

**DOI:** 10.26820/reciamuc/8.(3).sep.2024.113-122

**URL:** <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1477>

**EDITORIAL:** Saberes del Conocimiento

**REVISTA:** RECIAMUC

**ISSN:** 2588-0748

**TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Artículo de revisión

**CÓDIGO UNESCO:** 32 Ciencias Médicas

**PAGINAS:** 113-122



## Resonancia magnética en traumatología: aplicaciones y avances en el diagnóstico de lesiones

Magnetic resonance imaging in traumatology: applications and advances in the diagnosis of injuries

A ressonância magnética em traumatologia: aplicações e avanços no diagnóstico das lesões

**Juan Fernando Terán Abad<sup>1</sup>; Jersson Steve López Gudiño<sup>2</sup>; Karen Dayanara Triviño Muso<sup>3</sup>; Manuel Fernando Méndez Alarcón<sup>4</sup>**

**RECIBIDO:** 20/04/2024 **ACEPTADO:** 15/08/2024 **PUBLICADO:** 29/11/2024

1. Médico; Medico Residente en el Hospital Gineco Obstétrico Pediátrico de Nueva Aurora; Quito, Ecuador; Dnmontenegrosalas@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0001-1848-3691>
2. Médico Cirujano; Investigador Independiente; Guayaquil, Ecuador; jerssonlopez.sl@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0001-5666-3140>
3. Médica; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; dayanaramuso1993001@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8077-6789>
4. Médico; Consultorio Privado; Guayaquil, Ecuador; fer\_m14@outlook.com; <https://orcid.org/0009-0003-8660-3098>

### CORRESPONDENCIA

Juan Fernando Terán Abad  
Dnmontenegrosalas@gmail.com

**Quito, Ecuador**

## RESUMEN

La resonancia magnética (RM) ha revolucionado el diagnóstico en traumatología, ofreciendo un método avanzado para evaluar lesiones. Su capacidad para proporcionar imágenes detalladas de tejidos blandos la convierte en una herramienta inestimable, especialmente en el campo de la medicina deportiva y la ortopedia. Para llevar a cabo esta revisión bibliográfica, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas como PubMed, Scopus y SciELO, utilizando términos clave como "resonancia magnética", "traumatología", "lesiones", "diagnóstico" y combinaciones de estos. Se establecieron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los estudios relevantes, considerando el tipo de estudio (artículos originales, revisiones sistemáticas), el idioma (español e inglés), el año de publicación (últimos 20 años) y la pertinencia con el tema central. La resonancia magnética se ha convertido en una herramienta indispensable en el diagnóstico de lesiones traumáticas, ofreciendo una información detallada y precisa que permite a los médicos tomar decisiones terapéuticas más acertadas y optimizar los resultados para los pacientes. Los futuros desarrollos en esta tecnología prometen una mayor precisión y rapidez en el diagnóstico, así como la posibilidad de evaluar la respuesta al tratamiento de manera no invasiva.

**Palabras clave:** Resonancia magnética, Traumatología, Lesiones, Diagnóstico.

## ABSTRACT

Magnetic Resonance Imaging (MRI) has revolutionized the diagnosis in traumatology, offering an advanced method to assess injuries. Its ability to provide detailed images of soft tissues makes it an invaluable tool, especially in the field of sports medicine and orthopedics. To conduct this literature review, an exhaustive search was carried out in scientific databases such as PubMed, Scopus, and SciELO, using keywords such as "magnetic resonance imaging," "traumatology," "injuries," "diagnosis," and combinations thereof. Inclusion and exclusion criteria were established to select relevant studies, considering the study type (original articles, systematic reviews), language (Spanish and English), year of publication (last 20 years), and relevance to the central topic. Magnetic resonance imaging has become an indispensable tool in the diagnosis of traumatic injuries, providing detailed and accurate information that allows physicians to make more informed therapeutic decisions and optimize outcomes for patients. Future developments in this technology promise greater accuracy and speed in diagnosis, as well as the ability to assess the response to treatment in a non-invasive manner.

**Keywords:** Magnetic resonance Imaging, Traumatology, Injuries, Diagnosis.

## RESUMO

A Ressonância Magnética (RM) revolucionou o diagnóstico em traumatologia, oferecendo um método avançado de avaliação de lesões. A sua capacidade de fornecer imagens detalhadas dos tecidos moles torna-a uma ferramenta inestimável, especialmente no campo da medicina desportiva e da ortopedia. Para realizar esta revisão da literatura, foi efectuada uma pesquisa exaustiva em bases de dados científicas como PubMed, Scopus e SciELO, utilizando palavras-chave como "ressonância magnética", "traumatologia", "lesões", "diagnóstico" e combinações das mesmas. Foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão para selecionar estudos relevantes, considerando o tipo de estudo (artigos originais, revisões sistemáticas), idioma (espanhol e inglês), ano de publicação (últimos 20 anos) e relevância para o tema central. A ressonância magnética tornou-se uma ferramenta indispensável no diagnóstico de lesões traumáticas, fornecendo informações detalhadas e precisas que permitem aos médicos tomar decisões terapêuticas mais informadas e otimizar os resultados para os pacientes. Os futuros desenvolvimentos desta tecnologia prometem uma maior precisão e rapidez no diagnóstico, bem como a capacidade de avaliar a resposta ao tratamento de uma forma não invasiva.

**Palavras-chave:** Ressonância magnética, Traumatologia, Lesões, Diagnóstico.

## **Introducción**

La traumatología es la rama de la medicina legal que tiene por objeto el estudio de los estados patológicos producidos en el cuerpo humano por efecto de la violencia ejercida sobre el mismo. El estado patológico casi siempre se traduce, anatómicamente, en un daño de la integridad corporal, ya sea en forma inmediata o mediata. Lesiones son todas las alteraciones de tipo anatómicas, funcionales o psíquicas provocadas por la acción de un agente vulnerante o externo como también se le nombra, externos que las producen (1).

Las afecciones musculoesqueléticas pueden ser transitorias o crónicas y afectar a los pacientes desde la adolescencia hasta la vejez. "Los contribuyentes de la carga musculoesquelética incluyen dolor lumbar, fracturas, osteoartritis, dolor de cuello, amputaciones, artritis reumatoide y otras lesiones". Las afecciones musculoesqueléticas representan el 16% de todos los años vividos con discapacidad, siendo el factor que más contribuye a la carga global de discapacidad. Entre el 20 y el 33% de las personas en todo el mundo viven con la carga de una afección musculoesquelética; sin embargo, si bien hay evidencia que demuestra una carga significativa de afecciones musculoesqueléticas, existe la creencia generalizada de que la carga y el dolor se subestiman a nivel mundial (2).

Desde la invención de los Rayos X, el uso de la imagen para complementar el diagnóstico clínico de múltiples patologías no ha hecho más que progresar y cobrar importancia. Un hito histórico en la medicina moderna fue la implementación de la tecnología TAC y RMN en la práctica médica habitual. Conforme se iba adquiriendo conocimiento y destreza en la interpretación de estas técnicas, nuevas inquietudes iban surgiendo sobre cómo mejorar y ganar precisión en la representación espacial de nuestra anatomía. La impresión en tres dimensiones (3D) incluye un grupo de tecno-

logías por medio de las cuales es posible generar objetos tridimensionales a partir de información binaria. Se trata de uno de los avances tecnológicos más significativos de la era moderna al que el desarrollo actual otorga un acceso industrial y masivo. La práctica de la ortopedia y traumatología también ha sido alcanzada por esta revolucionaria herramienta. La posibilidad de replicar la anatomía en forma tridimensional en dispositivos electrónicos y poder imprimirlos otorga una posibilidad enorme para comprender las lesiones a tratar y planificar los procedimientos a llevar a cabo (3).

La resonancia magnética, abreviada como RM, es una tecnología revolucionaria en el campo de la medicina; ha transformado radicalmente la manera en que los profesionales de la salud diagnostican y comprenden las complejidades del cuerpo humano. Desde sus modestos comienzos en la física cuántica y la resonancia magnética nuclear en el siglo XX, la resonancia magnética se ha convertido en una herramienta esencial que permite obtener imágenes detalladas del interior del cuerpo, sin necesidad de cirugía invasiva ni radiación ionizante. La resonancia magnética tiene importantes y novedosas aplicaciones en la medicina moderna, así como un papel relevante en el campo de la investigación médica. La RM emplea campos magnéticos y pulsos de radiofrecuencia para proporcionar una visión sin precedentes de los tejidos y órganos del cuerpo, lo que resulta fundamental para el diagnóstico temprano de enfermedades, la planificación de tratamientos y el seguimiento de la evolución de diversas patologías (4).

## **Metodología**

Para llevar a cabo esta revisión bibliográfica, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas como PubMed, Scopus y SciELO, utilizando términos clave como "resonancia magnética", "traumatología", "lesiones", "diagnóstico" y combinaciones de estos. Se establecieron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los

estudios relevantes, considerando el tipo de estudio (artículos originales, revisiones sistemáticas), el idioma (español e inglés), el año de publicación (últimos 20 años) y la pertinencia con el tema central. Los artículos seleccionados fueron analizados en profundidad, extrayendo información sobre los diferentes tipos de lesiones evaluadas mediante resonancia magnética, las se-

cuencias y técnicas utilizadas, así como los avances tecnológicos y las aplicaciones clínicas más recientes.

## Resultados

### Clasificación fracturas. Principios generales

#### 1. Según la energía disipada en el traumatismo



**Figura 1.** Fracturas por estrés y por fatiga (izquierda)

**Fuente:** García Vera & Gómez Palomo (5).

- **Fractura de alta energía:** Se refiere a la gran energía cinética del traumatismo que se va a transmitir una a la extremidad y por ende al hueso, por lo que nos vamos a encontrar con importantes lesiones del hueso y de las partes blandas.

- **Fractura de baja energía:** No se necesita un gran traumatismo para producirla. Dos ejemplos:

- Fracturas por estrés o por fatiga:** Son las resultantes de aplicar una fuerza de poca intensidad y repetidamente ocíclicamente sobre un hueso normal o patológico (por ejemplo, la fractura del recluta o por estrés del

2º metatarsiano que recibe también el nombre de fractura de Deütschlander (figura 1).

- Fracturas patológicas o por insuficiencia:** Son las que se producen sobre un hueso anormalmente débil por una enfermedad constitucional o adquirida, sin que requiera una fuerza anormal para producirla (5).

#### 2. Según la extensión del trazo



**Figura 2.** Fracturas patológicas o por insuficiencia

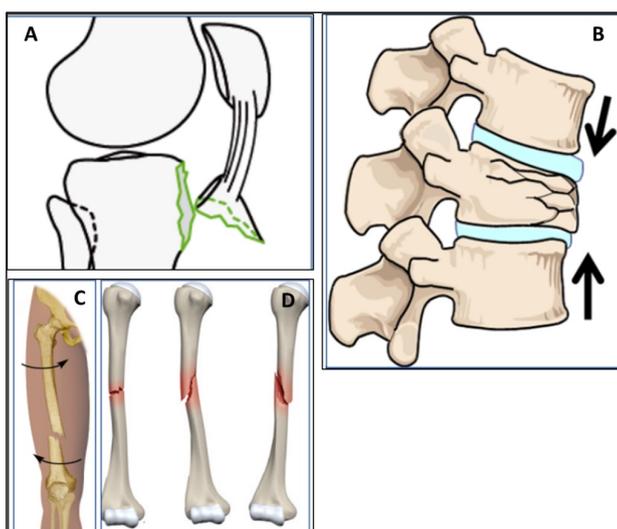
**Fuente:** García Vera & Gómez Palomo (5).

- **Fractura completa:** Es aquella en la que el trazo afecta a todo el espesor del hueso y periostio.
- **Fractura incompleta:** Es aquella en la que el trazo no afecta a todo el espesor del hueso (Figura 2).
  - a. **Fisuras:** afecta a parte del espesor.
  - b. **Fracturas en tallo verde:** típica en los niños, suceden por flexión en huesos

flexibles. Hay solución de continuidad en la superficie de tensión, pero no progresa en la de compresión.

- c. **Fracturas en rodete:** típica de los niños en las zonas de unión metafisario-diafisarias. El hueso cortical metafisario es insuflado por compresión del eje vertical (5).

### 3. Según el mecanismo de producción



**Figura 3.** Fracturas por tensión o tracción (A). Fracturas por compresión (B). Fracturas por torsión (C). Fracturas por flexión (D)

**Fuente:** García Vera & Gómez Palomo (5).

- **Fracturas por mecanismo directo:** Son las producidas en el lugar del impacto de la fuerza responsable, pueden ser multifragmentarias.
- **Fracturas por mecanismo indirecto:** Se producen a distancia del lugar del traumatismo. Las podemos clasificar de la siguiente forma:
  - a. **Fracturas por tensión o tracción:** debidas a dos fuerzas que actúan en la misma dirección, pero en sentido opuesto, divergentes desde el hueso. Ejemplos: arrancamientos maleolares, avulsión tuberosidad tibial anterior.
  - b. **Fracturas por compresión:** debidas a dos fuerzas que actúan en la misma dirección, pero en sentido opuesto, convergentes hacia el hueso. Suelen ocurrir en hueso esponjoso como el cuerpo vertebral, el hundimiento de meseta tibial, etc. Cuando sucede en un hueso diafisario, el trazo de fractura suele ser oblicuo.
  - c. **Fracturas por torsión:** Debidas a una fuerza que ocasiona un movimiento de rotación del hueso sobre su eje. El trazo suele ser espiroideo.
  - d. **Fracturas por flexión:** Debidas a dos fuerzas de direcciones paralelas que actúan en el mismo sentido, pero cada una en un extremo del hueso. El trazo suele ser trasverso o ligeramente oblicuo y puede existir un tercer fragmento en ala de mariposa.
  - e. **Fracturas por cizallamiento:** Son debidas a dos fuerzas paralelas en sentido opuesto, convergentes hacia el hueso. El trazo suele ser transversal (5).

#### 4. Según la lesión tisular

- **Fracturas cerradas:** No existe comunicación del foco de fractura con el exterior. Pueden a su vez clasificarse según la intensidad de la lesión de las

partes blandas asociada mediante la clasificación de Tscherny y Oestern y también la clasificación de la AO.

- **Fracturas abiertas:** Existe una solución de continuidad en la piel que comunica el foco de fractura con el exterior. La clasificación más usada es la de Gustilo y Anderson distingue tres tipos (5).

#### 5. Según la localización

En los huesos largos distinguimos fracturas diafisarias, metafisarias y epifisarias. Aquellas fracturas en las que el trazo afecta o se extiende hasta la superficie articular se denominan fracturas articulares. En los que están en crecimiento, además, puede haber fracturas fisarias o epifisiolisis, donde la clasificación de Salter y Harris es la más extendida y se distinguen 6 tipos de fracturas:

- **Tipo I:** Consiste en una separación completa epifisometafisaria, pero sin fractura ósea.
- **Tipo II:** Es el tipo más común de lesión fisaria. En ella el trazo de fractura se extiende a lo largo de la placa epifisaria para luego discurrir hacia la metáfisis originando un fragmento metafisario triangular.
- **Tipo III:** El trazo de fractura discurre desde la superficie articular a la placa de crecimiento para luego avanzar a lo largo de las misma hasta la periferia.
- **Tipo IV:** El trazo se extiende desde la superficie articular a través de la epífisis, cruza todo el espesor de la placa fisaria y una porción metafisaria, para acabar finalmente en esta zona.
- **Tipo V:** Es consecuencia de una fuerza de compresión que produce un aplastamiento de la fisis.
- **Tipo VI:** Es una lesión del anillo pericondral de la placa de crecimiento descrito por Rang (5).

## 6. Según la estabilidad de la fractura

- **Fracturas estables:** No tienen tendencia a desplazarse una vez se consigue una reducción adecuada. Por lo general son fracturas simples con un trazo transversal o con una oblicuidad inferior a  $45^\circ$ .
- **Fracturas inestables:** Son aquellas que tienen tendencia a desplazarse una vez se consigue una reducción adecuada o son plurifragmentarias. Por lo general son fracturas con una oblicuidad superior a  $45^\circ$  (excepto las espiroideas) (5).

### Resonancia magnética



**Figura 4.** Radiografía AP sin lesión ósea aparente. (b) Resonancia magnética T1 coronal que muestra trazo de fractura en el cóndilo femoral medial, con fragmento óseo desprendido

**Fuente:** Huerta et al (6).

La resonancia magnética es conocida como un estudio sensible en la detección de estrés postraumático oculto y fracturas alrededor de la zona de contusión; la contusión ósea puede ser el único signo evidente de lesiones y se necesita una inspección más precisa para lesiones más sutiles como desgarros de ligamentos y meniscos. La detección de contusiones en los huesos en la resonancia magnética depende de las imágenes obtenidas de la médula ósea y de su evolución en respuesta a una lesión aguda (6).

La resonancia magnética tiene obvias ventajas sobre otros métodos: no es invasiva, no usa radiación y da una excelente resolución de contraste en los tejidos blandos; además, se pueden obtener imágenes en múltiples planos, lo que le da una alta sen-

sibilidad en el diagnóstico. También, determinados hallazgos sutiles en las imágenes de resonancia magnética, tales como contusiones óseas, pueden ser útiles para evaluar el mecanismo de la lesión y el grado de afectación. La resonancia magnética también resulta una técnica valiosa para la detección y el seguimiento de niños con lesiones fisiarias. El estudio de resonancia magnética debe incluir cortes potenciados en T1, T2 y supresión grasa, en tres planos, siendo la secuencia en supresión grasa una técnica muy sensible para detectar mínimos cambios de edema postraumático. Además, en las diferentes secuencias, se pueden valorar lesiones como quistes, colecciones y/o masas periarticulares y otras patologías de la médula ósea (6).



**Figura 5.** Radiografía lateral y RM en un mismo paciente. La imagen radiográfica puede aparentar una leve fractura por compresión cuando la RM muestra una grave lesión por flexión-distracción con rotura del complejo ligamentoso posterior

**Fuente:** López-Oliva Muñoz & Bartolomé Villar, (7).

Permite realizar estudios en múltiples planos con una perfecta visión de la anatomía espinal tanto en sus partes óseas como, sobre todo, en las partes blandas. Es en las lesiones de éstas partes blandas donde la RM aporta un gran valor añadido a los estudios radiográficos convencionales. La RM no proporciona una buena descripción del patrón óseo de la fractura, pero está claro que éste ha pasado a un segundo plano en las prioridades de la evaluación de la estabilidad de las lesiones vertebrales. Además, la RM nos permite una perfecta identificación de las lesiones discales y neurológicas asociadas al traumatismo, siendo el único método de imagen que permite la visión directa del parénquima medular (7).

Los estudios clínicos y experimentales realizados han establecido que la RM es la prueba de imagen más sensible y específica para valorar tanto las lesiones discoligamentosas como el patrón óseo de la fractura permitiendo una completa evaluación de su estabilidad y mecanismo de producción. Estos dos parámetros constituyen la verdadera base para establecer, no solo una indicación terapéutica, sino también inferir un pronóstico del resultado (7).

La resonancia magnética avanzada: más allá de la imagen convencional

La resonancia magnética ha evolucionado enormemente desde sus inicios, y en la actualidad, los centros de diagnóstico por la imagen cuentan con equipos de RM de última generación, capaces de obtener imágenes con una calidad y resolución excepcionales. Estos estudios avanzados van más allá de las imágenes convencionales de RM al explorar técnicas más sofisticadas, como:

- Espectroscopia de resonancia magnética (ERM) (Neurología)
- Difusión por resonancia magnética (DRM) (Oncología).
- Perfusión por resonancia magnética (PRM) (Cardiología) (8).

Estas técnicas se utilizan para obtener información específica sobre la composición química de los tejidos, la movilidad de las moléculas de agua y el flujo sanguíneo en el interior del cuerpo, respectivamente (8).

Desventajas de la resonancia magnética en traumatología

- **Costo Alto:** La RM es generalmente más cara que otras modalidades de imagen, lo que puede limitar su disponibilidad en algunas clínicas y hospitales.
- **Tiempo de Examen:** Las exploraciones de RM toman más tiempo que las radiografías o la tomografía computarizada (TC). Esto puede ser una desventaja en situaciones de emergencia.
- **Limitaciones en Pacientes:** No todos los pacientes pueden someterse a una RM. Aquellos con marcapasos, ciertos implantes metálicos o claustrofobia pueden no ser candidatos adecuados.
- **Interpretación Compleja:** Los hallazgos de RM pueden ser difíciles de interpretar sin una buena formación y experiencia. Esto puede llevar a diagnósticos erróneos o a la necesidad de más estudios.
- **Limitación en Fracturas Agudas:** Aunque la RM es excelente para evaluar tejidos blandos, en algunos casos puede no ser la mejor opción para identificar fracturas agudas, donde la TC o las radiografías pueden ser más efectivas.
- **Artefactos de Movimiento:** Los movimientos del paciente durante la exploración pueden introducir artefactos que afectan la calidad de la imagen y la precisión del diagnóstico (9).

### Conclusión

La resonancia magnética (RM) se ha consolidado como una herramienta de diagnóstico fundamental en el campo de la traumatología, ofreciendo una visualización detallada de tejidos blandos, huesos y articulaciones. Su capacidad para detectar lesiones en etapas tempranas, evaluar la extensión del daño y guiar el tratamiento ha revolucionado la práctica clínica. Los avances tecnológicos en RM, como la adquisición de imágenes de alta resolución y el desarrollo de nuevas secuencias, han ampliado significativamente su rango de aplicaciones en el diagnóstico de diversas lesiones traumáticas.

En particular, la RM ha demostrado ser invaluable en la evaluación de lesiones deportivas, donde permite identificar desgarros musculares, lesiones ligamentosas y meniscales con una precisión sin precedentes. Además, en el ámbito de la traumatología ósea, la RM ha facilitado el diagnóstico de fracturas por estrés, osteonecrosis y tumores óseos. La combinación de la RM con otras técnicas de imagen, como la tomografía computarizada (TC), ha permitido obtener una caracterización más completa de las lesiones complejas.

Sin embargo, a pesar de sus numerosas ventajas, la RM presenta algunas limitaciones, como su mayor costo y tiempo de adquisición en comparación con otras técnicas. Además, la presencia de artefactos en las imágenes puede dificultar la interpretación en algunos casos. No obstante, los avances en hardware y software están permitiendo superar estas limitaciones y ampliar las aplicaciones de la RM en la práctica clínica.

### Bibliografía

- Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. (agosto de 2024). Matrices Estadísticas. Atención al usuario de los servicios de telecomunicaciones. Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/atencion-al-usuario-3/>
- Barberán, N., Espinoza, J., Lara, A., & Manzano, B. (2024). Introducción al Derecho Romano. Guayaquil: Dirección de publicaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Body Shop Athletic Club, S. R. L. vs. Juan Manuel Cáceres Torres, 001-011-2020-RECA-00237 (Suprema Corte de Justicia de República Dominicana 31 de Enero de 2022).
- Carrasco Davalos, A. B. (2010). Protección Jurídica para los Consumidores de Bienes y Servicios. La Paz, Bolivia.
- Cerutti, M. d. (2015). La obligación de seguridad y su aplicación en el Código Civil y Comercial. Revista de responsabilidad civil y seguros, 129-154.
- Código Civil. (2005). Congreso Nacional del Ecuador. Registro Oficial Suplemento No. 46.
- Código Orgánico de la Función Judicial. (2009). Asamblea Nacional. Registro Oficial No. 544.

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Asamblea Nacional. Registro Oficial No. 449.

Coronel Garcés, C. (Junio de 2022). defensadeudores.ec. Obtenido de <https://defensadeudores.ec/publicacion/cuales-son-mis-derechos-del-consumidor/>

DIARIO EL COMERCIO. (10 de 12 de 2010). EL COMERCIO. Recuperado el 03 de Septiembre de 2024, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/seguridad/tres-modalidades-robo-son-frecuentes.html>



CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.

### CITAR ESTE ARTICULO:

Terán Abad, J. F. ., López Gudiño, J. S. ., Triviño Muso , K. D. ., & Méndez Alarcón, M. F. . (2024). Resonancia magnética en traumatología: aplicaciones y avances en el diagnóstico de lesiones . RECIAMUC, 8(3), 113-122. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.\(3\).sep.2024.113-122](https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.(3).sep.2024.113-122)