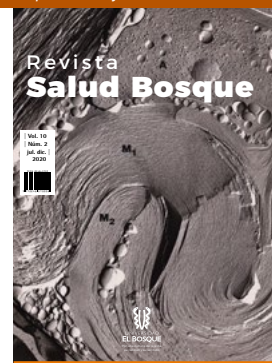


Revista Salud Bosque

ISSN 2248-5759 (impresa) | ISSN 2322-9462 (digital)



REDIB


 latindex
ratology

Artículo de revisión



Historial del artículo:

Recibido: 20 | 02 | 2020**Recibido con revisiones:** 24 | 06 | 2020**Aprobado:** 06 | 08 | 2020**Publicado:** 30 | 11 | 2020

Correspondencia:

Wanderley Augusto Arias Ortiz. Correo electrónico: waarias@unbosque.edu.co.

How to cite:


Arias-Ortiz WA, Burgos-Sosa JI, Camargo-Cubillos MG, Martínez-Ramírez LT, Perdomo-Cortés LC. Complicaciones derivadas del uso de fijadores externos. Revisión de la literatura. Rev. salud. bosque. 2020;10(2):1-22

 **DOI:** <https://doi.org/10.18270/rsb.v10i2.3073>

Complicaciones derivadas del uso de fijadores externos. Revisión de la literatura

Wanderley Augusto **Arias-Ortiz** 

Grupo de Investigación Educación Superior en Salud, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque, Bogotá D.C., Colombia.

Johanna Inés **Burgos Sosa** 


Programa de Instrumentación Quirúrgica, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.

Margui Camila **Camargo Cubillos** 

Programa de Instrumentación Quirúrgica, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.

Leydi Tatiana **Martínez Ramírez** 

Programa de Instrumentación Quirúrgica, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.

Laura Camila **Perdomo Cortés** 

Programa de Instrumentación Quirúrgica, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.

Resumen

Introducción. La fijación externa es un método para tratar diferentes tipos de fracturas mediante el posicionamiento de agujas o clavos en sitios periféricos a los segmentos de la ruptura

Objetivo. Identificar las complicaciones más frecuentes derivadas de la implantación de fijadores externos.

Materiales y métodos. Se realizó una revisión de la literatura en las bases de datos ScienceDirect, SpringerLink, Proquest, PubMed, SciELO, ClinicalKey, Elsevier y Redalyc. Se incluyeron estudios publicados entre 2014 y 2018, y en idioma inglés y español.

Resultados. Se encontraron 1.104 artículos y se excluyeron 1.058 por no cumplir los criterios de inclusión o por no contar con información de interés para el estudio, por lo que finalmente se incluyeron 46 publicaciones.

Conclusiones. Las infecciones fueron las complicaciones más frecuentes asociadas al uso de la fijación externa y por tanto son un importante reto para los profesionales de la salud.

Palabras clave: Complicaciones posoperatorias; Ortopedia; Fijadores externos.

Complications arising from the use of external fixators. Literature review

Abstract

Introduction: External fixation is the method of treating different types of fractures using needles or pins that are positioned at peripheral sites of the fracture segments.

Materials and methods: A descriptive documentary study was carried out, reviewing the literature, taking into account the review of 46 scientific articles, belonging to databases such as: Science Direct, SpringerLink, Proquest, PubMed, SciELO, ClinicalKey, Elsevier and Redalyc; studies were included between 2014 - 2018, in English and Spanish language.

Results: We located 1104 articles, excluding 1058 because they did not meet the inclusion criteria or did not have information of interest to the study.

Conclusions: The most frequent complications associated with the use of external fixation are those related to infection, generating an important challenge for health professionals.

Keywords: Postoperative Complications; Orthopedics; External Fixators.

Complicações derivadas do uso de fixadores externos. Revisão da literatura

Resumo

Introdução. A fixação externa é um método de tratamento de diferentes tipos de fraturas, com posicionamento de agulhas ou pregos em locais periféricos aos segmentos de ruptura e precisa de cuidados especiais.

Objetivo. Identificar as complicações mais frequentes derivadas do implante de fixadores externos.

Materiais e métodos. Foi realizada uma revisão da literatura nas bases de dados (ScienceDirect, SpringerLink, Proquest, PubMed, SciELO, ClinicalKey, Elsevier e Redalyc) de estudos publicados entre 2014 e 2018 em língua inglesa e espanhola.

Resultados. No total foram analisados 46 artigos dos 1.058 achados, 1.104 foram excluídos por não atenderem os critérios de inclusão ou por não possuírem informações de interesse do estudo.

Conclusões. As infecções foram as complicações mais frequentes associadas ao uso de fixação externa, são o maior desafio para os profissionais de saúde.

Keywords: Complicações pós-operatórias; Ortopedia; Fixadores externos.

Introducción

La fijación externa es un método para tratar diferentes tipos de fracturas mediante el cual se posicionan agujas o clavos en sitios periféricos a los segmentos de las rupturas. Tales elementos se conectan por medio de barras y permiten la generación de distintas funciones y mecanismos que contribuyen al tratamiento de estas lesiones (1). Este método es uno de los más usados en ortopedia y traumatología, aun cuando en la mayoría de las series de casos la tasa de complicaciones postoperatorias varía del 20 % al 50 %, dependiendo de los protocolos y las técnicas empleadas (2).

Entre las complicaciones más frecuentes por el uso de fijadores externos se encuentran rigidez articular, infecciones, desviaciones angulares, artrosis secundaria por el coeficiente de fricción entre la rodilla y la tibia, inestabilidad articular, complicaciones neurovasculares, síndrome compartimental, entre otras (3). Al respecto, De Pasquale et al. (4) destacan que las complicaciones pueden presentar porcentajes entre el 31,9 % y el 2,44 % de los casos.

El momento de la perforación, la inserción manual de los pasadores y el uso del corredor de seguridad son factores que pueden predisponer el surgimiento de complicaciones en pacientes implantados con un fijador externo. Por lo anterior, es primordial prevenir la infección con una adecuada y correcta técnica de inserción de los pines y un estricto cuidado del apósito y de la herida quirúrgica, pues esta complicación es la que se reportar con mayor frecuencia en los estudios sobre fijación externa (5).

El panorama de complicaciones derivadas de la aplicación de este método supone un reto grande para los especialistas, ya que deben realizar una gestión integral de los pacientes para identificar riesgos y posibles factores que puedan alterar la culminación del tratamiento; esta gestión también permite garantizar la adecuada implementación de la fijación externa y el cumplimiento de los protocolos necesarios para un seguimiento satisfactorio, por lo cual nace la necesidad de conocer las complicaciones más frecuentes y sus características (6).

En este contexto, el objetivo del presente estudio fue realizar una revisión sistemática de la literatura para identificar las complicaciones más frecuentes derivadas de la implantación de fijación externa según el segmento anatómico en estudio.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión narrativa de la literatura en las bases de datos ScienceDirect, SpringerLink, Proquest, PubMed, SciELO, ClinicalKey, Elsevier y Redalyc. Se tuvieron en cuenta artículos que mencionaran el empleo de fijadores externos en patologías osteoarticulares adquiridas y congénitas publicados en español e inglés y entre los años 2014 y 2018.

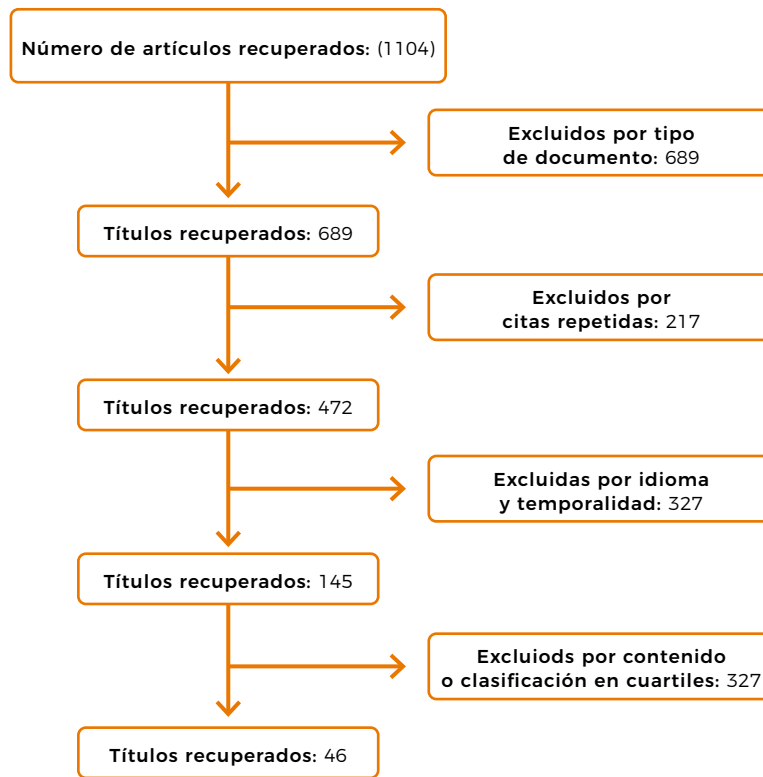
Para el análisis estadístico se agruparon las complicaciones encontradas teniendo en cuenta el tipo de complicación y para identificar los valores máximos y mínimos de complicación se tuvieron en cuenta las muestras y casos reportados de incidentes posoperatorios.

La tabulación de los datos y la generación de la base de datos se hicieron mediante el programa Microsoft Excel 365, para la depuración de la información se emplearon los programas STATA versión 14 y SPSS versión 26.

Resultados

Se encontraron 1.104 artículos con la estrategia de búsqueda, de los cuales se excluyeron 1.058: 415 documentos diferentes a artículos o que no tenían acceso abierto, 217 repetidos, 327 publicados en idiomas diferentes a inglés y español o por fuera de la temporalidad y 99 cuya revista no estaba clasificada en cuartiles o su contenido no se relacionaba con el objetivo del estudio, por lo que finalmente se incluyeron 46 artículos para el análisis (Figura 1).

Figura 1. Algoritmo de búsqueda.



Fuente: Elaboración propia.

El 2014 fue el año con mayor número de artículos publicados (n=15; 32,61 %), seguido del 2017 (n=13; 28,26 %), 2018 (n=8; 17,39 %), 2016 (n=6; 13,04 %) y 2015 (n=4; 8,70 %).

Las series de casos fueron el tipo de artículo más encontrado (n=33; 71,7 %), seguido de estudios de comparación de grupos (n=7; 15,2 %), ensayos clínicos aleatorizados (n=2; 4,3 %), estudios de cohorte (n=2; 4,3 %), estudios de casos y controles (n=1; 2,2 %) y estudios de un caso (n=1; 2,2 %).

Teniendo en cuenta el segmento anatómico de estudio, se identificó que la mayor proporción correspondió a miembro inferior (n=30; 65,2 %), y que los artículos que involucraban el miembro superior representaban el 34,8 % (n=10) de los documentos revisados.

El promedio de las muestras reportadas fue 39,89±40,64 con un rango entre 1 y 237 pacientes incluidos. Por su parte, el tiempo de seguimiento promedio reportado fue 19,36±16,82 meses con un mínimo de 1 mes y un máximo de 81 meses.

Los artículos incluidos se relacionan en la Tabla 1.

Tabla 1. Artículos incluidos en la revisión.

Autores	Título	Año
Assayag MJ, Bor N, Rubin G, Rozbruch SR (7)	Circular hexapod external fixation for periprosthetic tibial fracture	2018
Bégué T, Mebtouche N, Auregan JC, Saintyves G, Levante S, Cottin P, Masquelet AC (8)	External fixation of the thalamic portion of a fractured calcaneus: A new surgical technique	2014
Bertrand ML, Pascual-López FJ, Guerado E (9)	Severe tibial plateau fractures (Schatzker V-VI): open reduction and internal fixation versus hybrid external fixation	2017
Berven H, Brix M, Izadpanah K, Kubosch EJ, Schmal H (10)	Comparing case-control study for treatment of proximal tibia fractures with a complete metaphyseal component in two centers with different distinct strategies: Fixation with Ilizarov frame or locking plates	2018
Bisaccia M, Meccariello L, Manni M, Falzarano G, Medici A, Rinonapoli G, Di Giacinto S, Colleluori G, Ibáñez-Vicente C, Ceccarini P, Bisaccia O, Caraffa A (11)	Treatment of acute proximal humeral fractures in children with modular external fixator	2016
Bishay SNG (12)	Simultaneous femoral and tibial lengthening in combined congenital complete fibular hemimelia and congenital short femur using Ilizarov ring external fixator	2014
Bumbaširević M, Palibrk T, Atkinson HDE, Lešić A (13)	Ilizarov fixation for the treatment of scaphoid nonunion: a novel approach	2017
Castelli A, D'amico S, Combi A, Benazzo F (14)	Hinged external fixation for Regan-Morrey type I and II fractures and fracture-dislocations	2016
Corina G, Mori C, Vicenti G, Galante VN, Conserva V, Speciale D, Scialpi L, Abateb A, Tartaglia N, Caiaffa V, Moretti B (15)	Heel displaced intra-articular fractures treated with mini-calcaneal external fixator	2014
Demiralp B, Ege T, Kose O, Yurttas Y, Basbozkurt M (16)	Reconstruction of intercalary bone defects following bone tumor resection with segmental bone transport using an Ilizarov circular external fixator	2014
Eralp L, Bilen FE, Rozbruch SR, Kocaoğlu M, Hammoudi AI (17)	External fixation reconstruction of the residual problems of benign bone tumours	2016
Falzarano G, Medici A, Grubor P, Grubor M, Meccariello L (18)	Emergent hybrid external fixation for tibial pilon fractures in adults	2015
Ferreira N, Marais LC (19)	Femoral locking plate failure salvaged with hexapod circular external fixation: a report of two cases.	2016
Githens M, Shatsky J, Agel J, Bransford RJ, Benirschke SK (20)	Medial external fixation for staged treatment of closed calcaneus fractures: Surgical technique and case series	2017
Harshwal RK, Sankhala SS, Jalan D (21)	Management of nonunion of lower-extremity long bones using mono-lateral external fixator - Report of 37 cases	2014

Autores	Título	Año
Hodel S, Koller T, Link BC, Rossi M, Babst R, Beeres FJP (22)	Does temporary external fixation and staged protocol for closed fractures lead to bacterial contamination of the surgical site and associated complications? - A prospective trial	2018
Kazemian GH, Manafi AR, Najafi F, Najafi MA (23)	Treatment of intertrochanteric fractures in elderly highrisk patients: Dynamic hip screw vs external fixation	2014
Kösters C, Lenschow S, Schulte-Zurhausen E, Roßlenbroich S, Raschke MJ, Schliemann B (24)	Management of comminuted fractures of the distal humerus: clinical outcome after primary external fixation versus immediate fixation with locking plates	2017
Olivera-Laborda H, Viacava Siazaro FA, Noria A, Rey-Nande R (25)	Tratamiento de defectos masivos de tibia. Técnica de transporte óseo con fijador AO	2018
Lavini F, Dall'Oca C, Mezzari S, Maluta T, Luminari E, Perusi F, Vecchini E, Magnan B (26)	Temporary bridging external fixation in distal tibial fracture	2014
Li BH, Wang SX, Li J, Huang FG, Xiang Z, Fang Y, Zhong G, Yi M, Zhao XD, Liu L (27)	Early and mid-term results of transarticular external fixation in the treatment of supination-external rotation type IV equivalent ankle fractures	2018
Maniscalco P, Pizzoli AL, Brivio LR, Caforio M (28)	Hinged external fixation for complex fracture-dislocation of the elbow in elderly people	2014
Meena UK, Bansal MC, Behera P, Upadhyay R, Gothwal GC (29)	Evaluation of functional outcome of pilon fractures managed with limited internal fixation and external fixation: A prospective clinical study	2017
Meijer RPJ, Halm JA, Schepers T (30)	Unstable fragility fractures of the ankle in the elderly: Transarticular Steinmann pin or external fixation	2017
Meleppuram JJ, Ibrahim S (31)	Experience in fixation of infected non-union tibia by Ilizarov technique - a retrospective study of 42 cases	2017
Meselhy MA, Singer MS (32)	Management of proximal humeral fractures by the Ilizarov external fixator	2017
Milenković S, Mitković M (33)	External Fixation of Extra-Articular Open Tibial Fractures	2018
Mitchell PM, Corrigan CM, Patel NA, Silverberg AJ, Greenberg SE, Thakore RV, Obremsky WT, Ehrenfeld JM, Evans JM, Sethi MK (34)	13-Year experience in external fixation of the pelvis: complications, reduction and removal	2016
Morasiewicz P, Filipiak J, Krysztoforski K, Dragan S (35)	Clinical factors affecting lower limb torsional deformities treatment with the Ilizarov method	2014
Núñez-Samper M, Viladot R, Ponce SJ, Lao E, Souki F (36)	Serious sequellae of the hallux valgus surgery: More options for its surgical treatment	2016

Autores	Título	Año
Özkan C, Deveci MA, Tekin M, Biçer ÖS, Gökçe K, Gülşen M (37)	Treatment of post-traumatic elbow deformities in children with the Ilizarov distraction osteogenesis technique	2017
Potini VC, Ogunro S, Henry PDG, Ahmed I, Tan V (38)	Complications associated with hinged external fixation for chronic elbow dislocations	2015
Rodrigues FL, De Abreu LC, Valenti VE, Valente AL, Da Costa Pereira Cestari R, Pohl PHI, Reis-Rodrigues LM (39)	Bone tissue repair in patients with open diaphyseal tibial fracture treated with bi-planar external fixation or reamed locked intramedullary nailing	2014
Roh YH, Lee BK, Baek JR, Noh JH, Gong HS, Baek GH (40)	A randomized comparison of volar plate and external fixation for intra-articular distal radius fractures	2015
Salcedo-Cánovas C (41)	Alargamiento óseo tibial mediante fijación externa. Estudio comparativo entre la técnica tradicional y la asistida por clavo intramedular	2018
Saving J (42)	External Fixation versus Volar Plate Fixation for Unstable Distal Radial Fractures - A 3-year Follow-up of a Randomized Controlled Trial	2017
Scaglione M, Fabbri L, Dell'Omo D, Goffi A, Guido G (43)	The role of external fixation in the treatment of humeral shaft fractures: A retrospective case study review on 85 humeral fractures	2015
Shukla A, Sinha S, Yadav G, Beniwal S (44)	Comparison of treatment of fracture midshaft clavicle in adults by external fixator with conservative treatment	2014
Shukla R, Jain RK, Sharma NK, Kumar R (45)	External fixation versus volar locking plate for displaced intra-articular distal radius fractures: a prospective randomized comparative study of the functional outcomes	2014
Simon AL, Apostolou N, Vidal C, Ferrero E, Mazda K, Ilharborde B (46)	Paediatric tibial shaft fractures treated by open reduction and stabilization with monolateral external fixation	2018
Takagi T, Seki A, Mochida J, Takayama S (47)	Bone lengthening of the radius with temporary external fixation of the wrist for mild radial club hand	2014

Autores	Título	Año
Testa G, Aloj D, Chirri A, Petruccelli E, Pavone V, Massé A (48)	Treatment of femoral shaft fractures with monoaxial external fixation in polytrauma patients	2017
Rodríguez YT, Gámez-Arregoitía RE, Gómez-Gil IL, Requeiro-Morejón JJ (49)	Fijación externa de las fracturas inestables del extremo distal del radio. Presentación de un caso.	2014
Wang W, Jiang SC, Liu S, Ruan HJ, Fan CY (50)	Stability of severely stiff elbows after complete open release: Treatment by ligament repair with suture anchors and hinged external fixator.	2014
Wang Y, Jiang H, Deng Z, Jin J, Meng J, Wang J, Zhao J, Sun C, Qian H (51)	Comparison of Monolateral External Fixation and Internal Fixation for Skeletal Stabilisation in the Management of Small Tibial Bone Defects following Successful Treatment of Chronic Osteomyelitis	2017
Zhang Q, Zhang W, Zhang Z, Zhang L, Chen H, Hao M, Deng J, Tang P (52)	Femoral nonunion with segmental bone defect treated by distraction osteogenesis with monolateral external fixation	2017

Fuente: Elaboración propia.

Se encontraron 168 menciones sobre el método de fijación externa, siendo las infecciones las complicaciones más frecuentes con 48 (28,6 %) menciones, seguido de las complicaciones relacionadas con la osteosíntesis (n=40; 23,8 %), el compromiso nervioso o neurológico (n=23; 23,13 %), el compromiso articular (n=16; 9,5 %), los incidentes relacionados con materiales de osteosíntesis (fijador externo principalmente) (n=11; 6,5 %), las complicaciones relacionadas con los componentes óseos (n=9; 5,4 %), el compromiso vascular (n=7; 4,2 %), el compromiso tisular superficial involucrando la piel (n=6; 3,6 %) y las complicaciones relacionadas con tejidos blandos (n=4; 2,4 %); se encontraron 4 (2,4 %) artículos que no mencionaron complicaciones en sus procedimientos.

Complicaciones relacionadas con la infección

La infección encontrada con mayor frecuencia fue la del tracto del pin, la cual se registró con un valor máximo del 100 % (30/30) y uno mínimo de 1,20 % (1/83). También pudieron encontrarse registros de infecciones superficiales con un valor máximo de 40,32 % (25/62) y uno mínimo de 0,84 % (2/237), así como infecciones profundas con un valor máximo de 16,67 % (8/48) y uno mínimo de 1,18 % (1/85). La infección de injerto se reportó en un solo artículo con un porcentaje de 2,50 % (1/40) (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de complicaciones relacionadas con la infección.

f	% *	Complicaciones	% †	a ‡	n **	Autores	Año
			100	30	30	Kazemian <i>et al.</i> (23)	2014
			80	12	15	Salcedo-Cánovas (41)	2018
			71,43	30	42	Meleppuram & Ibrahim (31)	2017
			71,43	10	14	Meselhy & Singer (32)	2017
			61,54	8	13	Demiralp <i>et al.</i> (16)	2014
			56,1	23	41	Zhang <i>et al.</i> (52)	2017
			50	1	2	Ferreira & Marais (19)	2016
			50	4	8	Bishay (12)	2014
			50	1	2	Assayag <i>et al.</i> (7)	2018
			5,94	6	4	Eralp <i>et al.</i> (17)	2016
			30	6	5	Eralp <i>et al.</i> (17)	2016
			30	6	2	Eralp <i>et al.</i> (17)	2016
			28,57	4	14	Olivera-Laborda <i>et al.</i> (25)	2018
			25	2	8	Özkan <i>et al.</i> (37)	2017
		Infección del tracto del pin	21,43	12	56	Morasiewicz <i>et al.</i> (35)	2014
			14,29	1	7	Potini <i>et al.</i> (38)	2015
			13,79	12	87	Testa <i>et al.</i> (48)	2017
			13,56	8	59	Milenković & Mitković (33)	2018
48	28,6		11,59	8	69	Corina <i>et al.</i> (15)	2014
			10,81	4	37	Harshwal <i>et al.</i> (21)	2014
			10	2	20	Bumbaširević <i>et al.</i> (13)	2017
			9,67	3	31	Bisaccia <i>et al.</i> (11)	2016
			8	4	50	Meena <i>et al.</i> (29)	2017
			7,89	3	38	Roh <i>et al.</i> (40)	2015
			5,26	1	19	Maniscalco <i>et al.</i> (28)	2014
			5	1	20	Hodel <i>et al.</i> (22)	2018
			4,55	1	22	Li <i>et al.</i> (27)	2018
			2,22	1	45	Simon <i>et al.</i> (46)	2018
			1,2	1	83	Githens <i>et al.</i> (20)	2017
			40,32	25	62	Berven <i>et al.</i> (10)	2018
			29,17	14	48	Bertrand <i>et al.</i> (9)	2017
			16,67	1	6	Meijer <i>et al.</i> (30)	2017
			11,9	5	42	Meleppuram <i>et al.</i> (31)	2017
		Infección superficial	10,85	14	129	Mitchell <i>et al.</i> (34)	2016
			5	2	40	Lavini <i>et al.</i> (26)	2014
			4	2	50	Meena <i>et al.</i> (29)	2017
			2,35	2	85	Scaglione <i>et al.</i> (43)	2015
			0,84	2	237	Falzarano <i>et al.</i> (18)	2015

f	% *	Complicaciones	% †	a ‡	n **	Autores	Año
			16,67	8	48	Bertrand <i>et al.</i> (9)	2017
			16,67	1	6	Meijer <i>et al.</i> (30)	2017
			14,29	1	7	Potini <i>et al.</i> (38)	2015
		Infección profunda	9,68	6	62	Berven <i>et al.</i> (10)	2018
48	28,6		8,82	6	68	Wang <i>et al.</i> (51)	2017
			4,65	6	129	Mitchell <i>et al.</i> (34)	2017
			1,79	1	56	Saving(42)	2017
			1,18	1	85	Scaglione <i>et al.</i> (43)	2015
		Infección del injerto	2,5	1	40	Núñez-Samper <i>et al.</i> (36)	2016

* Porcentaje con base en 168 menciones encontradas.

† Porcentaje teniendo en cuenta la muestra reportada por el artículo.

‡ Casos reportados por el artículo.

** Total de la muestra en riesgo de complicación.

Fuente: Elaboración propia.

Complicaciones relacionadas con la osteosíntesis

La desviación axial fue la complicación relacionada con la osteosíntesis más frecuente y registró una prevalencia máxima de 54,84 % (34/62) y mínima de 0,84 (2/237). La no unión estuvo en segundo lugar con un porcentaje máximo de 23,08 % (3/13) y un mínimo de 0,42 % (1/237) (53).

Otra de las complicaciones encontradas en este grupo fueron retraso en la consolidación, mala unión, osificaciones hipertróficas, complicaciones con el tracto del pin, consolidación prematura, discrepancia en la longitud, inestabilidad, osteogénesis insuficiente, pérdida de reducción y refracción (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de complicaciones relacionadas con la osteosíntesis.

F	% *	Complicaciones	% †	a ‡	n **	Autor	Año	
40	23,8	Desviación axial	54,84	34	62	Berven <i>et al.</i> (10)	2018	
			53,33	8	15	Salcedo-Cánovas (41)	2018	
			14,29	2	14	Meselhy & Singer (32)	2017	
			10,42	5	48	Bertrand <i>et al.</i> (9)	2017	
			7,69	1	13	Demiralp <i>et al.</i> (16)	2014	
			7,32	3	41	Zhang <i>et al.</i> (52)	2017	
			7,14	4	56	Morasiewicz <i>et al.</i> (35)	2014	
			5,88	5	85	Scaglione <i>et al.</i> (43)	2015	
			5	1	20	Bumbaširević <i>et al.</i> (13)	2017	
			0,84	2	237	Falzarano <i>et al.</i> (18)	2015	
		No unión	23,08	3	13	Demiralp <i>et al.</i> (16)	2014	
			22,22	2	9	Kösters <i>et al.</i> (24)	2017	
			14,71	10	68	Wang <i>et al.</i> (51)	2017	
			12,2	5	41	Zhang <i>et al.</i> (52)	2017	
			4,84	3	62	Berven <i>et al.</i> (10)	2018	
			2,3	2	87	Testa <i>et al.</i> (48)	2017	
			1,2	1	83	Githens <i>et al.</i> (20)	2017	
			0,42	1	237	Falzarano <i>et al.</i> (18)	2015	
			Retraso en la consolidación	15,25	9	59	Milenković & Mitković (33)	2018
				13,33	2	15	Salcedo-Cánovas (41)	2018
		9,2		8	87	Testa <i>et al.</i> (48)	2017	
		23,08		3	13	Demiralp <i>et al.</i> (16)	2014	
		4,17		2	48	Bertrand <i>et al.</i> (9)	2017	
		1,79		1	56	Morasiewicz <i>et al.</i> (35)	2014	
		1,18		1	85	Scaglione <i>et al.</i> (43)	2015	
		0,84		2	237	Falzarano <i>et al.</i> (18)	2015	
		Mala unión		8	4	50	Meena <i>et al.</i> (29)	2017
				7,69	1	13	Demiralp <i>et al.</i> (16)	2014
			6,78	4	59	Milenković & Mitković (33)	2018	
			5,75	5	87	Testa <i>et al.</i> (48)	2017	
Otras complicaciones	Osificación heterotópica		0,78	1	129	Mitchell <i>et al.</i> (34)	2018	
	Complicaciones del tracto del pin	29,73	11	37	Harshwal <i>et al.</i> (21)	2014		
	Consolidación prematura	3,57	2	56	Morasiewicz <i>et al.</i> (35)	2014		

F	% *	Complicaciones	% †	a ‡	n **	Autor	Año
40	23,8	Discrepancia en la longitud	15,38	2	13	Demiralp <i>et al.</i> (16)	2014
		Inestabilidad	8,06	5	62	Berven <i>et al.</i> (10)	2018
		Osteogénesis insuficiente	4,88	2	41	Zhang <i>et al.</i> (52)	2017
		Osteotomía incompleta	1,79	1	56	Morasiewicz <i>et al.</i> (35)	2014
		Pérdida de reducción	8,05	7	87	Testa <i>et al.</i> (48)	2017
		Refracción	2,44	1	41	Zhang <i>et al.</i> (52)	2017

f: frecuencia de menciones.

* Porcentaje con base en 168 menciones encontradas.

† Porcentaje teniendo en cuenta la muestra reportada por el artículo.

‡ Casos reportados por el artículo.

** Total de la muestra en riesgo de complicación.

Fuente: Elaboración propia.

Complicaciones con compromiso del sistema nervioso o neurológico

La distrofia simpática refleja estuvo reportada dos veces en la literatura consultada con porcentajes estimados de 27,54 % (19/69) y 7,50 % (3/40). Asimismo, el dolor estuvo representado con un valor máximo de 12,50 % (7/46) y uno mínimo de 1,15 % (1/87).

Otras afectaciones reportadas fueron síndrome de túnel del carpo, lesiones del nervio ciático, lesiones nerviosas adyacentes o relacionadas con el abordaje, neuropraxia del nervio radial y parestesias. Adicional a ello, se identificaron los síndromes del túnel cubital y tarsal (Tabla 4).

Tabla 4. Distribución de complicaciones con compromiso del sistema nervioso o neurológico.

F	% *	Complicaciones	% †	a ‡	n **	Autor	Año
23	13,7	Distrofia simpática refleja	27,54	19	69	Corina <i>et al.</i> (15)	2014
			7,5	3	40	Lavini <i>et al.</i> (26)	2014
			2,22	1	45	Simon <i>et al.</i> (46)	2018
		Dolor	1,15	1	87	Testa <i>et al.</i> (48)	2017
			12,5	1	8	Castelli <i>et al.</i> (14)	2016
		Neuropatía	15,22	7	46	Wang <i>et al.</i> (50)	2014
			5,26	2	38	Roh <i>et al.</i> (40)	2015
		Síndrome del túnel del carpo	5,26	2	38	Roh <i>et al.</i> (40)	2015
			1,79	1	56	Saving(42)	2017
		Lesión del nervio ciático	0,31	1	1	Eralp <i>et al.</i> (17)	2016
		Lesión nerviosa	3,57	2	56	Morasiewicz <i>et al.</i> (35)	2014
		Neuroapraxia del nervio radial	1,18	1	85	Scaglione <i>et al.</i> (43)	2015
		Neuroma del nervio sural	10,53	2	19	Bégué <i>et al.</i> (8)	2014
		Parestesia del nervio peroneo	4,84	3	62	Berven <i>et al.</i> (10)	2018
		Parestesia transitoria	7,14	3	42	Meleppuram <i>et al.</i> (31)	2017
			12,5	1	8	Castelli <i>et al.</i> (14)	2016
		Síndrome de dolor regional complejo	2,63	1	38	Roh <i>et al.</i> (40)	2015
Síndrome del túnel cubital	33,33	3	9	Kösters <i>et al.</i> (24)	2017		
Síndrome del túnel tarsal	5,26	1	19	Bégué <i>et al.</i> (8)	2014		
Síndrome de impactación ulnar	5,26	2	38	Roh <i>et al.</i> (40)	2015		

f: frecuencia de menciones.

* Porcentaje con base en 168 menciones encontradas.

† Porcentaje teniendo en cuenta la muestra reportada por el artículo.

‡ Casos reportados por el artículo.

** Total de la muestra en riesgo de complicación.

Fuente: Elaboración propia.

Complicaciones con compromiso articular:

En esta categoría, la complicación más reportada fue la rigidez articular, la cual registró un porcentaje máximo de 86,67 % (13/15) y uno mínimo de 1,15 % (1/87), seguida de la artritis, cuyos porcentajes estuvieron entre 8,86 % (21/237) y 1,45 % (1/69). Otras complicaciones encontradas fueron pseudoartrosis, subluxaciones conjuntas con la patología primaria y capsulitis (Tabla 5).

Tabla 5. Complicaciones con compromiso articular.

F	% *	Complicaciones	% †	a ‡	n **	Autor	Año
16	9,5	Rigidez articular	86,67	13	15	Salcedo-Cánovas. (41)	2018
			34,15	14	41	Zhang <i>et al.</i> (52)	2017
			30,77	4	13	Demiralp <i>et al.</i> (16)	2014
			23,21	13	56	Morasiewicz <i>et al.</i> (35)	2014
			11,29	7	62	Berven <i>et al.</i> (10)	2018
			1,15	1	87	Testa <i>et al.</i> (48)	2017
		Artritis	8,86	21	237	Falzarano <i>et al.</i> (18)	2015
			4,55	1	22	Li <i>et al.</i> (27)	2018
			5	2	40	Lavini <i>et al.</i> (26)	2014
			1,45	1	69	Corina <i>et al.</i> (15)	2014
		Pseudoartrosis	9,68	3	31	Rodrigues <i>et al.</i> (49)	2014
			0,42	1	237	Falzarano <i>et al.</i> (18)	2015
		Subluxación conjunta	14,29	1	7	Potini <i>et al.</i> (38)	2015
			1,79	1	56	Morasiewicz <i>et al.</i> (35)	2014
Capsulitis	2,63	1	38	Roh <i>et al.</i> (40)	2015		

f: frecuencia de menciones.

* Porcentaje con base en 168 menciones encontradas.

† Porcentaje teniendo en cuenta la muestra reportada por el artículo.

‡ Casos reportados por el artículo.

** Total de la muestra en riesgo de complicación.

Fuente: Elaboración propia.

Complicaciones relacionadas con el material de osteosíntesis

En este aspecto la falla del material de osteosíntesis fue la complicación más frecuente con una distribución máxima de 11,11 % (1/9) y mínima de 1,15 % (1/87). De igual forma, se mencionó el aflojamiento del pin o tornillo autorroscante, el doblamiento del pin y el intento de rechazo del implante (Tabla 6).

Tabla 6. Complicaciones relacionadas con el material de osteosíntesis.

F	% *	Complicaciones	% †	a ‡	n **	Autor	Año
11	6,5	Falla de material de osteosíntesis	11,11	1	9	Kösters <i>et al.</i> (24)	2017
			7,14	1	14	Olivera-Laborda <i>et al.</i> (25)	2018
			6,67	1	15	Salcedo-Cánovas (41)	2018
			4,88	2	41	Zhang <i>et al.</i> (52)	2017
			3,57	2	56	Saving (42)	2017
		1,15	1	87	Testa <i>et al.</i> (48)	2017	
		14,29	1	7	Potini <i>et al.</i> (38)	2015	
		2,7	1	37	Harshwal <i>et al.</i> (21)	2014	
		12,5	1	8	Castelli <i>et al.</i> (14)	2017	
		2,5	1	40	Núñez-Samper <i>et al.</i> (36)	2016	
		11,11	1	9	Kösters <i>et al.</i> (24)	2017	

f: frecuencia de menciones.

* Porcentaje con base en 168 menciones encontradas.

† Porcentaje teniendo en cuenta la muestra reportada por el artículo.

‡ Casos reportados por el artículo.

** Total de la muestra en riesgo de complicación.

Fuente: Elaboración propia.

Complicaciones con compromiso óseo

En la literatura consultada se mencionaron fracturas de estructuras adyacentes o refracturas luego de la intervención con fijadores externos con valores máximos de 20,00 % (8/40) y mínimos de 1,18 % (1/85) (Tabla 7).

Tabla 7. Complicaciones con compromiso óseo.

F	% *	Complicaciones	% †	a ‡	n **	Autor	Año
9	5,4	Fracturas adyacentes	20	8	40	Lavini <i>et al.</i> (26)	2014
			20	3	15	Salcedo-Cánovas (41)	2018
			12,5	1	8	Özkan <i>et al.</i> (37)	2017
			7,14	1	14	Olivera-Laborda <i>et al.</i> (25)	2018
			5	2	40	Lavini <i>et al.</i> (26)	2014
			2,3	2	87	Testa <i>et al.</i> (48)	2017
			2,22	1	45	Simon <i>et al.</i> (46)	2018
			1,79	1	56	Morasiewicz <i>et al.</i> (35)	2014
			1,18	1	85	Scaglione <i>et al.</i> (43)	2015

f: frecuencia de menciones.

* Porcentaje con base en 168 menciones encontradas.

† Porcentaje teniendo en cuenta la muestra reportada por el artículo.

‡ Casos reportados por el artículo.

** Total de la muestra en riesgo de complicación.

Fuente: Elaboración propia.

Complicaciones con compromiso vascular

La trombosis venosa profunda registró un porcentaje máximo de 3,23 % (2/62) y uno mínimo de 1,20 % (1/83). Adicionalmente se encontró un caso de necrosis avascular con un porcentaje de 7,14 % (1/14) y uno de necrosis de tejidos blandos con 1,79 % (1/56) (Tabla 8).

Tabla 8. Complicaciones con compromiso vascular.

F	% *	Complicaciones	% †	a ‡	n *	Autor	Año
7	4,2	Trombosis venosa profunda	3,23	2	62	Berven <i>et al.</i> (10)	2018
			1,2	1	83	Githens <i>et al.</i> (20)	2017
		Flebitis profunda	3,57	2	56	Morasiewicz <i>et al.</i> (35)	2014
		Lesión vascular	1,79	1	56	Morasiewicz <i>et al.</i> (35)	2014
		Necrosis avascular	7,14	1	14	Meselhy & Singer (32)	2017
		Necrosis de tejidos blandos	1,79	1	56	Morasiewicz <i>et al.</i> (35)	2014
		Necrosis superficial	5	1	20	Hodel <i>et al.</i> (22)	2018

f: frecuencia de menciones.

* Porcentaje con base en 168 menciones encontradas.

† Porcentaje teniendo en cuenta la muestra reportada por el artículo.

‡ Casos reportados por el artículo.

** Total de la muestra en riesgo de complicación.

Complicaciones con compromiso tisular superficial

En esta categoría se encontraron casos de dehiscencia de sutura con 14,29 % (1/7), queloides con 14,29 % (1/7) y cicatriz hipertrófica con un valor máximo de 3,57 % (2/56) y mínimo de 2,22 % (1/45). La literatura también menciona casos de retraso en el cierre de la herida con un 7,50 % (3/40) e invaginación cutánea con 7,69 % (1/13) (Tabla 9).

Tabla 9. Complicaciones con compromiso tisular superficial.

F	%	Complicaciones	%	a	n	Autor	Año
6	3,6	Cicatriz hipertrófica	3,57	2	56	Saving (42)	2017
			2,22	1	45	Simon <i>et al.</i> (46)	2018
		Celulitis incisionales (queloides)	14,29	1	7	Potini <i>et al.</i> (38)	2015
		Dehiscencia de sutura	14,29	1	7	Potini <i>et al.</i> (38)	2015
		Invaginación cutánea	7,69	1	13	Demiralp <i>et al.</i> (16)	2014
		Retraso en el cierre de la herida	7,5	3	40	Lavini <i>et al.</i> (26)	2014

f: frecuencia de menciones.

* Porcentaje con base en 168 menciones encontradas.

† Porcentaje teniendo en cuenta la muestra reportada por el artículo.

‡ Casos reportados por el artículo.

** Total de la muestra en riesgo de complicación.

Fuente: Elaboración propia.

Complicaciones con compromiso de tejidos blandos

Esta última categoría menciona el seroma con un valor de 11,11 % (1/9), el síndrome compartimental con un porcentaje máximo de 5,08 % (3/59) y mínimo de 4,4 % (2/45) y la tenosinovitis con un porcentaje de 3,57 % (2/56) (Tabla 10).

Tabla 10. Complicaciones con compromiso de tejidos blandos.

F	% *	Complicaciones	% †	a ‡	n *	Autor	Año
4	2,4	Síndrome compartimental	5,08	3	59	Milenković & Mitković (33)	2018
			4,44	2	45	Simon <i>et al.</i> (46)	2018
		Seroma	11,11	1	9	Kösters <i>et al.</i> (24)	2017
		Tenosinovitis	3,57	2	56	Saving (42)	2017

f: frecuencia de menciones.

* Porcentaje con base en 168 menciones encontradas.

† Porcentaje teniendo en cuenta la muestra reportada por el artículo.

‡ casos reportados por el artículo.

** total de la muestra en riesgo de complicación.

Fuente: Elaboración propia.

Artículos que no reportaron complicaciones

De igual forma, se encontraron estudios donde se indica que no ocurrieron complicaciones (Tabla 11).

Tabla 11. Artículos que reportan no tener complicaciones.

F	%	Complicaciones	%	a	n	Autor	Año
4	2,4	Ninguna	100	25	25	Shukla <i>et al.</i> (44)	2014
			100	68	68	Shukla <i>et al.</i> (45)	2014
			100	1	1	Rodríguez <i>et al.</i> (49)	2014

f: frecuencia de menciones.

* Porcentaje con base en 168 menciones encontradas.

† Porcentaje teniendo en cuenta la muestra reportada por el artículo.

‡ Casos reportados por el artículo.

** Total de la muestra en riesgo de complicación.

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

La complicación derivada del uso de fijadores externos con la proporción más alta fue la infección del tracto del pin, lo cual coincide con los estudios de León-Romero (54), Escarpanter-Bilés (55) y Ugalde-Ovares *et al.* (56), quienes también encontraron que esta es la más frecuente. Por tanto, es necesario realizar acciones de prevención de esta complicación para mitigar el efecto de la misma en los pacientes.

Por otro lado, también se encontró que la infección en general tuvo una alta proporción. Además, Wang *et al.* (51) encontraron géneros bacterianos como *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y *Enterococcus faecalis*, los cuales se encuentran

generalmente a nivel superficial o en algunas infecciones profundas. De este modo la infección se posiciona como la complicación más frecuente.

Para mitigar la ocurrencia y los efectos de las infecciones, el *Manual Latinoamericano de Guías Basadas en la Evidencia sobre Estrategias para la Prevención de la Infección Asociada a la Atención en Salud* (57) propone llevar a cabo acciones como profilaxis antibiótica con el fin de reducir la incidencia de infección del sitio operatorio, tratamiento de erradicación como primer paso cuando el paciente es portador de géneros bacterianos como el *Staphylococcus aureus*, monitoreo posquirúrgico durante 24 o 48 horas y vigilancia epidemiológica. Adicional a ello, el documento hace hincapié en promover la educación continuada a todo el personal de salas de cirugía y capacitar al paciente y a sus familiares con el fin de minimizar los riesgos de adquirir infección en el sitio operatorio y de contar con personal entrenado en vigilancia y control de infecciones. Por su parte, Salcedo-Cánovas (41) sugiere la fabricación de los clavos Schanz con material de hidroxiapatita como una opción para reducir la infección del tracto del pin.

Teniendo en cuenta las recomendaciones de la *Guía de Práctica Clínica para el Diagnóstico y Tratamiento de las Infecciones Asociadas a los Dispositivos Ortopédicos Prótesis y/o Material de Osteosíntesis* (58), se encontró que identificar y mitigar el efecto de posibles fuentes de infección antes de realizar el procedimiento son las principales prácticas para prevenir la infección, lo cual entraría a jugar un papel determinante en la prevención global de las infecciones.

Como es sabido, la infección es un fenómeno de origen multicausal en donde existe una fuerte correlación entre las condiciones de cuidado del paciente y la probabilidad de desarrollar una colonización bacteriana, lo cual se suma a que esta condición por si misma puede originarse en el desarrollo del procedimiento quirúrgico (58).

En contraste, teniendo en cuenta estas recomendaciones, parece curioso encontrar que se sugiere el empleo de fijadores externos en infecciones donde se conozca que el agente colonizador fue un género enterococo, *Staphylococcus aureus* meticilina resistente, *Pseudomona aeruginosa* resistente a quinolonas o en general patógenos con características multiresistentes, lo cual se basa en el estudio de Zimmerli & Ochser (59), en el cual queda abierta la incógnita de la utilidad de los fijadores externos para el control o manejo de infección, en contraste con la aparición de la misma como complicación del uso del dispositivo.

Por otro lado, en algunos estudios se encontraron comparaciones de la efectividad del fijador externo con los clavos intramedulares, lo cual permite inferir que es necesario reevaluar el manejo de ciertas patologías como el alargamiento óseo para la corrección de dismetrías congénitas y adquiridas, hecho que se evidencia en los estudios de Salcedo-Cánovas (41), Kim *et al.* (60), Guo *et al.* (61), El-Husseini *et al.* (62) y Fernandes *et al.* (63), en los cuales se hace una revisión de la efectividad del tratamiento en múltiples cirugías como el alargamiento tibial mediante clavos intramedulares versus fijadores externos.

Con base en lo encontrado, se sugiere diseñar más estudios en los que se relacionen los desenlaces clínicos derivados al uso de estos dispositivos con una evidencia mayor para generar datos más concluyentes. Estos estudios podrían aportar mayor conocimiento acerca de la efectividad de los dispositivos y la ocurrencia de las complicaciones derivadas al uso de fijadores en ambientes controlados y en ambientes normales para así generar una taxonomía y unos resultados más concluyentes.

Conclusión

La infección representa la principal problemática a la hora de revisar complicaciones asociadas a la fijación externa, y por tanto es uno de los mayores retos que deben enfrentar los profesionales de la salud al momento de implementar este método.

Conflicto de intereses

Ninguno declarado por los autores.

Financiación

La presente revisión contó con apoyo financiero de la Universidad El Bosque y recursos propios de los investigadores.

Agradecimientos

Ninguno declarado por los autores.

Referencias

Cordova-Vargas T, Rodríguez-Pacco CR. Efectividad de la fijación interna comparada con la fijación externa para la disminución de complicaciones de pacientes con fracturas.. Lima: Universidad Norbert Wiener; 2018 [citado 2019 Mar 11]. Disponible en:

<http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2610/TRABAJO%20ACAD%20C3%29MICO%20Cordova%20Teodora%20-%20Rodr%C3%ADGuez%20Carolina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Álvarez-López A, García-Lorenzo Y, López-Lastre G, López-Lastre M, Áreas-Sifonte Y, Ruiz-de Villa A. Artrosis de la rodilla y escalas para su evaluación. *AMC*. 2012;16(6):1777-90.

Reyes-Soch R. Complicaciones de fijadores externos, fracturas expuestas [tesis]. Ciudad de Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2015 [citado 2019 Mar 15]. Disponible en:

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_9664.pdf

De Pasquale FM, Sigona C, Denaro L. El empleo del tutor de Ilizarov en traumatología. *Rev. Asoc. Arg. Ortop. Y Traumatol*. 1994 [Citado 2019 Mar 15];59(2):205-14. Disponible en:

http://www.aaot.org.ar/revista/1993_2002/1994/1994_2/590211.pdf.

MedlinePlus. Tipos de fracturas. Rockville Pike: U.S. National Library of Medicine; 2017 [citado 2019 Mar 15]. Disponible en:

https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/1096.htm.

Gutiérrez-Blanco MO, Leyva-Basterrechea F, Álvarez-López A. Tratamiento de las fracturas abiertas de la diáfisis tibial. *Rev Cub Med Mil*. 2008;37(4).

Assayag MJ, Bor N, Rubin G, Rozbruch SR. Circular hexapod external fixation for periprosthetic tibial fracture. *Arthroplast Today*. 2018;4(2):192-9. DOI: 10.1016/j.artd.2017.03.001.

Bégué T, Mebtouche N, Auregan JC, Saintyves G, Levante S, Cottin P, *et al*. External fixation of the thalamic portion of a fractured calcaneus: A new surgical technique. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2014;100(4):429-32. DOI: 10.1016/j.otsr.2014.01.008.

Bertrand ML, Pascual-López FJ, Guerado E. Severe tibial plateau fractures (Schatzker V-VI): open reduction and internal fixation versus hybrid external fixation. *Injury*. 2017;48(Suppl 6):S81-5. DOI: 10.1016/S0020-1383(17)30799-4.

Berven H, Brix M, Izadpanah K, Kubosch EJ, Schmal H. Comparing case-control study for treatment of proximal tibia fractures with a complete metaphyseal component in two centers with different distinct strategies: Fixation with Ilizarov frame or locking plates. *J Orthop Surg Res*. 2018;13(1):121. DOI: 10.1186/s13018-018-0792-3.

- Bisaccia M, Meccariello L, Manni M, Falzarano G, Medici A, Rinonapoli G, et al. Treatment of acute proximal humeral fractures in children with modular external fixator. *J Acute Dis.* 2016;5(6):497-501. DOI: 10.1016/j.joad.2016.08.021.
- Bishay SNG. Simultaneous femoral and tibial lengthening in combined congenital complete fibular hemimelia and congenital short femur using Ilizarov ring external fixator. *J Orthop.* 2014;11(4):183-7. DOI: 10.1016/j.jor.2014.06.004.
- Bumbaširević M, Palibrk T, Atkinson HDE, Lešić A. Ilizarov fixation for the treatment of scaphoid nonunion: a novel approach. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2017;27(1):41-51. DOI: 10.1007/s00590-016-1871-y.
- Castelli A, D'amico S, Combi A, Benazzo F. Hinged external fixation for Regan-Morrey type I and II fractures and fracture-dislocations. *J Orthop Traumatol.* 2016;17(2):175-9. DOI: 10.1007/s10195-016-0395-x.
- Corina G, Mori C, Vicenti G, Galante VN, Conserva V, Speciale D, *et al.* Heel displaced intra-articular fractures treated with mini-calcaneal external fixator. *Injury.* 2014;45(Suppl 6):S64-71. DOI: 10.1016/j.injury.2014.10.026.
- Demiralp B, Ege T, Kose O, Yurttas Y, Basbozkurt M. Reconstruction of intercalary bone defects following bone tumor resection with segmental bone transport using an Ilizarov circular external fixator. *J Orthop Sci.* 2014;19(6):1004-11. DOI: 10.1007/s00776-014-0632-1.
- Eralp L, Bilen FE, Rozbruch SR, Kocaoglu M, Hammoudi AI. External fixation reconstruction of the residual problems of benign bone tumours. *Strateg Trauma Limb Reconstr.* 2016;11(1):37-49. DOI: 10.1007/s11751-016-0244-8.
- Falzarano G, Medici A, Grubor P, Grubor M, Meccariello L. Emergent hybrid external fixation for tibial pilon fractures in adults. *J Acute Dis.* 2015;4(4):331-4. DOI: 10.1016/j.joad.2015.06.012.
- Ferreira N, Marais LC. Femoral locking plate failure salvaged with hexapod circular external fixation: a report of two cases. *Strateg Trauma Limb Reconstr.* 2016;11(2):123-7. DOI: 10.1007/s11751-016-0254-6.
- Githens M, Shatsky J, Agel J, Bransford RJ, Benirschke SK. Medial external fixation for staged treatment of closed calcaneus fractures: Surgical technique and case series. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2017;25(3):1-8. DOI: 10.1177/2309499017727915.
- Harshwal RK, Sankhala SS, Jalan D. Management of nonunion of lower-extremity long bones using mono-lateral external fixator - Report of 37 cases. *Injury.* 2014;45(3):560-7. DOI: 10.1016/j.injury.2013.11.019.
- Hodel S, Koller T, Link BC, Rossi M, Babst R, Beeres FJP. Does temporary external fixation and staged protocol for closed fractures lead to bacterial contamination of the surgical site and associated complications? - A prospective trial. *Injury.* 2018;49(8):1532-7. DOI: 10.1016/j.injury.2018.05.028.
- Kazemian GH, Manafi AR, Najafi F, Najafi MA. Treatment of intertrochanteric fractures in elderly highrisk patients: Dynamic hip screw vs. external fixation. *Injury.* 2014;45(3):568-72. DOI: 10.1016/j.injury.2013.11.020.
- Kösters C, Lenschow S, Schulte-Zurhausen E, Roßlenbroich S, Raschke MJ, Schliemann B. Management of comminuted fractures of the distal humerus: clinical outcome after primary external fixation versus immediate fixation with locking plates. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017;137(12):1693-8. DOI: 10.1007/s00402-017-2792-x.
- Olivera-Laborda H, Viacava-Siazaro FA, Noria A, Rey-Nande R. Tratamiento de defectos masivos de tibia. Técnica de transporte óseo con fijador AO. *Anfamed.* 2018;5(2):130-40. DOI: 10.25184/anfamed2018v5n2a12.
- Lavini F, Dall'Oca C, Mezzari S, Maluta T, Luminari E, Perusi F, *et al.* Temporary bridging external fixation in distal tibial fracture. *Injury.* 2014;45(S6):S58-63. DOI: 10.1016/j.injury.2014.10.025.

- Li BH, Wang SX, Li J, Huang FG, Xiang Z, Fang Y, *et al.* Early and mid-term results of transarticular external fixation in the treatment of supination-external rotation type IV equivalent ankle fractures. *Chin J Traumatol.* 2018;21(4):193-6. DOI: 10.1016/j.cjtee.2018.03.004.
- Maniscalco P, Pizzoli AL, Brivio LR, Caforio M. Hinged external fixation for complex fracture-dislocation of the elbow in elderly people. *Injury.* 2014;45(Suppl 6):S53-7. DOI: 10.1016/j.injury.2014.10.024.
- Meena UK, Bansal MC, Behera P, Upadhyay R, Gothwal GC. Evaluation of functional outcome of pilon fractures managed with limited internal fixation and external fixation: A prospective clinical study. *J Clin Orthop Trauma.* 2017;8(Suppl 2):S16-20. DOI: 10.1016/j.jcot.2017.05.005.
- Meijer RPJ, Halm JA, Schepers T. Unstable fragility fractures of the ankle in the elderly; Transarticular Steinmann pin or external fixation. *Foot (edinb).* 2017;32:35-8. DOI: 10.1016/j.foot.2017.04.007.
- Meleppuram JJ, Ibrahim S. Experience in fixation of infected non-union tibia by Ilizarov technique - a retrospective study of 42 cases. *Rev Bras Ortop.* 2017;52(6):670-5. DOI: 10.1016/j.rboe.2016.11.008.
- Meselhy MA, Singer M. Management of proximal humeral fractures by the Ilizarov external fixator. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017;137(9):1279-84. DOI: 10.1007/s00402-017-2749-0.
- Milenković S, Mitković M. External Fixation of Extra-Articular Open Tibial Fractures. *Acta Fac Medicae Naissensis.* 2018;35(4):330-6. DOI: 10.2478/afmnai-2018-0035.
- Mitchell PM, Corrigan CM, Patel NA, Silverberg AJ, Greenberg SE, Thakore RV, *et al.* 13-Year experience in external fixation of the pelvis: complications, reduction and removal. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2016;42(1):91-6. DOI: 10.1007/s00068-015-0499-7.
- Morasiewicz P, Filipiak J, Kryzstoforski K, Dragan S. Clinical factors affecting lower limb torsional deformities treatment with the Ilizarov method. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014;100(6):631-6. DOI: 10.1016/j.otsr.2014.03.019.
- Núñez-Samper M, Viladot R, Ponce SJ, Lao E, Souki F. Serious sequelae of the hallux valgus surgery: More options for its surgical treatment. *Rev Española Cirugía Ortopédica y Traumatol (English Ed).* 2016;60(4):234-42. DOI: 10.1016/j.recote.2016.06.001.
- Özkan C, Devenci MA, Tekin M, Biçer ÖS, Gökçe K, Gülşen M. Treatment of post-traumatic elbow deformities in children with the Ilizarov distraction osteogenesis technique. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2017;51(1):29-33. DOI: 10.1016/j.aott.2016.08.019.
- Potini VC, Ogunro S, Henry PDG, Ahmed I, Tan V. Complications associated with hinged external fixation for chronic elbow dislocations. *J Hand Surg Am.* 2015;40(4):730-7. DOI: 10.1016/j.jhsa.2014.12.043.
- Rodrigues FL, De Abreu LC, Valenti VE, Valente AL, Da Costa Pereira Cestari R, Pohl PHI, *et al.* Bone tissue repair in patients with open diaphyseal tibial fracture treated with biplanar external fixation or reamed locked intramedullary nailing. *Injury.* 2014;45(S5):S32-5. DOI: 10.1016/S0020-1383(14)70018-X.
- Roh YH, Lee BK, Baek JR, Noh JH, Gong HS, Baek GH. A randomized comparison of volar plate and external fixation for intra-articular distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 2015;40(1):34-41. DOI: 10.1016/j.jhsa.2014.09.025.
- Salcedo-Cánovas C. Alargamiento óseo tibial mediante fijación externa. Estudio comparativo entre la técnica tradicional y la asistida por clavo intramedular. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2018;62(1):8-18. DOI: 10.1016/j.recot.2017.10.003.
- Saving J. External Fixation versus Volar Plate Fixation for Unstable Distal Radial Fractures - A 3-year Follow-up of a Randomized Controlled Trial. *J Hand Surg Am.* 2017;42(9):S39-40. DOI: 10.1016/j.jhsa.2017.06.077.

- Scaglione M, Fabbri L, Dell'Omo D, Goffi A, Guido G. The role of external fixation in the treatment of humeral shaft fractures: A retrospective case study review on 85 humeral fractures. *Injury*. 2015;46(2):265-9. DOI: 10.1016/j.injury.2014.08.045.
- Shukla A, Sinha S, Yadav G, Beniwal S. Comparison of treatment of fracture midshaft clavicle in adults by external fixator with conservative treatment. *J Clin Orthop Trauma*. 2014;5(3):123-8. DOI: 10.1016/j.jcot.2014.07.012.
- Shukla R, Jain RK, Sharma NK, Kumar R. External fixation versus volar locking plate for displaced intra-articular distal radius fractures: a prospective randomized comparative study of the functional outcomes. *J Orthop Traumatol*. 2014;15(4):265-70. DOI: 10.1007/s10195-014-0317-8.
- Simon AL, Apostolou N, Vidal C, Ferrero E, Mazda K, Ilharreborde B. Paediatric tibial shaft fractures treated by open reduction and stabilization with monolateral external fixation. *J Child Orthop*. 2018;12(1):20-8. DOI: 10.1302/1863-2548.12.170056.
- Takagi T, Seki A, Mochida J, Takayama S. Bone lengthening of the radius with temporary external fixation of the wrist for mild radial club hand. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg*. 2014;67(12):1688-93. DOI: 10.1016/j.bjps.2014.08.048.
- Testa G, Aloj D, Ghirri A, Petruccelli E, Pavone V, Massé A. Treatment of femoral shaft fractures with monoaxial external fixation in polytrauma patients. *F1000Research*. 2017;6(0):1-11. DOI: 10.12688/f1000research.11893.1.
- Rodríguez YT, Gámez-Arregoitía RE, Gómez-Gil IL, Requeiro-Morejón JJ. Fijación externa de las fracturas inestables del extremo distal del radio. Presentación de un caso. *Medisur*. 2014;12(6):895-9.
- Wang W, Jiang SC, Liu S, Ruan HJ, Fan CY. Stability of severely stiff elbows after complete open release: Treatment by ligament repair with suture anchors and hinged external fixator. *J Shoulder Elb Surg*. 2014;23(10):1537-44. DOI: 10.1016/j.jse.2014.03.013.
- Wang Y, Jiang H, Deng Z, Jin J, Meng J, Wang J, *et al*. Comparison of Monolateral External Fixation and Internal Fixation for Skeletal Stabilisation in the Management of Small Tibial Bone Defects following Successful Treatment of Chronic Osteomyelitis. *Biomed Res Int*. 2017;2017:6250635. DOI: 10.1155/2017/6250635.
- Zhang Q, Zhang W, Zhang Z, Zhang L, Chen H, Hao M, et al. Femoral nonunion with segmental bone defect treated by distraction osteogenesis with monolateral external fixation. *J Orthop Surg Res*. 2017;12(1):183. DOI: 10.1186/s13018-017-0684-y.
- Luis Ibarra JR. Indicaciones de fijadores externos. Vol. 59, *Revista Asociación Argentina Ortopedia y Traumatología*. 1994. p. 36-40.
- León-Romero HF. Lesiones asociadas a dispositivos de fijación externa en ortopedia: características y cuidados [tesis de maestría]. Cantabria: Universidad de Cantabria; 2019 [citado 2019 Oct 30]. Disponible en:
<https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/16732>.
- Escarpanter-Buliés JC. Tratamiento de las fracturas diafisarias del húmero con fijación externa ósea monolateral. *Rev Cubana Ortop Traumatol*. 2013 [citado 2019 Oct 30]; 27(1):33-43. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-215X2013000100004.
- Ugalde-Ovares CE, González-Fernández J, Fallas-González J, Barrantes-Monge R. Transporte Óseo. *Medicina Legal de Costa Rica*. 2012 [citado 2019 Oct 30];29(1):53-58. Disponible en:
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v29n1/art7.pdf>.
- Quintero GA. Manual Latinoamericano de Guías Basadas en la Evidencia, Estrategias para la Prevención de la Infección Asociada a la Atención en Salud -ESPIAAS-. *SIS Surg ilfection Soc Lat Am*. 2010;13-27.

México. Consejo de Salubridad General. Guía de práctica clínica Diagnóstico y tratamiento de las Infecciones Asociadas a Dispositivos Ortopédicos Prótesis y/o material de osteosíntesis. México D.F.: Secretaría de Salud; 2013 [citado 2020 Jun 25]. Disponible en:

<http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/IMSS-649-14-Infeccionesdispositivosortopedicos/649GRR.pdf>.

Zimmerli W, Ochsner PE. Management of infection associated with prosthetic joints. *Infection*, 2003;31:99-108. DOI: 10.1007/s15010-002-3079-9.

Kim H, Lee SK, Kim KJ, Ahn JH, Choy WS, Kim YI, Koo JY. Tibial lengthening using a reamed type intramedullary nail and an Ilizarov external fixator. *Int Orthop*. 2009;33(3):835-41. DOI: 10.1007/s00264-008-0550-y

Guo Q, Zhang T, and Zheng Y, Feng S, Ma X, Zhao F. Tibial lengthening over an intramedullary nail in patients with short stature or leg-length discrepancy: A comparative study. *Int Orthop*. 2012;36(1):178-84. DOI: 10.1007/s00264-011-1246-2.

El-Husseini TF, Ghaly NAM, Mahran MA, al Kersh MA, Emara KM. Comparison between lengthening over nail and conventional Ilizarov lengthening: a prospective randomized clinical study. *Strategies Trauma Limb Reconstruct*. 2013;8(2):97-101. DOI: 10.1007/s11751-013-0163-x.

Fernandes HP, Barronovo DG, Rodrigues FL, Hono M. Femur lengthening with monoplanar external fixator associated with locked intramedullary nail. *Rev Bras Ortop*. 2017;52(1):82-6. DOI: 10.1016/j.rboe.2016.03.007.