

Cuando Tesla diagnostica



Cambios de velocidad, movimientos bruscos e impactos son algunas de las causas de lesiones de los futbolistas, muchas de las cuales requieren equipamiento de alta tecnología para su diagnóstico y tratamiento.
Foto: Foul en el fútbol © ALAIN VERMEULEN - Fotolia.com

Las regiones que con mayor frecuencia se lesionan los jugadores de fútbol de alto rendimiento a causa de las acciones y movimientos que demanda el deporte son tobillos, rodillas, isquiotibiales (músculos posteriores del muslo) y cabeza. De acuerdo con el Centro de Investigación y Evaluación Médica de la FIFA, los esguinces son las lesiones más comunes en los tobillos; el desgarro del ligamento cruzado anterior, en las rodillas; el desgarro o ruptura, total o parcial, en los isquiotibiales; y no de mayor recurrencia pero sí de gravedad, las conmociones cerebrales.

El organismo internacional reporta también que la mayor parte de las lesiones en el fútbol tienen un carácter de muy leve o leve, y que en éstas predominan las contusiones musculares y los esguinces articulares. Lesiones todas que deben ser atendidas con prontitud y seriedad para evitar secuelas o el agravamiento de las mismas.

Si bien la valoración clínica es fundamental en el diagnóstico de una lesión, el empleo de técnicas imagenológicas (como los rayos X, la tomografía computada, la ecografía y la resonancia magnética) incrementa la certeza en el diagnóstico y la precisión en la localización de la lesión.

Los estudios de imagen incluso rebasan su aplicación clínica (como es el caso de la resonancia magnética) y adquieren un papel decisivo en la contratación de jugadores y en la comprobación de sus edades para cada categoría. Esta última aplicación, conocida como *la prueba de la muñeca*, introducida por la FIFA en 2009 para el Mundial Sub-17, consiste en la evaluación del desarrollo y maduración del esqueleto.

Ubicado en el centro de la República Mexicana, el estado de Querétaro es sede del club de fútbol profesional, *Gallos Blancos de Querétaro*; un equipo fundado en 1950, que ha jugado 11 temporadas en la Primera División de la *Liga Mexicana de Fútbol* y que en el último torneo, *Clausura 2014*, reportó un total de tres lesiones musculares y una articular de gravedad.

Cambios de velocidad, movimientos bruscos e impactos son algunas de las causas de las lesiones del futbolista de alto rendimiento, las cuales, de acuerdo con su gravedad son detectadas por el médico responsable mediante la auscultación y el apoyo de técnicas imagenológicas, dentro de las que destaca la resonancia magnética por la alta resolución de su imagen.

La imagen por resonancia magnética es un estudio diagnóstico, cuyo principio físico fue desarrollado por Edward Purcell y Félix Bloch en 1946, aplicado a la clínica a partir de la década de los 80. Líder entre los exámenes de imagenología actuales, dicho estudio proporciona imágenes tridimensionales del cuerpo humano con alta resolución. Consiste en la absorción y reemisión de radiación electromagnética por el núcleo de un átomo en presencia de un campo magnético determinado (más propiamente dicho, de una densidad de flujo magnético). La frecuencia de dicha radiación toma un valor muy preciso que depende de la densidad de flujo magnético aplicada y de las propiedades del átomo.

Al no generar radiación ionizante —como sucede con los rayos X— la inocuidad del estudio ha hecho que su empleo en el fútbol trascienda el diagnóstico de lesiones.

Así el médico Óscar Edson Campuzano Ruíz –especialista en medicina física y rehabilitación, responsable médico de *Gallos Blancos de Querétaro*–, efectúa exámenes de resonancia magnética a los jugadores de nuevo ingreso en cada pretemporada con la finalidad de conocer su estado actual y las secuelas de lesiones previas.

“La institución invierte millones de dólares en el contrato de nuevos jugadores, por lo que hay que valorarlos exhaustivamente y garantizar así su desempeño óptimo en el campo. Existen lesiones previas o crónicas que no presentan síntomas clínicos y es en esos casos, en los que la resonancia magnética juega un papel fundamental. A todos los jugadores nuevos les es practicada una resonancia magnética de ambas rodillas y, dependiendo de su historia clínica, de pelvis y tobillos”, explica.

Visto por el paciente, un resonador magnético es un equipo formado por un túnel, en torno al cual está dispuesta una bobina superconductora, dentro de la que es desplazada una camilla con el paciente recostado para la realización del estudio. La permanencia dentro de él oscila entre 30 y 60 minutos; no causa dolor alguno y tiene como únicos inconvenientes el ruido producido por la máquina y la necesidad de sedación en caso de claustrofobia.

La técnica imagenológica no requiere preparación especial, aunque restringe su aplicación a personas con marcapasos cardíaco u otros aditamentos médicos con piezas metálicas (como ser, implantes cocleares, endoprótesis vasculares, ciertas válvulas cardíacas). Por lo mismo, es necesario que las personas se despojen de artículos como joyas, relojes, tarjetas de crédito, navajas, prótesis dentales, que podrían alterar el resultado.

La generación de imágenes por resonancia magnética se basa en el comportamiento del núcleo del átomo de hidrógeno (H), formado por un sólo protón, elemento además predominante en el cuerpo humano al formar parte del agua (H₂O), la cual constituye de 40 % a 60 % del peso de un adulto promedio.

El fundamento físico de la operación de un resonador magnético radica en dos tipos de movimientos propios de los núcleos atómicos: el movimiento giratorio o *spin*, alrededor de su eje, y el movimiento de precesión (una traslación alrededor de la dirección del campo magnético sin dejar de girar alrededor de sí mismos, de manera similar al movimiento de un trompo o peonza girando que precesa al tratar de alinearse con la vertical).

Cuando un paciente es sometido al campo magnético del resonador, los núcleos de los átomos de hidrógeno, como pequeños imanes, tratan de alinearse con el campo magnético y precesan; sin embargo, no todos se alinean perfectamente y no todos lo hacen en la misma dirección: unos lo hacen en dirección al campo (sentido paralelo–estado de baja energía) y otros al contrario de éste (sentido antiparalelo–alta energía).

De acuerdo con el responsable técnico de la Unidad de Resonancia Magnética del Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México, el MSC Juan José Ortiz Retana, “La proporción de núcleos en cada uno de los dos estados, para un resonador de 3 T a temperatura ambiente, es de un millón más seis núcleos alineados en dirección del campo magnético por cada millón que lo hace en la dirección opuesta. Esos seis núcleos de diferencia son los que permiten generar la imagen por resonancia magnética”.

Una vez aplicado el campo magnético primario proporcionado por la bobina superconductora se produce un segundo campo magnético en una secuencia de pulsos con una cierta frecuencia; cuando esta frecuencia toma un determinado valor provoca que la dirección de los núcleos en estado de baja energía cambie al estado de alta energía y, poco tiempo después, los núcleos modificados regresen a su estado inicial emitiendo esa energía ganada



El empleo de técnicas imagenológicas incrementa la certeza en el diagnóstico y la precisión en la localización de la lesión.
Foto: Jorge Alcántara

previamente en la forma de una onda electromagnética. Una bobina receptora de radiofrecuencia es la encargada de detectar la señal emitida por los núcleos al regresar a su estado inicial para su posterior procesamiento y conversión computacional en imágenes tridimensionales del cuerpo humano.

El producto final consta de la información tridimensional del cuerpo, que puede visualizarse desde distintas posiciones o en forma de un video con las principales secuencias realizadas y la impresión de algunos detalles de éstas. La nitidez de la imagen se incrementa con la densidad de flujo magnético aplicado.

El especialista en rodilla y médico particular de jugadores de *Gallos Blancos de Querétaro*, Fidel Dobarganes Barlow, considera que el incremento de la densidad de flujo magnético de los resonadores ha ocasionado, incluso, el desplazamiento de estudios que utilizaban antes. “Con los equipos de 3 T ya no necesitamos emplear contraste en la rodilla. Anteriormente, cuando los equipos eran de 0,5 T, se hacía mayor uso de ella (de la técnica de contraste); actualmente, hacemos una cada mil casos de lesiones de rodilla”.

Las instituciones de salud, al ofrecer estudios de imagenología, señalan la densidad de flujo magnético con la que operan sus resonadores magnéticos (medida en teslas) y la relacionan con la calidad diagnóstica de los mismos. Así, los hay de 1 T, 1,5 T y 3 T. No obstante, las instituciones dejan poco claro el significado de tales medidas y la implicación que tienen sobre la imagen obtenida.

Hablemos ahora del tesla, unidad de medida de la densidad de flujo magnético, cuyo símbolo es una “T” por convención internacional. Adoptado en París, durante la

cuarta sesión de la XI Conferencia General de Pesas y Medidas en octubre de 1960, el tesla (T) fue incorporado al Sistema Internacional de Unidades (SI) como unidad de densidad de flujo magnético o inducción magnética. Una designación que respondió a la propuesta de la Comisión Internacional de Electrotécnica (IEC) de reconocer las aportaciones del inventor Nikola Tesla, al convertirlo en el quinceavo científico cuyo nombre bautiza una unidad de medida. El tesla es una unidad de medida definida como weber por unidad de área (Wb/m^2), la cual mide el valor de la densidad de flujo magnético en un punto dado del espacio en un instante dado.

Cabe destacar que los equipos utilizados en la clínica tienen como límite 3 T; en comparación, la densidad de flujo magnético en nuestro planeta tiene valores de alrededor de $50 \mu\text{T}$ (50 millonésimas de tesla).

Con el propósito de dar confiabilidad y uniformidad a las mediciones de densidad de flujo magnético realizadas en un país –esto es, que los resultados de dichas mediciones sean equivalentes sin importar el instrumento, el lugar o la persona que las efectúe– es necesario que los instrumentos que se utilizan para realizar las mediciones (magnetómetros o teslámetros) estén referidos a patrones de medida cuyos valores sean aceptados internacionalmente.

Los Institutos Nacionales de Metrología realizan trabajos de investigación y desarrollo tecnológico para establecer los patrones de medida, que son referencia de medida a nivel nacional para diversos sectores productivos y de salud. En el caso de la densidad de flujo magnético, el patrón de medida correspondiente se materializa en México a través de una bobina de Helmholtz y un magnetómetro de resonancia magnética nuclear. De no contar con estas referencias, los magnetómetros utilizados para asegurar el adecuado funcionamiento de los equipos de resonancia magnética nuclear podrían dar lugar a resultados equivocados que pudieran poner en riesgo la salud de los pacientes.

Como en todo campo de la cotidianidad humana, el diagnóstico de las lesiones más comunes del fútbol profesional no ha quedado exento de la contribución de la metrología; un aspecto por momentos imperceptible pero fundamental en el aseguramiento, en este caso, de la correcta operación de un instrumento de diagnóstico por imágenes.

JULIETA ESPINOSA (MÉXICO)



El empleo de técnicas imagenológicas incrementa la certeza en el diagnóstico y la precisión en la localización de la lesión.
Foto: Jorge Alcántara

Ilustraciones páginas 44-45:
nikolas tesla serbian banknote
dinar © diegobib - Fotolia.com,
Set of silhouettes of thunderstorm
lightning © vertyr - Fotolia.com