



OSTEOSÍNTESIS MIPO MODIFICADA DE TIBIA. INFLUENCIA DE VARIABLES DESDE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LAS COMPLICACIONES

Autores:

- Dr. Leonardo Martínez Aparicio¹. <https://orcid.org/0000-0001-7203-753X>
- Dr. C. Lázaro Martín Martínez Estupiñan^{2*}. <https://orcid.org/0000-0001-7634-7575>
- Dr. C. María Marilyn García Marrero³.
- José Lázaro Díaz Estive⁴.
- María del Rocío Vicente González⁵.

¹ Especialista de Primer Grado en Ortopedia y Traumatología, Profesor instructor, investigador agregado. Servicio de ortopedia Hospital Provincial General Universitario Mártires del 9 de Abril. Villa Clara. Cuba.

² Doctor en Ciencia Médicas. Especialista de Primer y Segundo Grado en Ortopedia y Traumatología, Profesor Titular, Investigador Titular. Servicio de ortopedia Hospital Provincial General Universitario Mártires del 9 de Abril. Villa Clara. Cuba.

³ Doctor en Ciencia Matemáticas y de la computación. Decana de la Facultad de Matemática y Ciencias de la Computación. Universidad Central de Las Villas. Villa Clara. Cuba.

⁴ Facultad de Matemática y Ciencias de la Computación. Universidad Central de Las Villas. Villa Clara.

⁵ Facultad de Matemática y Ciencias de la Computación. Universidad Central de Las Villas. Villa Clara.

*Autor de correspondencia: lazarome@infomed.sld.cu

Resumen

Introducción: la inteligencia artificial es el campo científico de la informática que se centra en la creación de programas y mecanismos que pueden mostrar comportamientos, considerados inteligentes. Las fracturas de tibia son lesiones frecuentes y su manejo es controversial. **Objetivo:** analizar la influencia de algunas de las variables estudiadas mediante técnicas de inteligencia artificial, en las complicaciones del tratamiento quirúrgico con lamina para las fracturas de tibia.

Métodos: se realizó una investigación mixta, multicéntrica, multi- etapa, y cuasiexperimental, donde se utilizaron métodos científicos de investigación; empíricos y teóricos, además, análisis mediante inteligencia artificial, sobre la influencia de variables en los resultados de la osteosíntesis de tibia con técnica MIPO modificada. **Resultados:** La media de edades en la muestra fue de 45,3 años, la moda fue de 45 años, con predominio de la lesión en el sexo masculino, con el 72,1 % de los casos estudiados. La distribución de pacientes según complicaciones se comporta con un total de 29 para un 22,4% de los 129 casos estudiados, predominio de estas en el grupo tratado de manera convencional: 21 (16,2%) frente a 8 (6,2%) de los tratados con *MIPO*. La presencia de sepsis en la



primera consulta se comporta como el principal riesgo para complicaciones de las variables estudiadas, tanto para el grupo de estudio como para el grupo control, lo mismo sucede con la clasificación AO, según inferencia de inteligencia artificial. **Conclusiones:** el análisis de variables mediante inteligencia artificial brinda información poco abordada en la especialidad.

Introducción

En los últimos años se ha popularizado el concepto de inteligencia artificial (IA), mostrado en 1956 por el profesor John McCarthy. La IA es el campo científico de la informática que se centra en la creación de programas y mecanismos que pueden mostrar comportamientos, considerados inteligentes. La misma tiene cada vez más impacto en todas las esferas de la sociedad. A pesar de los avances de la IA y de su vinculación con las diferentes ciencias y en particular con la Ciencia de la Salud en nuestro ámbito profesional se percibe desconocimiento sobre el impacto de su empleo en el sector de la Salud y por ende de sus perspectivas o potencial investigativo para proyectos tecnológicos futuros.

Las fracturas de tibia son lesiones frecuentes y su manejo es controversial.^{1, 2, 3} Si bien el patrón de referencia para tratar la mayoría de las fracturas tibiales es el enclavado endomedular, no todas las fracturas (por su localización muy distal o bien por alteraciones de la forma tibial o estrechez de su canal) pueden ser tratadas con dicha osteosíntesis.⁴ Clásicamente se las ha tratado mediante reducción abierta y fijación interna, para lograr una estabilización primaria y permitir la rehabilitación más rápida. Sin embargo, la amplia disección y desperiostización, sumada a la pobre vascularización local, llevó a una alta tasa de complicaciones.⁵

La osteosíntesis mínima invasiva con lámina (MIPO) es el siguiente paso lógico en el tratamiento quirúrgico de las fracturas. Se basa principalmente en la reducción indirecta de la fractura mediante diversas técnicas. De esta manera, se preserva mejor el entorno de la fractura, así como el suministro de sangre a los fragmentos óseos.⁶

El tratamiento de las fracturas de la tibia no constituye en el presente un problema traumatológico sin resolver satisfactoriamente, como sucede con otras afecciones ortopédicas o traumatológicas, si con los procedimientos incruentos o cruentos se obtienen buenos resultados en el tratamiento de las fracturas de pierna, como lo demuestran las estadísticas, ¿por qué es necesario una revisión del problema sobre el tratamiento?

Pues aún existen cifras de incapacidad, invalidez, retraso en la consolidación y pseudoartrosis incompatibles con el desarrollo actual de la especialidad, este es el motivo por el cual, al amparo del perfeccionamiento reciente de la osteosíntesis, se han ensayado y se ensayan diversos métodos de tratamiento de las fracturas diafisarias de tibia.^{7, 8}

El objetivo principal de la investigación es analizar la influencia de algunas de las variables estudiadas mediante técnicas de inteligencia artificial, en las complicaciones del tratamiento quirúrgico con lamina para las fracturas de tibia.

Método



La investigación se realizó en los servicios de ortopedia y traumatología de los Hospitales Universitarios Milian y Sagua, en el período comprendido entre 2020 y 2023, se analizó el manejo de la osteosíntesis con lámina para las fracturas de tibia, mediante método de abordaje convencional RAFI y el método de osteosíntesis mínimamente invasivo modificado CENDA-234-02-2024.⁹

Se realizó una investigación mixta, multicéntrica, multi- etapa, y cuasiexperimental, donde se utilizaron métodos científicos de investigación; empíricos y teóricos, además, análisis mediante inteligencia artificial. Aplicamos una validación cruzada de 10 particiones y aplicamos varias técnicas de aprendizaje automatizado.

Se aplicó técnicas de inteligencia artificial para el análisis de la información y búsqueda de correlación entre variables, específicamente complicaciones. Para el análisis de los resultados de la influencia de variable en las complicaciones, según inteligencia artificial se utiliza el Sistema *Waikato Environment for Knowledge Analysis, Version 3.9.6 (c)1999-2022*; de la Universidad de Waikato. Hamilton, Nueva Zelanda.

Con técnicas de análisis de validación cruzada, también conocida como cross-validation, esta es una técnica utilizada en el aprendizaje automático y en análisis estadístico. Su objetivo fue evaluar los resultados de un análisis estadístico y garantizar que son independientes de la partición entre datos de entrenamiento y prueba. Aplicamos construcción automatizada de árboles de decisión usando el método J48 pruned tree, el cual constituye una modificación al C4.5 de Quilan y se alcanza el siguiente árbol para inferir la complicación. Figura 1.

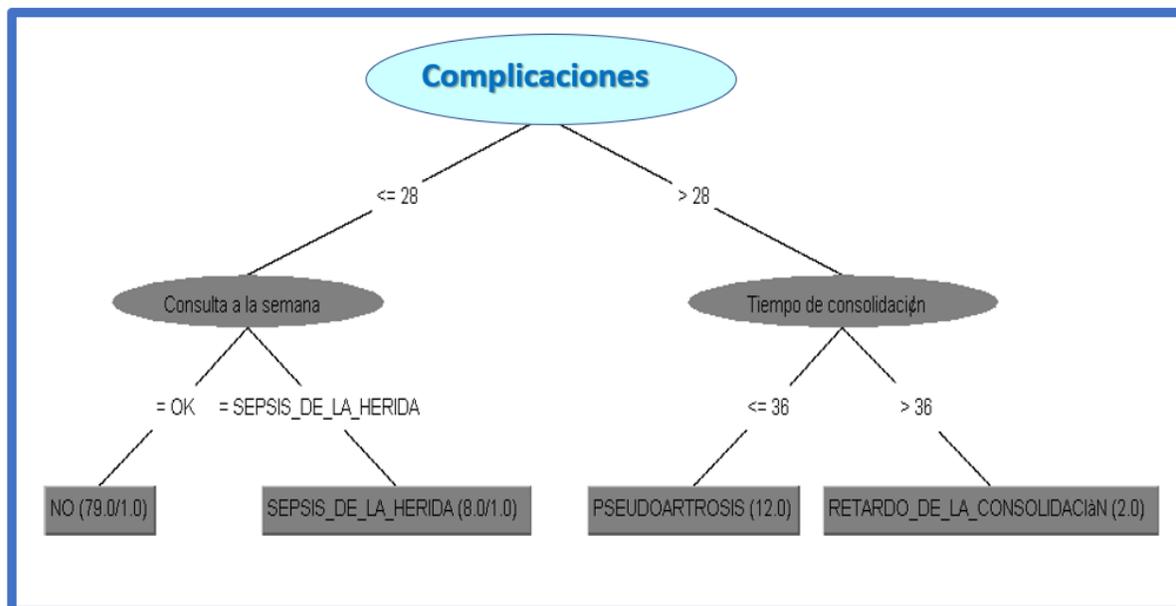


Figura 1. Aplicamos construcción automatizada de árboles de decisión usando el método J48, el cual constituye una modificación al C4.5 de Quilan. Se realiza

Resultados



En la tabla 1 se aprecia la caracterización demográfica de la muestra estudiada, el tamaño de la muestra: 129 pacientes con fractura de tibia candidatos a tratamiento quirúrgico, divididos en dos grupos, uno donde se aplicó reducción abierta y fijación interna (RAFI) mediante abordaje estándar con 82 pacientes y el segundo grupo, donde se empleó la técnica MIPO modificada en 47 pacientes. El paciente más joven presentaba 19 años al momento de realizarse el estudio, no incluimos menores de edad en el estudio por las características propias del esqueleto inmaduro. El más anciano presentaba una edad de 90 años.

Tabla 1. Caracterización de los pacientes con fracturas de tibia.

Variables	Osteosíntesis convencional (GC)		MIPO modificado (GE)		Totales	
	No.	%	No.	%	No.	%
Total de pacientes	82	63.6	47	36.4	129	100.0
Masculino	60	46.5	33	25.6	93	72.1
Femenino	22	17.1	14	10.8	36	27.9
Media de edades	45.8		44.5		45.3	
Desviación estándar	15.6		16.1		15.7	
Moda	58		48		45	
Mediana	47		43		45	
Paciente más joven	19		20		19	
Paciente de más edad	82		90		90	

GC- grupo control.

GE- grupo estudio.

Fuente: Base de datos.

La media de edades en la muestra fue de 45,3 años, con valores parecidos en ambos grupos y la moda fue de 45 años. Existió un predominio de la lesión en el sexo masculino, con el 72,1 % de los casos estudiados.

Los datos obtenidos refuerzan las afirmaciones encontradas en la bibliografía revisada donde se expone que la fractura de tibia es una patología que se presenta con frecuencia en la población trabajadora, por lo general son más frecuente en adultos jóvenes.

Tabla 2. Distribución de pacientes según complicaciones por grupos de estudio.

Complicaciones	Grupo				Total	
	Osteosíntesis convencional (GC)		MIPO Modificado (GE)			
	No.	%	No.	%	No.	%
Menores	7	5,4	8	6,2	15	11,6



Mayores	14	10,8	0	0	14	10,8
Total	21	16,2	8	6,2	29	22,4

$\chi^2 = 8.1773$ $p = 0.0042$ Muy Sig

Fuente: Base de datos.

En la tabla 2 se aprecia la distribución de pacientes según complicaciones con un total de 29 para un 22,4% de los 129 casos estudiados, con un predominio de estas en el grupo tratado de manera convencional: 21 (16,2%) frente a 8 (6,2%) de los tratados con *MIPO*.

En el grupo *MIPO* modificado no se presentaron complicaciones mayores, y las que se presentaron estuvieron asociadas a sepsis del sitio de la herida (5), un caso con exposición del material de osteosíntesis (MOS) y dos casos con seroma; complicación que dejó de presentarse una vez que tomamos la conducta de colocar vendaje elástico en el postquirúrgico inmediato. En el grupo convencional se presentaron 14 complicaciones mayores, entre las que destaca la presencia de 11 casos con pseudoartrosis. Existen diferencias muy significativas según complicaciones entre ambos grupos (estudio y control) puesto que $p < 0,01$.

Tabla 3. Descripción de los resultados de aplicación de métodos de predicción para análisis de decisiones, respecto a los grupos de estudio.

Grupo de estudio	Método	% clasificaciones correctas	Error medio absoluto	Error cuadrático medio
Osteosíntesis convencional (GC)	J48	97,02	0,04	0,17
	Bayes Net	96,03	0,10	0,21
	MLP	93,06	0,07	0,23
	IBK 3	81,18	0,26	0,40
MIPO (GE)	J48	94,23	0,09	0,2283
	Bayes Net	90,38	0,13	0,27
	MLP	94,23	0,068	0,23
	IBK 3	82,69	0,15	0,35

Fuente. Informe de inteligencia artificial.

Dentro de las aplicaciones más importantes en la aplicación de IA en la ortopedia se encuentra el análisis de datos, para la aplicación clínica y para la investigación- este es uno de los resultados que puede mostrar el autor, hasta donde conoce, es la primera ocasión en que se utiliza en la especialidad esta opción futurista, ello permitió la asociación de variables y el pronóstico de comportamiento de los pacientes. Tabla 3

Se aprecia como la presencia de sepsis en la primera consulta se comporta como el principal riesgo para complicaciones de las variables estudiadas, para el tratamiento quirúrgico con lámina en las fracturas de tibia, tanto para el grupo de estudio como para el grupo control, lo mismo sucede con la clasificación AO, estos resultados concuerdan con la inferencia del autor, pero lo que si no esperaba el autor ni sus asesores es encontrar que no influyen para los métodos de inteligencia artificial en



las complicaciones el tiempo quirúrgico, ni la edad, tampoco el tiempo de hospitalización o el tamaño de las incisiones.

Tabla 4. Influencia de variables en las complicaciones según método de ranqueo mediante métodos de inteligencia artificial.

Ranquin de variables			
Grupo control		Grupo estudio	
Jerarquía	Variable	Jerarquía	Variable
0.126214	Consulta a la semana- sépsis	0.391135	Consulta a la semana- sépsis
0.120197	Clasificación AO	0.15681	Clasificación AO
0.055951	Sexo	0.110381	Estado de las partes blandas
0.051374	Tipo de fractura	0.07553	Tipo de fractura
0.009093	Región anatómica	0.034245	Sexo
0.004496	Miembro afectado	0.016239	Región anatómica
0.000346	Estado del peroné	0.000779	Miembro afectado
0	Edad	0.000456	Estado del peroné
0	Tamaño de las incisiones	0	Edad
0	Tiempo de hospitalización	0	Tiempo de hospitalización
0	Estado de las partes blandas	0	Tiempo quirúrgico
0	Tiempo quirúrgico	0	Tamaño de las incisiones

Fuente. Análisis de inteligencia artificial. Base de datos.

Discusión

En un estudio retrospectivo realizado por el departamento de Cirugía Ortopédica de Jeju National School of Medicine, Jeju, Korea del Sur evalúan los resultados de la *MIPO* para las fracturas del tercio medio de la tibia, fueron incluidos un total de 37 pacientes (12 femeninas, 25 masculinos) con una edad promedio de 52,7 años (rango 28-78 años).¹⁰

Otra investigación realizada en Turquía presenta una comparación entre dos grupos de pacientes con fracturas de tibia, uno tratado con enclavado intramedular (IMN) con 30 pacientes y otro con *MIPO* con 29. En el primer grupo el promedio de edad era de 47 años, de ellos 19 hombres y 11 mujeres mientras que, en segundo era de 52 años, de ellos 16 hombres y 13 mujeres.¹¹ Para Silva Villegas el sexo masculino es el que tiene mayor presencia de casos, 74% de la incidencia de fracturas de



tibia, así mismo la edad que presenta mayor prevalencia se encuentra en adultos jóvenes.¹²

El presente estudio coincide en el predominio de estas fracturas en adultos masculinos en edad laboral en la cual se encuentran expuestos a un mayor riesgo de accidentes.^{2, 13, 14}

Es de relevancia interna el generar estadísticas propias, de utilidad y comparativas con otros estudios, con la finalidad de arrojar información detallada del panorama actual de la osteosíntesis en nuestro medio, con respecto a las posibilidades, frecuencia de las complicaciones de las fracturas de tibia, así como, la asociación a múltiples factores que conllevan a desarrollarlas y que incluso resultan tener un gran valor pronóstico para la evolución del paciente, infiriendo cuales de éstas variables resultan tener más impacto y si son prevenibles o posiblemente mitigables.

Debido a la creciente carga de padecimientos musculo esqueléticos cada vez de mayor complejidad, la investigación en ortopedia y traumatología desempeña un papel esencial en el entendimiento de su fisiopatología, con el fin de brindar al paciente el manejo con mayor evidencia disponible. Esto con el afán de asegurar una atención de calidad y un manejo eficiente de la infraestructura disponible. Gracias al uso de la tecnología, se ha logrado un avance continuo en la toma de decisiones al incrementar la precisión de los métodos diagnósticos y terapéuticos.

En el campo de la ortopedia, la IA desempeña un papel cada vez más relevante. Ha sido empleada en distintos escenarios, por mencionar, el diagnóstico de fracturas, la creación de modelos predictivos para evaluar la probabilidad de ciertos resultados clínicos como el riesgo de fractura y la formación quirúrgica de especialistas. Se prevé que en un futuro permita el progreso en la eficiencia y calidad en la caracterización de los padecimientos en traumatología, a la vez que ayude a contribuir a reducción de costos asociados al proceso.^{15, 16}

El autor considera que, desde el punto de vista anatómico, el tercio distal de la tibia tiene una limitada cobertura muscular, por lo que su vascularización es más pobre. El tratamiento incruento puede resultar en una serie de complicaciones, tales como consolidación viciosa, pseudoartrosis y rigidez de tobillo, entre otras. Clásicamente las fracturas de tibia se han tratado mediante reducción abierta y fijación interna, para lograr una estabilización primaria y permitir la rehabilitación más rápida. Sin embargo, la amplia disección y desperiostización, sumada a la pobre vascularización local, llevó a una alta tasa de complicaciones que incluyen infección, mala cicatrización de las heridas, consolidación viciosa y pseudoartrosis.^{17, 18}

La IA en salud representa una colección de múltiples tecnologías que permiten a las máquinas detectar, comprender, actuar y aprender, para que puedan realizar funciones administrativas y clínicas en salud. Son pocos los estudios cubanos sobre este tema, aunque todos coinciden en aspectos como las ventajas ya que permite anticiparse a eventos para planificación de recursos y se convierte en una herramienta de utilidad para apoyar la toma de decisiones y mejorar los servicios ofrecidos a los pacientes con la creación de modelos predictivos que crecen con el suministro de información constante y en tiempo real, que ayuden a la optimización de los recursos y a la mejora de las condiciones de salud, además, que estas



soluciones permiten mejorar la gestión clínica, reducir los retrocesos, optimizar los recursos y concentrar la atención en los pacientes.

En el territorio provincial se dan pequeños pasos en el uso de la inteligencia artificial, esta se incorpora de forma paulatina en la medicina; su objetivo no es reemplazar el criterio clínico, sino reafirmarlo y proporcionarlo mediante sus herramientas y su gestión.¹⁹

Con todos estos avances, es evidente que tiene el potencial de revolucionar la ortopedia y traumatología, mejorando el cuidado del paciente y elevando el estándar de tratamiento y rehabilitación.²⁰ Como siempre, es crucial mantenernos informados y adaptarnos a estas nuevas herramientas para brindar la mejor atención posible a nuestros pacientes.

Debido al crecimiento constante en el volumen de información del paciente que se recopila, la inteligencia artificial (IA) está demostrando ser una herramienta prometedora en la investigación médica y en todos los aspectos de los trayectos de atención al paciente y en el monitoreo en tiempo real, tanto a la rehabilitación como a la formación quirúrgica, permitiendo un seguimiento detallado y un aprendizaje más interactivo y efectivo.^{21, 22}

Conclusiones

La IA demuestra ser una herramienta potente para analizar grandes volúmenes de datos ortopédicos, incluyendo registros de pacientes, ensayos clínicos e investigaciones. Empleando técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) y minería de datos, la IA puede identificar patrones y correlaciones en la información, lo que conduce a un mejor entendimiento de las condiciones ortopédicas, estrategias de tratamiento más eficaces y el desarrollo de terapias innovadoras.

A través de la analítica predictiva, la IA puede anticipar resultados de pacientes e identificar complicaciones potenciales. Al analizar los datos del paciente y registros históricos, los algoritmos de IA pueden señalar factores de riesgo y prever la probabilidad de complicaciones postoperatorias, como infecciones o fallos de implantes. Esto permite una intervención proactiva y un cuidado personalizado del paciente.

Referencias bibliográficas

1. Marroquín Herrera O, García Balderas A, Ortega Meza E, Aburto González P, Rodríguez Albístegui C, Olvera Vásquez R. Comparación del tratamiento con placas en fractura de tibia distal. Acta Ortopédica Mexicana [Internet]. 2021[citado 2024 Ene 30];35(1):40-5. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=100929>
2. Choi S, Lee TJ, Kim S, Cho C, Shim S, Kang H, et al. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) technique for complex tibial shaft fracture. Acta Orthop Belg [Internet]. 2019 [citado 2024 Ene 30];85:224-33. Disponible en: <http://www.actaorthopaedica.be/assets/2777/11-Choi.pdf>
3. De Peña F, Silveri C, Francescoli L, Cune A. Tratamiento de las fracturas de tibia con placa bloqueada en niños. Revista Mexicana de Ortopedia Pediátrica [Internet]. 2018[citado 2024 Ene 30];20(1):12-7. Disponible en:



<https://www.medigraphic.com/pdfs/opediatria/op-2018/op181c.pdf>

4. Fernández López LA, García Martínez O, Martín León R, García Martínez O. Osteosíntesis mínima invasiva percutánea con placa en fractura de tibia distal. Rev Cubana Ortop Traumatol [Internet]. 2021 Jun [citado 2024 Ene 25];35(1):e353. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-215X2021000100014&lng=es

5. Wang B, Zhao Y, Wang Q, Hu B, Sun L, Ren C, et al. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis versus intramedullary nail fixation for distal tibial fractures: a systematic review and meta-analysis. J Orthopaedic Surg Res [Internet]. 2019 [citado 2024 Ene 30];14:456. Disponible en:

<https://josr-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13018-019-1479-0>

6. Zaghoul ME, Essmat E, Zahed M, Tabl EA. MIPO Technique for Treatment of Distal Tibial Fractures. J Orthop Pract [Internet]. 2023 [citado 2024 Ene 30];3(1): Disponible en:

<https://doi.org/10.54289/JOP2300101>

7. Valdés Santurio ER, Vallina García V, Álvarez Ortiz V. Fisiopatología y tratamiento de las fracturas diafisarias de tibia. Rev. Esp. Cir. Ortop. Traumatol [Internet]. 2008[citado 2024 Ene 30];52:47-66.

8. Cárdenas G. Osteosíntesis mínimamente invasiva con placa anatómica bloqueada en fracturas desplazadas del tercio medio de clavícula. Acta Ortop Mex [Internet]. 2021[citado 2024 Ene 30]; 35(5):479-85. Disponible en:

<https://dx.doi.org/10.35366/104579>

9. Martínez Aparicio L, Martínez Estupiñán LM, Morales Piñeiro R, Castillo Oliva GJ, Plain Pazos C. Modifications to the MIPO Surgical Technique in Diaphysary Fractures of the Tibia. Ortho & Rheum Open Access J. 2024;23(2):556107. Disponible en:

<https://doi.org/10.19080/OROAJ.2024.22.556107>

10. Kang H, Song J, Rho J, Lee J, Choi J, Choi S. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) for mid-shaft fracture of the tibia (AO/OTA classification 42): A retrospective study. Annals of Medicine and Surgery [Internet]. 2020 [citado 2024 Ene 30];60:408-12. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33250999/>

11. Kumbaracı M, Savran A. Comparison of minimally invasive plate osteosynthesis and intramedullary nailing in the treatment of distal extraarticular tibial fractures. Ege Journal of Medicine / Ege Tıp Dergisi [Internet]. 2021[citado 2024 Ene 30];60(3):288-95. Disponible en: <https://doi.org/10.19161/etd.990612>

12. Silva Villegas HM. Incidencia de fracturas abiertas de tibia en pacientes de 20 a 35 años del Hospital Dr. José María Vargas en el período 2015 – 2018. Más Vita [Internet]. 2019 [citado 2024 Ene 30];1(3):7-13. Disponible en:

<https://acvenisproh.com/revistas/index.php/masvita/article/view/38>

13. Vázquez Ribas E, Tabares Sáez H, Morales Seife R, Tabares Neyra HI. Caracterización de fracturas abiertas de tibia. Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología [Internet]. 2021[citado 2024 Ene 30];35(1):e306. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-215X2021000100004



14. Novoa Sierra B, Estrems Diaz V, Bertó Martí X, Fuentes Real S, Hernández Ferrando L. Fracturas metafisarias de tibia distal: análisis comparativo de los resultados obtenidos mediante placa bloqueada y clavo intramedular. *Rev. Esp. Cir. Ortop. Traumatol* [Internet]. 2022[citado 2024 Ene 30];66:298-305. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.recot.2022.03.006>
15. Garín-Zertuche D, Vilchez-Cavazos F. El rol de la inteligencia artificial en el campo de la ortopedia. *Orthotips* [Internet]. 2023[citado 2024 Ene 30];19(4):198-9. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.35366/113291>
16. Sunho Ko, Pareek A, Du Hyun Ro, Yining Lu, Camp CL, Martin RK, Krych AJ. Artificial intelligence in orthopedics: three strategies for deep learning with orthopedic specific imaging. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [Internet]. 2022[citado 2024 Ene 30];30:758-61. Disponible en:
<https://doi.org/10.1007/s00167-021-06838-8>
17. Illur V, Shivgonda Patil R, Shah J, Chaudhary N, Bhosale V. Functional outcome of distal tibia fracture treated with locking compression plate using minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis technique (MIPPO): A prospective study. *International J Orthopaedics Sciences* [Internet]. 2019 [citado 12/02/2024];5(4):980-4. Disponible en:
<http://www.orthopaper.com/archives/2019/vol5issue4/PartQ/5-4-148-772.pdf>
18. Sreejith TJ, Nagakumar JS, Manohar PV, Pammi KR. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) in distal tibia fractures-retrospective functional and radiological outcome analysis among rural population. *International J Orthopaedics Sciences* [Internet]. 2018[citado 2024 Ene 30];4(2):596-600. Disponible en: <https://doi.org/10.22271/ortho.2018.v4.i2i.89>
19. Cabrera- Pérez A, del Río- Alcántara S, Leiva- Rodríguez JC, Pérez- Cabrera A, Ferrer- Hernández LG. La inteligencia artificial al servicio de la ayuda auditiva. *Medicent Electrón* [Internet]. 2024[citado 2024 Ene 30];28:e4153. Disponible en:
<https://medicentro.sld.cu/index.php/medicentro/article/view/4153>
20. Clement ND, Simpson AHRW. Artificial intelligence in orthopaedics. *Bone Joint Res* [Internet]. 2023[citado 2024 Ene 30];12(8):494-6. Disponible en:
<https://doi.org/10.1302/2046-3758.128.BJR-2023-0199>
21. Lisacek-Kiosoglous AB, Powling AS, Fontalis A, Gabr A, Mazomenos E, Haddad FS. Artificial intelligence in orthopaedic surgery. *Bone Joint Res* [Internet]. 2023[citado 2024 Ene 30];12(7):447-54. Disponible en:
<https://doi.org/10.1302/2046-3758.127.BJR-2023-0111.R1>
22. Thompson JH, Koutsogiannis P, Jahangir A. Tibia Fractures Overview. [Updated 2023 Jul 31]. In: *Stat Pearls* [Internet]. Treasure Island (FL): Stat Pearls Publishing; 2024. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513267/>

Conflictos de interés

No se declaran conflicto de interés.