Defectos de la consolidación en fracturas óseas

Darwin Fernández Umpire [a]
Ángela Román Antonio [b]

RESUMEN

Las fracturas óseas son un problema de salud pública alrededor del mundo.En el 2019 hubo 178 millones de nuevas fracturas, de las cuales entre el 5% - 10% llegan a la no unión y pseudoartrosis. Determinar si una fractura está consolidada es una de las decisiones clínicas más importantes y fundamentales en traumatología y ortopedia; por consiguiente, conocer las complicaciones en la consolidación de las fracturas ayudará a determinar el siguiente paso para el tratamiento adecuado.

Abstract

Bone fractures are a public health issue around the world, globally 2019 were 178 million new fractures, of which between 5% to 10% of these fractures lead to non-union and pseudathrosis. Define if a bone fracture is healead is one of the most important and fundamental determinations for Traumatologist and Orthopaedics; therefore, recognize the bone healing complications will help to determine the next step for appropiate treatment.

Palabras clave: Consolidación, fractura, mal unión, no unión.

Key words: *Bone healed, fracture, mal-union, non-union.*

a. Jefe Médico de Radiología. Coordinador de la Unidad de Radiología e Intervencionismo Musculo-esquelético (URIM). Clínica Internacional Sede San Borja
b. Médica Radióloga. Centro de Diagnóstico por Imágenes. Clínica Internacional.

Cómo citar el artículo: Fernández D, Román A. Defectos en la consolidación de fracturas óseas. Interciencia méd. 2022; 12(1): 23-29. DOI: https://doi.org/10.56838/icmed.v12i1.80

Introducción

La curación (consolidación) de la fractura se produce de forma natural posterior a una fractura ósea traumática. El hueso tiene un notable potencial de regeneración y bajo circunstancias ideales, su forma, estructura y función estarán completamente restauradas.

Este proceso inicia con una hemorragia y progresa a través de tres etapas: inflamatoria, reparadora y remodelación[2] (ilustración 1); según el lugar de la fractura, la edad y el sexo del paciente, la consolidación normal puede variar entre 3 a 20 semanas.

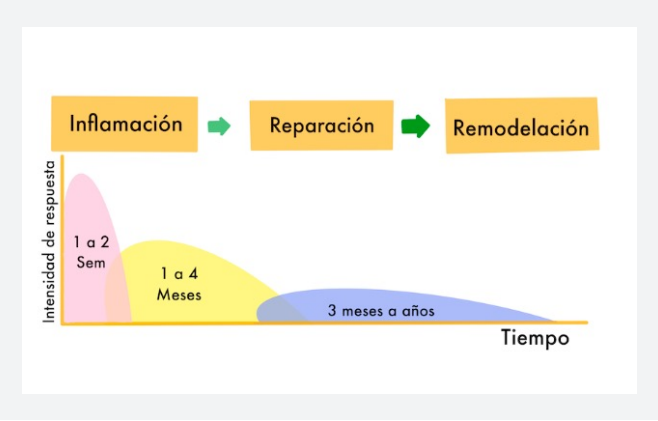

Ilustración 1: Fases del proceso de consolidación con sus 3 etapas importantes. La primera etapa -Inflamación- es la que menos tiempo permanece y presenta la mayor intensidad de respuesta.

Existen muchas complicaciones en las lesiones óseas traumaticas, sin embargo en la mayoria de casos, la consolidación de la fractura tendrá un proceso reparativo normal. Las complicaciones pueden ser sistémicas o locales y comprometen los huesos, las articulaciones o las partes blandas adyacentes.

En la presente revisión trataremos exclusivamente de aquellas complicaciones relacionadas con la consolidación. Las cuales se desarrollan semanas o meses después de la lesión y se caracterizan por retardo en la unión, unión defectuosa (mal unión), falta de unión (no unión) y formación de pseudoartrosis; muchas de las cuales conducirán a anomalías del crecimiento o artrosis[3].

Retardo en la unión

El retardo en la unión se caracteriza por ser un proceso de formación de callo intramedular tardío, es así, que se observa que la respuesta perióstica que había cesado previamente llegó a consolidarse. Es decir, cuando la consolidación no ha avanzado a la velocidad media esperada para la localización y tipo de fractura (3-6 meses), se habla de retardo de la consolidación[4]. Los términos retardo en la unión y no unión a menudo se usan indistintamente porque no hay criterios bien definidos para separarlos. En ambas circunstancias, el área entre los fragmentos de la fractura está lleno de tejido fibroso denso.

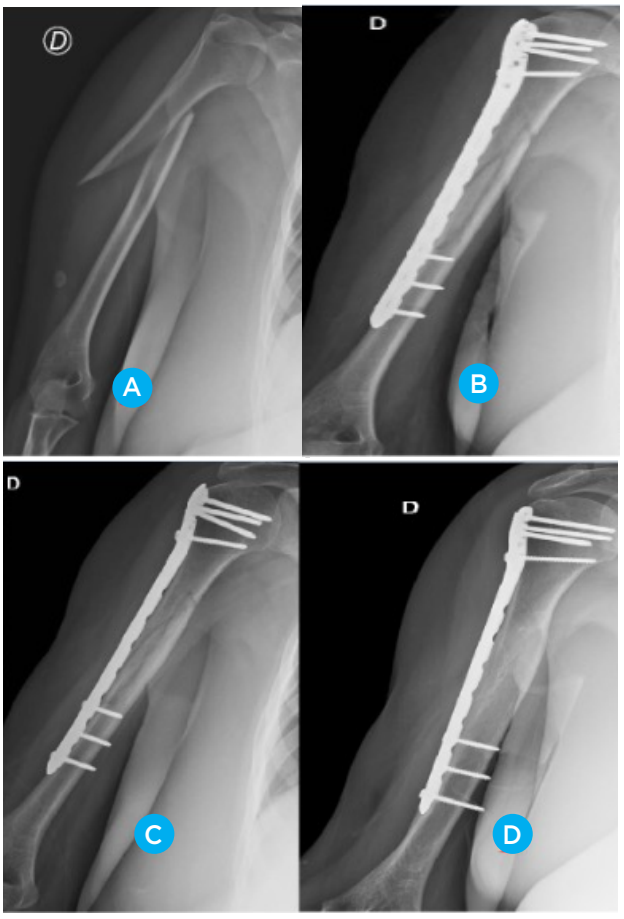

Figura 1: Mujer de 56 años, se muestra radiografías seriadas de control de fractura de la diáfisis humeral derecha. (A) día 0, fractura oblicua desplazada en el tercio proximal de la diáfisis humeral. (B) Control de 3 meses, presenta elementos metálicos de osteosíntesis y radiolucidez en el rasgo de fractura. (C) Control de 6 meses, persistente radiolucidez, de menor intensidad que control previo, por la presencia de tejido óseo reparativo. (D) Control de 9 meses, presenta signos de consolidación completa.

Mal unión

La mal unión o consolidación defectuosa, se refiere a la consolidación de la fractura en una posición o alineación anormal, lo cual conlleva a una deformidad angular (figura 2), deformidad rotacional (figura 3), alteración en la longitud del hueso, incongruencia articular o la combinación de ambos[5].

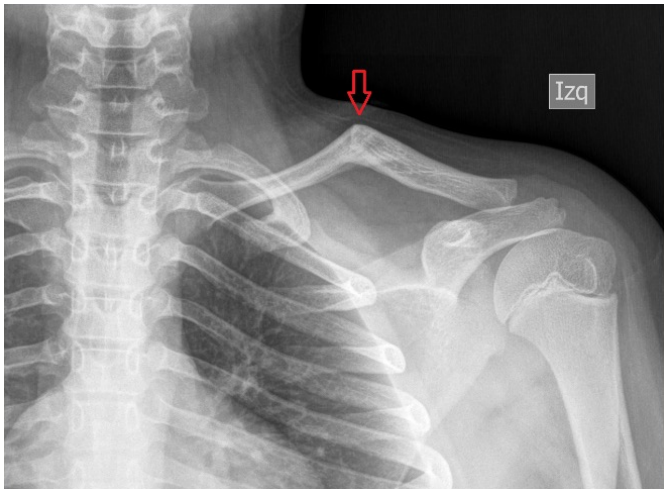

Figura 2: Niño de 8 años con fractura consolidada en el tercio medio de la clavícula izquierda; presenta mal unión de la consolidación con deformidad angular.

Figura 3: Fractura consolidada en el tercio medio de la tibia y peroné, presenta mal unión por deformidad rotacional de la tibia.

La mal alineación rotacional y angular, nunca se corrige espontáneamente; el tratamiento siempre será quirúrgico, por lo que debe evaluarse cuidadosamente en radiografías o tomografías. De ambas deformidades descritas, la deformidad rotacional con frecuencia es la más dificil de detectar.

La mal unión intraarticular conduce a la incongruencia articular, dado que la consolidación no se produjo como originalmente debería ser la superficie articular: plana y lisa.

Los principales tipos de mal unión intraarticular son:

- **Gap (brecha) articular (Articular gap) (figura 4)**
- **Depresión articular (Die-punch depression)**

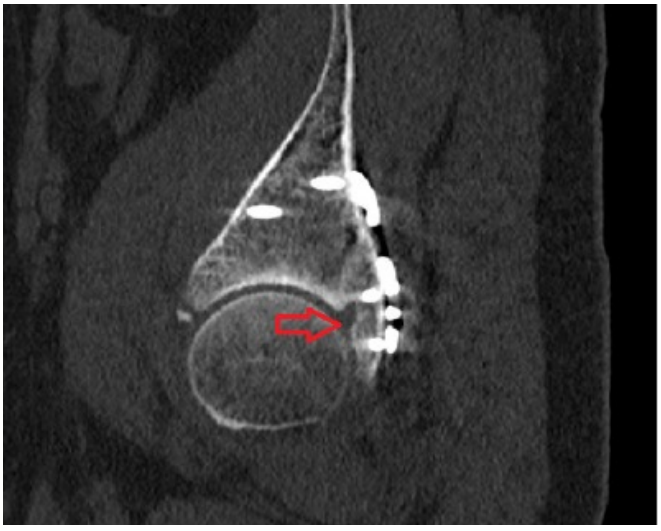

Figura 4: Varón de 39 años. Tomografía de cadera en plano sagital, presenta elementos de osteosíntesis metálica y foco de mal unión, con presencia de gap articular (flecha).

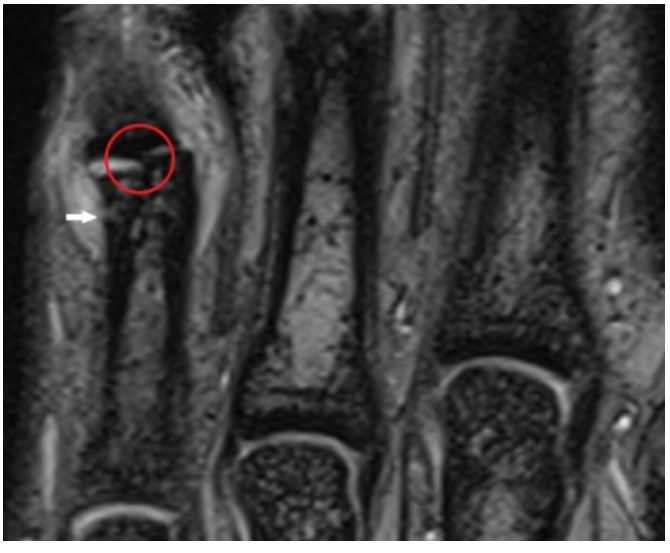

Figura 5: Rasgo de fractura consolidada en el margen cubital de la falange proximal del quinto dedo, presenta mal unión con pequeño escalón de 3 mm en la superficie articular (círculo) y extensión de fractura hacia la cortical ósea (Flecha)

La corrección de la mal unión intraarticular es definitivamente lo más deseable, ya que es bien sabido que un escalón articular o gap articular significativo conduce a la artrosis y su respectiva progresión, así como, potencialmente su mal funcionamiento; es así, que en el estudio realizado por mulders[6] encontró un alto consenso entre los cirujanos sobre la afirmación de que un gap intraarticular o un escalón intraarticular en un paciente menor de 65 años es una indicación para la reducción abierta y la fijación interna.

Existe congruencia articular cuando el escalón o gap articular es ≤ 1mm, por el contrario, ha de existir incongruencia articular cuando el escalón o gap es ≥ 2 mm[7,8]. Ambas condiciones, escalón y gap articular, pueden ser concurrentes, sobre todo dependiente de la severidad y la multifragmentación de la fractura. (figura 6)

Figura 6: Tomografía de muñeca en plano sagital, presenta formación de puentes óseos entre los fragmentos y a nivel de la superficie articular presenta gap y escalón articular asociados (Flecha)

No unión

La no unión ocurre en aproximadamente 2% de las fracturas y en caso de fracturas diafisiarias la incidencia es más alta llegando a aproximadamente 20% para determinados tipos de lesiones[9]. En la práctica clínica, las no uniones de fractura se encuentran más comúnmente asociadas a huesos largos del antebrazo, humero, tibia, clavícula y fémur.

La definición exacta de no unión es difícil, de acuerdo con la Administración de alimentos y medicamentos de los Estados Unidos (FDA), se considera no unión cuando no consolidó nueve (09) meses después de la lesión y que exista una falla en la progresión hacia la consolidación durante los tres (03) meses anteriores10. Sin embargo, 9 meses es un periodo de tiempo largo que los pacientes deben esperar para definir una no unión, es por ello que, se han propuesto tener en cuenta factores que tendrán una profunda influencia en el tiempo de consolidación: la ubicación de la fractura y la gravedad de la lesión original; por consiguiente, en vez de confiar en un periodo de tiempo específico se propuso una definición más práctica: "la falta de consolidación (no unión) es una fractura que no se unirá sin una intervención quirúrgica"[11]

A pesar de las numerosas investigaciones en este tópico, aún existe controversias en relación con la importancia relativa de los factores de riesgo específicos. Probablemente, el factor local más importante es la energía de la lesión que condicionó la fractura y la asociación con lesión de las partes blandas. La "teoría de tensión" de Perren sugiere que el movimiento excesivo interfiere con la curación de la fractura y puede reflejar la dificultad de inmovilización de la clavícula y ciertas fracturas de la diáfisis humeral. Otros factores asociados son fumadores, pacientes diabéticos, obesidad, medicamentos (antiinflamatorios no esteroides y opioides)9, alcoholismo y uso de drogas (mayormente limitado a cuello femoral y humero)[12]

La clasificación más aceptada es la de Weber y Cech13, que clasifica a las no Unión según las respuestas radiológicas y la calidad ósea en:

- **No uniones viables, capaces de actividad biológica**
  1. Hipertróficas (figura 7)
- **No uniones no viables, carentes de actividad biológica**
  1. Atróficas (figura 8)

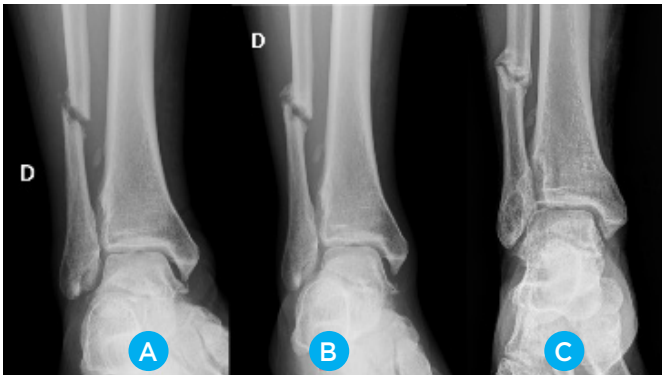

Figura 7: Varón de 49 años, se muestra estudios radiográficos de control de fractura en la diáfisis distal del peroné. (A) Radiografía de 2 meses de control, presenta separación de fragmentos óseos y escaso callo óseo. (B) Radiografía de 6 meses de control, muestra mayor formación de callo óseo sin evidencia de puentes óseos. (C) Radiografía de control de 14 meses, presenta no unión de tipo hipertrófica en "Pie de elefante".

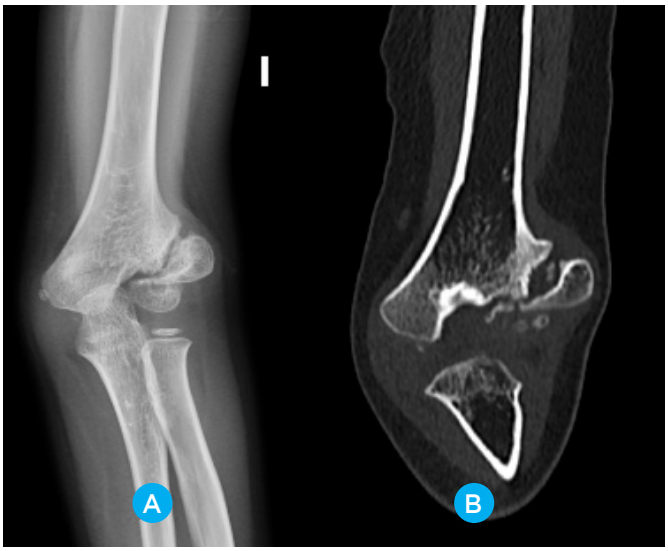

Figura 8: Niño de 6 años. (A) Radiografía de codo izquierdo 11 meses luego de la lesión, presenta no unión de fractura en el cóndilo humeral. (B) La tomografía en plano coronal demuestra la no presencia de puentes óseos.

Las no uniones de tipo hipertrófica representan aproximadamente el 80% - 90% del total de no uniones; generalmente se encuentran relacionadas a fallas en la técnica, por incremento de movimiento en la zona de fractura, infecciones, pobre aporte sanguíneo. Cuando se realiza el seguimiento radiológico se observa la formación de callo óseo pero no se evidencian puentes óseos entre los bordes fracturarios, por consiguiente, en la evaluación radiográfica dan la apariencia de neocortical. (ilustración 2).

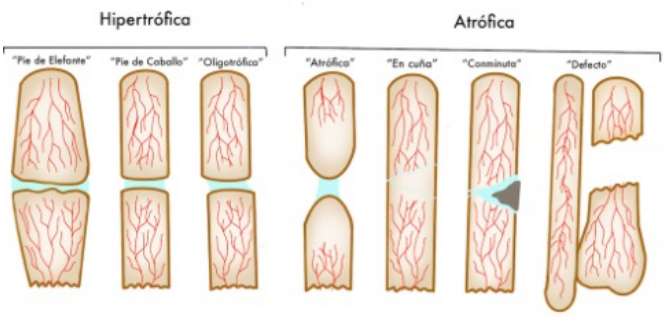

Ilustración 2: Tradicional clasificación de las no uniones. Las no uniones hipertróficas muestran formación de callo óseo y buena vascularidad, mientras que el proceso de consolidación es obstaculizado por una inadecuada estabilidad mecánica. En las no uniones atróficas el potencial biológico se ve afectado por la formación limitada de callo.

Las no uniones tipo atróficas, corresponden entre el 10% - 20%, en este tipo de lesiones no se ha de observar la formación de callo óseo y se encuentran generalmente relacionadas a falla biológica subyacente a diferentes condiciones patológicas como diabetes, malnutrición, neuropatía y radiación[14]. La clave para el diagnóstico es el seguimiento mediante estudios radiográficos seriados.

El término pseudoartrosis, se refiere a la formación de una falsa articulación en el sitio de la lesión, a veces es utilizado indistintamente con las no uniones. En esta situación, la presencia de fluido o una mezcla de fluido con material fibroso se ha de desarrollar entre los fragmentos de la fractura, lo que puede resultar en un movimiento continuo en el foco fracturario lo cual retarda la cicatrización (consolidación). Radiológicamente, puede ser difícil diferenciar la pseudoartrosis de las no uniones. Sin embargo, con la formación de pseudoartrosis a menudo se produce una hipertrofia con hueso esclerótico excesivo y de morfología redondeada y lisa; muchas veces halladas próximas a las articulaciones.

A continuación, en la Tabla 1, se resume los principales métodos de imágenes utilizados para la evaluación de las fracturas y su proceso consolidativo, las principales indicaciones para cada uno, el tiempo recomendado a partir del cual se puede visualizar y las principales ventajas y desventajas de cada método[15]. Tabla 1

Tabla 1
Resumen de modalidades de estudios de imágenes para monitorización de consolidación de fracturas.

	Modalidad de estudio	Indicación	Tiempo	Ventajas	Limitaciones
Evaluación de formación de callo óseo y confirmación de unión	Radiografía	• Formación de callo óseo • Unión ósea	• 6 sem, callo sin puentes óseos • 12 sem, callo con puentes óseos	• Baja dosis de radiación • Disponible fácilmente	Bidimensional, por consiguiente, riesgo en errores de interpretación "Lento" en detección de puentes óseos
	Tomografía	• Formación de callo óseo • Unión ósea • Evidencia de infección ósea	• 6 – 12 sem, callo con puentes óseos	• Imagen tridimensional de la zona de fractura para evaluación de puentes óseos. • Excelente sensibilidad para detectar consolidación. • Evaluación de la consolidación con uso de fijación interna	Alta dosis de radiación. Riesgo de sobre diagnosticar no uniones.
	Ecografía	• Formación de callo óseo • Unión ósea	• 3 sem, callo sin puentes óseos • 6 sem, callo con puentes óseos	• Radiación no ionizante. • Bajo costo • Detección de callo óseo, incluso, previo a la radiografía	Operador dependiente Modalidad poco familiar para cirujanos. Requiee posterior validación clínica
Evaluación de proceso consolidativo en hueso con alteraciones de consolidación	Resonancia Magnética	• Evidencia de infección ósea • Vascularidad en zona de fractura (revisión de casos)	• No unión establecida con uso de fijación interna	• Radiación no ionizante. • Evaluación detallada de colecciones o fístulas.	Artefactos por fijadores internos. Contraindicado en ciertos pacientes.
	Medicina nuclear	• Determinar etiología séptica vs. aséptica de la no unión	• No unión establecida con uso de fijación interna	• Excelente sensibilidad para detectar infecciones, sobre todo cuando hay dudas en otras modalidades de imágenes	Alta dosis de radiación Disponibilidad limitada.

Conclusión

La consolidación de las fracturas es un proceso biológico complejo, el cual varía de acuerdo con la localización, edad, tipo de fractura y comorbilidades propias del paciente. Es importante el conocimiento y adecuada nominación de las alteraciones en la consolidación de las fracturas para ayudar al cirujano en la elección del tratamiento más adecuado. Así mismo, es de importancia el uso de las modernas y emergentes modalidades de estudio en imágenes para una adecuada monitorización en la consolidación de las fracturas.

Bibliografía

1. Ai-Min Wu (GBD). Global, regional, and national burden of bone fractures in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study. The lancet healthy and longevity. 2021 (S2) e580-92
2. Cruess RL., Dumont J., Fracture healing. Can J Surg. 1975 Sep; 18(5): 403-13
3. Ehara S. Complications of skeletal trauma. Radiol Clin North Am 1997, 35:767-81
4. Arrebola C. Pseudoartrosis y retardo de consolidación. URL disponible en http://www.ortoinfo.com
5. Steven C.H., Kevin C., Chung M.S., Management of Malunions of the Distal Radius. Hand Clin 2012 (28) 207–216
6. Mulders A., Walenkamp J. Predictors of unstable distal radius fractures: a systemic review and meta-analysis. Journal of Hand Surgery. 2016 Vol 41, Issue 5.
7. Lipton HA, Wollstein R. Operative treatment of intraarticular distal radial fractures. Clin Orthop 1996; 327:110-24.
8. Serrano J. Fracturas distales de radio. Clasificación. Tratamiento conservador. Revista Española de Cirugía Osteoarticular. 2008 (236)Vol. 46.
9. Zura R., Xiong Z., Einhorn T., Watson J.T., Ostrum R.F., Prayson M.J., et. al.: Epidemiology of fracture nonunion in 18 human bones. JAMA Surg 2016; 151: pp. 1-12.
10. Federal Register: Guidance document for industry and CDRH staff for the preparation of investigational device exemptions and premarket approval applications for bone growth stimulator devices; draft; availability [Internet].
11. Nicholson JA., Makaram N., Simpson AH. Fracture nonunion in long bones: A literature review of risk factors and surgical management. Injury, 2021-06-01, Volumen 52, Páginas S3-S11
12. Foulk D.A., Szabo R.M.: Diaphyseal humerus fractures: natural history and occurrence of nonunion. Orthopedics [Internet] 1995; 18: pp. 333-335.
13. Weber, B. G. & Cech, O. Pseudarthrosis: Pathophysiology, Biomechanics, Therapy, Results (Grune & Stratton, 1976)
14. Britt W., Ignatius A., Leung F. Non-union bone fractures, Primer. Nature Reviews Disease Primers. 2021 7:57
15. Nicholson J.A., L.Z. Yappand, J.F. Keating et al. Monitoring of fracture healing. Update on current and future imaging modalities to predict union. Injury 2021. 52S2, S29–S34

Ayudas o fuentes de financiamiento
Ninguna declarada por el autor.

Conflictos de interés
Los autores no reporta conflictos de interés respecto del presente manuscrito.

Correspondencia:
Darwin Fernández Umpire
Jefe Médico de Radiología - Sede San Borja
Av Guardia Civil 433. San Borja

E-mail: dfernandez@cinternacional.com.pe