

La gammagrafía ósea en el diagnóstico y valoración de las lesiones deportivas

M MINOVES

CETIR, Centre Mèdic. Barcelona.

THE BONE SCINTIGRAPHY IN THE DIAGNOSIS AND ASSESSMENT OF SPORTS' RELATED INJURIES

INTRODUCCIÓN

El notable aumento en las últimas décadas, de la práctica de deporte y actividad física, no solo profesionalmente, sino en el conjunto de la población en general, ha causado una mayor incidencia de las lesiones deportivas, aumentando su impacto en la práctica médica.

Mucho se ha escrito acerca de la importante presión que existe para que los deportistas vuelvan a la actividad. En el caso del deporte profesional las causas son obvias. Similares presiones se ven en la competición amateur si bien los incentivos económicos pueden ser significativamente menores e incluso en aquellas situaciones de deporte individual y no competitivo los pacientes a menudo presentan una irracional urgencia para volver a la actividad a pesar de los riesgos.

El médico deportivo necesita a menudo distinguir entre las lesiones que requieren inmovilización y reposo por existir daño en la estructura ósea, de las lesiones que requieren terapia física, rehabilitación o cirugía de reparación de lesión de tejidos blandos. La necesidad de una correcta valoración de las lesiones

producidas por la práctica deportiva y la instauración precoz del tratamiento obliga a disponer de técnicas de imagen que permitan un diagnóstico precoz y una evaluación adecuada para que, especialmente, en el caso del deporte profesional, el atleta pueda reincorporarse lo antes posible a su actividad física, en condiciones óptimas y con el máximo rendimiento, evitando la posible progresión de una lesión o la aparición de complicaciones por una reincorporación inadecuada a la actividad deportiva^{1,2}.

Durante décadas la radiografía (RX) simple y la tomografía convencional fueron las únicas modalidades de imagen para la valoración de estas lesiones. Posteriormente en la década de los 70 la aparición de la Tomografía Computarizada (TC) y la Gammagrafía ósea (GO) con ^{99m}Tc-difosfonatos, seguidas una década más tarde de la Resonancia Magnética (RM), han supuesto importantes avances en la valoración y detección de las lesiones deportivas. Aunque la valoración clínica y la radiología convencional continúan siendo los métodos diagnósticos iniciales de la mayoría de estas lesiones, la RX simple puede ser negativa o dudosa durante un período de tiempo desde el inicio de la clínica, y por el contrario, estas lesiones pueden ser precoz y fácilmente detectadas mediante la GO permitiendo iniciar rápidamente el tratamiento adecuado en cada caso.

La GO, utilizada ampliamente en la valoración de la patología ortopédica desde principios de 1970, constituye una imagen de orientación funcional que es expresión de los cambios metabólicos óseos, describiendo las alteraciones dinámicas del hueso y de tejidos blandos. La información que proporciona con elevada sensibilidad sobre el metabolismo esquelético va a permitir por una parte obtener un diagnóstico precoz de las lesiones, antes de la aparición de los cambios óseos estructurales y por otra complementar los detalles anatómicos observados en la RX convencional, la TC o la RM, aunque en cualquier

Correspondencia:

M MINOVES
CETIR, Centre Mèdic
Londres, 6
08029. Barcelona
E-mail mminoves@cetir.es

Abreviaturas

GO: Gammagrafía ósea. RX: Radiografía. TC: Tomografía Computarizada. RM: Resonancia Magnética. DSR: Distrofia simpático refleja. SPECT: *Single Photon Emission Computed Tomography* -Tomografía computarizada por emisión de fotón único.

caso, la máxima información diagnóstica la obtendremos con la valoración conjunta de la GO con la clínica y las técnicas de imagen morfológica o anatómica. Asimismo la posibilidad de visualizar el esqueleto entero permite determinar la causa de un dolor referido por la detección de focos más distantes de captación anormal del trazador que pueden representar el origen de este dolor.

La GO en el campo de la medicina deportiva tiene un valor añadido que se basa en que incluso en los casos en que no puede darse un diagnóstico específico, la información sobre la localización anatómica del lugar de aumento del recambio óseo y el grado de actividad metabólica, así como de la vascularización de la lesión, proporcionan al clínico datos de utilidad para el diagnóstico y manejo del paciente.

La especificidad de la GO puede aumentar notablemente incorporando mejoras técnicas en la adquisición de las imágenes y en su procesado, con la obtención de imágenes técnicamente exigentes que permitan una localización más exacta y la caracterización fisiológica de las lesiones. Por otra parte el conocimiento de la clínica y de los hallazgos de las técnicas de imagen anatómica, así como de la fisiopatología de las lesiones deportivas conociendo los mecanismos lesionales, a menudo relacionados con las acciones y actividades de cada deporte en concreto, conducen a un diagnóstico diferencial más específico, y son imprescindibles para poder diferenciar entre patologías agudas y complicaciones evolutivas de lesiones más antiguas.

Asimismo, la correlación exacta de los síntomas del atleta con los hallazgos gammagráficos es importante puesto que muchos atletas tienen anomalías en más de una localización y nos permitirá conocer cuáles de estas son clínicamente significativas en el momento de la exploración^{4,5}.

Punto clave 1

La orientación funcional que proporciona la GO junto con la posibilidad de visualizar el esqueleto entero, el conocimiento de la fisiopatología de las lesiones deportivas y sus mecanismos lesionales, son fundamentales en el diagnóstico gammagráfico de la lesión deportiva.

CONSIDERACIONES FISIOPATOLÓGICAS

La lesión en el contexto deportivo, es el resultado de la aplicación sobre el cuerpo o parte de él, de fuerzas

que exceden su capacidad de resistencia y que pueden ser aplicadas de forma instantánea o a lo largo de un prolongado período de tiempo. Tanto la extensión como la gravedad de la lesión se modifican por una serie de factores entre los que se incluyen la preparación física y psicológica del atleta, su adaptabilidad constitucional para el deporte, las condiciones ambientales en el momento de la lesión, la edad, sexo y nivel nutricional. Asimismo es importante el dominio del practicante en lo que al deporte en cuestión se refiere. En este sentido es interesante destacar que en los deportes de contacto, la mayor parte de las lesiones graves tienen lugar en la primera cuarta parte de la duración total del juego mientras que la última se caracteriza por un número importante de lesiones de escasa importancia condicionadas en parte por la fatiga de los jugadores.

El hueso es un tejido dinámico que requiere un estrés para su desarrollo normal y que cambia sus propias propiedades biomecánicas por remodelación. En respuesta al estrés cambiará de forma, siendo capaz de realizar una deformación elástica o plástica. A bajos niveles de estrés el hueso se deforma elásticamente lo que significa que volverá a su forma original cuando cese el estrés y sin daño permanente. Cuando el estrés alcanza un cierto nivel crítico el hueso se deforma plásticamente y en este caso incluso aunque desaparezca el estrés el hueso retiene algunos cambios en su forma debido a que se ha dañado su microestructura. Cada aplicación de estrés por encima del nivel crítico crea un aumento del daño que se manifiesta por microfracturas en el hueso. La remodelación tiene un efecto beneficioso a largo plazo puesto que crea una estructura ósea que puede oponerse óptimamente al estrés aplicado.

A lo largo de la vida hay un proceso continuo de remodelación ósea. De acuerdo con el fenómeno conocido como ley de Wolff («*El área sobre la cual se aplica una carga se modifica por procesos de remodelación. Cuando el cuerpo está sujeto a un estrés físico el hueso se deposita con el fin de distribuir la carga de estrés eficientemente*»), las fuerzas intermitentes aplicadas sobre el hueso estimulan la remodelación de su arquitectura para resistir óptimamente un nuevo entorno mecánico.

Si la tensión normal a la que se halla sujeto el hueso se eliminara, ocurriría una reabsorción osteoclástica rápida seguida de una disminución de la actividad osteoblástica dando como resultado una osteoporosis por desuso. El estrés relacionado con las actividades diarias estimula el proceso de remodelación que en

el hueso cortical ocurre a nivel de las osteonas, la unidad básica de la estructura ósea. El mecanismo exacto que activa este proceso es desconocido pero se sugiere que puede estar relacionado con el desarrollo de microfrazuras. La reabsorción osteoclástica es la respuesta inicial al aumento del estrés. Aunque el microdaño es un fenómeno fisiológico se convierte en patológico cuando su producción excede de forma importante a la reparación. Si la actividad desencadenante disminuye, el daño producido puede curar antes que se desarrolle una verdadera fractura, como ocurre cuando los atletas ajustan automáticamente su estilo de carrera en respuesta al dolor, previniendo lesiones producidas en períodos de entrenamiento y que pueden progresar a fractura de estrés^{2,6-8}.

Las fracturas son pues el resultado de fuerzas que exceden la capacidad del hueso para deformarse sin disrupción de la matriz mineral. En las lesiones óseas, la acumulación del trazador óseo que depende primariamente de la actividad osteogénica y en menor grado del flujo sanguíneo local, refleja la fisiología de la reparación ósea normal y en otras ocasiones las posibles secuelas post-traumáticas encontradas en la práctica clínica.

APLICACIONES CLÍNICAS

La GO detecta los cambios en la actividad metabólica ósea y en la vascularización, dirigiéndose a identificar los puntos de metabolismo óseo alterado y los focos anormales de depósito de fosfato cálcico tales como osificaciones heterotópicas y calcificaciones en tejidos blandos e indicando la respuesta dinámica del hueso a cualquier insulto traumático.

Fracturas post-traumáticas

La fractura es la interrupción completa o incompleta de la continuidad estructural del hueso, del cartílago o de ambos, que puede ser el resultado de un traumatismo agudo, pero que en otros casos es debida a estrés repetido. Constituye la lesión ósea más frecuente⁹.

Para la mayoría de pacientes adultos que han sufrido un traumatismo, la historia clínica y el examen físico, seguido de un estudio radiológico convencional apropiado, son suficientes para establecer el diagnóstico de fractura. Sin embargo, en algunos casos, las radiografías iniciales de una fractura sospechada clínicamente,

no muestran hallazgos concluyentes, que sólo podrán observarse en estudios radiológicos más tardíos. Es en estos casos en los que la GO ha adquirido un papel crítico, siendo capaz de diagnosticar precozmente la lesión sospechada, así como otras lesiones no sospechadas y aportar información suplementaria en pacientes politraumatizados.

La secuencia de procesos fisiopatológicos inducidos por una fractura y asociados a su curación conducen a una localización preferencial de los trazadores óseos que puede ser visualizada precozmente después del traumatismo, reflejando la fisiopatología de la reparación ósea, que se inicia dentro de las 24 horas post-traumatismo. Mientras ocurre la reparación ósea existe un aumento estable o regular de la captación del trazador que persistirá mientras dure el proceso remodelador óseo. La GO muestra imágenes patológicas pocas horas después del traumatismo. Según un estudio realizado por Marin¹⁰, el 95% de las fracturas se detectan en las 24 horas siguientes al traumatismo en pacientes menores de 65 años y en pacientes mayores, el diagnóstico puede retrasarse a las 48-72 horas. Prácticamente el 100% de las fracturas presentan una GO patológica dentro de las 72 horas de la agresión ósea es decir, que una GO normal a las 72 h del traumatismo en principio excluye lesión ósea valorable.

La apariencia gammagráfica de las fracturas está directamente relacionada con el estadio de curación y se modifica según el tamaño de la fractura y el hueso afecto.

En las *fracturas no complicadas* y que presentan una evolución normal, los cambios gammagráficos en la *GO en tres fases*, pueden diferenciarse en 3 estadios: un *primer estadio o fase aguda*, aproximadamente entre las 2-4 semanas después de la agresión, que se caracteriza, en las tres fases del estudio, por un área de aumento de actividad difuso en la zona de fractura que se extiende más allá de la línea fracturaria; una *segunda fase o fase subaguda*, desde la 8 a la 12 semana, en la que la existe máxima captación del trazador en la fractura, representándose como una línea activa, bien definida, que se corresponde más exactamente con la localización anatómica de la fractura; y una *tercera fase o fase de curación*, entre los siguientes 4 y 24 meses, en la que sólo son anormales las imágenes de la fase ósea o tardía del estudio, y que se caracteriza por una disminución gradual de la actividad en el foco de fractura hasta alcanzar la normalidad⁶.

El tiempo de normalización gammagráfica es superior al de la curación clínica y radiológica debido a la persistencia de fenómenos de remodelación ósea que son necesarios para restaurar completamente la fuerza mecánica del hueso afecto, aunque también dependerá del hueso fracturado y de la edad del paciente. Pese a que el tiempo de normalización varía considerablemente, en general se acepta que el 90% de las fracturas no complicadas muestran evidencia de curación al año y que a los 2 años casi todas las fracturas normalmente curadas presentarán una GO normal^{2,11}.

Punto clave 2

La GO muestra imágenes patológicas precozmente después del traumatismo, reflejando la secuencia de procesos fisiopatológicos en el foco de fractura asociados a su curación. El 95% de las fracturas se detectan en las 24 horas siguientes en menores de 65 años y en mayores, el diagnóstico puede retrasarse hasta las 48-72 horas.

Fracturas ocultas o cubiertas

La GO tiene un papel esencial en el diagnóstico de aquellas fracturas de difícil visualización radiológica, en estudios precoces, ya sea debido a su tamaño o a su localización en estructuras óseas de compleja anatomía o con baja densidad ósea, que son conocidas como *fracturas cubiertas u ocultas*.

Cuando un atleta con una fractura oculta, vuelve a practicar ejercicio, tiene riesgo de ulterior lesión y permanente inutilidad, por lo que la GO debe realizarse cuando exista alta sospecha clínica a pesar de que la RX simple sea negativa^{1,5,12}.

Las fracturas ocultas o cubiertas más frecuentes son las del cuello femoral e intertrocanteraeas enclavadas o engranadas, especialmente en pacientes de edad avanzada y en osteoporóticos y las del escafoides carpiano. Otras fracturas a incluir dentro de este grupo son las de los otros huesos carpianos, las de radio distal, las fracturas costales, esternales y de omóplato, las fracturas de los elementos posteriores de la vértebra y las fracturas de los huesos tarsianos entre las que destacamos las del calcáneo, escafoides tarsiano y la fractura-luxación tarso-metatarsiana o de Lisfranc (Fig.1)

Otros casos, son aquellas fracturas ocultas producidas por un traumatismo directo sobre el hueso, en

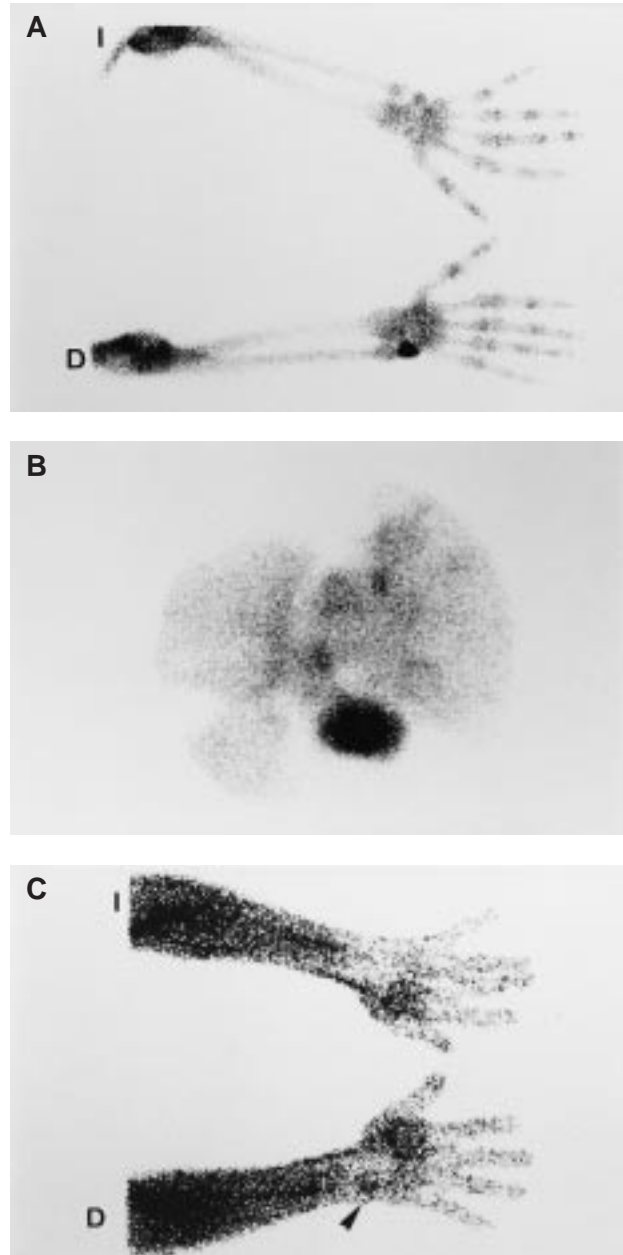


FIG. 1.—(Caso 1). Atleta de 30 años con antecedente de caída con apoyo palmar 10 días antes, que presentaba dolor selectivo en el área piramidal derecha con estudio radiológico normal. El estudio gammagráfico muestra una intensa hipercaptación focal del trazador en el hueso piramidal en la imagen tardía ósea (A) que se delimita más claramente en la imagen selectiva magnificada con colimador pin-hole (B) con aumento de actividad en la imagen precoz (C) (punta de flecha), que representan la actividad osteogénica reparadora en una fractura oculta de hueso piramidal del carpo derecho.

las que el estudio radiológico no llega a ser nunca anormal y la GO es patológica. La patología subyacente se asume que es la lesión ósea trabecular (desgarros, microfracturas) que puede asociarse a edema

y hemorragia extendidos al espacio medular óseo, pero con muy pequeñas disrupciones corticales. El término de *contusión ósea* («bone bruise») o *fractura intraósea oculta* describe esta lesión. La apariencia gammagráfica de la contusión ósea consiste en un aumento de la perfusión sanguínea en la fase angio-gammagráfica y un aumento de actividad en la fase precoz con hipercaptación focal del trazador en la fase ósea, a menudo con localización subcondral^{1,4,12}.

En deportes de contacto hay un riesgo elevado de *fracturas costales*, que constituyen unas de las más frecuentes fracturas no visibles en la RX simple, incluso cuando se sospechan clínicamente, especialmente las fracturas costales sin desplazamiento y las de localización adyacente a la unión condrocostal.

Holder¹³ describe una sensibilidad y especificidad de la GO para la detección de fracturas de cuello femoral del 93% y 95% respectivamente y un valor predictivo negativo del 96%, aunque las fracturas en esta localización pueden dar imágenes diagnósticas más tardíamente que en otras localizaciones. Tienen una apariencia gammagráfica característica con hipercaptación lineal del trazador en el cuello femoral, que permite excluir otras lesiones óseas.

Una de las fracturas ocultas más frecuentes es la *fractura del hueso escafoides*, que es asimismo la más común del carpo, alcanzando del 70 al 80% de todas las fracturas carpianas en los deportistas y normalmente se produce por un mecanismo indirecto con caída con apoyo palmar. Puede ser diagnosticada con fiabilidad dentro de las 72 horas del traumatismo, y en más del 95% de casos dentro de las 24 horas, siendo muy importante su detección precoz por la tendencia a la no unión o consolidación si no se inmoviliza adecuadamente¹⁴⁻¹⁶.

Las fracturas de los huesos del carpo pueden ser especialmente problemáticas por la alta incidencia que presentan de desarrollar necrosis avascular, en los dos tercios proximales del escafoides, en la zona proximal del hueso grande y en la base de la apófisis del ganchoso. Por esta razón, ante una radiografía no concluyente, una GO patológica puede alertar para prescribir inmovilización prolongada y reevaluar las lesiones que pueden requerir cirugía¹.

La fractura de apófisis unciforme del hueso ganchoso es frecuente en deportes como el golf, el béisbol y en general en los deportes de raqueta como consecuencia de traumatismo directo sobre la superficie palmar de la muñeca con el mango de la raqueta, puño o asa del palo de golf o bate de béisbol¹⁶.

Entre las fracturas ocultas de la región tarsiana, cabe destacar la lesión de Lisfranc, que pasa con frecuencia desapercibida en la evaluación inicial después de un traumatismo en el pie. Esta lesión es primariamente una disrupción de tejidos blandos del soporte ligamentoso de la articulación que puede incluir fractura. Se produce como consecuencia de un impacto sobre los dedos que causa luxación dorsal o plantar con fractura asociada, dependiendo de la dirección de la fuerza. Es relativamente poco común y corresponde solo al 9% de todas las fracturas tarso-metatarsianas¹. El retraso en el diagnóstico da lugar a un tratamiento deficiente que conduce a una articulación anormal y dolor crónico. La parte del pie lesionada es difícil de visualizar en el estudio radiológico simple¹⁷. En un estudio realizado por Vuori y cols.¹⁸ en 59 pacientes con lesión de Lisfranc el 39% no se detectaron en el estudio radiológico inicial con el consiguiente tratamiento inadecuado. La GO es de gran valor para su diagnóstico puesto que en muchos de estos pacientes la fractura no se detecta inicialmente y se sospechará posteriormente por la persistencia de dolor de origen potencialmente óseo. Su aspecto gammagráfico característico, con una banda lineal de hipercaptación que se extiende a través de las articulaciones tarso-metatarsianas. Esta notable alteración contrasta con las, a veces, solo sutiles modificaciones radiológicas.

Dentro de la patología deportiva puede producirse en variedad de actividades como baloncesto, carrera, balonmano, tenis, así como en caídas desde una altura, siendo también común en la danza y en la práctica del automovilismo^{1,4}.

Aún en los casos de traumatismos conocidos con fracturas ya diagnosticadas, la GO, al permitir la visualización de todo el esqueleto puede detectar fracturas no sospechadas aportando información adicional en pacientes politraumatizados, y permitiendo hacer una valoración completa de todas las lesiones postraumáticas.

Punto clave 3

La GO es clave para el diagnóstico de las fracturas ocultas o cubiertas. Es especialmente importante el diagnóstico precoz de las fracturas ocultas de huesos carpianos y tarsianos. En estas estructuras óseas pequeñas es de gran utilidad la obtención de imágenes magnificadas con colimador pin-hole.

Complicaciones en la curación de las fracturas

La posibilidad de valorar si la curación de las fracturas progresa normalmente o si se producen complicaciones en la consolidación es otra de las aplicaciones de la GO en el campo de la medicina traumática y deportiva. Son muchas las variables clínicas que pueden afectar al proceso de curación de una fractura y al tiempo necesario para ello. El diagnóstico de no consolidación o no unión o pseudartrosis no se justifica hasta que existe evidencia clínica o radiológica de que la curación ha cesado y es sumamente improbable la consolidación¹⁹. Esta situación puede definirse como el fallo de curación cuando han transcurrido más de 6-8 meses después del traumatismo y ocurre aproximadamente en el 5% de las fracturas. Son factores predisponentes: las fracturas abiertas, conminutas, la distracción y separación de los fragmentos óseos, la interposición de tejidos blandos entre ambos, el movimiento excesivo en la línea de fractura, la inmovilización por tiempo insuficiente, las reducciones ortopédicas incorrectas y factores fisiológicos que pueden aumentar la posibilidad de no unión y que incluyen infección, inadecuado aporte sanguíneo, estado nutricional pobre, osteoporosis y enfermedades metabólicas^{9,11}.

La valoración de la curación de las fracturas y su clasificación como fallo de unión o no unión está generalmente basada en signos y síntomas clínicos junto con los hallazgos radiológicos. Esta evaluación, a menudo imprecisa, no proporciona suficiente información sobre la vascularización local y la capacidad de neoformación ósea, factores que son valorados mediante la GO. Cuando la captación del trazador persiste más elevada de lo normal, en el período post-fractura sin que disminuya la actividad en el foco fracturario a partir de los 4-6 meses, se sospechará la existencia de patología de la consolidación (consolidación retardada, pseudartrosis).

La GO permite distinguir dos tipos de no consolidación o pseudartrosis de acuerdo con la actividad metabólica en el foco de fractura. La *no consolidación reactiva o hipertrófica* que se representa tanto en la fase precoz como en la tardía como una hiper captación del trazador difusa y persistente, indicando que los extremos de los fragmentos óseos son hiper-vasculares e hipertróficos y capaces de reaccionar biológicamente, y la *no consolidación atrófica*, en la que se aprecia una hipocaptación global del trazador en el foco de fractura o bien una banda fría central en-

tre los extremos óseos hipercaptantes, hallazgos que reflejan la incapacidad de los extremos óseos, avasculares o atróficos, de responder al proceso de curación. Es muy importante la distinción entre ambos tipos ya que tiene utilidad terapéutica^{11,20,21}. La combinación de la gammagrafía ósea con ^{99m}Tc-difosfonatos y el estudio con citrato de ⁶⁷Ga o la gammagrafía con leucocitos marcados permitirán la valoración de una complicación infecciosa^{1,6}.

En las fracturas de escafoides carpiano, la pseudartrosis está influenciada por el diagnóstico tardío y por el desplazamiento, así como por la existencia de lesiones concomitantes en el carpo. Se estima que un 40% de estas fracturas no se diagnostican en el momento del traumatismo, por lo que es probable que den lugar a alta incidencia de pseudoartrosis¹⁹⁻²¹.

Por otra parte la GO proporciona un método simple de seguimiento para valorar si se producen otras complicaciones post-fractura tales como la necrosis avascular, la distrofia simpático refleja (DSR) y las artropatías postraumáticas^{2,11,16}. La DSR o Síndrome de dolor regional complejo tipo I²² como secuela postraumática de la lesión deportiva, ya sea focal o difusa, es un proceso más frecuente que considerado, especialmente en los deportes de contacto y se detecta con alta sensibilidad con la GO. Según la literatura se encuentran cifras variables de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo, que oscilan respectivamente entre 54%-100%, 85%-98%, 67%-95% y 61-100%²³.

Punto clave 4

Gammagráficamente se distinguen dos tipos de no consolidación o pseudoartrosis, la reactiva o hipertrófica que muestra la capacidad osteogénica en los extremos óseos y la atrófica que refleja la incapacidad de los extremos óseos de responder al proceso de curación. La distinción entre ambas conduce a conductas terapéuticas diferenciadas.

Lesiones óseas por sobrecarga o estrés. Periostitis. Fracturas de estrés

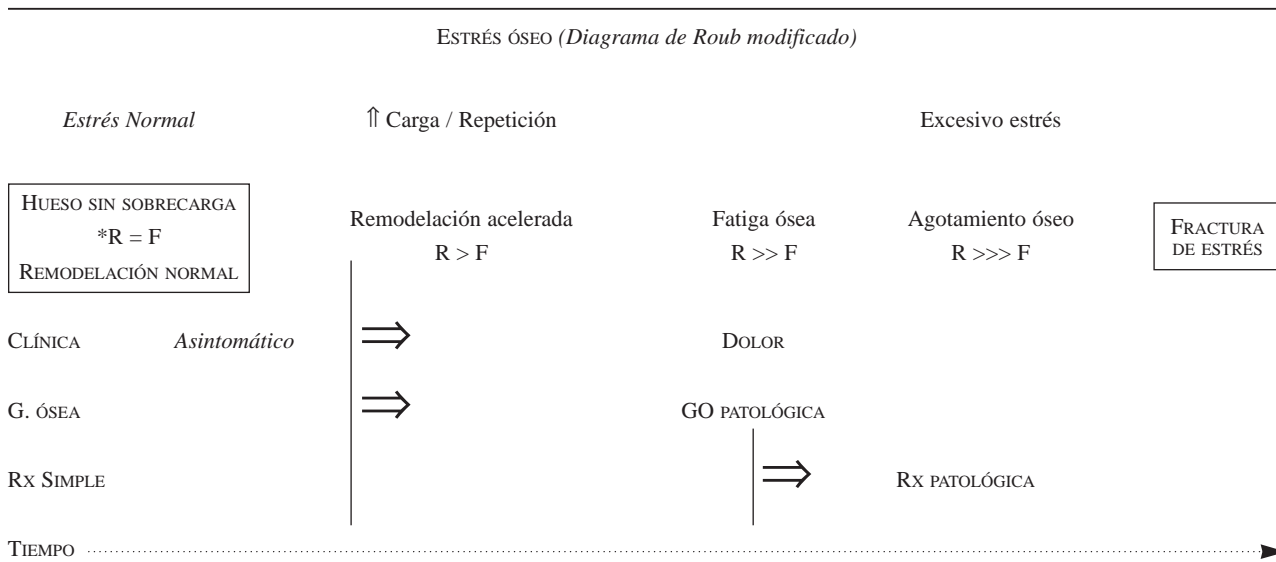
Las lesiones óseas por estrés son un tipo de fracturas secundarias a una sobrecarga ósea repetida, que ocasiona que los procesos de remodelación y reparación óseos no puedan hacer frente a la agresión.

Pueden asentar sobre un sistema músculo-esquelético normal, entrenado o no, al que se le exige una

Tabla I

REPRESENTACIÓN DEL DIAGRAMA DE ROUB (1979).

Representa la respuesta ósea continua al aumento de los niveles de estrés y su relación con la aparición de la sintomatología dolorosa, cambios en la GO y en la RX simple según cada nivel de estrés. los cambios fisiopatológicos óseos se reflejan en los hallazgos clínicos y de las técnicas de imagen. destaca la tardía aparición de las alteraciones radiológicas y la habilidad de la GO para detectar los cambios óseos precoces



*R = Reabsorción F = Formación.

demanda muscular excesiva, mantenida y repetida, que es incapaz de soportar y falla de forma aguda, constituyendo las llamadas *fracturas de fatiga*. El clásico ejemplo sería el de la fractura de un metatarsiano en el recluta o bien el caso de un atleta entrenado pero en el que se fuerza el ritmo de entrenamiento o de actividad física. Cuando las lesiones asientan sobre un sistema deficitario con disminución de la resistencia elástica del hueso, aun cuando la demanda muscular sea normal, se producirán las llamadas *fracturas por insuficiencia*. Este es el caso de las fracturas en pacientes con disminución del contenido mineral óseo, como en las osteoporosis de cualquier etiología, en otras enfermedades óseas metabólicas como la enfermedad de Paget, etc.

Las fracturas de estrés se producen por agresiones sutiles en un proceso gradual que ocurre durante un período de tiempo variable, siendo el resultado de una sobrecarga cíclica y repetida sobre el hueso. Múltiples sobrecargas de baja magnitud pueden causar un daño óseo que se va incrementando, y que finalmente puede exceder la capacidad reparadora del sistema esquelético.

Roub²³ sistematizó en un diagrama ya clásico (tabla I), la secuencia fisiopatológica y los hallazgos

gammagráficos y radiológicos de las lesiones de estrés que presentan un espectro continuo en relación con la magnitud del estrés aplicado y la falta de respuesta del hueso al mismo y que puede producir desde una mínima reacción perióstica hasta la fractura de estrés completa o transósea.

Cuando se aplica un estrés sobre el hueso se produce una reabsorción del hueso laminar que fisiológicamente induce una reacción osteogénica local que da lugar a un hueso más denso para fortalecer la zona afectada (remodelación normal). Con esta magnitud de estrés, el hueso se deforma pero vuelve a la configuración original al cesar la agresión. Sin embargo, si el estrés es repetido y persistente se produce una reabsorción subperióstica acelerada que debilita la resistencia mecánica ósea y aunque simultáneamente se aprecia depósito de hueso neoformado reactivo, se llega a alcanzar un período vulnerable en el que el hueso presenta una mayor reabsorción ósea que capacidad formadora y se producen microfracturas en el hueso trabecular. Si persiste el estímulo lesional, la fatiga ósea abocará en una verdadera fractura de estrés, siendo el último estadio de la lesión, la progresión al fallo estructural con fractura completa^{7,8,25}.

Tabla II
ESTADIOS DE LA LESIÓN ÓSEA DE ESTRÉS
(REACCIÓN PERIÓSTICA ⇒ FRACTURA DE ESTRÉS)

ESTADIO	% Afectación del grosor óseo	Descripción de la lesión
I	0 - 20	Reacción perióstica mínima
II	21 - 40	Reacción perióstica moderada
III	41 - 60	Fractura de estrés inicial
IV	61 - 80	Fractura de estrés verdadera
V	81 - 100	Fractura estrés completa (transósea)

Matin P, 1983.

Las fracturas de estrés corresponden al 10% de todas las lesiones deportivas y entre el 4,7 % y el 15,6 % de las lesiones en corredores⁸. En la valoración clínica es importante considerar el tipo de actividad realizada, las características del régimen de entrenamiento, especialmente cualquier cambio en la distancia, terreno de juego o superficie de carrera, y tipo de calzado puesto que las fracturas de estrés pueden ser secundarias a muchos de estos factores.

Está descrito que las fracturas de estrés son más frecuentes en mujeres atletas que en hombres ante entrenamientos similares. Entre las explicaciones propuestas se incluyen diferencias biomecánicas entre hombres y mujeres y la relación de la mujer atleta con la combinación de varios factores relacionados entre sí como son los desórdenes alimentarios, amenorrea, y osteoporosis hipostrogénica prematura. La presión sobre las atletas jóvenes para el control de su peso, con el fin de mejorar sus condiciones físicas, especialmente en gimnastas y bailarinas, conlleva la aparición de desórdenes alimentarios (que van desde la desnutrición y restricción de la ingesta alimentaria hasta severos desórdenes como la anorexia y bulimia nerviosa) cuya prevalencia se ha encontrado que oscila entre el 15% y el 62%. La combinación de estos patrones anormales de alimentación con el excesivo entrenamiento y la disminución del peso corporal pueden predisponer a la amenorrea, cuya prevalencia en mujeres atletas se ha descrito que es incluso superior al 66% comparada con la de la población femenina en general que es del 2-5%. Esta amenorrea atlética se asocia a osteoporosis prematura lo que provoca una mayor reabsorción que formación ósea favoreciendo la aparición de fracturas de estrés^{1,8}.

El estudio radiológico puede ser normal durante las primeras 3-4 semanas después de la aparición del dolor, puesto que los cambios aparecen de forma tardía,

e incluso puede no llegar a ser nunca positivo si cesa el estrés, por lo que su utilidad es muy limitada para el diagnóstico de las fracturas de estrés agudas. Por el contrario, la GO tiene un papel principal para el diagnóstico precoz de estas lesiones, que es imprescindible para evitar la progresión a la fractura de estrés completa, dada su habilidad para demostrar cambios sutiles en el metabolismo óseo mucho tiempo antes que la RX, ya que la GO es patológica entre las 6-72 horas^{7,8}. Taunton²⁶ estudia el uso de la GO en la detección inicial de las fracturas de estrés y encuentra que mientras el 96% de las GO son positivas solo el 42% de las RX simples lo son.

Los cambios gammagráficos asociados a las fracturas de estrés suelen ser de menor tamaño que los de las fracturas traumáticas, pero de similar intensidad y claramente identificables. La sensibilidad de la GO es prácticamente del 100% habiéndose sólo descrito algún falso negativo en los primeros días de la fractura en casos de fracturas de cuello femoral en pacientes mayores y osteoporóticos^{1,13}.

La correcta evaluación de la lesión ósea de estrés requiere considerar la localización y el tamaño o extensión de la misma, siendo de gran importancia para establecer la conducta terapéutica. Gracias a las mejoras técnicas de la gammagrafía, con aumento de la resolución espacial de las imágenes, se pueden distinguir diferencias en la extensión de las lesiones de estrés. Autores como Matin y Zwas^{11,27,28} propusieron un ya clásico sistema de gradación de las lesiones óseas de estrés, que simplifican en varios estadios o grados (tabla II), basándose en la extensión de la lesión en el grosor del hueso y que es aplicable a huesos largos de extremidades. De este modo, se observa un espectro de estas lesiones que va desde la mínima reacción perióstica hasta la verdadera fractura de estrés completa o transósea. La reacción perióstica inicial se representa en la GO como una pequeña imagen lineal, fina, solo discretamente activa y confinada a la cortical ósea. Si el proceso continua la imagen activa focal se agranda y extiende a lo largo de la cortical ósea, posteriormente progresa hacia la medular ósea, adquiriendo aspecto fusiforme, y finalmente llega a ocupar todo el grosor del hueso apareciendo como un área fusiforme, de intensa actividad, que constituye la fractura transósea. Las imágenes de la fase precoz muestran un aumento de la vascularización local poco después del inicio de la clínica de dolor y posteriormente, si la evolución hacia la curación continua, se normalizarán. La inten-

sididad de captación en las imágenes tardías de la GO decrece entre los 3 y 6 meses pero pueden observarse mínimas alteraciones hasta los 10 meses.

La capacidad de la GO para visualizar el espectro de estas lesiones permite distinguirlas de lesiones entesopáticas como las *shin splints*, lo cual es de gran importancia clínica y terapéutica. Desde el punto de vista técnico, para visualizar estos estadios se requiere al menos realizar dos proyecciones del hueso, al igual que ocurre para la valoración de las *shin splints*.

Las fracturas de estrés se han descrito en numerosas áreas del sistema músculo-esquelético y en múltiples deportes, pero son más frecuentes en las extremidades inferiores⁸ (Fig. 2) Son relativamente menos comunes en el esqueleto axial y en extremidades superiores, aunque se observan en las costillas en golfistas y tenistas y se han visto en diáfisis humeral asociadas a diversos deportes como halterofilia y lanzamiento de jabalina¹.

La localización de las fracturas de estrés en atletas está determinada por el tipo de actividad realizada, junto a otros factores predisponentes ya mencionados anteriormente, de manera que la localización de las fracturas puede ser casi específica de cada deporte.

Las *fracturas de estrés tibiales* son las más descritas en medicina deportiva y constituyen la mitad de todas las fracturas de estrés en atletas¹⁶. Con frecuencia se localizan en la unión del tercio medio con el distal de la cortical posterior tibial, pero pueden hacerlo en cualquier lugar a lo largo de la diáfisis y a menudo son multifocales y bilaterales. La cara posterior del tercio superior de la tibia es la localización más común en niños y pacientes de edad avanzada. Aunque frecuentemente, la orientación de la lesión es vertical a lo largo de la diáfisis tibial, en niños y adolescentes deportistas las fracturas pueden tener una disposición horizontal en el tercio proximal diafisario de la tibia, originándose desde la cortical posterior y extendiéndose hasta alcanzar la cortical anterior. Por tratarse de este grupo de edad y por la localización menos frecuente de las fracturas de estrés en esta zona, estos pacientes son a menudo remitidos por sospecha de tumor óseo primitivo (Fig. 3).

El tercio distal tibial se afecta típicamente en corredores de maratón. Las fracturas de estrés del peroné se localizan preferentemente en el tercio distal diafisario, proximales al maléolo lateral y se producen con mayor frecuencia con la práctica de la danza, aerobic, gimnasia y carrera.

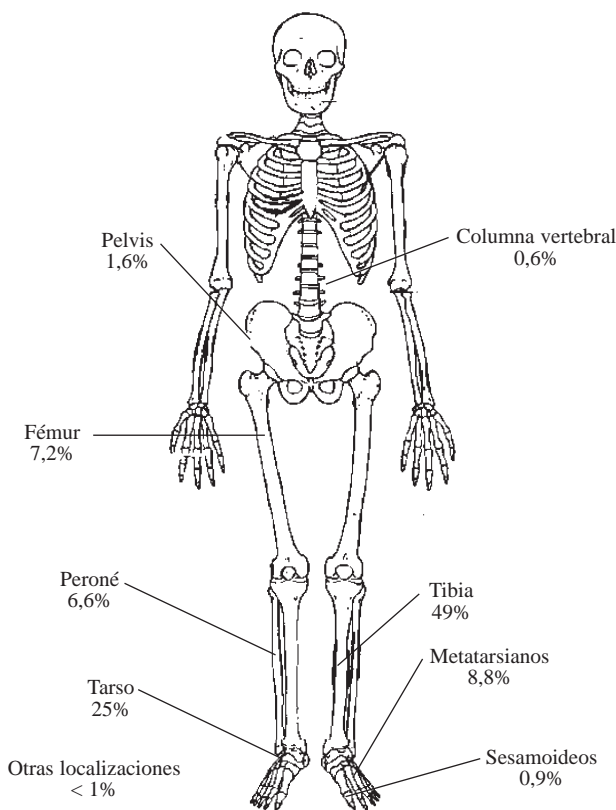


FIG. 2.—Distribución de las fracturas de estrés en el esqueleto.

Gammagráficamente, la hipercaptación focal del trazador se localiza usualmente en la cortical postero-medial con típico aspecto redondeado o fusiforme y con disposición vertical. En estadios iniciales, puede ser más lineal y confinada a la zona cortical-periósica correspondiendo únicamente a una periostitis como fase inicial de la fractura de estrés. Pueden observarse fracturas de estrés tibiales bilaterales en distinto estadio evolutivo de la lesión, en un mismo atleta, y así mismo pueden coexistir fracturas de estrés y *shin splints* en un mismo paciente^{16,29} (Fig. 4).

Punto clave 5

Las fracturas de estrés tibiales son las más descritas en medicina deportiva constituyendo la mitad de todas las fracturas de estrés en atletas. La posibilidad de graduar la lesión ósea de estrés, permitiendo el diagnóstico en estadios iniciales evitará la progresión de la lesión a fractura completa.

El 55% de las *fracturas de estrés de tobillos y pies* se localizan en los metatarsianos, y entre estos el se-

gundo y el tercero son los más comúnmente afectados, constituyendo el 90% de las fracturas metatarsianas. Las lesiones de estrés en escafoides, astrágalo, calcáneo, cuboides, y en los huesos sesamoideos, pueden también detectarse fácilmente en el estudio gammagráfico óseo y constituyen el 6% de las fracturas. Entre los huesos tarsianos, el calcáneo es el más frecuentemente afectado^{16,30}. Las fracturas de estrés del calcáneo al igual que otras fracturas que ocurren en los huesos trabeculares, tienen una apariencia radiológica inicial que puede ser normal o poco evidente, con mínimo aumento de la densidad ósea. Gammagráficamente, suelen representarse como una banda lineal de captación del trazador localizada con mayor frecuencia en la mitad superior del cuerpo del calcáneo, sin extensión a tejidos blandos, lo que permite distinguirlos de otras lesiones que con las que debe establecerse el diagnóstico diferencial tales como la fascitis plantar, entesitis aquilea y bursitis retrocalcánea.

El dolor en la cara plantar de la cabeza del primer o segundo metatarsiano, a menudo difícil de localizar es común en deportistas. La existencia de sesamoideos bipartitos en el 5-30% de individuos, como variante anatómica de la normalidad, hace difícil el diagnóstico radiológico de la fractura de este hueso. La hipercaptación

del trazador en el hueso sesamoideo indica la existencia de una fractura reciente y permite diferenciarlo del sesamoideo bipartito. Las gimnastas rítmicas y de danza son especialmente susceptibles de padecer esta lesión.

Punto clave 6

La frecuencia de sesamoideos bipartitos hace difícil el diagnóstico radiológico de una lesión en estos huesos. Ante la existencia de dolor en la cara plantar de la cabeza del primer metatarsiano, una GO patológica indicará alteraciones metabólicas óseas que sugerirán la relación de esta estructura ósea y la sintomatología. El mismo planteamiento es aplicable a otras variantes anatómicas de la normalidad.

McBryde y cols.³¹ en un estudio de una serie de 1.000 fracturas en corredores, encontraron que un 14 % se localizaban en el fémur (7% en el cuello y 7% en la diáfisis). Las fracturas de cuello femoral pueden presentar desplazamiento resultando serias complicaciones tales como la no unión y en algunos casos la necrosis avascular. La fractura de estrés de cuello femoral aparece generalmente en el deportista joven, en los meses que siguen a una intensificación de la acti-

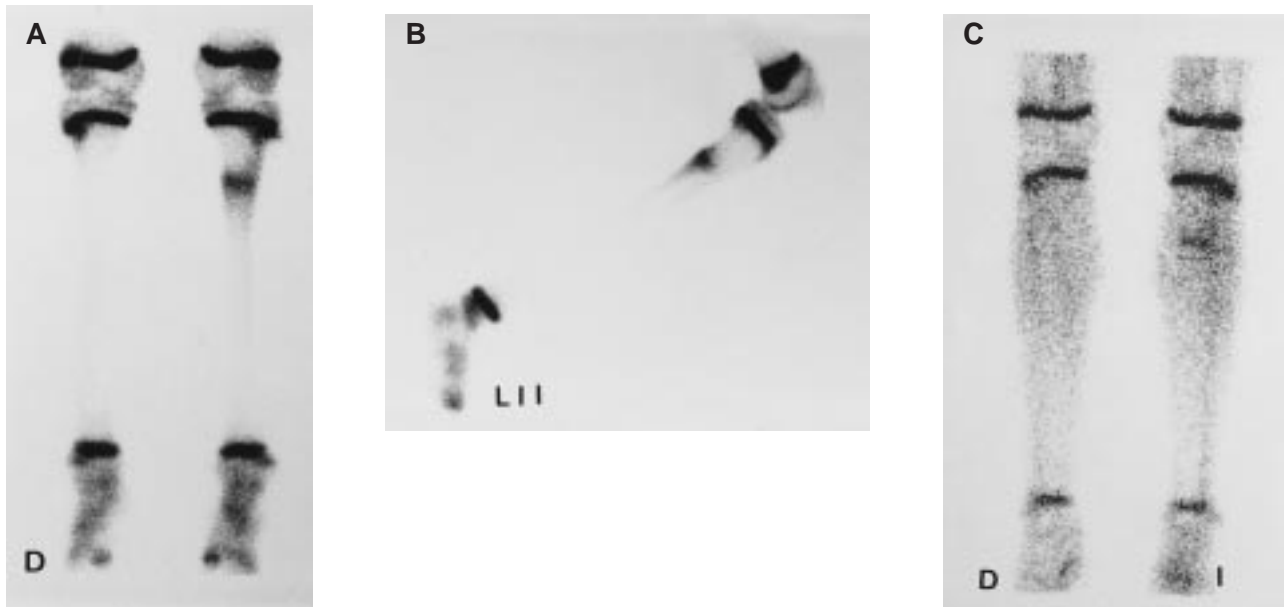


FIG. 3.—(Caso 2). Fractura de estrés en el tercio proximal de la tibia izquierda en un atleta adolescente. Las imágenes tardías del estudio gammagráfico —en proyección anterior (A) y proyección lateral interna izquierda (B)— muestran una imagen activa lineal, con disposición horizontal, que se origina en la cortical posterior del tercio proximal de la tibia izquierda y se corresponde con un aumento de la vascularización, de igual disposición, en la fase precoz (C). Estos hallazgos traducen la existencia de cambios remodeladores óseos en el foco de la fractura de estrés reciente, que no llega a afectar a todo el grosor óseo, no alcanzando la cortical anterior diafisaria, como se observa en la proyección lateral interna de la tibia izquierda.

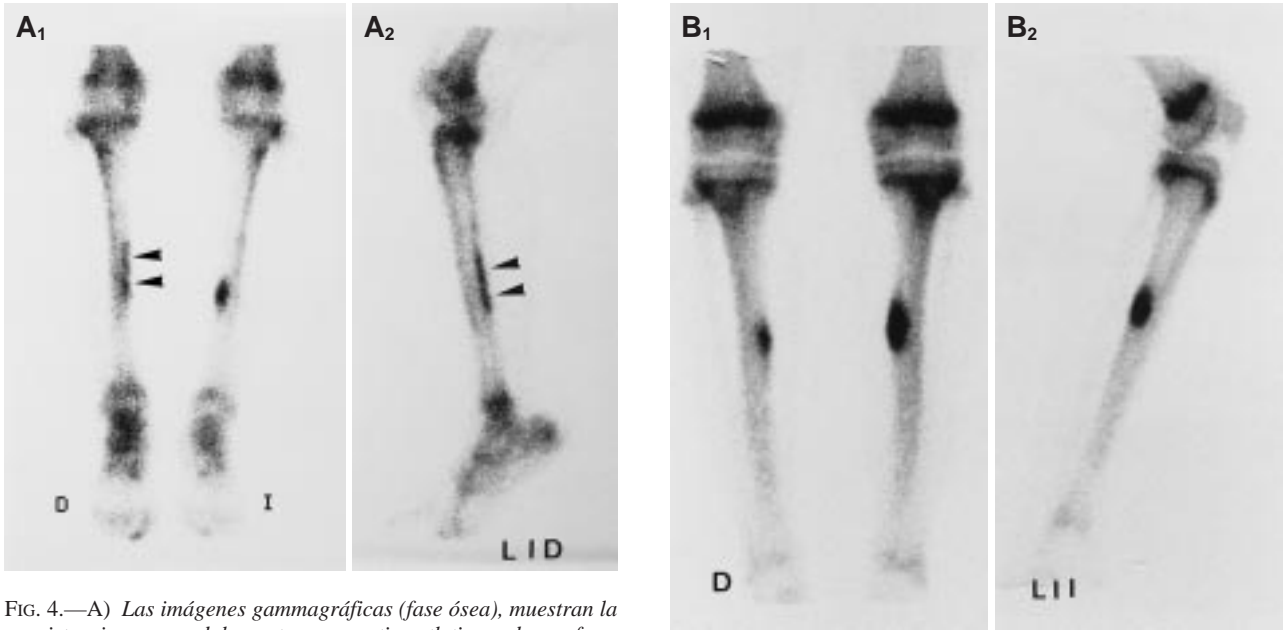


FIG. 4.—A) Las imágenes gammagráficas (fase ósea), muestran la coexistencia en una adolescente que practica atletismo, de una fractura de estrés inicial en el tercio medio de la tibia izquierda, con característica imagen activa de configuración fusiforme y de una lesión entesopática (shin splint) en el tercio medio de la tibia derecha, como una imagen activa lineal en el borde postero-medial del tercio medio diafisario que representa la reacción perióstica en la zona de inserción muscular (puntas de flecha). B) La coexistencia de fracturas de estrés tibiales bilaterales, en distinto estadio evolutivo de la lesión, en un gimnasta adolescente, queda demostrada en estas imágenes. Puede observarse el aspecto gammagráfico característico de las fracturas de estrés, que no llegan a ser son completas, pero la de la tibia izquierda es más extensa afectando a más de la mitad del grosor óseo.

vidad física y deportiva. Se trata de una localización bastante rara cuyo diagnóstico es difícil debido a la discreta sintomatología inicial y a la ausencia de signos radiológicos y que sin embargo tiene un período tera-

péutico importante para evitar la evolución a una verdadera fractura. El diagnóstico diferencial se establece en el medio deportivo con la tendinitis de cadera y de una forma general con otras coxopatías (Fig. 5).

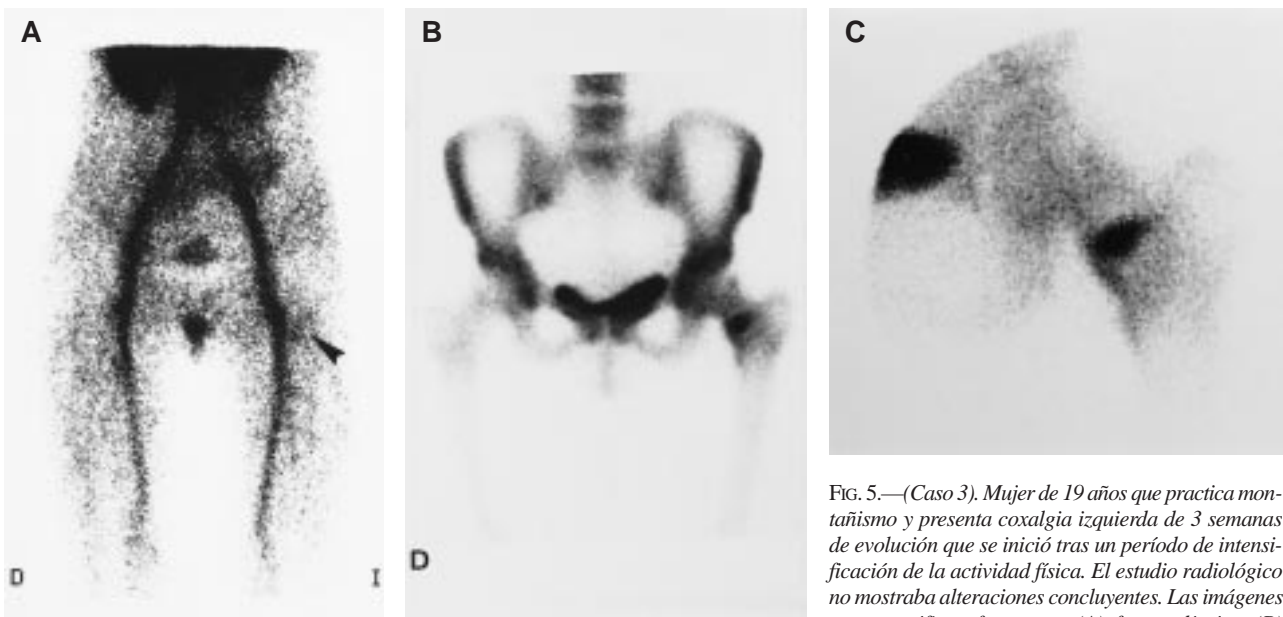


FIG. 5.—(Caso 3). Mujer de 19 años que practica montañismo y presenta coxalgia izquierda de 3 semanas de evolución que se inició tras un período de intensificación de la actividad física. El estudio radiológico no mostraba alteraciones concluyentes. Las imágenes gammagráficas -fase precoz (A), fase tardía ósea (B) y proyección selectiva con colimador pinhole de la cadera izquierda (C)- muestran unos hallazgos característicos de fractura de estrés de cuello femoral izquierdo, con hipercaptación del trazador con disposición lineal, perpendicular al eje del cuello femoral afectando a su porción cóncava.

El *dolor lumbar* es uno de los síntomas más frecuentemente asociados a cualquier tipo de actividad atlética. Aunque en la mayoría de casos, la etiología es muscular o potencialmente radicular y se confirma mediante TC o RM, en otros es incierta. Cuando su origen pueda ser óseo, la GO combinada con la técnica de SPECT son las exploraciones de elección. Excluida la patología discal, las principales etiologías incluyen la espondilólisis, la raquialgia mecánica y la apofisititis vertebral o enfermedad de Scheuermann. También pueden observarse lesiones de estrés en otras localizaciones dentro de la vértebra como los pedículos, apófisis espinosas y asociadas con defectos en las láminas vertebrales^{4, 16, 32, 33}.

La *espondilólisis* es un defecto de la *pars interarticularis* de la vértebra, que afecta del 5-7% de la población y es más frecuente en varones. En el medio deportivo, son consideradas como fracturas de fatiga, resultado de un estrés anormal crónico o repetido sobre la columna vertebral de un sujeto con factores predisponentes y su frecuencia es de tres a cuatro veces superior que en la población general y varía, según las estadísticas, entre el 15 y el 25%^{12, 19, 32}.

El estudio radiológico puede identificar el defecto unilateral o bilateral del istmo de la vértebra, pero, en ocasiones, la valoración de esta zona resulta difícil. Por otro lado, este hallazgo radiológico no justifica la presencia de lumbalgia, dada que esta lesión es frecuentemente asintomática, descubriéndose incidentalmente en una RX obtenida con otros fines (Fig. 6). En el 50% de los casos con defecto bilateral, la lisis evoluciona hacia la espondilolistesis y si es unilateral, el desplazamiento es escaso o nulo. La localización de la espondilólisis o espondilolistesis es en el 80% de los casos en L5 y en L4 en el 10%, siendo poco frecuentes las otras localizaciones^{19, 32}.

La sensibilidad de la GO planar para la detección de lesiones vertebrales, se incrementa significativamente con el estudio tomogammagráfico óseo, especialmente en las lesiones de los elementos posteriores de la vértebra. En la columna lumbo-sacra, el SPECT óseo aumenta la sensibilidad, respecto al estudio planar, entre un 20-50%³⁴.

La GO con técnica de SPECT juega un papel clave en la valoración de atletas jóvenes con dolor lumbar y sospecha de lesión de estrés en la *pars interarticularis*. Es útil en las dos situaciones siguientes: cuando existe lumbalgia y no se observan alteraciones radiológicas, debe realizarse para excluir una posible fractura de estrés oculta en la *pars interarticularis*, y por otra parte

si el estudio radiológico es anormal y muestra un defecto en la *pars*, el estudio gammagráfico permitirá determinar la presencia o ausencia de lesión metabólicamente activa, indicando si el defecto ístmico es la causa del dolor lumbar. La hipercaptación del trazador en la región de la anomalía radiológica traducirá la actividad del proceso, mientras que una GO normal es indicativo de un proceso antiguo, ya curado o cronificado. Esta información fisiológica sobre la lesión, permitirá adoptar la conducta terapéutica adecuada. En este sentido, cabe mencionar la utilización del SPECT lumbar como técnica de seguimiento en atletas con espondilólisis sintomática para decidir la actitud terapéutica y el momento en el que el atleta puede volver a la competición. El diagnóstico de lesión extraósea (tejidos blandos, lesión músculo-tendinosa o ligamentosa) puede hacerse con mayor grado de certeza ante una GO normal. También destaca la utilidad del SPECT óseo en la valoración de la patología facetaria vertebral³⁵⁻³⁷.

Punto clave 7

El dolor lumbar es uno de los síntomas asociados con mayor frecuencia a cualquier tipo de actividad atlética. Cuando se sospecha un origen óseo, la GO combinada con la técnica de SPECT son las exploraciones de elección, especialmente en el diagnóstico y valoración de atletas con espondilólisis sintomática.

Entesopatías

Las entesopatías son aquellas lesiones esqueléticas por sobrecarga mecánica que asientan en las entesis, es decir, en las zonas óseas donde se insertan los tejidos de fijación del músculo (tendones y fibras conectivas), ligamentos y cápsulas articulares. Las entesopatías de origen deportivo pueden definirse como la inflamación mecánica de la unidad músculo-tendinosa en la zona de inserción ósea producida por sobreesfuerzo o sobrecarga muscular repetida y secundaria a la actividad deportiva. En la unión músculo-tendinosa, los microtraumatismos por sobrecarga disparan un proceso inflamatorio como respuesta defensiva. Un estrés anormal aplicado a esta unión con tracción repetida o forzada en la interfase perióstica afectando a las fibras de Sharpey, desencadena una reacción perióstica y cortical de remodelación ósea acelerada, que conlleva un aumento de la actividad osteoblástica focal que puede ser estudiada mediante

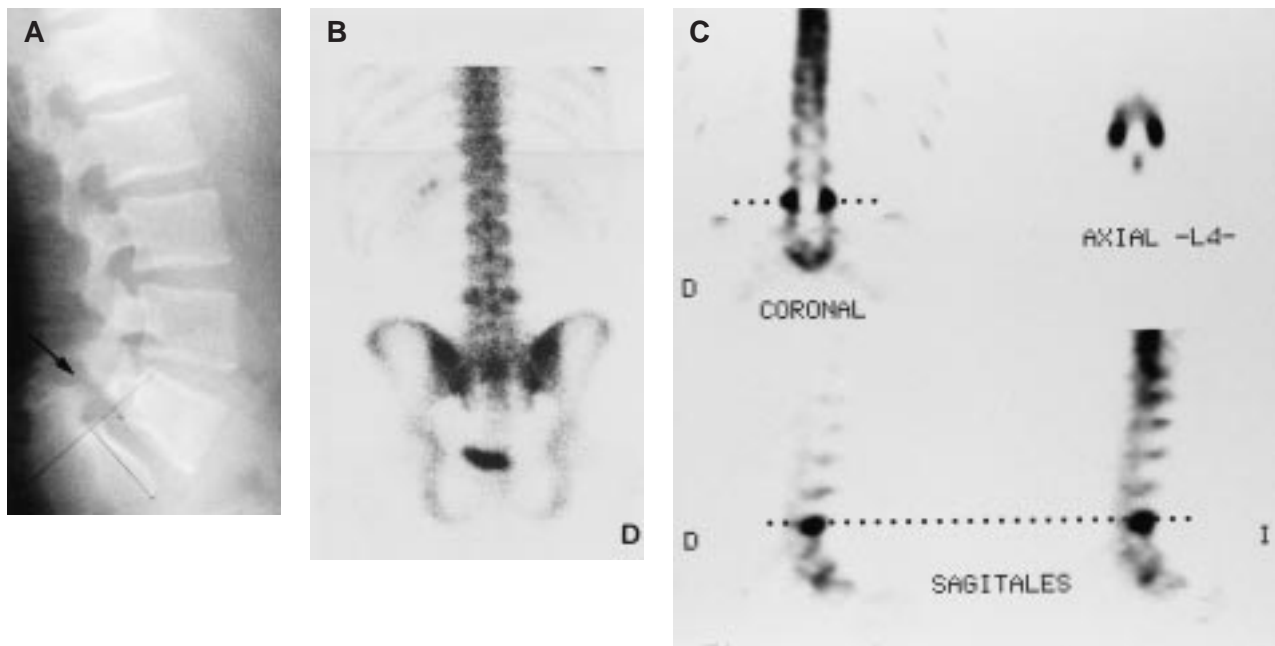
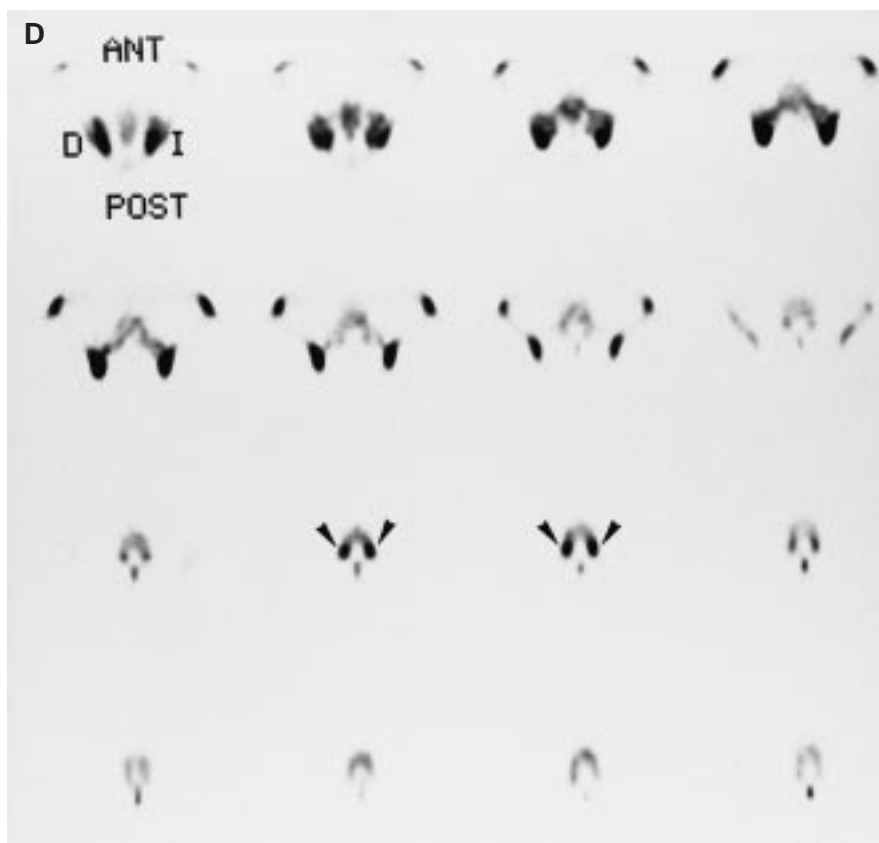


FIG. 6.—(Caso 4). Jugador de baloncesto de 16 años que presenta lumbalgia de 1 mes de evolución. A. Radiografía de columna lumbar en proyección lateral que muestra espondilolistesis L5-S1 grado I con espondilólisis bilateral de L5. La gammagrafía planar (B), muestra pequeñas imágenes activas en los márgenes externos de L4. La SPECT lumbar—cortes coronal, sagital y axial de L4 seleccionados (C) y cortes axiales de sacro a L3 (D)—, muestra hipercaptaciones focales del trazador en ambas áreas ístmicas de L4 compatibles con espondilólisis bilateral en L4 con actividad metabólica ósea aumentada, mientras que las áreas de espondilólisis de L5 visibles radiológicamente no son metabólicamente activas.



la GO. La evolución natural de la lesión entesopática consiste en la aparición de tejido de granulación en el punto de inserción que progresivamente es reem-

plazado por fibrocartílago y en fases avanzadas sufre un proceso de osificación²⁵.

Este tipo de lesiones y especialmente en la fase

aguda suelen asociarse con un estudio radiológico normal. La GO constituye una prueba diagnóstica altamente sensible y precisa que demuestra la reacción metabólica perióstica u ósea desencadenada en el punto de unión fascio-tendinosa o ligamentosa, permitiendo valorar la intensidad de la lesión así como su evolución tras el tratamiento y descartar otras entidades diagnósticas como la fractura de estrés, lesiones puramente musculares o de bursitis^{4,6,38}.

Entre las distintas entesopatías tenemos:

El síndrome de «estrés tibial medial» o «síndrome de la espinilla dolorosa» o *shin splints* en la literatura internacional, corresponde a una entidad diagnóstica inespecífica usada para explicar una clínica de dolor y pesadez en la mitad distal de la pierna de los atletas, que tiene una causa biomecánica determinada y una apariencia gammagráfica característica. Se trata de una reacción perióstica a lo largo del origen del músculo sóleo y su fascia, del músculo flexor largo de los dedos o, en menor medida, del músculo tibial posterior, provocada por la tracción de estos músculos sobre la zona de periostio a la que se fijan en la cara posterior de la tibia, con rotura de las fibras de Sharpey entre el músculo y el hueso. En esta lesión, el estudio radiológico es totalmente normal, mientras que la GO presenta una apariencia típica. La fase precoz es normal y la fase tardía se caracteriza por una imagen activa lineal, de intensidad variable, localizada a lo largo del borde postero-medial del tercio medio o distal de la tibia, confinada a la cortical. A menudo es bilateral.

En ocasiones el músculo involucrado es el músculo tibial anterior y en estos casos, la GO muestra una hiper captación del trazador en los dos tercios proximales del borde antero-lateral de la tibia^{16,25,29,32} (Fig. 7).

La GO permite diferenciar esta lesión de las fracturas de estrés, lo que tiene utilidad terapéutica (tabla III). El diagnóstico diferencial debe también establecerse con el síndrome compartimental, que tiene un origen primariamente muscular siendo en principio la GO normal.

Cambios muy similares a los de las *shin splints*, se describen en las *thigh splints*, que es la lesión equivalente pero en la cortical medial del tercio proximal y medio de la diáfisis del fémur en relación con la inserción de los músculos aductores. Es una patología mucho menos frecuente y que se describió por primera vez en reclutas militares femeninos y de talla baja³².

Punto clave 8

La capacidad de la GO para visualizar el espectro de las lesiones óseas de estrés permite distinguirlas de lesiones entesopáticas como las *shin splints*, cuya diferenciación es fundamental para el manejo del atleta. En ambos casos técnicamente, se requiere la realización de al menos dos proyecciones del hueso.

— Otras entesopatías son las que afectan al aparato extensor de la rodilla, que gammagráficamente, se representan en la fase precoz y tardía como focos de hiper captación del trazador en las zonas de fijación

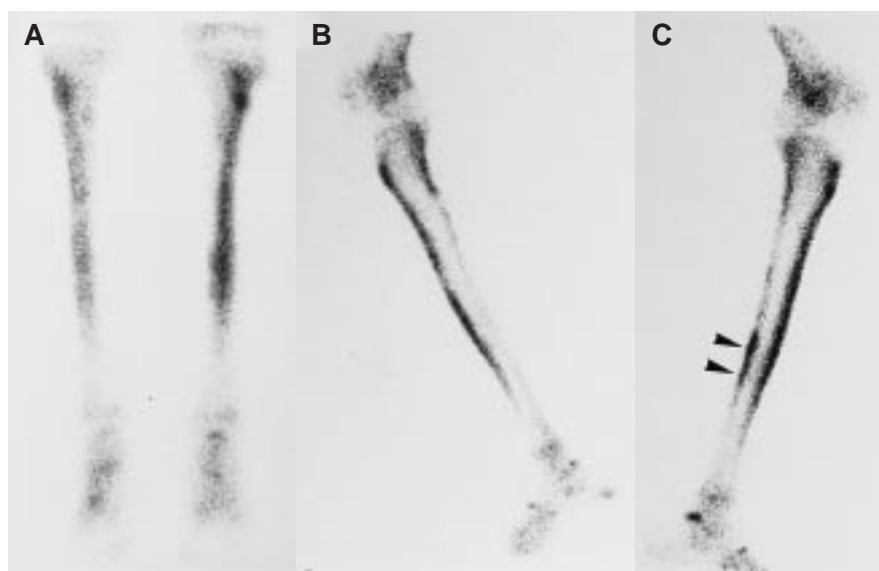


FIG. 7.—(Caso 5). Paciente de 21 años que practica atletismo (carrera) y presenta desde hace 1 mes dolor en el borde anterior de ambas piernas, de predominio izquierdo y con menor intensidad en la cara interna de la pierna izquierda. El estudio radiológico practicado fue normal. En el estudio gammagráfico, la fase precoz fue normal y las imágenes tardías de ambas tibias en proyección anterior (A), y laterales internas derecha (B) e izquierda (C), mostraron un aumento lineal de la captación del trazador en los dos tercios proximales del borde antero-lateral de ambas tibias, de mayor intensidad en la izquierda y una imagen activa lineal en el borde postero-medial del tercio medio de la tibia izquierda (puntas de flecha). Estos hallazgos gammagráficos son característicos de *shin splints* en la zona de inserción del músculo tibial anterior bilateral y en la zona de inserción muscular del área posterior de la tibia izquierda.

Tabla III
PATRONES GAMMAGRÁFICOS DIFERENCIALES Y HALLAZGOS RADIOLÓGICOS DE LAS SHIN SPLINTS Y LAS FRACTURAS DE ESTRÉS TIBIALES

	<i>FRACTURA DE ESTRÉS tibial</i>	<i>SHIN SPLINTS</i>
GO en tres fases	➤ Cualquier fase puede ser + precozmente	➤ Solo la imagen tardía (ósea) es +
Forma	“ Redondeada / Fusiforme	“ Lineal / Vertical
Intensidad	+ / ++++	+ / +++
Localización	⇒ Cualquier localización en la tibia	⇒ 1/3 medio-posterior de la tibia ⇒ En ocasiones 2/3 proximales anteriores de la tibia (m. tibial anterior)
RX simple	Tardíamente + (mínimo 3 semanas)	Siempre normal

del tendón rotuliano al hueso, o del músculo cuádriceps en la rótula o en la tuberosidad tibial anterior, y este último caso, en el adolescente debe diferenciarse de una enfermedad de Osgood-Schlatter. En las lesiones de larga evolución, la fase precoz suele ser normal. La lesión más frecuente es la que afecta a la inserción del tendón rotuliano en el polo inferior de la rótula y constituye la llamada *rodilla del saltador* («*umper's knee*») o tendinitis infrapatelar, que es frecuente en atletas implicados en deportes de salto y lanzamiento, balonvolea, baloncesto y halterofilia.

– Entre las entesopatías del pie, la *entesopatía aquilea o tendinopatía de inserción aquilea* es una lesión común en los deportistas, que normalmente se desarrolla después de prolongados períodos de entrenamiento intensivo con mecánica defectuosa o deficiente o excesiva dorsiflexión como ocurre en atletas que realizan recorridos con pendiente hacia abajo. La GO, en la fase aguda de la tendinitis, demuestra un aumento de la captación en la zona de inserción calcánea del tendón de Aquiles, a lo largo del tercio medio y superior de la superficie posterior del calcáneo. El diagnóstico en la fase aguda es de gran importancia, antes de que ulteriores agresiones al tendón dañado puedan causar su ruptura^{25,32}. La *fascitis plantar* es una de las lesiones por sobrecarga más comunes, constituyendo alrededor del 8% de estas lesiones. Es una inflamación traumática, secundaria al estiramiento o desgarro de la fascia o aponeurosis plantar, causada por la hiperextensión y repetido microtrauma por tracción debido a dorsiflexión que produce una periostitis reactiva localizada en la tuberosidad calcánea. Los hallazgos gammagráficos se caracterizan por un aumento focal de la captación del trazador en el borde inferior de la tuberosidad calcánea, en la zona de origen de la fascia plantar y oca-

sionalmente en la inserción de la fascia plantar en las bases de las falanges proximales. Es una imagen claramente diferenciable de otras causas de talalgia en los atletas, que incluyen la tendinitis aquilea, fracturas de estrés del calcáneo y bursitis retrocalcánea. Al igual que la entesopatía aquilea, no suele tener traducción radiológica, excepto en procesos cronificados y con calcificaciones y en los casos en los que se observa espolón calcáneo (aunque este solo aparece en el 50% de los pacientes sintomáticos y en el 10-16% de los asintomáticos)^{16,25}.

– Las lesiones entesopáticas del codo incluyen, la epicondilitis lateral (*codo de tenista*) que corresponde a una tendinitis de inserción de los músculos epicondíleos y la epicondilitis medial o epitrocleitis es una lesión de sobrecarga en las inserciones del grupo de músculos flexores y pronadores, que se insertan en la epitroclea. Es menos frecuente que la epicondilitis lateral y solo representa el 10% de las tendinitis del codo. La imagen de hipercaptación focal en un punto de inserción osteotendinosa diagnostica estas lesiones y las distingue de otro tipo de lesiones que pueden darse en esta zona como la osteocondritis disecante, fractura de estrés de la cabeza del radio o lesión olecraniana (fractura o bursitis).

– Otras lesiones entesopáticas de la extremidad superior, incluyen la *lesión de Ringman o periostitis humeral* con fisiopatología y hallazgos gammagráficos equivalentes a los de las *shin splints* y *thigh splints* y que suele ser bilateral y frecuente en los que practican halterofilia y en gimnastas de anillas. La GO muestra una hipercaptación lineal del trazador en el tercio proximal-medio de la diáfisis humeral por lesión en el área de inserción del músculo pectoral mayor³². En el antebrazo, pueden detectarse la *entesopatía en área de inserción del tendón bicipital* en la

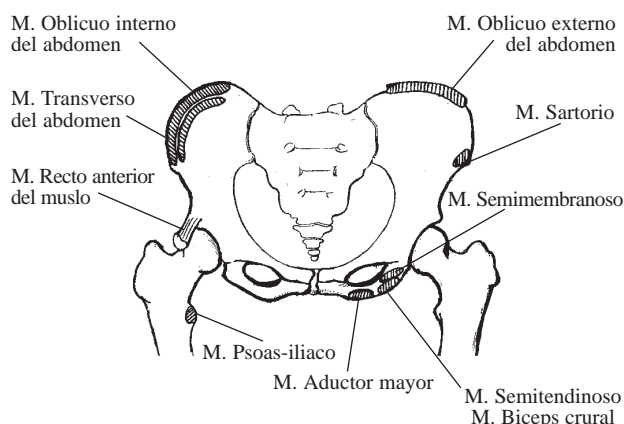


FIG. 8.—Representación esquemática de los orígenes e inserciones de grupos musculares de pelvis y cadera en relación con posibles lesiones por arrancamiento.

tuberosidad bicipital del radio y la *entesitis en la inserción del tendón braquioradial* en la apófisis estiloides del radio.

— *La osteopatía de pubis o sínfisis púbica de estrés* está producida por el efecto de la sobrecarga en el origen de los músculos aductores largos, del músculo gracilis o recto interno y de los rectos abdominales, que inducen fuerzas de tensión o cizallamiento anormal en la sínfisis del pubis. Es una lesión frecuentemente desarrollada por futbolistas, jugadores de baloncesto, bailarinas y corredores.

El estudio radiológico puede ser negativo y las alteraciones aparecen tarde y en lesiones crónicas (erosión o esclerosis cortical) y son principalmente indicativas de la reacción ósea cortical a la continua tensión muscular causada por la sobrecarga funcional. La GO detecta alteraciones poco tiempo después del inicio de la clínica, siendo característico un aumento bilateral de la captación del trazador en ramas púbicas y sínfisis con estrechamiento de la relativamente fopénica sínfisis fibrocartilaginosa. La evidencia de reacción de estrés puede ser simplemente la captación limitada a la inserción de estos músculos, pero ocasionalmente, puede existir una franca fractura de estrés con hiper captación que se extiende a toda la anchura de la rama púbica^{25,39}. Desde el punto de vista técnico es importante un buen vaciado de la vejiga urinaria previamente a la adquisición de las imágenes e incluso la obtención de proyecciones caudales con el fin de separar la actividad de la vejiga urinaria del pubis. El diagnóstico diferencial debe establecerse con la tendinitis de aductores, la fractura de estrés de las ramas pubianas o isquípúbicas y del tercio proximal del fémur.

Punto clave 9

La reacción metabólica perióstica u ósea demostrada por la GO en las entesis permite valorar la intensidad de la lesión entesopática y su evolución tras el tratamiento y descarta otros diagnósticos como la fractura de estrés y las lesiones exclusivamente de tejidos blandos.

Lesiones óseas por avulsión o arrancamiento

Las fracturas por avulsión o arrancamiento óseo están causadas por la tensión brusca de un músculo o tendón sobre el hueso y son más frecuentes en adolescentes y jóvenes con esqueleto inmaduro, en los cuales las inserciones apofisarias son menos fuertes que las interfases tendón-hueso. Los arrancamientos se producen siempre por un traumatismo indirecto, que constituye un verdadero autotraumatismo y el responsable de tal arrancamiento es el asincronismo entre los músculos agonistas y antagonistas durante el esfuerzo. En el contexto deportivo estas lesiones pueden incluso ocurrir en el esqueleto maduro, debido a las fuertes concentraciones de fuerza asociadas con el sobreestiramiento del complejo músculo-tendinoso. Incluso después de que la fisis aparezca cerrada radiológicamente hay relativa debilidad en este sitio durante varios años y pueden producirse ocasionalmente fracturas por avulsión después de la fusión de la apófisis. Los deportes principalmente implicados son atletismo, patinaje artístico, fútbol y natación^{6,32}.

Las apófisis de la pelvis y de la cadera son particularmente susceptibles, ya que aparecen y se fusionan más tarde que las de cualquier otra localización. En la mayor parte de los casos las apófisis implicadas son la espina ilíaca antero-superior, la espina ilíaca antero-inferior y la tuberosidad isquiática³⁹ (Fig. 8).

Los hallazgos de la GO dependerán del desplazamiento del fragmento óseo y del tiempo transcurrido desde la lesión. Si existe reparación ósea, puede observarse un aumento focal de captación del trazador, a menudo intenso, que puede parecer una exóstosis (Fig. 9).

Otra de las lesiones óseas por avulsión es la del hueso escafoides tarsiano secundario o accesorio del escafoides, que constituye el síndrome del accesorio del escafoides. Este pequeño hueso es un variante anatómica normal, usualmente asintomática, que habitualmente tiene una unión fibrosa con el escafoides principal. En ocasiones, puede ocurrir también el

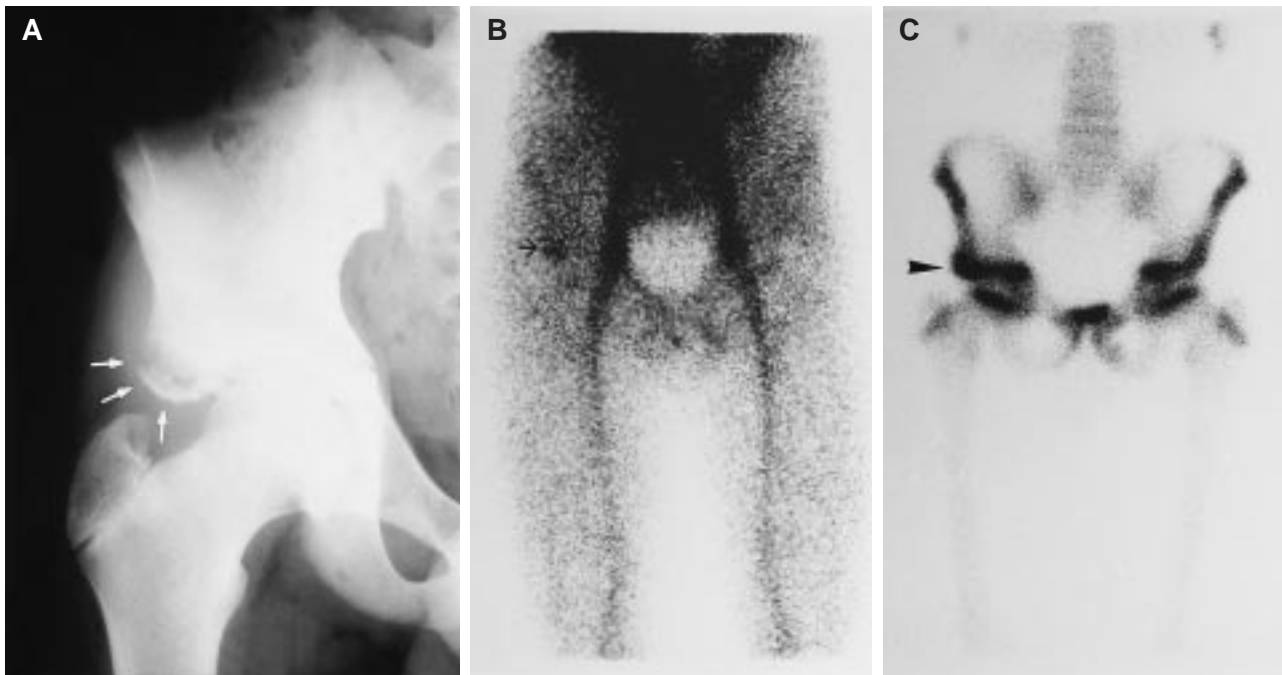


FIG. 9.—(Caso 6). Paciente de 14 años, jugador de fútbol, que refería dolor agudo y sensación de chasquido en la cadera derecha tras chutar con fuerza el balón, que presentó fractura por avulsión de la espina iliaca antero-inferior derecha. La radiografía anterior de cadera derecha (A) muestra el arrancamiento del fragmento óseo correspondiente a la espina iliaca antero-inferior. En la gammagrafía ósea se observa una hipercaptación focal del trazador en la espina iliaca antero-inferior derecha tanto en la fase precoz (B) como en la fase ósea tardía (C), que se corresponde con la lesión radiológica y traduce actividad osteogénica reparadora en la zona de lesión ósea aguda por arrancamiento, en el origen del músculo recto anterior del muslo.

arrancamiento del tendón del músculo tibial posterior que parcialmente se inserta en el accesorio. La GO muestra una característica acumulación focal del trazador, tanto en la fase precoz como en la ósea, en el borde medial del escafoides tarsiano sintomático^{6,30}.

Otras lesiones relacionadas con traumatismo deportivo

Artropatía inflamatoria post-traumática

El diagnóstico de las artritis o sinovitis post-traumáticas se basa en la historia clínica y en la exploración física, al igual que el de las artropatías inflamatorias de cualquier etiología. La RM y la GO contribuyen a confirmar el diagnóstico. La artritis inflamatoria post-traumática es la respuesta sinovial y ósea al traumatismo. La persistencia de dolor y movilidad limitada después de un traumatismo, a pesar de la normalidad radiográfica, puede ser debida a una artritis post-traumática. La GO puede ayudar a evaluar esta patología y excluir la posibilidad de una fractura oculta, como causa del dolor. La apariencia gam-

magráfica es común a la de cualquier artropatía inflamatoria. En la imagen precoz hay un aumento de la actividad en la articulación afecta, y en las imágenes tardías se observa una hipercaptación generalizada del trazador en la articulación y en el hueso periarticular, que son secundarias al aumento de la perfusión sanguínea que provoca la sinovial inflamada en la superficie articular o a zonas de neoformación ósea reactiva en el hueso adyacente. Las imágenes angiogammagráficas y precoces mostraran varios grados de anormalidad, dependiendo del tiempo de evolución y de la severidad de la lesión. La intensidad de la actividad observada en éstas imágenes se correlaciona con el grado de inflamación de la articulación afecta^{11,12,32}.

Síndromes de pellizcamiento articular

El *síndrome del os trigonum* o síndrome de la cola del astrágalo o síndrome de pellizcamiento posterior, resulta de la impactación de este osículo accesorio entre el calcáneo y el borde posterior de la tibia. El resultado de flexiones plantares repetidas puede dar lu-

gar a una fractura de estrés del *os trigonum*, que se demuestra en la GO como un área focal de aumento de la captación del trazador tanto en la fase precoz como en la fase tardía del estudio.

En el *síndrome de pellizcamiento anterior* la repetida dorsiflexión del tobillo es el mecanismo lesional subyacente. El contacto frecuente del astrágalo contra la tibia induce el crecimiento de espolones hipertróficos en el dorso del astrágalo, articulación tibio-astragalina y articulación astrágalo-escafoidea. Estas áreas de neo-osteogénesis se visualizarán en la gammagrafía ósea como focos de hipercaptación.

Lesiones osteocondrales. Lesiones condrales

Las fuerzas de cizallamiento, rotacionales o tangenciales generadas por un movimiento articular normal pueden producir fracturas de una o ambas superficies articulares. Los traumatismos pueden dar lugar a fragmentos que constan solo de cartílago (fracturas condrales) o de cartílago y hueso subyacente (fracturas osteocondrales). El fragmento separado de la superficie articular puede permanecer *in situ*, estar levemente desplazado o quedar libre en la cavidad articular.

La *osteochondritis disecante* es, en esencia, una fractura osteocondral de un hueso articular, con o sin separación del fragmento óseo. Aunque se han sugerido factores genéticos o alteraciones del crecimiento como posibles etiologías, actualmente se cree que es el resultado de repetidos microtraumas sobre la articulación asociados a necrosis avascular focal en el hueso subcondral. La edad de instauración es variable, desde la infancia a los adultos de edad media, con una mayor incidencia en la adolescencia. La localización más frecuente son los cóndilos femorales, seguida del astrágalo, siendo otras localizaciones la cadera, el codo y el hombro. Radiológicamente se caracteriza por la presencia de un pequeño fragmento óseo en la superficie articular de los huesos periarticulares. En ocasiones, el hueso liberado migra dentro de la cavidad articular formando un ratón articular¹². Gammagráficamente, existe un intenso foco de hipercaptación del trazador en el hueso subcondral de la articulación, tanto en la imagen precoz como en la ósea tardía. La captación anormal del trazador aparece de mayor tamaño que el fragmento óseo radiológico, denotando presumiblemente una activa reacción osteogénica reparadora. La GO permite el diagnóstico en fases iniciales del proceso y la valoración del grado de curación o pro-

gresión de la lesión. El diagnóstico diferencial de la osteocondritis de cóndilos femorales debe establecerse con la *osteonecrosis espontánea o idiopática del cóndilo femoral*, proceso a considerar siempre ante una gonalgia aguda en el atleta de edad media o mayor con radiografías normales, siendo la GO muy sensible para detectar esta lesión³². Al igual que en las lesiones de los cóndilos femorales, la osteocondritis disecante del astrágalo debe distinguirse gammagráficamente de las de las necrosis avasculares del astrágalo. Esta fractura osteocondral suele afectar a la cúpula del astrágalo, en la unión de la superficies superior e interna o superficies superior y externa. Clínicamente los deportistas afectados suelen ser adultos jóvenes que consultan por dolor en el tobillo que evoluciona de forma crónica, aunque también puede tratarse de una sensación de inestabilidad aislada o asociada a dolor.

La *condromalacia rotuliana* es una patología del cartílago de revestimiento rotuliano y se considera, en el contexto deportivo, una lesión por sobrecarga. Se ha atribuido a debilidad muscular del vasto interno o a anomalías posturales como el pie plano valgo y la torsión interna de la tibia. Ya sea por debilidad del cuádriceps o por alineación defectuosa de la rodilla, la rótula tiende a subluxarse durante la extensión activa, lo que provoca la lesión del cartílago articular. Anatómicamente, corresponde a una lesión aislada del cartílago de la cara posterior de la rótula, en forma de reblandecimiento, fisura o úlcera. Aunque su diagnóstico es básicamente anatomopatológico y/o artroscópico, la GO muestra alteraciones precoces. Puede observarse un aumento global de actividad en la rótula («*hot patella*») o una pequeña hipercapta-

Punto clave 10

La osteochondritis disecante está considerada una fractura osteocondral de un hueso articular; resultado de repetidos microtraumas sobre la articulación, y asociado a necrosis avascular focal. La GO permite el diagnóstico en fases iniciales del proceso y valorar el grado de curación o progresión de la lesión.

ción focal en la faceta retropatelar^{9,12}.

Lesiones de partes blandas. Lesiones musculares

Entre las lesiones musculares que se observan en pa-

tología deportiva y que pueden dar alteraciones en la GO destacamos la miositis osificante, la rabdomiolisis de esfuerzo, el hematoma intramuscular y la rotura fibrilar.

Miositis osificante. Calcificaciones ectópicas

Las calcificaciones ectópicas de partes blandas pueden ocurrir en músculos, tendones o ligamentos concentrando trazador con una intensidad variable. Una de las principales aplicaciones de la GO en la patología muscular es la detección de osificación heterotópica muscular o miositis osificante, que generalmente se produce como complicación después de un traumatismo, en pacientes post-inmovilización, después de cirugía de la cadera, parapléjicos y en pacientes con procesos sistémicos asociados con osificación de tejidos blandos^{11,16}. La GO que revela la vascularización de la lesión y refleja el estado metabólico de la formación ósea heterotópica, muestra imágenes intensamente activas tanto en el estudio precoz como en el tardío, permitiendo realizar un diagnóstico precoz, delimitar la extensión de la lesión y determinar el momento en que cesa la neoformación ósea, que es el tiempo óptimo en que podrá intervenir quirúrgicamente.

Es una lesión muscular aguda, con alteración de la integridad de la membrana celular, que puede producirse después de un ejercicio muy intenso y severo. Clínicamente se representa por dolor difuso o regional y elevación de los enzimas musculares. Existe una relación directa entre el daño muscular, la elevación de la creatin-quinasa (evidenciándose incluso un aumento de la fracción MB) y la sensación de dolor experimentada por el atleta³⁸.

A partir de la experiencia en el infarto agudo de miocardio, se sabe que los trazadores óseos precipitan en el interior de las células musculares necróticas o lesionadas. La rabdomiolisis inducida por esfuerzo físico puede demostrarse en la GO con un mecanismo de captación del trazador óseo similar al que se observa en el infarto agudo de miocardio. El estudio gammagráfico es anormal a las pocas horas del ejercicio, observándose la máxima captación del trazador entre las 24-48 horas, con descenso gradual de la actividad hasta la normalización una semana después del esfuerzo. Los grupos musculares que presentan captación del trazador están en relación con el tipo de ejercicio realizado, correspondiendo a los músculos sobrecargados en cada actividad física concreta y la individualización de los músculos afectados, que se muestran bien delimitados, permite al equipo médico mejorar la biomecánica del atleta^{38,39}.

Rabdomiolisis de esfuerzo

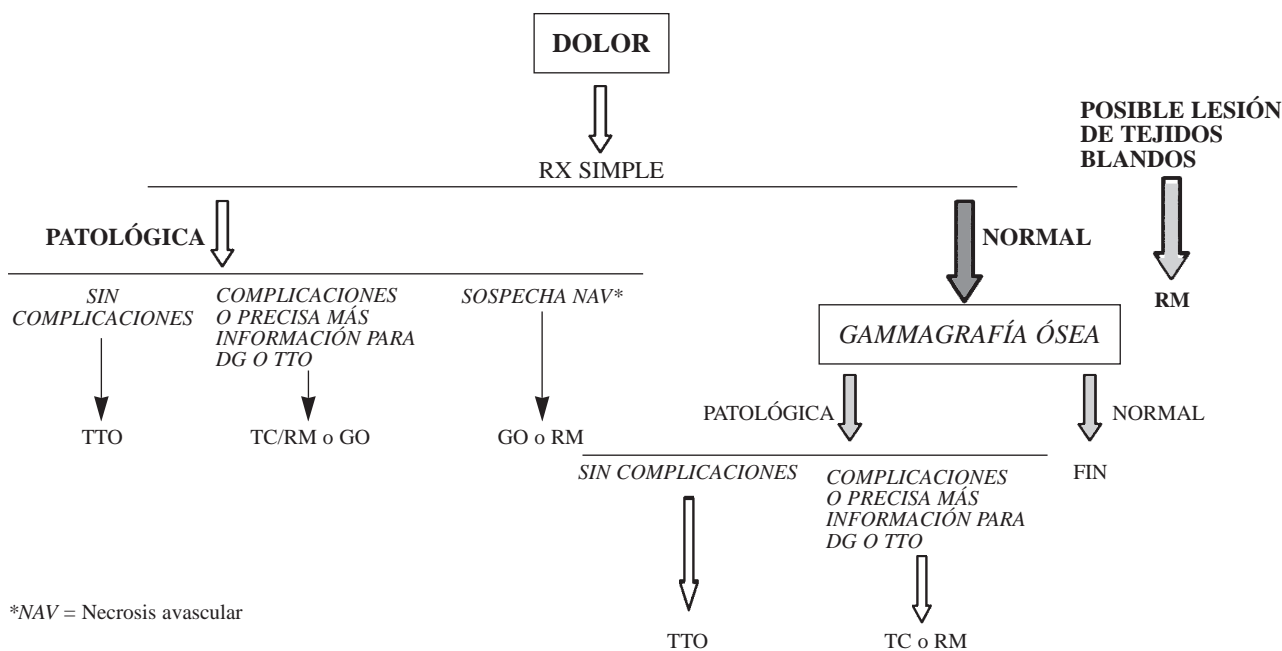


FIG. 10.—Algoritmo diagnóstico ante un dolor de posible origen óseo en relación con la práctica de deporte.

Bursitis

La membrana sinovial que se localiza alrededor de las articulaciones y de las prominencias óseas, por donde se deslizan músculos y tendones, puede inflamarse y ser causa de dolor. En la GO, se representa como un aumento de la captación del trazador en el hueso subyacente.

La bursitis trocantérea es una de las lesiones más comunes de los tejidos blandos de la región de la cadera. Aunque ocurre más frecuentemente en pacientes de edad media tardía y obesos, puede verse en atletas de todas las edades, asociándose a menudo a artropatía degenerativa en el raquis lumbar.

Las radiografías suelen ser normales y la GO, TC o RM se realizan para identificar el origen de dolor crónico en la cadera y excluir otras causas como la fractura. El patrón gammagráfico es característico, con aumento de captación del trazador en forma de pequeña banda curvilínea en la zona superior y lateral del trocánter mayor, de intensidad variable³⁹.

CONSIDERACIONES FINALES

La GO tiene hoy establecido su lugar como útil y efectiva herramienta diagnóstica en el área de la medicina deportiva. Su valor ha crecido dentro de la práctica clínica rutinaria aumentando la confianza en la evaluación de lesiones deportivas difíciles o equívocas no solventadas por la historia clínica, la exploración física y la RX simple. La GO por su elevada sensibilidad y precocidad diagnóstica en la valoración de la patología deportiva, permite la instauración precoz de la terapéutica, evitando la progresión a una lesión más grave o la aparición de complicaciones, lo que es una necesidad urgente en los atletas de alta competición. Por otra parte, complementa a las técnicas de imagen anatómica proporcionando una información fisiológica de las alteraciones estructurales óseas detectadas por estas, permitiendo determinar si tienen significado clínico. Una GO patológica indica una relación etiológica entre la zona de aumento del metabolismo óseo y la sintomatología del paciente.

Es importante insistir en que para obtener el máximo rendimiento diagnóstico es imprescindible la obtención de imágenes técnicamente exigentes que permitan la correcta localización y delimitación de las lesiones así como profundizar en los conocimientos

clínicos, de las exploraciones de imagen anatómica y fisiopatológicos de la traumatología del deporte, y la colaboración con el médico deportivo a fin de establecer el diagnóstico más específico de las lesiones.

El papel de la GO es clave para el diagnóstico precoz de las fracturas ocultas, lesiones múltiples o no sospechadas y fracturas de estrés, para valorar la actividad metabólica de lesiones conocidas (actividad vs cronicidad), localizar la estructura ósea responsable de un dolor agudo o crónico cuando el resto de exploraciones de imagen son negativas o no concluyentes y en el diagnóstico diferencial entre variantes anatómicas de la normalidad y lesiones en estas estructuras.

Son necesarias estrategias de imagen para alcanzar precozmente el diagnóstico exacto e instaurar la terapéutica adecuada. Una aproximación general de las técnicas de imagen para llegar al diagnóstico de una lesión de origen potencialmente óseo en el deportista es la que se representa en la figura 10.

BIBLIOGRAFÍA

1. Scharf SC. The Radionuclide Bone Scan in the Evaluation of Sports Injuries. In: Freeman LM, ed. Nuclear Medicine Annual. Filadelfia: Lippincott-Raven Publishers; 1996:91-111.
2. Holder LE, Brown ML. Orthopedic Imaging in Trauma and Sports Medicine. In: Collier BD, Fogelman I, Rosenthal L, eds. Skeletal Nuclear Medicine. St. Louis: Mosby; 2000:225-59.
3. Williams A, Evans R, Shirley PD, eds. Diagnóstico por imagen de lesiones deportivas. Madrid: Interamericana, McGraw-Hill; 1991.
4. Holder LE. Athletic Injuries. In: Sandler MP, Coleman RE, Wackers FJ, Patton JA, Gottschalk A, Hoffer PB, eds. Diagnostic Nuclear Medicine. Baltimore: Williams and Wilkins Company; 1996:707-23.
5. Holder LE, Matthews LS. The Nuclear Physician and Sports Medicine. In: Freeman LM, Weissmann HS, eds. Annual of Nuclear Medicine. Nueva York: Raven Press; 1984:81-140.
6. Murray IPC. Bone scintigraphy in trauma. In: Murray IPC, Ell PJ, eds. Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment. Edimburgo: Churchill-Livingstone; 1994:1013-33.
7. Anderson MW, Greenspan A. Stress Fractures. Radiology 1996; 199:1-12.
8. Reeder MT, Dick BH, Atkins JK, Pribis AB, Martínez JM. Stress Fractures. Current Concepts of Diagnosis and Treatment. Sports Med 1996;22/3:198-212.
9. Graham Apley A, Solomon L. Ortopedia y tratamiento de fracturas. Barcelona: Masson; 1996.
10. Matin P. The appearance of bone scans following fractures including immediate and long term studies. J Nucl Med 1979;20:1227-31.
11. Matin P. The Bone Scan in Traumatic and Sports Injuries. In: Fogelman I, ed. Bone Scanning in Clinical Practice. London: Springer-Verlag; 1987:121-32.

12. Resnick D. Huesos y articulaciones en imagen. Madrid: Marban; 1998.
13. Holder LE, Scharwz C, Wernicke P, Michael RH. Radionuclide Bone Imaging in the early detection of Fracture of the proximal Femur (Hip): Multifactorial Analysis. *Radiology* 1990; 174:509-15.
14. Webb G. Sports Injuries: Diagnosis and Management. Filadelfia: W.B. Saunders Company; 1990.
15. Zemel NP, Stark HH. Fractures and dislocations of the carpal bones. *Clin Sports Med* 1986;5:709-24.
16. Martire JR. The Role of Nuclear Medicine Bone Scans in Evaluating Pain in Athletic Injuries. *Clinics In Sports Med* 1987; 6/4:713-36.
17. Groshar D, Gorenberg M, Ben-Haim S, Jerusalmi J, Liberson A. Lower Extremity Scintigraphy: The Foot and Ankle. *Sem Nucl Med* 1998;28/1:62-77.
18. Vuori JP, Aro HT. Lisfranc Joint Injuries: Trauma mechanisms and associated injuries. *J Trauma* 1993;36:40-5.
19. Crenshaw AH. Cirugía ortopédica. Buenos Aires: Panamericana; 1990.
20. Desai A, Alavi A, Dalinka M, Brighthon C, Esterhal J. Role of Bone Scintigraphy in the Evaluation and Treatment of Nonunited Fractures: Concise Communication. *J Nucl Med* 1980;21: 931-4.
21. Günalp B, Özgüven M, Öztürk E, et al. Role of bone scanning in the management of non-united fractures: a clinical study. *Eur J Nucl Med* 1992;19:845-7.
22. Ruiz-López R. Síndromes de Dolor Regional Complejo. Definición y Nomenclatura. Implicaciones clínicas. *Rev Esp Reumatol* 1998;25:258-61.
23. Porta F, Valenzuela H. Gammagrafía ósea en el Síndrome de Dolor Regional Complejo tipo I (Distrofia Simpático Refleja). *Dolor* 1998;13:151-6.
24. Roub LW, Gumerman LW, Hanley EN Jr, Clark MW, Goodman M, Herbert DL. Bone Stress: a radionuclide imaging perspective. *Radiology* 1979;132: 431-8.
25. Zwas ST, Frank G. The role of Bone Scintigraphy in Stress and Overuse Injuries. In: Freeman LM, ed. *Nuclear Medicine Annual* 1989. Nueva York: Raven Press 1989:109-41.
26. Taunton JE, Clement DB, Webber D. Lower extremity stress fractures in athletes. *Physician Sports Med* 1981;9/1:77-86.
27. Zwas ST, Elkanovitch R, Frank G. Interpretation and Classification of Bone Scintigraphic Findings in Stress Fractures. *J Nucl Med* 1987;28:452-7.
28. Fredericson MF, Begman AG, Hoffman KL, Dillingham MS. Tibial Stress Reaction in Runners. Correlation of Clinical Symptoms and Scintigraphy with a New Magnetic Resonance Imaging Grading system. *Am J Sports Med* 1995;23/4:472-81.
29. Etchebehere E, Etchebehere M, Gamba R, Belangero W, Camargo E. Orthopedic Pathology of the Lower Extremities: Scintigraphic Evaluation in the Thigh, Knee, and Leg. *Sem Nucl Med* 1998;28/1:41-61.
30. Groshar D, Gorenberg M, Ben-Haim S, Jerusalmi J, Liberson A. Lower Extremity scintigraphy: the Foot and Ankle. *Sem Nucl Med* 1998;28/1:62-77.
31. McBryde AM. Stress Fractures in Runners. *Clin Sports Med*. 1985;4:737-52.
32. Martire JR, Levinsohn EM. Imaging of Athletic Injuries. A Multimodality Approach. New York: McGraw-Hill; 1992.
33. Bellah RD, Summerville DA, Treves ST, Micheli LJ. Low-Back Pain in Adolescent Athletes: Detection of Stress Injury to the Pars Interarticularis with SPECT. *Radiology* 1991;180: 509-12.
34. Krasnow AZ, Collier D, Hellman S, Palmer DW, Peck DC, Akansel G, et al. Bone SPECT 1992. In: Freeman LM. *Nuclear Medicine Annual*. Nueva York: Raven Press; 1992: 21-68.
35. Ryan PJ, Evans PA, Gibson T, Figelman I. Chronic Low Back Pain: Comparison of Bone SPECT with Radiography and CT. *Radiology* 1992;182:849-54.
36. Itoh K, Hashimoto T, Shigenobu K, Yamane S, Tamaki N. Bone SPET of symptomatic lumbar spondylolysis. *Nucl Med Comm* 1996;17:389-96.
37. Holder LE, Machin JL, Asdourian PL, Links JM, Sexton CC. Planar and High Resolution SPECT Bone Imaging in the Diagnosis of the Facet Syndrome. *J Nucl Med* 1995;36:37-44.

Autoevaluación y Formación Continuada en REVISTA ESPAÑOLA DE MEDICINA NUCLEAR

La gammagrafía ósea en el diagnóstico y valoración de las lesiones deportivas

1. El hueso es un tejido dinámico que:
 - A. Se deforma plásticamente por el estrés para volver a su configuración original cuando este cesa.
 - B. Aumentaría su actividad osteogénica si cesara la tensión normal a la que está sujeto.
 - C. Sufre un proceso continuo de remodelación fisiológica a lo largo de la vida.
 - D. Cuando desarrolla microfracturas por estrés estas siempre evolucionan a verdaderas fracturas aunque cese la actividad desencadenante.
 - E. Presenta normalmente un desequilibrio entre la reabsorción y la formación ósea.
2. En una fractura post-traumática sospechada clínicamente y con RX inicial normal:
 - A. La gammagrafía ósea permitirá el diagnóstico precoz de la fractura puesto que detecta los cambios metabólicos óseos, que son los más precoces.
 - B. La utilidad de la gammagrafía ósea es muy limitada en estos casos.
 - C. Debe esperarse para realizar el diagnóstico hasta que el estudio radiológico sea patológico.
 - D. La gammagrafía ósea no mostrará cambios patológicos hasta que hayan transcurrido tres semanas desde el traumatismo.
 - E. El deportista puede continuar realizando su actividad habitual mientras el estudio radiológico no demuestre la existencia de una fractura.
3. En las fracturas óseas no complicadas con evolución normal:
 - A. La captación del trazador óseo en el foco de fractura persiste elevada hasta los 2 años post-fractura y se asocia a un leve aumento de actividad en la fase angio-gammagráfica y precoz de la gammagrafía ósea en tres fases.
 - B. La gammagrafía ósea muestra la máxima captación del trazador en el foco de fractura entre las 8-12 semanas postraumatismo, y existe una disminución gradual de la captación hasta la normalización entre los 4 y 24 meses.
 - C. La máxima captación del trazador óseo en la fractura se detecta en el estadio inicial post-fractura entre las 2-4 semanas.
 - D. Las alteraciones gammagráficas se normalizan antes que las radiológicas y que la curación clínica.
 - E. Se observa una disminución gradual de la captación del trazador en el foco de fractura a partir de los 2 meses.

4. La fractura de escafoides carpiano:

- A. No suele pasar desapercibida en el estudio radiológico.
- B. Casi nunca presenta problemas de necrosis avascular.
- C. Es la fractura menos frecuente del carpo.
- D. Es frecuente en deportes como golf, beisbol y en general en deportes de raqueta.
- E. Puede ser diagnosticada con fiabilidad mediante la gammagrafía ósea dentro de las 72 horas y en el 95% de casos en las 24 horas postraumatismo.

5. La contusión ósea («bone bruise»):

- A. Describe aquellas fracturas ocultas en las que la gammagrafía ósea es patológica, pero el estudio radiológico nunca llega a ser anormal, por existir únicamente daño óseo trabecular.
- B. Se relaciona con la existencia como patología subyacente de una disrupción cortical extensa.
- C. Muestra un estudio radiológico que se positiviza tardíamente, como mínimo 3 semanas después de la lesión.
- D. Presenta una gammagrafía ósea que no llega a ser nunca patológica.
- E. Se refiere a un tipo de fractura de fatiga que es frecuente en deportes de salto.

6. Las lesiones óseas de estrés:

- A. Son más frecuentes en las extremidades superiores y en el esqueleto axial.
- B. Pueden graduarse gammagráficamente en varios estadios, lo que permitirá el diagnóstico en fases iniciales de la lesión, evitando la progresión a la fractura completa.
- C. De cuello femoral en pacientes mayores o osteoporóticos son las que se diagnostican más precozmente.
- D. De localización tibial no pueden distinguirse gammagráficamente de las *shin splints*.
- E. De los metatarsianos son las menos frecuentes del pie.

7. Las fracturas de estrés de calcáneo:

- A. No pueden distinguirse gammagráficamente de otras lesiones que causan talalgia en el atleta.
- B. Su apariencia gammagráfica es la de una hipercaptación lineal del trazador con mayor frecuencia en la mitad posterior y superior del cuerpo del calcáneo.
- C. Constituyen una de las lesiones de estrés menos frecuentes de los huesos tarsianos.
- D. El estudio radiológico inicial suele ser patológico.
- E. Gammagráficamente suelen representarse como una hipercaptación redondeada en el borde postero-inferior del calcáneo.

8. Las entesopatías:

- A. De la rodilla son muy poco frecuentes en el medio deportivo y afectan especialmente a la inserción rotuliana del músculo cuádriceps.
- B. Del pie como la fascitis plantar y la entesopatía aquilea siempre tienen traducción radiológica.
- C. Tibiales (*shin splints*) tienen una apariencia gammagráfica característica que permite distinguirlas de las fracturas de estrés tibiales.
- D. Del muslo (*thigh splints*) tienen un aspecto gammagráfico y fisiopatología totalmente distinta de las *shin splints*.
- E. Tibiales (*shin splints*) se representan gammagráficamente como una hipercaptación del trazador de configuración fusiforme en el borde postero-medial del tercio medio o distal de la tibia.

9. Las lesiones óseas por arrancamiento o avulsión:

- A. Son infrecuentes en el esqueleto inmaduro.
- B. Muestran unos hallazgos gammagráficos que no dependen del tiempo transcurrido desde la lesión, ni del desplazamiento óseo.
- C. Son frecuentes en las apófisis de la pelvis y de la cadera, estando con mayor frecuencia implicadas la espina ilíaca antero-superior, la espina ilíaca antero-inferior y la tuberosidad isquiática.
- D. Son siempre secundarias a traumatismos directos.
- E. Del hueso accesorio del escafoides nunca se acompañan del arrancamiento del tendón del músculo tibial posterior.

10. En las lesiones de tejidos blandos:

- A. Solo la miositis osificante y el hematoma intramuscular muestran una gammagrafía ósea patológica.
- B. Como la miositis osificante, siempre se observan alteraciones sólo en la fase tardía de la gammagrafía ósea.
- C. Como la rabdomiolisis de esfuerzo se observa captación del trazador óseo en los grupos musculares sobrecargados, por un mecanismo similar al observado en el infarto agudo de miocardio.
- D. Como la rabdomiolisis de esfuerzo la captación del trazador persiste elevada hasta 2 semanas después del inicio de la clínica.
- E. Como la rabdomiolisis de esfuerzo no existe relación entre daño muscular, la elevación de creatin-quinasa y la sensación de dolor.

Respuestas en la sección de Noticias.