

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA



**TÉCNICAS PRINCIPALES EN IMAGEN PARA EL DIAGNÓSTICO: UN
COMPLEMENTO A LA FISIOTERAPIA.**

AUTOR: RICARTE ROMERO, TAMARA

Nº expediente. 1047

TUTOR. ÑÍGUEZ VILLAESCUSA, MARIA DOLORES

COTUTOR. FUENTES MUÑOZ, JESÚS

Departamento: Patología y Cirugía **Área:** Fisioterapia

Curso académico 2016 - 2017

Convocatoria de junio

ÍNDICE DE LOS CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	5
2. HIPÓTESIS DE TRABAJO	5
3. OBJETIVOS	6
4. MATERIAL Y MÉTODOS	6
5. RESULTADOS	7
6. DISCUSIÓN	15
7. CONCLUSIÓN	16
8. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS	17
9. BIBLIOGRAFÍA	25



RESUMEN

Las técnicas de imagen son una herramienta de la cual nos podemos beneficiar los fisioterapeutas en nuestra práctica diaria. Para ello, es imprescindible un conocimiento básico de las indicaciones y contraindicaciones de cada técnica, así como de los efectos secundarios que puedan ocasionar, los cuales estarán relacionados con cada tipo de radiación.

Con la siguiente revisión bibliográfica, no pretendemos que el fisioterapeuta realice la función del médico radiólogo, sino que pueda tener una visión más amplia del estado anatómico estructural ya que la imagen diagnóstica da información del interior del cuerpo y esto se puede utilizar como un recurso complementario en el tratamiento fisioterapéutico, y en el seguimiento y la evolución de una patología concreta. Debido a que cada técnica de imagen está indicada para un tipo de patología, hemos hecho mención a diagnósticos y/o patologías concretas, poniendo así de manifiesto como la fisioterapia puede apoyarse en estas técnicas como una herramienta que va a complementar su práctica profesional.

Además de la ventaja señalada, el conocimiento de las diferentes técnicas nos ofrece la posibilidad de comunicar, tanto al paciente, como al equipo multidisciplinar con el que se trabaje, en su caso, el estado estructural, así como la evolución de la patología.

Palabras clave: interpretación rayos X, exposición a la radiación, tomografía computarizada, medicina nuclear ortopédica, luxación de cadera.

ABSTRACT

Imaging techniques are a tool that can benefit the daily physiotherapy practice. To do this, we must have a basic knowledge about the indications and contraindications of each technique and the side effects that they may cause, which will be related to each type of radiation.

With the following bibliographic review, we do not pretend that the physiotherapist performs the role of the radiologist, but rather he/she can have a broader view of the anatomical structure state because the diagnostic image gives information of the internal part of the body and this can be used as a resource in both, the physiotherapy treatment and evolution of a specific pathology. Due to the fact that each imaging technique is indicated for certain pathologies, we have mentioned certain diagnoses and/or diseases in order to expose that physiotherapy can be supported by the imaging techniques as a complementary tool.

In addition to the previous advantage, the knowledge of the different techniques offers the possibility of communicating, both to the patient, and to the multidisciplinary team in which, if applicable, the structural condition is worked, as well as the evolution thereof.

Key words: X ray interpretation, radiation exposure, computerized tomography, orthopedic nuclear medicine, hip dislocation.

1. INTRODUCCIÓN

La técnica en imagen de rayos X fue un descubrimiento pionero en la práctica clínica para observar el interior anatómico, al cual le han seguido el descubrimiento de otras técnicas como los ultrasonidos (US), la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) [Adam 2014]. Todas ellas nos aportan una información complementaria fundamental al campo profesional de la fisioterapia.

Para establecer una selección adecuada de las técnicas que puedan complementar a la fisioterapia, es imprescindible conocer los diferentes tipos de técnicas de imagen que existen actualmente. No obstante, cabe destacar que además del conocimiento de las diferentes técnicas es de vital importancia tener en cuenta los efectos secundarios que poseen las radiaciones sobre el organismo, y así poder realizar consecuentemente un uso racional de las mismas.

Mediante la siguiente revisión bibliográfica se pretende dar a conocer a nivel básico cada técnica expuesta, en qué consisten las técnicas de imagen, qué elementos conforman los diferentes equipos de imagen diagnóstica, así como un ejemplo de patología para cada una de las técnicas de imagen.

No es labor del fisioterapeuta el diagnóstico de la enfermedad, porque de ello ya se encargan los médicos radiólogos [Hagen et al 2016], sino conocer la aplicación y el uso de las diferentes técnicas de imagen para que le sea de utilidad, a modo de herramienta complementaria en su práctica diaria.

2. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Hoy en día, la utilización de técnicas de imagen, está siendo cada vez más comúnmente utilizada, como por ejemplo la ecografía en el campo de la fisioterapia. Esto es debido a la información que nos otorga sobre el estado anatómico estructural interno (en concreto ligamentoso, muscular y tendinoso). Por lo que, el planteamiento es identificar mediante una revisión bibliográfica (en dos fases), qué técnicas de imagen son las que pueden realizar la función de complemento al campo de la fisioterapia. Así, en la primera fase, se plasmaría un conocimiento básico de las diferentes técnicas de imagen elegidas para tal fin, según las características de la técnica, así como sus indicaciones,

contraindicaciones, efectos secundarios, etc...Y una vez elegidas dichas técnicas, en una segunda fase, planteamos cómo el fisioterapeuta podría obtener beneficio de una determinada técnica de imagen para una patología específica.

3. OBJETIVOS

- Conocer las diferentes técnicas de obtención de imagen diagnóstica.
- Usar técnicas e imágenes diagnósticas como una herramienta complementaria más para el fisioterapeuta en su práctica diaria.
- Dar a conocer al campo de la fisioterapia que mediante las técnicas de imagen se obtiene un mayor conocimiento del estado anatómico y estructural interno.
- Concretar la idoneidad de una técnica de imagen específica para una patología concreta.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología seguida para la realización de este trabajo se desarrolla mediante una revisión bibliográfica (abril 2017), basada en las bases de datos científicas Medline, Cochrane y Scholar Google. La búsqueda se realizó en dos fases diferentes tal y como hemos planteado en nuestra hipótesis de trabajo. En la primera fase, se emplearon descriptores en ciencias de la salud o palabras clave que hiciesen referencia únicamente a las técnicas de imagen y a los efectos secundarios, como: radiation exposure, x ray interpretation, computerized tomography. Mientras que para la segunda fase, se utilizaron las siguientes palabras clave: orthopedic nuclear medicine, hip dislocation, calcaneus, shoulder tendinopathy, muscle denervation MRI.

Los criterios de exclusión que se tuvieron en cuenta en la primera fase, fueron relacionados con la ausencia de relación entre una determinada patología y la técnica en sí. Además de la búsqueda de información electrónica, se ha utilizado información contenida en formato físico, como libros, para la explicación del proceso de obtención de la imagen.

Los criterios de inclusión empleados en la búsqueda se detallan en la tabla 1.

5. RESULTADOS

La información obtenida de las diferentes fuentes bibliográficas se estructura en dos bloques. En el primer bloque, se identifican los tipos de técnicas de imagen, divididas en dos apartados, ionizantes y no ionizantes, dependiendo de la radiación empleada y en el segundo bloque, se presenta un ejemplo de patología por cada técnica de imagen descrita.

BLOQUE 1: TIPOS DE TÉCNICAS:

A. RADIACIONES IONIZANTES.

La vida en nuestro planeta se ha desarrollado en un campo de radiación natural, al que se ha añadido un cierto nivel de radiación artificial. Las radiaciones ionizantes pueden causar efectos deterministas y estocásticos en los seres humanos.

Las acciones de la radiación son **directas** (interacción sobre la molécula de ácido desoxirribonucleico (ADN) sin reacciones químicas intermedias e **indirectas** (reacciones químicas con lesión bioquímica), afectando en mayor o menor medida a los diferentes tejidos celulares, esta característica de los tejidos se denomina radiosensibilidad.

Encontramos, en primer lugar los **efectos estocásticos** o **probabilistas** donde la mutación celular está originada por la acción de la radiación ionizante, son posibles a muy bajas dosis de radiación y se ponen de manifiesto a medio y largo plazo. Y en segundo lugar los **efectos deterministas**, los cuales son consecuencia de la apoptosis celular en un tejido u órgano, tienen lugar tras exposiciones a dosis relativamente altas, poniéndose de manifiesto a medio y corto plazo.

El objetivo de la protección radiológica es evitar la aparición de efectos deterministas y reducir la probabilidad de aparición de efectos estocásticos reduciendo al mínimo posible las dosis de radiación, a través del uso de medidas como la distancia, el tiempo de exposición y el blindaje de la sala de rayos. A continuación, se describen diferentes técnicas que emplean este tipo de radiación:

- IMAGEN POR RAYOS X (Rx).

Los Rx son una parte del espectro de radiación electromagnética, la cual se propaga en forma de fotones de distintas energías, que viajan a la velocidad de la luz. Situándose en el rango más energético del espectro electromagnético [del Cura et al 2010].

Las propiedades de los Rx dependen, por un lado del poder de penetración en la materia por parte del haz de Rx, en el cual parte de los fotones interactúa por dispersión o absorción, mientras que el resto atraviesan la materia en línea recta habiendo sufrido mayor o menor atenuación a su paso. Por otro lado, interacciona con la materia, donde los fotones, tras ser atenuados en mayor o menor grado, dependiendo del efecto fotoeléctrico y de la dispersión Compton (figura A1-1), inciden en un sistema detector de Rx formando una imagen radiográfica, permitiendo distinguir las estructuras anatómicas que difieren en densidad o número atómico.

Para la producción de estos fotones, se necesita del uso de un generador de alto voltaje que establezca la diferencia de potencial entre cátodo (filamento) y ánodo (tungsteno o molibdeno), encerrados en una cápsula de vidrio donde se ha hecho un intenso vacío (figura A1-2). Esta diferencia de potencial genera una aceleración de electrones que colisionan en el ánodo, produciéndose fotones de elevada energía, denominados Rx. Los fotones obtenidos dependerán de la corriente que haya en el cátodo y del tiempo de exposición. Respecto a la salida de los fotones, es importante tener en cuenta la existencia de láminas colimadoras que focalizan la radiación en el segmento de interés a radiografiar.

Una vez que los Rx emergen del cuerpo, quedan impresos en placas radiográficas y pantallas fluorescentes. Los anteriores dispositivos han sido sustituidos por sistemas de radiología digital, y las imágenes pueden ser tratadas como cualquier archivo informático. Las imágenes radiológicas se pueden interpretar en función de varios parámetros como son, la **densidad**, donde distinguimos estructuras anatómicas de menor a mayor densidad (atenuación) como el aire, la grasa, el agua, el calcio y el metal; todos los tejidos blandos y los fluidos corporales tienen la misma densidad agua, excepto la grasa y las vísceras con contenido aéreo; la **resolución en contraste**, es otro parámetro a considerar, junto con la **resolución espacial** mediante la cual distinguimos estructuras lo más pequeñas posibles.

- IMAGEN POR TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA (TC).

La TC es una de las técnicas de imagen con mayor evolución tecnológica, primero con la aparición en 1989, de la TC espiral o helicoidal y posteriormente, con la introducción, en 1998, de la TC multicorte o multidetector [del Cura et al., 2010].

Esta técnica de imagen especial implica, la medición indirecta del debilitamiento o atenuación de los Rx en numerosos puntos o posiciones alrededor del paciente explorado. La mayoría de los cortes, llamados cortes o secciones axiales o transversales, están orientados verticalmente al eje corporal. [Hofer, 2005]. Mediante la TC espiral o multidetector se evitan periodos largos de exploración, comunes en la TC convencional, esto es debido a que el tubo de Rx no está orientado enfrente de una única hilera de detectores sino a varias hileras con un tamaño considerablemente más pequeño, aumentando así, la velocidad de rotación del tubo de Rx, siendo a la vez, desplazado el paciente sobre la mesa a través del tubo de la carcasa (gantry) sin existir una interrupción del movimiento de la mesa en la obtención de la imagen. Con esta técnica se consiguen ventajas como, la reducción del tiempo empleado durante la técnica, la obtención de datos de manera completa e ininterrumpida, y cabe destacar que los artefactos y distorsiones por la respiración no afectan de forma tan acusada como en la TC convencional.

Las imágenes obtenidas se visualizan en una escala de grises que se fija mediante parámetros como la anchura de ventana y el nivel de ventana. Para visualizar tejidos blandos, pulmón o hueso en una misma imagen reconstruida se utilizan diferentes valores de los dos parámetros mencionados.

Debido a la gran cantidad de imágenes obtenidas en cada estudio y las diferentes posibilidades de reformatearlas para conseguir una mayor calidad diagnóstica, se escoge dependiendo del caso, entre las reconstrucciones bidimensionales y tridimensionales (tabla 2).

- MEDICINA NUCLEAR (MN).

La introducción del generador de tecnecio 99 (^{99m}Tc) en 1951 y la aparición de la Gammacámara de Anger en 1958, han permitido la rápida difusión de los estudios morfofuncionales en el diagnóstico por imagen. [Domènech Torné, Setoain Quinquer, 1990]

La medicina nuclear es la especialidad médica que emplea los isótopos radiactivos para la visualización, caracterización y medida de procesos biológicos. El diagnóstico basado en esta técnica se fundamenta en el análisis de la morfología y función de un determinado órgano o sistema, efectuado tras la administración de un radiofármaco con la ayuda de un equipo de detección [Domènech Torné, Setoain Quinquer, 1990].

Se denomina radiofármaco a todo compuesto radiactivo utilizado para el diagnóstico o tratamiento de una determinada patología [Domènech Torné, et al., 1980]. Según Graham 2012, se utilizarán diferentes radiofármacos dependiendo de la patología y del órgano de interés. El radiofármaco administrado al paciente emite radiación gamma (γ), que a diferencia de las radiaciones alfa y beta, produce una ionización indirecta en su paso por la materia y de mayor capacidad de penetración. La intensidad de radiación disminuye a través de la materia.

Cada fotón emitido desde el cuerpo del paciente interactuará con la Gammacámara, produciendo un impulso eléctrico a la salida del detector y generando una señal eléctrica de intensidad variable. Mediante la utilización de un colimador se eliminan los fotones provenientes de direcciones distintas a la elegida para detectar el fotón.

Una vez realizada la prueba, el paciente debe tener la precaución de o estar en contacto con personas susceptibles a la radiación, como por ejemplo mujeres embarazadas, puesto que cada compuesto posee un tiempo de actividad radiactiva, llamado periodo de semidesintegración.

B. TÉCNICAS NO IONIZANTES.

La primera de ellas, la ecografía, destaca por ser una técnica no invasiva, presentando a su vez una gran capacidad diagnóstica unida a ventajas como la ausencia de radiación ionizante. No se han confirmado efectos biológicos causados por la exposición a los ultrasonidos, no obstante, cabe mencionar la posible existencia de una producción local de calor y la cavitación del tejido en contacto con las ondas sónicas.

Por otro lado tenemos la RM, en la cual será de vital importancia tener en cuenta los riesgos existentes (tabla 3) y la correcta información al paciente sobre la posesión de cualquier tipo de

material férreo o implante, los cuales están totalmente contraindicados por el peligro que suponen para el propio paciente y posible causa de artefactos en la imagen [Weidman et al., 2015].

Hemos de tener en cuenta, según Pompeu 2001, que tanto la RM como la ecografía pueden ofrecernos información adicional del estado anatómico interno de una lesión musculoesquelética cuando la extensión y afectación de la misma no sea claras. La visualización de la estructura anatómica ayuda a dirigir y establecer el tratamiento y la planificación de la rehabilitación.

- IMAGEN POR ECOGRAFÍA.

La ecografía diagnóstica se basa en la obtención de imágenes del cuerpo humano a partir de los ultrasonidos que se reflejan en los tejidos tras incidir sobre éstos un haz de ondas de sonido. Se permite así, el estudio de tejidos del cuerpo de forma inocua y no invasiva.

Esta técnica se fundamenta por lo tanto en el sonido, el cual se trasmite a través de la materia, a diferentes velocidades, y en función del tipo de estructura con la que interacciona, este cambia de velocidad sufriendo fenómenos de refracción y reflexión (tabla 4). Cuando el sonido es reflejado por una interfase tisular indica su posición, y como resultado, el análisis mediante hardware de estas ondas de reflexión permite crear una imagen [Balius, 2007].

Las imágenes obtenidas se muestran en diferentes tonalidades de la escala de grises relativos que nos permiten discriminar las diferentes estructuras corporales; dependiendo de la cantidad de ecos del haz de sonido detectados distinguimos una imagen hiperecogénica o hipoecogénica, la primera se obtiene de una interfase rica en ecos y muy reflectante, mientras que la segunda se obtiene de una interfase tisular muy pobre en ecos y poco reflectante.

Para detectar y emitir los diferentes haces sónicos se emplea un transductor, el cual está formado por una carcasa hermética que contiene los cristales piezoeléctricos, que son los encargados por un lado, de emitir el haz sónico y por otro, de captar el haz reflejado transformándolo en señal eléctrica para generar una imagen.

- IMAGEN POR RESONANCIA MAGNÉTICA (RM).

La imagen por RM se basa en propiedades magnéticas de los núcleos del hidrógeno ^1H , el cual interacciona en el seno de un potente campo magnético externo, el del imán, y la onda de radiofrecuencia (figura B2-1).

Cuando se está fuera de un campo magnético, los tejidos no están magnetizados, cada protón tiene una orientación espacial aleatoria y sus momentos magnéticos se anulan. Los protones en los tejidos, sometidos al campo magnético del imán (B_0), se orientan con las líneas del campo magnético en sentidos opuestos, paralelo y antiparalelo. Formándose así un vector neto resultante (M_0) cuya magnitud es directamente proporcional a la intensidad de B_0 , y con su misma dirección. Simultáneamente, los protones tienen un movimiento de precesión, como el de una peonza, siendo proporcional a la intensidad de B_0 . Sometidos a un campo magnético uniforme, todos precesan con la misma frecuencia pero con distinta fase [del Cura et al., 2010].

Para que la muestra magnetizada induzca una señal sobre la bobina receptora, el vector de magnetización debe inclinarse total o parcialmente al plano transversal. Esto se consigue aplicando ondas de radiofrecuencia con la misma frecuencia de precesión que los protones, transmitidas al paciente a través de antenas de emisión. Cuando cesa el pulso de excitación sucede el fenómeno de relajación (tabla 5), que es cuando se detecta la señal para la formación de imágenes.

Las secuencias de imagen son una serie de pulsos de radiofrecuencia y gradientes, aplicados bajo el control de un ordenador para obtener la imagen. Cada una de estas secuencias proporciona un determinado contraste en la imagen (tabla 6).

BLOQUE 2: EJEMPLOS PRÁCTICOS

Teniendo en cuenta el proceso de formación de cada técnica, la indicación de la misma, así como los efectos secundarios que puedan ocasionar, detallamos el uso de cada una de ellas para determinadas patologías (tabla 7). A continuación, pasamos a relacionar las técnicas de imagen con algunas patologías específicas y el uso de aquéllas como una herramienta complementaria en el tratamiento fisioterapéutico de la patología concreta.

- **LUXACIÓN DE CADERA EN NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL (PC).**

La PC es la causa más frecuente de discapacidad motora en los niños, siendo la dislocación de la cadera una complicación dolorosa y grave que puede prevenirse con un tratamiento clínico temprano y exámenes radiológicos [Hermanson et al 2015]. Las radiografías pélvicas se realizan de forma rutinaria para evaluar la dislocación, subluxación o grado de displasia en niños. También se utiliza como técnica de evaluación post tratamiento. La evaluación consiste en la mediación del ángulo de Hilgenreiner, que mide la inclinación acetabular antes de la osificación del cartílago la cual dará lugar a la formación del borde central de Wiberg, permitiendo la medición de la cobertura de la cabeza por el acetábulo en el plano frontal [Karsten Klothh et al 2016]. Por lo que, encontramos en nuestra práctica diaria como fisioterapeutas una herramienta complementaria, en el supuesto de la realización de un yeso moldeado para la bipedestación de un niño con PC como parte del tratamiento de fisioterapia, ya que podemos contemplar en la imagen radiológica realizada con el niño contenido en dicha ortesis, si la posición del niño es la correcta para que el grado de cobertura de la cabeza femoral sea el adecuado.

Sin olvidar que no se debe hacer un uso muy frecuente de esta técnica debido a lo perjudicial de la exposición a la radiación.

- **FRACTURA DE CALCÁNEO INTRAARTICULAR.**

El calcáneo es responsable de soportar la carga axial del peso del cuerpo. Debido a estas características sus fracturas (figura 2-Bloque 2) representan un 60% tras una caída a cierta altura, en la que las cargas axiales exceden su capacidad de soporte [Badillo et al., 2011].

La visión que ofrece una radiografía convencional de la lesión es limitada, por ello la TC es la técnica de elección, porque permite una visualización precisa de las líneas de fractura y del desplazamiento de fragmentos para un tratamiento adecuado (figura 3-Bloque 2).

La anatomía normal del calcáneo no fracturado es compleja debido a que la articulación talar y cuboidea poseen una cinemática compleja de movimiento durante la marcha, por lo tanto la reconstrucción de calcáneo con la TC es esencial, proporcionándonos información sobre las líneas de fractura que involucran las facetas articulares anteriores y principales del calcáneo [Bica Florin, 2014].

Por todo ello, la técnica de imagen sirve de herramienta complementaria a la fisioterapia para comprobar que existe una correcta restauración del calcáneo tras una fractura y asegurar así la función normal de la marcha.

- **CONSOLIDACIÓN ÓSEA.**

Para tratar los trastornos de consolidación ósea, es imprescindible conocer el proceso que se da de manera natural, el cual es importante para valorar de manera adecuada la evolución del paciente [Petrell Mazzini, 2009].

Cuando la consolidación no se da en el tiempo esperado, ya sea por factores mecánicos, bioquímicos o ausencia de tejido neural se habla de retardo de ésta, mientras que si no se produce la consolidación completa por fracaso de la osteogénesis, estaremos hablando de pseudoartrosis (figura 4-Bloque 2).

La MN ha adquirido importancia en el diagnóstico y seguimiento de patologías esqueléticas, permitiendo la rápida detección de enfermedades y lesiones [Elgazzar 2004]. Por lo que se puede recurrir a esta técnica de imagen cuando la recuperación física de un paciente con una lesión ósea no evolucione favorablemente de acuerdo a los parámetros normales.

- **CALCIFICACIÓN EN EL MÚSCULO SUPRAESPINOSO.**

La tendinopatía cálcica del hombro es un trastorno común. Esto es debido a la acumulación de cristales de hidroxapatita cálcica dentro de los tendones [Becciolini, 2016].

Es importante realizar una revisión de la imagen ecográfica del tendón calcificado y de la musculatura perteneciente al tendón en cuestión, para comprobar que no exista migración del depósito de calcio al músculo (figura 5-Bloque 2). Esta comprobación, podemos llevarla a cabo apoyándonos en la ecografía como técnica de imagen, lo que nos serviría de ayuda para el conocimiento de la imagen interna de la estructura lesionada así como de las estructuras adyacentes involucradas.

- **DENERVACIÓN MUSCULAR.**

Puede ser el resultado de causas como un traumatismo, neoplasia, neuropatías, infecciones, procesos autoinmunes o vasculitis. La RM tiene ciertas ventajas respecto a la electromiografía ofreciendo una imagen de la denervación muscular y una determinación de la etiología tendinosa [Kamath 2008]. Siendo de gran utilidad en la consulta de fisioterapia ante una sintomatología neural dolorosa, la cual mediante la visualización de la imagen nos ofrece una representación del tejido afectado.

6. DISCUSIÓN

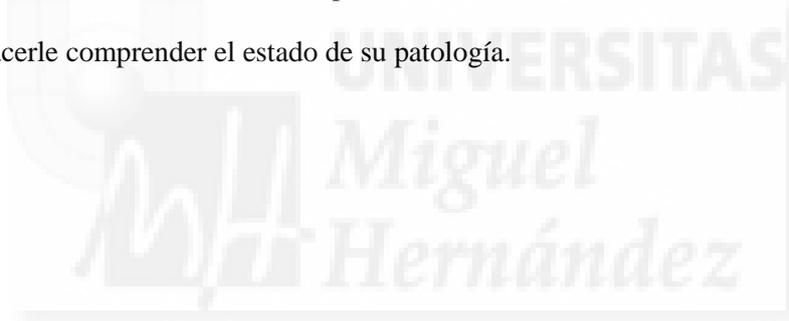
La revisión bibliográfica consultada, muestra que las diferentes técnicas de imagen, son utilizadas en función de la patología de interés, es decir, que las diferentes estructuras anatómicas internas son visualizadas con mayor resolución en técnicas de imagen diagnóstica concretas. Esto significa, que un tipo determinado de estructura anatómica es representado con mayor precisión en un tipo imagen diagnóstica, y no en todos los tipos de imágenes obtenidas por las diferentes técnicas diagnósticas.

El empleo de los diferentes tipos de técnicas no exime de efectos secundarios, encontrando los más graves en las radiaciones ionizantes, estos efectos biológicos que puedan ocasionarse dependen de la cantidad de dosis recibida, la distancia y el tiempo de exposición a la radiación. Es importante, por parte de los fisioterapeutas, conocer las precauciones a tener en cuenta en las diferentes técnicas de imagen, ya que existen contraindicaciones frente a la exposición radiológica que cualquier profesional sanitario debería conocer. En cuanto a las radiaciones no ionizantes, estas no poseen efectos biológicos, no obstante, presentan determinados fenómenos a nivel local, como puede ser una ligera hipertermia, la cual a diferencia de las ionizantes, no provoca cambios a nivel celular.

Las diferentes patologías expuestas, demuestran la capacidad de resolución de cada una de las técnicas, siendo las patologías de tipo óseo susceptibles de ser representadas en la imagen obtenida mediante radiación ionizante, mientras que las patologías de tejido blando es detectada a través de RM y de ecografía.

7. CONCLUSIÓN

A modo de conclusión, el conocimiento de los diferentes tipos de técnicas de imagen diagnóstica de los cuales disponemos para obtener una visión anatómica interna, junto a la aplicación y posibles efectos secundarios de éstas, otorgan al fisioterapeuta una herramienta complementaria en la práctica diaria, ya que nos enseñan una perspectiva visual diferente a la habitual, la cual es la visión interna del estado de la lesión anatómica. De este modo podremos comunicarnos de manera más específica con el paciente, y así hacerle comprender el estado de su patología.



8. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS

FUENTE	PALABRA CLAVE	FÓRMULA	FILTROS	RESULTADOS		CRITERIOS DE SELECCIÓN
				TOTALES	SELECCIONADOS	
PubMed	Nuclear medicine	History AND diagnostic imaging.	10 años Humanos	29	1	-Técnica sin patología asociada.
	Radiation exposure.	Diagnostic imaging OR radiation effects OR radiotherapy.	10 años Humanos	420	2	-Sin especificación sobre ninguna patología.
	Hip dislocation	Diagnostic imaging	10 años Humanos Infantes (nacimiento-23 meses).	33	3	-Rayos X
	Calcaneus	Diagnostic imaging OR diagnosis.	10 años Humanos Inglés y español Adulto: + 19 años.	486	3	-Fractura en calcáneo. -Técnica de TC.
	Shoulder tendinopathy.	Shoulder tendinopathy.AND Diagnostic imaging	10 años Humanos	639	1	-Sólo en músculo supraespinoso. -Con técnica de ultrasonidos.
Cochrane	X ray interpretation			66	1	-Sin relación de la técnica con una determinada patología.
	Computerized tomography			500	1	-Sin relación de la técnica con una determinada patología.
Scholar Google	Orthopedic nuclear medicine		-Por relevancia -Año 2004-2017 -Inglés y español Pseudoartrosis.	359	1	-Fractura ósea sin infección ni otro tipo de patologías.
	Muscle denervation MRI		-Por relevancia -Año 2008-2017. -Inglés y español	410	2	-Calcificación en músculo supraespinoso. -Técnica de RM.

Tabla 1 Criterios selección búsqueda bibliográfica.

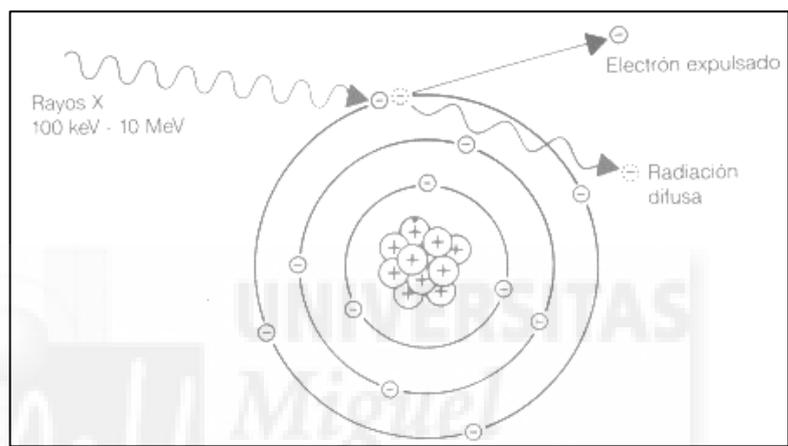
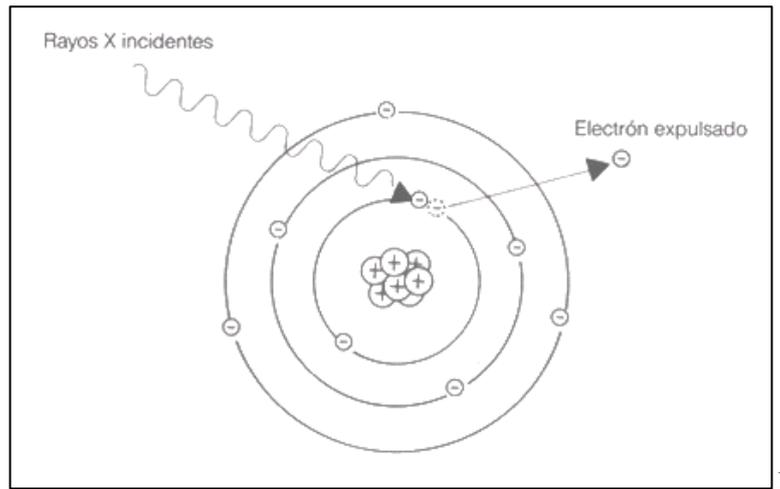


Figura A1-1. Efecto fotoeléctrico 1 y dispersión de Compton 2 (del Cura et al., 2010).

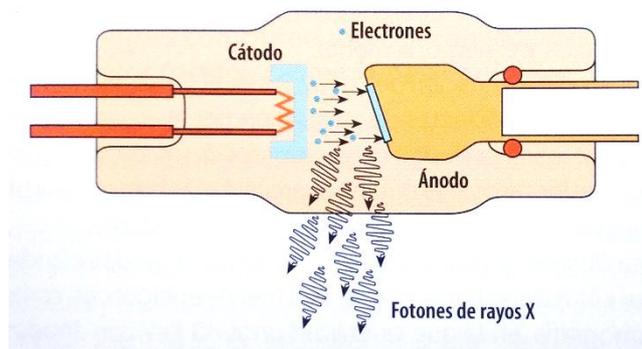


Figura A1-2. Esquema del tubo de Rx (del Cura et al., 2010).

Reconstrucciones bidimensionales	Representaciones multiplanares y curvas	Análisis de algunos vasos.
Reconstrucciones tridimensionales	Representación de superficie sombreada	Fracturas y subluxaciones.
	Proyección de máxima intensidad (MIP)	Estructuras óseas y arterias.
	Proyección de mínima intensidad (MinIP)	Estructuras de baja atenuación, como árbol traqueobronquial, vía biliar o el conducto pancreático.
	Representación volumétrica (Volume rendering)	Estudios angiográficos, valoración de estructuras óseas, árbol bronquial, tumores pancreáticos, etc.
	Endoscopia virtual	Técnica virtual que simula una visión endoscópica.

Tabla 2 Procesado y almacenamiento de las imágenes (del Cura et al., 2010).

EFECTOS	ALTERACIONES
Biológicos derivados de campos magnéticos estáticos	<ul style="list-style-type: none"> -Ligero aumento de la tensión arterial. -No sufre aumento de temperatura. -En campos magnéticos superiores a 24 teslas se ha observado disminución en la velocidad del impulso nervioso. -No alteración en la reproducción celular. -En campos magnéticos superiores a 4 teslas el paciente puede tener sensaciones de destello producidas por excitación del nervio óptico.
Biológicos derivados de la radiofrecuencia	-Depósito calórico.
Derivados de los campos magnéticos variables	-Efecto térmico.

Tabla 3 Principales riesgos potenciales en las exploraciones con RM (del Cura et al., 2010).

MECANISMOS	
Reflexión	El haz de ultrasonidos incide en una interfase entre dos tejidos con diferente impedancia acústica, parte de la energía de onda se refleja y el resto se transmite.
Refracción	El haz de ultrasonidos incidente no es perpendicular a una interfase entonces ocurre un cambio en la dirección del haz transmitido. Provoca un cambio de registro en la señal y puede ser causa de artefactos.
Dispersión	Cambio de dirección del sonido en múltiples direcciones al incidir en los tejidos que encuentra durante su propagación.
Absorción	Debida a la conversión del ultrasonido en energía térmica. Es directamente proporcional a la frecuencia. En este fenómeno se basa el empleo terapéutico.

Tabla 4 Mecanismos atenuación del haz de ultrasonidos (del Cura et al., 2010).

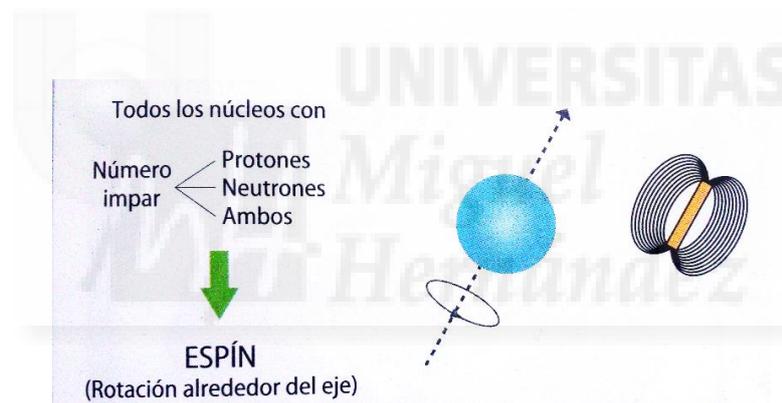


Figura B2-1 Todos los núcleos que tienen un número impar de protones, de neutrones o de ambos, poseen un movimiento alrededor de su eje, denominado espín. El ^1H cumple esta condición. Además, toda carga que gira sobre sí misma se comporta como un imán o dipolo magnético. El vector, denominado momento magnético, define la dirección y la fuerza del imán (del Cura et al., 2010).

	T1	T2	Señal T1	Señal T2
Agua	Largo	Largo	Hipoecoico	Hiperecoico
Grasa	Corto	Corto	Hiperecoico	Hipoecoico
Tejido patológico	Corto	Largo	Hipoecoico	Hiperecoico

Tabla 5 Características de la señal de diferentes tejidos en RM (del Cura et al., 2010).

FAMILIAS DE SECUENCIAS	MODALIDADES
Secuencias eco de espín o spin-echo (SE)	<i>Turbo o Fast SE (TSE/FSE):</i> cráneo, columna, abdomen, pelvis y músculo-esqueleto.
	<i>TSE Single shot (TSE-SS):</i> muy útil en líquidos (colangiografía, urografía).
	<i>HASTE:</i> en pacientes no colaboradores y estudios fetales.
Secuencia de inversión recuperación (IR)	<i>STIR (Short Time Inversion Recovery):</i> estudios músculo-esqueleto.
	<i>FLAIR (Fluid Attenuated Inversion Recovery):</i> cráneo y lesiones medulares ya que anula la señal de los líquidos.
Secuencia eco de gradiente (EG)	Lesiones hemorrágicas.
Secuencia ecoplanar (EPI)	Adquisición de imágenes rápidamente.
Secuencia Grase	Es una secuencia rápida híbrida, entre TSE y EPI.

Tabla 6 Familias y modalidades de secuencias en RM (del Cura et al., 2010).

TÉCNICA	APLICACIÓN CLÍNICA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Radiología simple (Rx)	<ul style="list-style-type: none"> -Antecedentes de traumatismo. -Sospecha de infección. -Tumores óseos y de partes blandas. -Evaluación articular. -Seguimiento de la respuesta al tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> -Amplia disponibilidad, económica y de fácil realización. -Aceptable como técnica de detección -Información diagnóstica en la mayoría de las alteraciones óseas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Retraso en el diagnóstico, no son capaces de evidenciar una lesión osteolítica de forma precoz. -Limitación estudio partes blandas. -Baja dosis de radiación.
TC	<ul style="list-style-type: none"> -Complementa a la RM en la clasificación de tumores óseos. -Evaluación de traumatismos de columna, pelvis y extremidades. -Método de elección para punciones percutáneas radioguiadas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Evaluación superior a las demás técnicas de imagen en anomalías óseas y calcificaciones. -Coste inferior a la RM. 	<ul style="list-style-type: none"> -Dosis elevada de radiación.
MN	<ul style="list-style-type: none"> -Seguimiento de pacientes oncológicos con riesgo de metástasis óseas. -Evaluación de la enfermedad osteoarticular. -Detección de seudofracturas, fracturas ocultas y fracturas por estrés. -edicina deportiva. 	<ul style="list-style-type: none"> -Gran disponibilidad, bajo coste y dosis inferior a la radiología simple. -Diagnósticos precoces de elevada sensibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> -Baja especificidad. -Baja sensibilidad en patologías que no produzcan alteraciones osteoclásticas.
ECOGRAFÍA	<ul style="list-style-type: none"> -Evaluación articular, de partes blandas y guía de procedimientos intervencionistas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Económica, inocua, ampliamente disponible y rápida. -Estudios dinámicos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Técnica operador-dependiente que requiere gran experiencia. -No evalúa estructura ósea interna, sólo cortical.
RM	<ul style="list-style-type: none"> -Evaluación de enfermedades osteoarticulares y de partes blandas. -Clasificación de tumores. -Detección precoz de osteonecrosis. -Estudio de la médula ósea. 	<ul style="list-style-type: none"> -Método de elección para el estudio de músculos, tendones, ligamentos, sobretodo estructuras intraarticulares. -Buena resolución espacial. -Medios de contraste órgano-específicos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Exámenes prolongados, elevado coste y baja disponibilidad. -Claustrofobia del paciente. -Ruido acústico.

Tabla 7 Aplicaciones, ventajas y desventajas en las diferentes técnicas de imagen diagnóstica (del Cura et al., 2010).

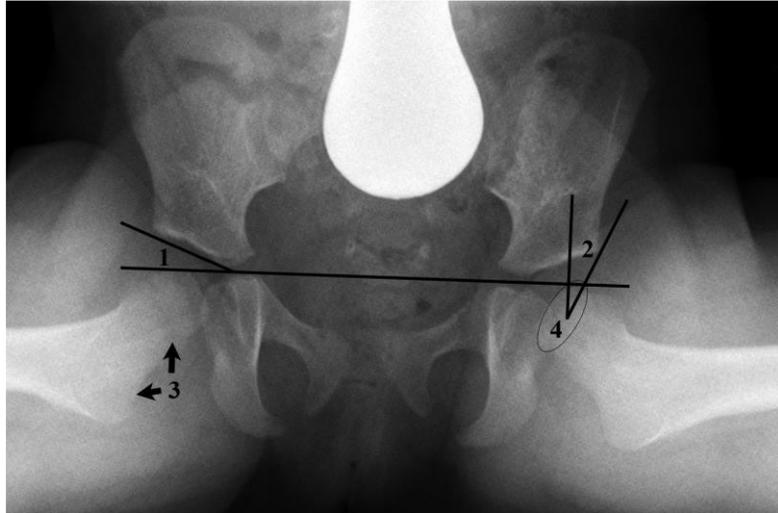


Figura 1 Radiografía pélvica mostrando ángulos de medición (Kloth et al., 2015).

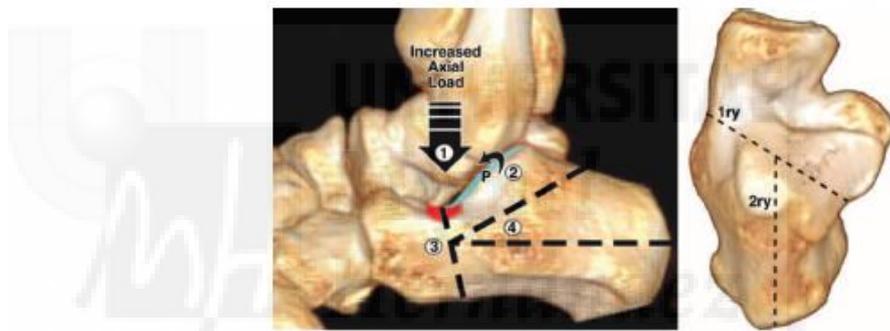


Figura 2-Bloque 2 Mecanismo básico de fractura (Badillo et al., 2011).

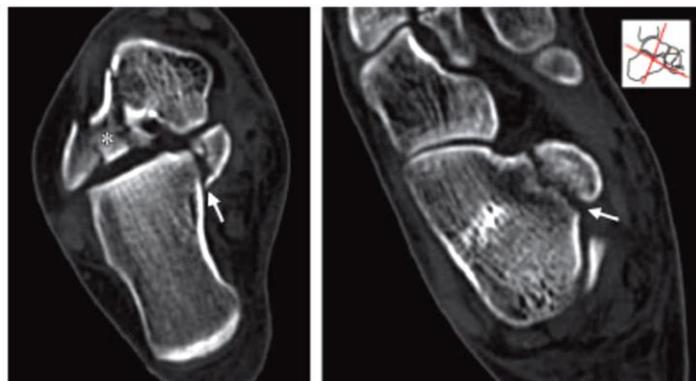


Figura 3-Bloque 2. Corte axial fractura tipo II de Sanders (Badillo et al., 2011).

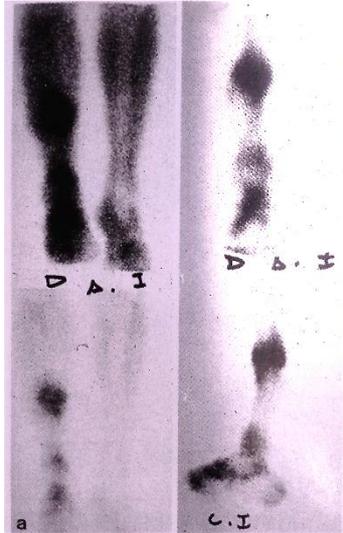


Figura 4-Bloque 2 Paciente con fractura de tibia derecha de año y medio de evolución. A la izquierda imagen activa en tercio inferior. A la derecha imagen hipercaptante en la zona de fractura, donde se observa zona hipoactiva entre los dos extremos de fractura, indicando formación de pseudoartrosis. (Domènech Torné, Setoain Quinquer, 1990)

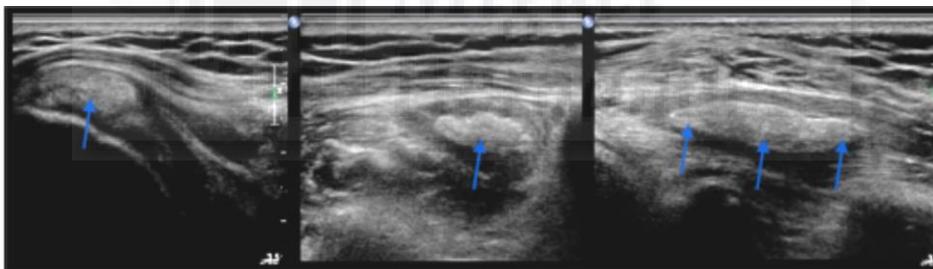


Figura 5-Bloque 2 Calcificación músculo supraespinoso (Becciolini, 2016)

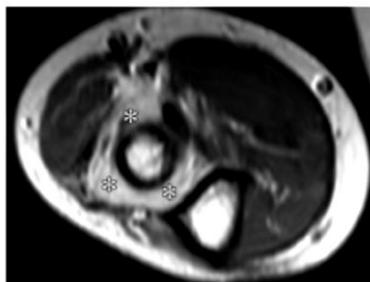


Figura 6-Bloque 2 Síndrome del nervio interóseo posterior (Kim et al., 2011).

9. BIBLIOGRAFÍA.

- Adam G, Radiology: Technology for People 2014. Fortschr Röntgenstr; 186: 748-750.
- Hagen G, Bronn R, Hol PK, Neple BL, Lauritzen PM, Brogger HM, Parimalasingham LH, Ronsen T. Descriptive radiologists is not the solution. Mottat forste revisjon innsendt 2016; 136.
- del Cura JL, Pedraza S, Gayete A. Radiología esencial. Tomo 1. 1ª ed. Madrid. Panamericana;2010. p 3-33.
- Matthias Hofer, MD. Manual Práctico de TC. Introducción a la TC. 4ª ed. Madrid. Panamericana; 2005. p 6.
- Doménech-Torné FM, Setoain Quinquer J. Imágenes en medicina nuclear diagnóstico morfológico y funcional. Madrid. Idepsa; 1990. p 1-17.
- Doménech-Torné FM, Setoain Quinquer J, Galofré P, Cedó J, García-Alonso MC, Herranz R, et al. Aplicaciones diagnósticas de los isótopos radiactivos, Monografías médicas medicina nuclear. Barcelona. Científico-Médica; 1980. p 5.
- Graham M. Clinical Molecular Imaging with radiotracers: Current Status. Medical Principles and Practice 2012; 21: 197-208.
- Weidman EK, Dean K E, Rivera W, Loftus ML, Stokes TW, Min RJ. MRI safety A report of Current Practice and Advancements in Patient Preparation and Screening, Journal of Clinical Imaging 2015; 10: 1016.
- Balius R, Sala X, Álvarez G, Jiménez F. Ecografía musculoesquelética. Badalona. Paidotribo; 2007. p 15-17.
- Pompeu Dias E, Marchiori E, Coutinho AC, Cortes Domingues R. Avaliação por ressonância magnética das injúrias musculares traumáticas. Radiol Bras 2001; 34 (6): 327-331.
- Hermanson M, Hägglund G, Rodby-Bousquet E, Wagner P. Prediction of hipo displacement in children with cerebral palsy. Development of the Crup Hip Score. The bone & joint journal 2015; 97-B:1441-4.
- Craven A, Pym A, Boyd R N. Reliability of Radiologic Measures of Hip Displacement in a Cohort of Preschool-aged Children With Cerebral Palsy. J Pediatr Orthop 2014; 34: 597-602.
- Karsten Kloth J, Neumann R, von Stillfried E, Stiller W, Burkholder I, Kauczor HU, Ewerbeck V,

- Weber MA. Quality-controlled dose-reduction of pelvic X-ray examinations in infants with hip displasia. *European Journal of Radiology* 2016; 85:233-238.
- Badillo K, Pacheco JA, Padua SO, Gomez AA, Colon E, Vidal JA. Multidetector CT Evaluation of Calcaneal Fractures. *Radiographics* 2011; 31:81-92.
 - Bica Florin MD. The role of computed tomography in the diagnosis and treatment of calcaneal fractures. *Journal of Medicine and Life* volume 7 2014; Special Issue 3: 99-102.
 - Vikram D, Stephens TJ, Kindl R, Ang A, Tay WH, Asaid R, McCullough K. Calcaneotlar Ratio: A New Concept in the Esttimation of the Length of the Calcaneus. *The Journal of Foot & Ankle Surgery* 2014; 1-3.
 - Pretrell Mazzini JA, Ruiz Seba C, Rodríguez Martín J. Trastornos de la consolidación: Retardo y pseudoartrosis. *Rev Med Hered* 2009; 20:31-39.
 - Elgazzar AH. *Orthopedic Nuclear Medicine* [Internet] New York.: Springer; 2004 [actualizado 27 jun 2011; citado 20 abr 2017]. Disponible en:
<https://books.google.es/books?id=WIRHBAAAQBAJ&lpg=PP1&hl=es&pg=PP4#v=onepage&q&f=false>
 - Becciolini M, Bonacchi G, Galletti S. Intramuscular migration of calcific tendinopathy in the rotator cuff: ultrasound appearance and a review of the literatura. *Società Italiana di Ultrasonologia in Medicina e Biologia* 2016; 10.1007.
 - Kamath S, Venkatanarasimha N, Walsh MA. MRI appearance of muscle denervation. *Skeletal Radiol* 2008; 37:397-404.
 - Kim SJ, Hong SH, Jun WS, Choi JY, Myung JS, Jacobson JA, Lee JW, Choi JA, Kang HS. MR Imaging Mapping of Skeletal Muscle Denervation in Entrapment and Compressive Neuropathies. *RadioGraphics* 2011; 31:319-332.