



Sinergias educativas
ISSN: 2661-6661
compasacademico@icloud.com
Grupo Compás
Ecuador

Factores de riesgo de pseudoartrosis postraumática de diáfisis de tibia

Chicaiza Calle, Teresa Elizabeth; Orellana Román, Juan Carlos; Zambrano Sandoval, Andrea Denisse; Tapia Tenesaca, Laura Beatriz

Factores de riesgo de pseudoartrosis postraumática de diáfisis de tibia

Sinergias educativas, vol. E, núm. Esp.1, 2020

Grupo Compás, Ecuador

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573561701004>

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Factores de riesgo de pseudoartrosis postraumática de diáfisis de tibia

Risk factors for posttraumatic pseudoarthrosis of the tibia shaft

Teresa Elizabeth Chicaiza Calle
Hospital General del Norte de Guayaquil, Ecuador
mdteresachicaiza@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-6606-319X>

Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573561701004>

Juan Carlos Orellana Román
Hospital General del Norte de Guayaquil, Ecuador
jcorellanaroman@hotmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-8092-8479>

Andrea Denisse Zambrano Sandoval
Hospital General del Norte de Guayaquil, Ecuador
kleido17@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-4865-3321>

Laura Beatriz Tapia Tenesaca
Hospital General del Norte de Guayaquil, Ecuador
lau_mda_bgusto@hotmail.com

 <http://orcid.org/0000-0001-8250-1252>

Recepción: 08 Julio 2019
Aprobación: 31 Octubre 2019

RESUMEN:

Las fracturas de la diáfisis tibial son las fracturas de huesos largos más comunes y son propensas a complicaciones como la pseudoartrosis que requiere reoperaciones para promover la curación de la fractura. El objetivo de la investigación es analizar los factores de riesgo de pseudoartrosis postraumática de diáfisis de tibia durante el periodo 2011-2018 en un hospital de la ciudad de Guayaquil. La muestra esta representada por 103 pacientes. Es un estudio observacional, analítico, retrospectivo y transversal. Se empleó el análisis documental para la recolección de los datos, empleando como fuente secundaria el expediente clínico de cada paciente. Los resultados demuestran que durante el periodo de estudio se reportaron un total de 103 casos de pseudoartrosis de diáfisis tibial, con mayor predominio en el sexo masculino (82%), especialmente adultos jóvenes (20-40 años) con el 52%. El patrón tipo de fracturas corresponde a fracturas tipo C (72%), con gran conminución del foco de fractura (34%) o aquellas con trazo transversal de fractura (41%). Se concluye que las fracturas complejas tipo C de la AO, fracturas expuestas con conminución severa y defectos óseo tiene algo riesgo de desarrollar pseudoartrosis postraumática.

PALABRAS CLAVE: pseudoartrosis, tibia, diáfisis, complicación, factor de riesgo.

ABSTRACT:

Tibial shaft fractures are the most common long bone fractures and are prone to complications such as pseudoarthrosis that requires reoperations to promote fracture healing. The objective of the research is to analyze the risk factors for posttraumatic pseudoarthrosis of the tibia shaft during the 2011-2018 period at a hospital in the city of Guayaquil. The sample is represented by 103 patients. It is an observational, analytical, retrospective and cross-sectional study. Documentary analysis was used to collect data, using the clinical file of each patient as a secondary source. The results show that during the study period a total of 103 cases of tibial diaphysis pseudoarthrosis were reported, with a greater predominance in males (82%), especially young adults (20-40 years) with 52%. The type of fractures pattern corresponds to type C fractures (72%), with a great decrease in the fracture focus (34%) or those with a transverse fracture line (41%). It is concluded that complex fractures type C of the AO, exposed fractures with severe comminution and bone defects have some risk of developing post-traumatic pseudoarthrosis.

KEYWORDS: pseudoarthrosis, tibia, diaphysis, complication, risk factor.

INTRODUCCIÓN

La pseudoartrosis es la incapacidad completa de una fractura de realizar el proceso normal de consolidación, por fracaso definitivo de la osteogénesis (Antonova, 2013; Dailey et al, 2018). Actualmente sigue siendo un problema importante en el tratamiento de las fracturas diafisarias tibiales. En general, la gran mayoría de las pseudoartrosis ocurren en miembros inferiores, siendo la tibia la más afectada principalmente debido a su anatomía por ausencia de músculos en su cara anterior e interna

El problema planteado en esta investigación es que existe un déficit de estudios sobre pseudoartrosis postraumática de diáfisis de tibia, especialmente después de la instauración de algún tipo de tratamiento quirúrgico, lo cual ocasiona que no estén disponibles datos actualizados de las características clínicas de estas lesiones ni la descripción de las complicaciones durante el tratamiento.

Los estudios clínicos y experimentales han identificado una serie de factores potenciales que pueden ayudar a predecir tales complicaciones de las fracturas. Sin embargo, estos estudios a menudo están limitados por las experiencias de un solo cirujano, el uso de índices de medición que están sujetos a interpretación variable y al escaso reporte de estudios científicos sobre el tema.

El objetivo fue analizar los factores de riesgo de pseudoartrosis postraumática de diáfisis de tibia en pacientes que tuvieron tratamiento quirúrgico durante el periodo 2012-2018 en un hospital de la ciudad de Guayaquil. Se determinará las características de fractura en el momento de la lesión inicial, los factores predictores de pseudoartrosis y la necesidad de reoperación. Los resultados del estudio llenaron el vacío científico sobre estas lesiones en la institución de salud.

Esta investigación aportó con una actualización de conocimientos de los factores de riesgo y permitirá la elaboración de algoritmos diagnósticos en el hospital que ayudará a la comunidad traumatológica en la toma de decisión para actuar de manera adecuada en el manejo de esta patología. La comprensión de las características del paciente, el uso de la atención médica y los costos asociados con la fractura de la tibia con pseudoartrosis es fundamental para comprender la carga clínica y económica.

Las fracturas de la diáfisis tibial son las fracturas de huesos largos más frecuentes y son propensas a una serie de complicaciones (Enríquez et al, 2012), muchas de las cuales pueden requerir un tratamiento adicional en forma de terapias secundarias o cirugía de revisión para promover la curación ósea. Las lesiones ortopédicas representan el 67% de los ingresos por lesiones en hospitales canadienses (Escarpanter J, 2015). Las fracturas y luxaciones de la extremidad inferior representan entre el 38-45% de todos los ingresos por lesiones debido a fracturas (Khunda A). Se estima que para 2020, la discapacidad por accidentes de tránsito (la principal causa de fracturas) se ubicará entre las tres principales causas de discapacidad.

En el 4% al 48% de las fracturas de la diáfisis tibial se producen complicaciones durante el proceso de curación, como el retardo de consolidación o la pseudoartrosis, lo que a menudo resulta en la necesidad de una intervención secundaria o tratamiento adicional para estimular la consolidación ósea (Mills LA, 2013; Nandra R, 2015). Las reintervenciones son un ejemplo de dicha intervención secundaria que pueden tener un impacto considerable en la función del paciente y la calidad de vida. En la actualidad, existe mucha incertidumbre con respecto a qué características de las fracturas predicen pseudoartrosis, en pacientes con fractura del eje tibial (Panteli M).

La pseudoartrosis se define como una fractura que no ha consolidado sin o con intervención quirúrgica adicional dentro de los 6 a 9 meses (Khunda A; Panteli M). Es una complicación común de una fractura de tibia; indica que la consolidación ósea no está ocurriendo de manera oportuna y suponen una carga adicional para el paciente porque prolongan la discapacidad, estancia hospitalaria, limitación funcional y se asocian con un dolor considerable.

Actualmente hay controversias en definir la pseudoartrosis, no existe una definición universalmente aceptada; se considera pseudoartrosis si la consolidación no se realiza en 6-8 meses. Pesciallo et al, la definen como la incapacidad completa de la consolidación por fracaso definitivo de la osteogénesis, constituyendo

un proceso terminal, como una cicatriz fibrosa definitiva e irreversible (Pesciallo et al, 2014). Rupp M, considera pseudoartrosis cuando existe evidencia clínica y radiológica que el proceso de consolidación ósea ha terminado y la consolidación no ha sido posible (Rupp M, 2018). El tiempo que transcurre a partir del accidente y/o tratamiento quirúrgico, es el principal definidor de pseudoartrosis.

El proceso de consolidación puede ser alterado o perturbado por factores mecánicos, biológicos o una combinación de ambos (Schlickewei et al, 2019). La pseudoartrosis de tibia se relaciona con el tipo y grado de la lesión. Pero existen ciertos factores adicionales predisponentes a desarrollar pseudoartrosis de tibia: grado de conminución de la fractura, pérdida de hueso, fractura expuesta, grado de lesión de los tejidos blandos (Thompson J, 2019). Entre las causas principales tenemos: exceso de movimiento en el lugar de la fractura (mala estabilización) e insuficiente vascularización de los fragmentos.

Varios autores agrupan los diferentes factores de riesgo de pseudoartrosis de tibia en grupos: Factores generales como la edad, se ha demostrado que a mayor edad, hay mayor frecuencia de retardos de consolidación pero no de pseudoartrosis (Tsang et al, 2016); Factores sistémicos, como enfermedades tipo Tuberculosis, lúes, diabetes, tabes, hipotiroidismo, osteopatía descalcificante; Factores locales como la localización de la fractura, tipo de fractura, apertura del foco de fractura y Factores relacionados al tratamiento: reducción de la fractura insuficiente, contacto y en la inmovilización (Tsang et al, 2016).

El tipo de trazo fracturario esta relacionado con la aparición de pseudoartrosis de tibia, los trazos transversales u oblicuos cortos son los más predisponentes, seguidas de los trazos conminutos (Khunda A). Esto se debe por la zona de contacto entre los fragmentos óseos siendo pequeña para las transversales y oblicuas cortas y mayor para las oblicuas largas (Nandra R, 2015). La apertura del foco fracturario puede predisponer a pseudoartrosis en el 3-11% de los casos, debido a la pérdida del hematoma fracturario, que es primordial en la formación del callo óseo y también por la pérdida de la vascularidad, de inserciones musculares y de periostio.

Los parámetros radiológicos y la historia natural de la consolidación ósea son esenciales para el diagnóstico. (Antonova, 2013) Tanto el retardo de la consolidación y la pseudoartrosis, presentan características radiológicas propias. Para evaluar la consolidación ósea se utiliza la Escala de Montoya (Mills LA, 2013). Las características radiográficas dependen del trastorno de la consolidación presente:

En el retardo de la consolidación: descalcificación de los extremos óseos, canal medular no está cerrado y no hay fibrosis marginal, callo óseo incipiente (Panteli M). En la pseudoartrosis se observa: recalcificación y esclerosis de los extremos óseos que se ven redondeados, un extremo adopta la forma convexa y el otro cóncavo (simulando una articulación condílea), cierre del canal medular y ausencia de sombra de osificación en torno al foco de fractura, separación de los extremos óseo y engrosamiento de los extremos óseos (hipertrófica) (Zura et al, 2016; Khunda A; Dailey et al, 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

Es un estudio observacional, analítico, retrospectivo y transversal desarrollado en un hospital de especialidades de la ciudad de Guayaquil durante el periodo del 2011-2018. La muestra es de tipo no probabilística por conveniencia, constituida por 103 pacientes.

Los pacientes fueron excluidos si tenían una cantidad insuficiente de datos clínicos o radiográficos de seguimiento, una fractura tratada conservadoramente, fractura que se extiende hacia la articulación, fractura bilateral y los menores de 18 años.

Se incluyeron pacientes con pseudoartrosis de tibia, de etiología traumática tratados con fijación externa o interna, pacientes con expediente clínico y radiológico completo, pacientes que acudieron a controles subsecuentes, pacientes operados en la institución clínica y pacientes con seguimiento completo del postoperatorio en el servicio de consulta externa de la institución de salud.

Para el análisis de la información se utilizó el software Excel 2010, la información esta presentada en forma de tablas y gráficos para una mejor comprensión, de acuerdo a las variables de estudio. Se utilizó estadística descriptiva e inferencial para el análisis de los datos, se utilizaron pruebas no paramétricas para medir las relaciones en variables cualitativas y las variables cuantitativas se realizó comparación de promedios.

Para el manejo estadístico se utilizó el software SPSS-22, el intervalo de confianza fue del 95% y se consideró un resultado significativo cuando p-valor fue $< 0,05$. Se utilizó la prueba de Chi cuadrado para establecer la asociación entre las variables categóricas y se utilizó Odd Ratio para determinar los factores de riesgo de pseudoartrosis.

RESULTADOS

El tipo característico de pacientes fue de sexo masculino (82%), con un promedio de 37,2 años de edad (DE $\pm 3,895$). La mayor parte de los pacientes fueron de raza mestiza (60%).

TABLA 1.
Características basales.

Características basales	f	%
Sexo		
Masculino	84	82%
Femenino	19	18%
Total	103	100%
Edad		
	Media: DE: $\pm$	
	37,2 3,895	
20-40 años	59	52%
41-60 años	16	14%
> 60 años	38	34%
Total	113	100%
Etnia		
Mestiza	62	60%
Blanca	34	33%
Afroecuatoriana	7	7%
Total	103	100%

Elaboración Propia

Los antecedentes patológicos personales de mayor importancia fueron la diabetes mellitus tipo 2 (21%) e hipertensión arterial ((15%). Además, se observó que el 24%, 13% y el 8% de los pacientes con pseudoartrosis de tibia eran consumidores crónicos de cigarillos, alcohol y corticoesteroides respectivamente.

TABLA 2
Características clínicas

Características clínicas	f	%
Comorbilidades n=103		
Diabetes mellitus tipo 2	22	21%
Hipertensión arterial	15	15%
Hipotiroidismo	11	11%
Cardiopatía isquémica	6	6%
Diabetes mellitus tipo 1	4	4%
Evento cerebro vascular	2	2%
Consumo de sustancias		
Consumo de cigarillos	25	24%
Consumo de alcohol	13	13%
Consumo crónico de corticoesteroides	8	8%

Elaboración Propia

Es importante caracterizar la fractura inicial de los pacientes que evolucionaron a pseudoartrosis. Se pudo observar que el patrón tipo de fracturas corresponde en su mayoría a fracturas tipo C (72%), con gran conminución del foco de fractura (34%) o aquellas con trazo transversal de fractura (41%). Además, se evidenció 15% de fracturas expuestas, especialmente las de tipo IIIB (67%) y Tipo IIIA 165) y un 355 de pacientes con defecto óseo importante, todas ellas características ya demostradas que pueden conducir a pseudoartrosis.

TABLA 3
Características de la fractura inicial

Características de la fractura	f	%
Clasificación AO		
Tipo A	11	11%
Tipo B	18	17%
Tipo C	74	72%
Total	103	100%
Grado exposición		
Cerradas	88	85%
Expuestas	15	15%
Total	103	100%
Severidad de la fractura expuesta		
Tipo I	5	6%
Tipo II	10	11%
Tipo IIIA	14	16%
Tipo IIIB	59	67%
Total	88	100%
Tipo de trazo de la fractura		
Cuña simple	7	7%
Cominución severa	35	34%
Transverso	42	41%
Oblicuo corto	19	18%
Total	103	100%
Defecto óseo		
Presencia	36	35%
Ausencia	67	65%
Total	103	100%

Elaboración Propia

El tipo de pseudoartrosis postraumática de diáfisis tibial más común fue del tipo hipertrófico con el 85%, se reporta 16% de pseudoartrosis infectadas.

TABLA 4
Características de la pseudoartrosis.

Tipo de pseudoartrosis	f	%
Clasificación		
Hipertróficas	88	85%
Atróficas	15	15%
Total	103	100%
Infección		
Presencia	16	16%
Ausencia	87	84%
Total	103	100%

Elaboración Propia

El análisis de regresión logística multivariable identificó nueve características de fractura asociadas con la incidencia de pseudoartrosis ($p < 0.05$), que incluía fracturas tipo C de la AO (odds ratio = 7,12 [IC 95%

1,331-16,325]; $p = 0.0001$), Fractura expuesta (odds ratio = 5,02 [IC 95% 0,846-13,445]; $p = 0.0001$), la presencia de conminución severa (odds ratio = 7,85 [IC 95% 0,933-26,141]; $p = 0.0001$), fractura expuesta tipo IIIA (odds ratio = 3,66 [IC 95% 1,606-8,373]; $p = 0.04$), fractura expuesta tipo IIIB (odds ratio = 3,88 [IC 95% 1,546-9,749]; $p = 0.001$), trazo transversal tipo de fractura (odds ratio = 2,52 [IC 95% 0,618-10,308]; $p = 0.03$), presencia de defecto óseo (odds ratio = 2,90 [IC 95% 1,181-7,125]; $p = 0.01$), consumo de cigarrillos (odds ratio = 5,01 [IC 95% 0,542-10,721]; $p = 0.001$) y consumo de corticosteroides (odds ratio = 6,05 [IC 95% 2,996-12,618]; $p = 0.02$) (Tabla 5).

TABLA 5
Análisis de riesgo y asociación

Factores de riesgo	p-valor	Odd ratio
Fractura tipo C	0,0001	7,121 IC 95% 1,331-16,325
Fractura expuesta	0,0001	5,028 IC 95% 0,846-13,445
Fractura tipo IIIA	0,04	3,667 IC 95% 1,606-8,373
Fractura tipo IIIB	0,001	3,882 IC 95% 1,546-9,749
Cominución severa	0,0001	7,857 IC 95% 0,933-26,141
Trazo transversal	0,03	2,524 IC 95% 0,618-10,308
Defecto óseo	0,01	2,901 IC 95% 1,181-7,125
Consumo de cigarrillos	0,001	5,011 IC 95% 0,542-10,721
Consumo de corticosteroides	0,02	6,052 IC 95% 2,996-12,618

Elaboración Propia

DISCUSIÓN

Las fracturas de la diáfisis tibial son comunes para hombres y mujeres, provocan una elevada morbilidad, uso de la asistencia sanitaria y costos elevados. El impacto de la pseudoartrosis en la salud y los costos de atención no están bien descritos. Nuestro objetivo fue investigar las características del paciente con pseudoartrosis de tibia, sus factores de riesgo asociados, complicaciones y secuelas.

Esta investigación reporta los diferentes factores de riesgo de la pseudoartrosis de tibia atendida en el servicio de Traumatología y Ortopedia de un hospital nivel 3 de la ciudad de Guayaquil, además se establecieron las características demográficas y clínicas. La población de pacientes con factores de riesgo asociados tiene mayor probabilidad de desarrollar pseudoartrosis y complicaciones durante el curso de su evolución, convirtiéndose en un verdadero reto para el médico conseguir la consolidación ósea.

Varias investigaciones reportan resultados diversos, debido al tipo de institución analizada, variabilidad de pacientes, costumbres y accidentes. Un estudio desarrollado en EE. UU por Antonova et al (Antonova et al, 2013), evaluaron 853 pacientes con fracturas de diáfisis tibial, de los cuales 99 (12%) tuvieron pseudoartrosis. Predominó el sexo femenino con 52,5% (52) y la edad media fue de 53 años. Estos resultados difieren de los

obtenidos por Enríquez et al (Enríquez et al, 2012), que reportaron 33 pacientes con pseudoartrosis de tibia, de los cuales 29 fueron hombres y 4 fueron mujeres, la edad media fue de 35,6 años. Pesciallo et al (Pesciallo et al, 2014), de una serie de 26 pacientes con pseudoartrosis asépticas de fémur y tibia, encontraron 46,15% (12) de pseudoartrosis de tibia, el sexo masculino predominó con 8 casos (66,6%) y la edad promedio fue de 41 años (rango:22-75 años). El presente estudio reporta que la edad media (41,26 años) fue similar a la reportada por Pesciallo et al. En cuanto al género, encontramos similitud con los dos estudios antes mencionados ya que el sexo masculino fue el más representativo con el 85,9% (67).

En la serie de pacientes de Antonova E et al (Antonova, 2013), de un total de 853 pacientes con fracturas de tibia, el 99 (12%) desarrolló pseudoartrosis, los cuales tenían más comorbilidades (47%) y mayor tasa de fracturas expuestas (87%). Escarpanter J y Blanco Y (Escarpanter J, 2015) también reportaron como antecedente las fracturas expuestas (89,2%) y mayor porcentaje de comorbilidades asociadas (70,3%). En esta investigación, predominaron las fracturas cerradas (685%), pero hubo un porcentaje significativo de fracturas expuestas (15%), especialmente las de grado III de Gustillo (73 pacientes) que tenía defecto óseo importante (35%).

La mayor parte de los pacientes del presente estudio presentaron factores de riesgo asociados, especialmente factores locales a nivel del segmento del hueso afectado, así como factores relacionaos con el tratamiento utilizado para la lesión inicial, especialmente el defecto óseo (35%), fractura expuesta (15%) y trazo transversal (41%) de la fractura. Escarpanter J, establece como factores de riesgo significativos en sus estudio a la exposición focal (44%), el trazo inicial transversal (65%) , el trazo oblicuo (15%) y el trazo conminutivo (10%) (Escarpanter J, 2015).

Este análisis de regresión multivariante corrobora aún más el concepto bien respaldado de que la falta de continuidad cortical (<25%) es un fuerte predictor de pseudoartrosis y reoperación. La presencia de una fractura expuesta fue una covariable significativa en el modelo de regresión logística múltiple. Las fracturas expuestas son factores pronósticos conocidos de complicaciones después de la fijación de la fractura y esta característica demostró una asociación significativa con la incidencia de pseudoartrosis en los modelos univariados. Los resultados obtenidos sugieren una tendencia hacia mayores reoperaciones con fracturas transversales en comparación con fracturas oblicuas o espirales y es consistente con informes previos de su asociación característica con lesiones de alto impacto y la necesidad de una reoperación para lograr la unión ósea en tales casos.

CONCLUSIONES

La Pseudoartrosis de tibia es una lesión que ha aumentado su frecuencia en la institución de salud, lo cual se demuestra durante el periodo de estudio, probablemente al aumento de la población de afiliados que consulta a esta institución y a la exposición de factores de riesgo que no fueron contralados durante el manejo inicial.

Se identificaron dos hallazgos importantes: (1) las fracturas tibiales con menos del 25% de continuidad cortical (Comminución severa) tienen el valor predictivo más alto de pseudoartrosis que cualquier otra característica de fractura incluida en este estudio, (2) la combinación de una fractura expuesta tipo IIIB y un defecto óseo importante da como resultado un alto riesgo de desarrollar pseudoartrosis.

REFERENCIAS

- Antonova et al. (2013). Tibia shaft fractures: costly burden of nonunions. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 14(42), 2-10.
- Dailey et al. (Jul de 2018). Tibial Fracture Nonunion and Time to Healing After Reamed Intramedullary Nailing: Risk. Factors Based on a Single-Center Review of 1003 Patients. *J Orthop Trauma*, 32(7), e263-e269.

- Enríquez et al. (Jul.-Ago de 2012). Tratamiento de la pseudoartrosis de la tibia con deslindamiento, clavo centromedular sin fresado (UTN) y diafisectomía del peroné. *Acta Ortopédica Mexicana*, 16(4), 217-223.
- Escarpanter J, B. Y. (2015). Prevalencia de la pseudoartrosis séptica diafisaria en 5 años de trabajo. *Cubana Ortop Traumatol*, 13(1), 55-9.
- Khunda A, A.-M. M. (s.f.). The management of tibial fracture non-union using the Taylor spatial frame. *J Orthop* , 13(1), 360-363.
- Mills LA, S. A. (2013). The relative incidence of fracture non-union in the Scottish population (5.17 million): a 5-year epi- demiological study. *BMJ Open*.3(2), 112-119. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-002276>,
- Nandra R, G. L. (2015). Fracture non-union epide- miology and treatment. *Trauma*.18(3), 203-211. doi: <https://doi.org/10.1177/1460408615591625>
- Pesciallo et al. (2014). Utilización del aloinjerto en pseudoartrosis diafisarias del fémur y la tibia. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*, 75(3), 275-281.
- Panteli M, P. I. (s.f.). Biological and molecular profile of fracture non-union tissue: current insights. *J Cell Mol Med* , 19(1), 685-713
- Rupp M, B. C. (2018). Diaphyseal long bone nonunions - types, aetiology, economics, and treatment recommendations. *Int Orthop*, 42(2), 247-258.
- Schlickewei et al. (2019). Current and Future Concepts for the Treatment of Impaired Fracture Healing. *Int J Mol Sci*, 20(22), 5805-5809.
- Thompson J, J. A. (2019). *Tibia Fractures Overview*. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513267/>.
- Tsang et al. (Apr de 2016). Exchange nailing for nonunion of diaphyseal fractures of the tibia: our results and an analysis of the risk factors for failure. *Bone Joint J*, 98-B(4), 534-541.
- Zura et al. (2016). Epidemiology of fracture nonunion in 18 human bones. *JAMA Surg*, 151(2), e162775.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.
CC BY-NC-SA