplo, el origen del alimento. Caso claro es el del aceite de oliva, puesto que no tiene los mismos componentes si el aceite es virgen extra o es aceite de oliva, influyendo igualmente el proceso de obtención y la procedencia en su composición y sus propiedades”, especifica Mariscal. Asimismo, los expertos están incluyendo en su aplicación situaciones propias de la alimentación de los deportistas. “Suelen consumir habitualmente ciertos alimentos, como las bebidas isotónicas e ingerir cantidades muy dispares de frutas y verduras que otros sectores poblacionales”, prosigue el investigador principal.

Actualmente, los investigadores de la UGR y del CAMD están realizando cuestionarios a los deportistas. “Nos encontramos en la fase de recopilación de datos. Luego habrá que procesarlos mediante un análisis estadístico. Al final, se prevé que la base incluya los datos de un millar de deportistas de todas las provincias andaluzas”, adelanta la catedrática.

Por su parte, Mariscal destaca las ventajas que aportará la aplicación a entrenadores y deportistas.

“Hasta ahora, el atleta cuenta con expertos del CAMD que controlan su alimentación en su entorno. Sin embargo, si cambia de provincia y no tiene ese contacto diario con su médico resulta más difícil hacer un seguimiento de sus hábitos nutricionales. Esta aplicación unifica criterios y permite un control nutricional en cualquier lugar de Andalucía a través de los CAMD”, destaca el doctor.

DEPORTE Y ENVEJECIMIENTO

La práctica deportiva es saludable en todas las edades, pero ¿qué beneficios puede aportar en los mayores? El equipo de investigadores liderado por el profesor

para reducir sus necesidades desde el punto de vista asistencial y sanitario. Teniendo en cuenta los efectos beneficiosos del ejercicio físico desde el punto de vista cardíaco, muscular e incluso cognitivo, nuestro objetivo es analizar cómo influye la práctica de ejercicio en la población de edad avanzada”, explica Guillermo López.

En este sentido, la investigación trata de determinar los parámetros que influyen en el proceso de envejecimiento, a través del estudio de la capacidad antioxidante de los glóbulos rojos en personas que realizan una actividad física regular y en personas que llevan una vida sedentaria. “El desarrollo de la actividad antioxidante



Grupo de investigación de la UGR liderado por Fátima Olea. /A.I

de Biología Celular de la Olavide, Guillermo López Lluch, ha puesto en marcha un estudio, que relaciona la actividad física y el envejecimiento con parámetros bioquímicos y antioxidantes en sangre. “Dado que en España, y en prácticamente todo el mundo, el aumento de la longevidad de las personas es una tendencia creciente, es importante mejorar la calidad de vida de estas personas

que se produce en las membranas plasmáticas de estas células sanguíneas podría jugar un papel importante en el proceso de envejecimiento. Nuestra hipótesis es que se podrían mantener esos beneficios durante más tiempo en personas mayores, a través de la práctica de ejercicio físico y unos ciertos hábitos de vida más saludables”, explica el investigador.

Para realizar el estudio, el equi-

po de investigadores del Centro Andaluz de Biología del Desarrollo (CABD), entre los que participan Jesús del Pozo Cruz y Elizabet Rodríguez Bies, va a comparar dos grupos de población: jóvenes de la Universidad Pablo de Olavide y mayores del Centro de Día para Personas Mayores y del Pabellón Entretorres de Dos Hermanas, con edades comprendidas entre los 18 y los 25 años en el primer grupo y a partir de los 65 años en el segundo. Cada muestra se compone de 60 personas (30 hombres y 30 mujeres) que, en función de sus hábitos de vida, serán clasificados en activos y sedentarios. Se considerarán del primer tipo aquellos que realicen una actividad física de cierta intensidad un mínimo de 3 veces

ta información se estudiarán las actividades que se desarrollan en la membrana plasmática de los glóbulos rojos, donde tienen lugar las actividades relacionadas con

idad o actividad antioxidante en la membrana de los glóbulos rojos mejor que la de las personas sedentarias y más cercana a la que desarrollarían las personas jóvenes”, señala el profesor de la Olavide.

Si los expertos confirman esta hipótesis de partida y relacionan la práctica de ejercicio y las actividades de estos compuestos que se encuentran en la membrana plasmática, podrían proponer un plan de trabajo de ejercicio a una determinada edad. “De esta forma, podríamos comprobar si es posible mejorar los procesos relacionados con el envejecimiento, como los inflamatorios, sarcopenia (pérdida de músculo durante el envejecimiento), Alzheimer, problemas cardiovasculares (ar-

Además de influir en los procesos de envejecimiento, el ejercicio puede contar con beneficios en la fibromialgia

el proceso de oxidación causante del envejecimiento.

Asimismo, a través de una extracción de sangre, los investigadores analizarán una serie de



por semana, es decir, ir al gimnasio, salir a correr, jugar un partido fútbol –en el caso de los jóvenes-, y caminar o realizar una actividad física de al menos 45 minutos continua –en personas mayores.

Una vez clasificada la población de estudio, se tomarán unas medidas antropométricas, consistentes en medir el perímetro de la cintura para calcular el exceso de grasa en el cuerpo. A partir de es-

El investigador Guillermo López Lluch en el laboratorio. /A.I

parámetros bioquímicos típicos asociados al plasma sanguíneo como el colesterol, triglicéridos o glucosa. Posteriormente, se analizarán parámetros enzimáticos que tienen que ver con procesos inflamatorios, como la proteína C-reactiva, un parámetro que suele incrementarse durante el envejecimiento. “El objetivo es ver si estas personas mayores, clasificadas como activas, desarrollan una capa-

teriosclerosis), diabetes, etc. con la práctica de ejercicio físico”, adelanta López y añade que si consiguen reducirlos, se acercarán a una terapia mucho menos costosa, agradable y mucho mejor que tomar una pastilla diaria.

Además de influir en los procesos de envejecimiento, el ejercicio físico puede contar con beneficios en ciertas enfermedades como

Pasa a la página 8

ADEMÁS

Ejercicio físico contra la fibromialgia

El tratamiento de la fibromialgia es un proceso complicado. Los tratamientos no farmacológicos más comunes incluyen la actividad física y programas educativos psicológicos. Investigaciones recientes indican que los pacientes experimentan una disminución de la severidad de los síntomas, reducción del dolor y la fatiga, así como una mejora del sueño y el humor con ejercicio de intensidad baja-moderada de cualquier tipo. Las terapias de ejercicio físico en pacientes de fibromialgia se han centrado en programas realizados en seco o programas de ejercicio en agua. En este último caso, la hidroterapia (con o sin ejercicio) ha sido recomendada para el tratamiento de pacientes debido a la flotabilidad y a la temperatura caliente. La densidad del medio acuático limita el impacto de los ejercicios sobre las articulaciones y la vasodilatación del agua caliente puede mejorar la isquemia muscular y tener un efecto analgésico. Expertos internacionales han comparado el efecto de dos programas de intervención de ejercicio acuático y ejercicio terrestre de 20 semanas de duración (2 días/semana) en sintomatología, autoeficacia, y capacidad física en un grupo de pacientes. Los autores no observaron diferencias significativas entre grupos, excepto en la fuerza de prensión manual al final del período de intervención. “Conocer si los beneficios de las intervenciones realizadas en seco son similares a las intervenciones realizadas en medio acuático es clínicamente relevante y de gran utilidad práctica debido a la dificultad de encontrar piscinas que puedan ofrecer programas acuáticos a la temperatura recomendada para estos pacientes (30-33º)”, matiza el investigador de la UGR, Manuel Delgado.

Viene de la página 7

la fibromialgia. Considerada como un desorden en la regulación del dolor, implica síntomas como fatiga, rigidez matutina, problemas para conciliar el sueño, dificultades cognitivas, y, como consecuencia, mala calidad de vida. Investigadores del grupo de Investigación Actividad física, deporte y ergonomía para la calidad de vida del Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de Granada (UGR) han iniciado un estudio para analizar la relación entre la severidad de la patología y sus síntomas asociados con la actividad física y la condición física que realizan los afectados. En paralelo, los expertos compararán los resultados con los datos de la población que no padece la enfermedad.

Según el responsable del proyecto, Manuel Delgado, a pesar de sus importantes implicacio-

nes clínicas, ningún estudio ha analizado los niveles de actividad física y sedentarismo con parámetros objetivos en la población con fibromialgia. Tampoco existen valores de referencia ni de la actividad física, ni de la condición física. La primera hace referencia a la práctica que desarrollan estos enfermos a diario, es decir, el ‘entrenamiento’ que supone, por ejemplo, caminar o levantar un objeto. Por su parte, la condición física guarda relación con la capacidad funcional que adquieren los pacientes para realizar las actividades de la vida cotidiana como resultado de dicha práctica. Los expertos de la UGR parten de la idea de que las personas con fibromialgia que incrementen su capacidad física mejoran su calidad de vida. “En estudios previos hemos hallado un deterioro de la capacidad funcional en torno a 20-30 años. Es decir, una mujer de

Un estudio de la UGR evaluará la actividad y la condición física en pacientes con fibromialgia.

/A.I

50 años con fibromialgia presenta una capacidad funcional de una mujer de más de 70 años”, adelanta el investigador.

La novedad del estudio estriba en demostrar esa correlación con resultados objetivos, basados en datos concretos. Para ello, evaluarán a una muestra representativa de la población y la compararán con otra sana. A continuación, el grupo con fibromialgia desarrollará programas de ejercicios físicos en agua y en gimnasio, que será comparado con un grupo de control de enfermas que no realizará dichos programas.

Al principio, estudiarán el nivel de actividad física y sedentarismo, la capacidad funcional, la composición corporal, grado de dolor, estado general de salud y calidad de vida de una población representativa de Andalucía con fibromialgia. A continuación, analizarán los mismos aspectos





en personas sanas de la misma edad y género para poder comparar los factores de estilo de vida con la población enferma.

Para medir de forma objetiva estos factores, aplicarán a ambos

Ningún estudio ha analizado los niveles de actividad física y sedentarismo en la población con fibromialgia

grupos pruebas de condición física y análisis de la composición corporal para evaluar parámetros como resistencia cardio-respiratoria, fuerza, amplitud de movimiento, masa muscular, grasa corporal, tejido óseo, etc. Éstas se complementarán con la valoración del nivel de actividad física

medido de forma objetiva mediante acelerómetros. A las pruebas físicas y de esfuerzo se suman las psicológicas y sociales, para analizar las relaciones entre los niveles de práctica física con variables como impacto y severidad de la enfermedad, capacidad de afrontamiento, funciones cognitivas, estado de ansiedad y depresión y calidad de vida, entre otras.

ENTRENAMIENTO EN AGUA Y EN SECO

Una vez determinada la condición física de ambos grupos, se evaluará el efecto de dos programas distintos de intervención de ejercicio físico sobre el grado de dolor y calidad de vida en mujeres de 35-65 años con fibromialgia de todas las provincias andaluzas. “Los programas se realizarán con una frecuencia de 3 días/semana, durante seis meses. Uno de los programas se basará en la combinación de entrenamiento aeróbico y de fuerza en agua templada y el otro seguirá las mismas pautas de entrenamiento pero, en seco, en gimnasio”, explica Delgado.

Cuando acabe esta etapa de entrenamiento, se acometerá un seguimiento de los grupos (tres meses después) para analizar el efecto que tiene dejar de realizar ejercicio físico de forma sistemática sobre las variables estudiadas.

El investigador apunta que esta evaluación de un número representativo de enfermos con fibromialgia por provincia permitirá disponer de valores de referencia andaluces de un amplio rango de dimensiones del estado de salud. “Estos datos servirán para poder valorar el efecto de las intervenciones, así como identificar el estado del paciente y compararlos con otros de la misma edad y sexo. De esta forma, se podrá monitorizar su evolución de una forma objetiva”, adelanta.

En cuanto al tipo de ejercicios que plantean, este estudio supondrá una evaluación de la efectividad de los programas de entrenamiento aeróbico-fuerza realizado en agua o en seco. “Ahora, se desconoce con exactitud si los

beneficios del ejercicio realizado en agua son superiores a los realizados en seco”, reconoce Delgado.

Además de los beneficios que reporta el ejercicio físico, el esfuerzo al que se somete un atleta puede conllevar consecuencias negativas para la homeostasis del organismo, situación de mantenimiento de una condición estable y constante del ambiente interno, que es posible gracias a múltiples ajustes dinámicos del equilibrio y mecanismos de autorregulación. No obstante, situaciones continuadas de estrés físico pueden resultar en una descompensación de ciertos procesos biológicos. Para paliar los efectos de estos desajustes, expertos de varios grupos analizan la repercusión del deporte en la calidad seminal de los deportistas o la muerte súbita cardíaca. Asimismo, para contrarrestar las consecuencias de las lesiones, expertos andaluces trabajan en utilizar células madre para regenerar cartilago.

En lo que respecta a los aspectos reproductivos de los deportistas, un grupo de investigadores de la Universidad de Córdoba (UCO), del Centro Andaluz de Medicina del Deporte y de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, compuesto por Doctores en Biología, Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, y Medicina, quieren determinar las diferencias que presentan en valores hormonales, seminales y espermáticos atletas de *endurance* con diferentes volúmenes de entrenamiento.

En concreto, los expertos estudian atletas que practican triatlón, un deporte que agrupa tres disciplinas deportivas: natación, ciclismo y carrera a pie y uno de los deportes más exigentes del panorama competitivo internacional actual. Los atletas mantienen un severo calendario de entrenamientos para poder hacer frente a las exigentes condiciones de las pruebas. Los investigadores acaban de terminar un estudio donde evaluaron la actividad de 15 triatletas varones, que participaban en competiciones nacionales e internacionales. En concreto,

Pasa a la página 10



Viene de la página 9

los voluntarios que participaron habían competido en la prueba *Ironman* celebrada en Canarias y tenían que haberla completado. Los expertos efectuaron un análisis detallado del volumen e intensidad de entrenamiento realizado en cada modalidad y de las características del semen y los espermatozoides. Además realizaron estudios de correlación entre varias variables.

Entre otras conclusiones, el estudio determinó que a más entrenamiento semanal de ciclismo, menor porcentaje de espermatozoides con morfología normal. “Demostramos que un alto volumen de ciclismo, especialmente por encima de los 300 kilómetros a la semana, es perjudicial para la morfología espermática y puede llevar a un serio impedimento en la fertilidad masculina”, aclara la responsable del estudio, Diana Vaamonde, investigadora de la UCO.

Ahora, en el nuevo proyecto, los investigadores pretenden ampliar los parámetros de análisis

del semen y los espermatozoides. Quieren comprobar qué causas pueden afectar a su calidad, tanto en lo que se refiere a características morfofuncionales (número, velocidad, morfología), como a características genéticas. “Un espermatozoide puede tener una forma adecuada, desplazarse correctamente, pero no sabemos si tiene fallos en su ADN”, precisa la

investigadora. Al pensar en un ciclista, la idea más extendida es que el desarrollo del propio deporte, con la ropa ajustada y el sillín, puede resultar el factor que reduzca la calidad del semen. Sin embargo, no es la única, según apunta la doctora Vaamonde, pues las característi-

cas inherentes del entrenamiento como volumen, intensidad y densidad y su interacción con los procesos propios del metabolismo y oxidación celular y los niveles de hormonas también pueden incidir en los procesos reproductivos.

En cuanto a los procesos oxidativos, éstos tienen lugar en las células en todo momento. Las células suponen diminutas fábricas de producción de energía. Como consecuencia de este proceso se liberan los denominados radicales libres, compuestos que el organismo produce de forma natural pero que, en exceso, resultan perjudiciales para los tejidos del cuerpo. Este exceso, de no ser contrarrestado, da paso a una condición denominada estrés oxidativo, que puede aumentar cuando el organismo se somete a un elevado ejercicio físico. “En este caso, se producen sustancias reactivas de oxígeno, que los sistemas antioxidantes no contrarrestan y se puede producir daño oxidativo”, explica Vaamonde y añade que comprobarán si, en el caso de sus atletas, este proceso ocurre y

A más entrenamiento de ciclismo, menor porcentaje de espermatozoides con morfología normal

investigadora.

del semen y los espermatozoides. Quieren comprobar qué causas pueden afectar a su calidad, tanto en lo que se refiere a características morfofuncionales (número, velocidad, morfología), como a características genéticas. “Un espermatozoide puede tener una forma adecuada, desplazarse correctamente, pero no sabemos si tiene fallos en su ADN”, precisa la



si, además, está interrelacionado con el empeoramiento de la calidad del semen.

Por otra parte, la alteración de las hormonas sexuales guarda relación con la producción óptima de semen. Según explica la investigadora, aunque la reproducción resulta crucial para preservar la especie, no supone un proceso vital para la supervivencia del individuo. De ahí, que cuando el cuerpo está sometido a un constante estrés, se centre en cubrir las necesidades más prioritarias y abandone aquellas “secundarias”. “De esta forma, la producción de las hormonas sexuales, como la testosterona, se puede ver alterada en situaciones de estrés”, aclara. En estudios anteriores, el mismo grupo de expertos ha demostrado que deportistas sometidos a un entrenamiento intenso disminuyen sus tasas de producción de hormonas sexuales y también la calidad del semen. “Esto demuestra la interrelación entre ambos factores, porque el descenso hormonal conlleva una alteración de los espermatozoi-

El grupo de expertos de la UCO que estudian las hormonas de los deportistas. /A.I.

des”, añade.

Considerando esta variedad de parámetros, los investigadores tienen claro que los factores que afectan a la calidad del semen son múltiples y no sólo se asocian a un determinado factor, como puede ser el sillín de los ciclistas.

Para el desarrollo de su estudio, los investigadores utilizarán muestras seminales de aproxi-

Deportistas sometidos a un entrenamiento intenso disminuyen su producción de hormonas sexuales

madamente medio centenar de triatletas andaluces y canarios. Además, determinarán la carga de entrenamiento de cada uno, que consiste en analizar la intensidad (porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima) y el volumen (kilómetros recorridos). Si demuestran que existe una alta

correlación entre la carga de ejercicio y la calidad del semen y comprueban qué factor es el que más afecta a estos niveles (daño oxidativo, hormonas, etc), podrán ofrecer recomendaciones para contrarrestar los efectos. “Un ejemplo de estos consejos podría ser el ajuste de la cantidad de alimentos con antioxidantes en función de la carga de entrenamiento. El fin último es advertir a los deportistas de los posibles efectos negativos que conlleva su práctica en el sistema reproductivo y cómo reducirlos”, apostilla la doctora Vaamonde.

Además de la influencia en el sistema reproductivo, la relación del deporte con las enfermedades del corazón se ha puesto de relieve en los fallecimientos de deportistas por muerte súbita cardíaca. Aunque no se trata de un trastorno exclusivo de deportistas, el alcance mediático de estos casos la relacionan con la práctica deportiva. “Si un atleta cuenta con predisposición genética, el esfuerzo continuado puede incrementar el riesgo, puede ser la gota que colme el vaso”. Así lo explica el investigador de la Universidad de Granada y residente de Cardiología del Hospital Universitario Virgen de las Nieves, Juan Jiménez Jáimez.

La muerte súbita cardíaca es causada habitualmente por arritmias ventriculares secundarias o enfermedades cardíacas predisponentes, como las canalopatías o las miocardiopatías. Algunas de estas patologías son bien conocidas, pero en otros muchos casos la causa no llega a identificarse. En la mayoría de ocasiones hay mutaciones genéticas subyacentes que alteran el normal funcionamiento eléctrico o mecánico del corazón y tienen como resultado final un fallecimiento fulminante.

Según los expertos, uno de las principales condicionantes a la hora de afrontar esta enfermedad es el carácter “latente” que con frecuencia presentan, ya que estas anomalías genéticas pueden pasar desapercibidas porque no se manifiestan en estudios como el electrocardiograma o pruebas

Pasa a la página 12



Viene de la página 11

de imagen como la resonancia cardíaca o el ecocardiograma. Es decir, cuando los deportistas se someten a estos análisis, puede no aparecer ningún indicio que haga pensar en que desarrollarán la patología y realmente estar en riesgo de sufrir una muerte súbita. Esta “invisibilidad” se debe a que su origen genético cuenta frecuentemente con poca expresión fenotípica, esto es, es poco aparente a los estudios convencionales.

“Hay una serie de genes que no codifican bien las proteínas resultantes por mutaciones en la secuencia de nucleótidos. Estas proteínas pueden pertenecer bien al tejido muscular del corazón o bien al sistema eléctrico que posibilita el latido”, especifica Jiménez Jaimez. De ahí que las enfermedades que pueden dar lugar a la muerte súbita cardíaca se dividan de forma genérica en dos grupos. Por un lado, aquellas que tienen un componente “mecánico”, es decir, las relacionadas con el músculo del corazón, entre las que incluiríamos la miocardiopatía hipertrófica y la displasia arritmogénica de ventrículo derecho. Por otro, las de tipo “eléctrico” relacionadas con disfunción en los canales iónicos, es decir, en “el cableado eléctrico” que transporta el impulso cardíaco para hacer moverse al músculo cardíaco.

EL DETALLE

Más proyectos del CAMD

Además de los proyectos en colaboración con las universidades andaluzas, los profesionales del Centro Andaluz de Medicina del Deporte (CAMD) llevan a cabo proyectos que se centran en aspectos tan diversos como el gasto calórico durante un ejercicio en sus fases aeróbica y anaeróbica; ayudas ergogénicas para la detección de trastornos de la conducta alimentaria de deportistas; y estudio comparado de tratamientos tópicos de esguinces de tobillo. Además de los servicios centrales, situados en el Centro Especializado de Alto Rendimiento de Remo y Piragüismo de la Cartuja en Sevilla, el CAMD tiene sedes en el Pabellón de Deportes Vista Alegre (Córdoba), Instalaciones Deportivas de Carranque (Málaga), Hospital San Juan de Dios (Granada), el complejo Bahía Sur de San Fernando (Cádiz), Monte Conquero (Huelva) y las ciudades de Jaén y Almería.

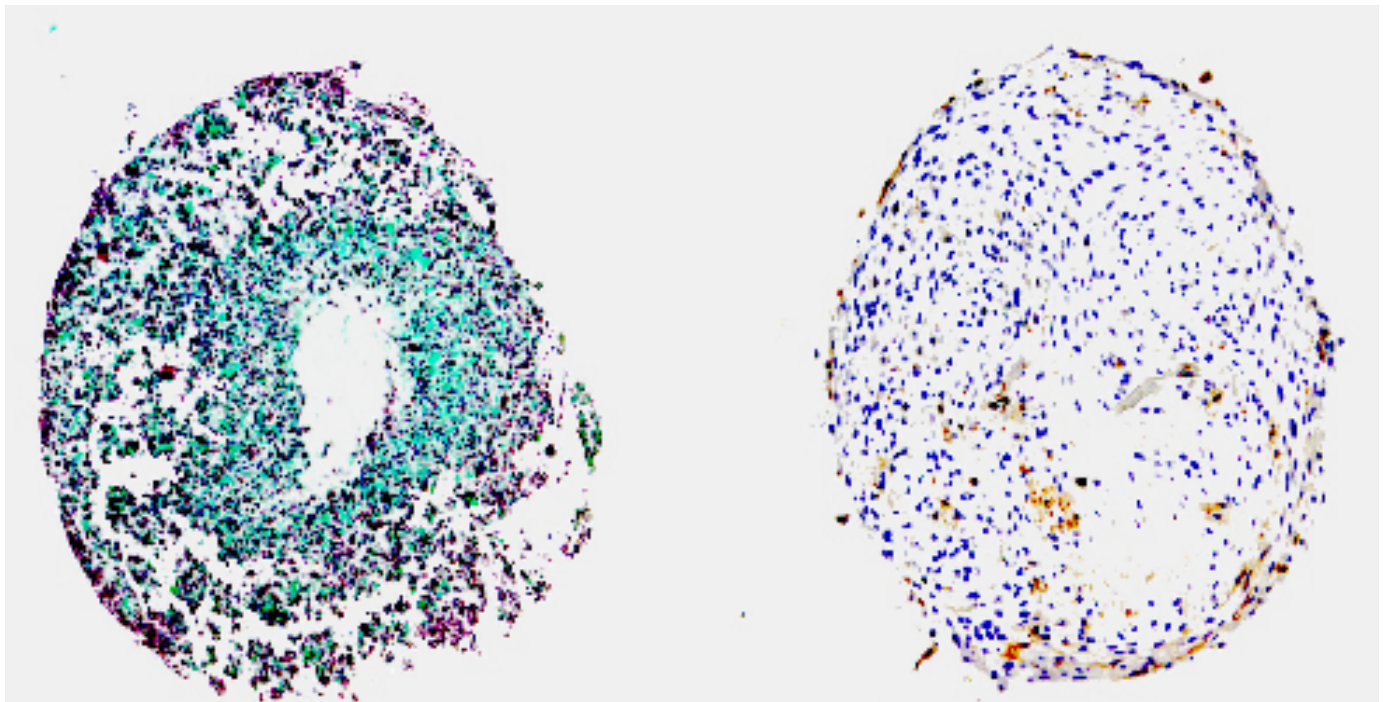
Arriba, Investigadores del grupo *Química Analítica* de la Universidad de Jaén. /A.I.

Respecto a las primeras, las mutaciones en la provocan proteínas anómalas que ocasionan un miocardio más grueso de lo habitual (miocardiopatía hipertrófica), que se sustituya por grasa (displasia arritmogénica de ventrículo derecho) o que pierda fuerza (miocardiopatía dilatada). Todas estas anomalías pueden producir muerte súbita cardíaca.

Con respecto a los trastornos “eléctricos”, estos guardan relación con los denominados canales iónicos, vías que, a modo de cables, sirven para transmitir los impulsos que activan al corazón para que se contraiga. Una de las enfermedades de este tipo es el Síndrome de QT largo, que afecta aproximadamente a una de cada 2.500 personas y puede causar muerte súbita por arritmias ventriculares.

Relacionado con esta patología, el doctor Jiménez Jaimez ha publicado en *Revista Española de Cardiología*, junto con Luis Tercedor Sánchez, Miguel Álvarez López, Ricardo Sebastián Galdeano (Hospital Virgen de las Nieves), Esther Martínez Espín y José Antonio Lorente Acosta (Departamento de Medicina Legal y Toxicología de la Universidad de Granada) un estudio sobre las mutaciones presentes en los genes implicados en el Síndrome de QT en la población de Granada y Jaén.

Hasta ahora, se han descrito cientos de mutaciones en doce genes de canales de sodio y potasio principalmente. Sin embargo, la mayoría de estas anomalías se concentran en tres genes: *KCNQ1*, el más frecuente en otras poblaciones (canal de potasio), *KCNH2* (canal de potasio), y *SCN5A* (canal de sodio). El objetivo de los investigadores fue determinar cuál



es el gen mutado que se da en más pacientes, porque de esta forma, el tratamiento será más específico, ya que irá destinado a los efectos de esa mutación en concreto y no a otras.

Tras los análisis, los investigadores demostraron que en Granada, a diferencia de estudios previos, el estudio genético tuvo una alta sensibilidad para el diagnóstico de Síndrome de QT largo, y que el gen más frecuentemente mutado fue *KCNH2*. Esto representa una diferencia importante respecto a otras poblaciones, en las que el gen más frecuentemente mutado es *KCNQ1*.

Una de las conclusiones de este grupo de investigadores es la necesidad de realizar un exhaustivo estudio en familiares asintomáticos. “Son enfermedades cuya primera manifestación puede ser la muerte. Por ello es esencial, ante un familiar con una muerte súbita, estudiar a todos los familiares de primer grado con un protocolo riguroso para poder detecta a tiempo la enfermedad y establecer una terapia preventiva eficaz, bien con fármacos como los betabloqueantes o bien con mediante un desfibrilador automático implantable” concluye. Jiménez Jáimez.

Además de este estudio genético, los expertos van a iniciar, integrados en un grupo coordi-

Imagen microscópica de dos células madre. /A.I.

nado por expertos la Sección de Miocardiopatías de la Sociedad Española de Cardiología, un registro de muerte súbita en deportistas. “El proyecto incluirá casos de deportistas de competición que sufran un episodio de muerte súbita. Nos podremos en contacto con los familiares a la mayor brevedad posible para ofrecer un pro-

Hasta ahora se han descrito cientos de mutaciones en doce genes de canales de sodio y potasio

toloco común de diagnóstico en familiares y estudiar, coordinados con los Médicos Forenses responsables, la causa de la muerte”, adelanta Jiménez Jáimez.

CONTRA LAS LESIONES

Una de las pesadillas de todo atleta son las lesiones. Más aún en deportistas de élite en los que tejidos como el cartílago sufren un mayor desgaste que los de la población general, debido a la intensidad del esfuerzo al que se someten ciertas articulaciones como las rodillas o la cadera.

El cartílago es el tejido firme, pero flexible, que cubre los extremos de los huesos en una articulación. También da forma y apoyo a otras partes del cuerpo, como las orejas, la nariz y la tráquea. Su función es facilitar el movimiento articular, al permitir que los huesos se deslicen por encima de los otros evitando que se produzca una fricción entre sí y, por tanto, su deterioro. Sin embargo, al contrario que los huesos y órganos, con capacidad de autorregeneración, en estos tejidos no ocurre lo mismo, ya que no cuentan con el soporte de los vasos sanguíneos, ni de los nervios. Asimismo, la densidad de su estructura impide a sus propias células, denominadas condrocitos, establecerse para repararlo.

Para solventar estas dificultades, investigadores del grupo de investigación Nuevas Tecnologías aplicadas a investigación cardiovascular dirigido por la Profesora Antonia Aránega, del Instituto de Biopatología y Medicina Regenerativa (IBIMER) de la Universidad de Granada, están aplicando células madre en la recuperación de las microlesiones de cartílago, en deportistas de alto rendimiento y población general.

El equipo, coordinado por los investigadores Juan Antonio Mar-

Pasa a la página 14

Viene de la página 13

chal y Antonia Aránega, comenzó obteniendo las células madre mesenquimales de la sangre periférica de los propios deportistas y de otras personas con lesiones articulares para, posteriormente, provocar que estas células proliferen en cultivo y se diferencien a condrocitos.

Sin embargo, debido a su escasez, concentran ahora su interés en la denominada grasa de Hoffa, situada entre el ligamento rotuliano y cara anterior de la tibia. Este paquete adiposo bien vascularizado e inervado, puede sufrir inflamaciones, la mayoría de casos después de un traumatismo deportivo y supone una fuente de células madre mesenquimales. “El hecho de extraerlas de un sitio cercano a la articulación que se quiere reparar, la rodilla, hace que estén más condicionadas a diferenciarse hacia células de cartílago”, explica el responsable del proyecto.

Los expertos obtienen esta grasa de pacientes que se van a someter a operaciones y de arthroscopias, estudios de las articulaciones a través de un pequeño pinchazo. Una vez obtienen la “materia prima”, comienza el proceso de diferenciación, es decir, las estrategias para “forzar” a células que, en principio, no forman parte de ningún tejido, a que se conviertan en cartílago. Esto se consigue mediante dos técnicas. En la primera de ellas, los investigadores aíslan las células madre mesenquimales que obtienen de la grasa de Hoffa y las ponen en contacto con las sustancias y factores que liberan los condrocitos adultos. Estas sustancias estimulan a dichas células madre para que se conviertan en condrocitos.

En su segunda técnica de reprogramación, utilizan los denominados “pool” de condrocitos. Esto es, extractos de células maduras que trituran e introducen en las células madre mesenquimales por una serie de poros. De esta forma, las “dirigen” para que se conviertan en cartílago.

Hasta el momento, los resultados de estos ensayos *in-vitro* han sido positivos. Las células pro-

liferan sobre unos moldes tridimensionales que han ideado los expertos. “Es fundamental que se adapten a esta morfología, ya que las lesiones que deben reparar no son planas, sino en volumen”, explica Marchal.

Estas mallas en 3D sirven de soporte para que las células vayan construyendo su estructura y, una vez esté conformado el nuevo cartílago, se degradan.

El siguiente paso será comprobar la capacidad de regeneración *in-vivo*, en animales grandes como las ovejas, cabras o caballos. Un paso más cercano a la aplicación en humanos. “Las microlesiones osteocondrales en deportistas de élite son muy complicadas de recuperar al 100% y, generalmente, se complican en el tiempo con procesos degenerativos. La regeneración con células madre podría suponer un avance en este sentido”, adelanta Marchal.

CERCO AL DOPAJE

Los últimos casos de supuestos dopajes de deportistas españoles en disciplinas como el atletismo y el ciclismo centran la atención pública sobre la fiabilidad de las pruebas para detectar las sustancias prohibidas. Investigadores del grupo Química Analítica de la Universidad de Jaén han desarrollado un método que precisa, de manera inequívoca, si el deportista ha ingerido un compuesto definido por la Agencia Mundial Antidopaje (WADA por su siglas en inglés) como ilegal e incluso otros no contemplados como tales en la actualidad, pero que podrían ser incluidos en el futuro.

Para saber si un deportista ha ingerido sustancias no autorizadas, se analizan, además de dichas sustancias, sus metabolitos, es decir, los compuestos químicos resultantes del paso de ese dopante por el organismo, que sirven como indicadores o marcadores de uso de dichas sustancias. La novedad del método de la UJA es su amplio espectro de detección, ya que es capaz de detectar e identificar de forma inequívoca más

de 200 compuestos químicos en un solo análisis. “Los diuréticos enmascaran la presencia de sustancias prohibidas, ya que favorecen la dilución de éstas en la orina y su rápida eliminación, resultando más difíciles de detectar. Por ello, el uso de marcadores, como son ciertos metabolitos, resulta de gran ayuda en este problema para revelar de manera indirecta



Isabel Pérez, gerente de la *spin-off* Realtrack Systems /A.I.

el uso de agentes dopantes”, asegura el investigador responsable del grupo, Antonio Molina. Tras la creación de una base de datos que incluye más de 200 sustancias prohibidas comunes en la práctica fraudulenta del dopaje en el deporte (como son betabloqueantes, diuréticos, esteroides, anabolizantes y, en su caso, los metabolitos respectivos), los expertos han puesto a punto y validado un método automático de identificación en el laboratorio. A continuación,

han aplicado sus avances a muestras de orina de ratas que previamente han sido tratadas con agentes dopantes bajo condiciones estrictamente controladas. En estos experimentos *in-vivo*, se ha estudiado un conjunto de 12 sustancias prohibidas de las más representativas, y se han encontrado en todos los casos metabolitos, algunos de ellos no descritos pre-

to, este instrumento transforma adecuadamente las moléculas en iones, que se conducen hacia un detector donde son separados y clasificados con gran exactitud. “Si estos iones coinciden con alguna de las sustancias dopantes o de los metabolitos (sustancias en las que se transforman en el cuerpo después de consumir la droga), se puede demostrar que hay indi-

Una de las novedades destacables del método de la UJA es la posibilidad de acometer análisis retrospectivos, ya que toda la información queda recogida definitivamente y archivada en el registro del análisis respectivo. “Esta perspectiva histórica resulta muy útil e interesante, porque, pasado el tiempo, puede interesar buscar en los resultados del análisis de un



ADEMÁS

Dispositivo para controlar la actividad física

La empresa de base tecnológica de la Universidad de Almería (UAL), *Realtrack Systems*, ha desarrollado un dispositivo móvil que permite monitorizar la actividad física de los deportistas en tiempo real. Para ello, utiliza unos sensores que controlan variables cinemáticas (aceleración, velocidad, distancia recorrida) o fisiológicas (frecuencia cardíaca) para luego transmitir esta información al sistema. Una aplicación recoge estos parámetros y los va mostrando al usuario para su consulta. El dispositivo, una especie de miniordenador del tamaño de un teléfono móvil, que se comercializará con el nombre de *wimu*, aplica la tecnología a la práctica deportiva para ayudar a entrenadores, preparadores físicos, recuperadores o médicos a optimizar el entrenamiento y el rendimiento diario y mejorar los resultados en las competiciones. Este soporte físico lleva instalado un software, denominado *qūiko*, y una serie de sensores con los que cuenta con novedades como la introducción de un GPS compatible con el sistema de navegación por satélite Galileo para medir la posición de la persona, la distancia recorrida o la veloci-

dad. “También se han incorporado acelerómetros en 3D que permiten grabar datos sobre la inclinación del cuerpo, tiempo de reacción, caída libre, el impacto o el salto, y un giroscopio que monitoriza información sobre el grado de giro en lanzamientos o virajes”, indica la gerente de la *spin-off*, Isabel Pérez. El dispositivo también permite medir la presión atmosférica en función del ejercicio realizado o calcular la dirección del movimiento a través de un magnetómetro o brújula digital. Igualmente, introduce la tecnología inalámbrica ANT+ diseñada para la recopilación, registro y transferencia de datos, compatible con dispositivos que analizan el ritmo cardíaco, medidores de glucosa, presión arterial o el índice de masa corporal. Centros de alto rendimiento, como el canadiense *Pacific Institute for Sport Excellence*, el Centro de Alto Rendimiento de Sierra Nevada y universidades como la de Murcia y otras españolas, utilizan ya una versión enfocada a investigadores con un soporte de desarrollo que permite al usuario descargarse todas las actualizaciones del software y estar en contacto permanente con la empresa.

viamente en la literatura científica. En el proceso de detección de sustancias ilegales, previamente los expertos aíslan de la orina los componentes de interés. A continuación, éstos son introducidos en un cromatógrafo, donde se separan, y a su salida pasan a un espectrómetro de masas de tiempo de vuelo, que permite detectar e identificar de forma inequívoca y a bajas concentraciones la presencia de cualquier compuesto de los incluidos en el método. En concre-

cios claros de un consumo ilegal”, apunta el investigador.

Junto a la masa y el tiempo de retención en la separación cromatográfica, los expertos contrastan en la literatura científica los compuestos transformados (metabolitos) más frecuentes en el organismo humano con aquellos que su método puede detectar. Todos estos datos hacen que los investigadores dispongan de conclusiones fiables para construir su base de datos específica.

deportista ya realizados con anterioridad y comprobar si su orina contenía la sustancia que quiera detectarse en el presente”, adelanta Molina. Asimismo, el uso de la espectrometría de masas de tiempo de vuelo permite la identificación de nuevos metabolitos, que sirvan como marcadores del uso de sustancias dopantes sin necesidad de disponer de los patrones de los mismos. Esta posibilidad resulta útil para seguir incorporando más analitos en el futuro.