

Fracturas diafisarias de tibia tratadas con placa lateral por técnica mínimamente invasiva Lateral minimally invasive plate osteosynthesis technique for tibial shaft fractures

Manuel Brito Velásquez¹. 

Fecha de recepción: 7 Mayo 2020. Fecha de aceptación: 2 Septiembre 2020.

Resumen

Las técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas ayudan a que el proceso natural de la consolidación ósea ocurra proporcionando estabilidad biomecánica suficiente para obtener los mejores resultados. El objetivo de este trabajo es mostrar los resultados clínicos y radiológicos del tratamiento de las fracturas diafisarias de tibia con osteosíntesis mínimamente invasiva con placa por cara lateral. Se realizó un estudio clínico observacional, prospectivo, longitudinal y no concurrente. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años, de ambos sexos, con diagnósticos de fracturas diafisarias de tibia 42A, 42B ó 42C, abiertas o cerradas. Se estableció tiempo de seguimiento mínimo de 6 meses. Se incluyeron 23 pacientes, 82,60% de sexo masculino. Promedio de edad de 21±5,63(16–49) años. La fractura más frecuente fue la 42B2 en 26,00% de los casos, y 34,80% fracturas fueron abiertas. A las 12 semanas, 65,10% habían alcanzado consolidación Montoya III; y para la semana 16, 91,30% de los pacientes. De acuerdo a la escala ASAMI, se alcanzaron resultados excelentes en 100,00% pacientes para la semana 16. No se presentaron complicaciones como infección, aflojamiento séptico o aseptico del implante, ni fatiga del mismo. El uso de la técnica MIPO para tratamiento de fracturas diafisarias de la tibia, por cara lateral es una técnica efectiva y segura, con alta tasas de consolidación, mínimas complicaciones y buenos resultados finales. **Rev Venez Cir Ortop Traumatol, 2021, Vol 53(1): 27-34.**

Palabras Clave: Fijación interna de fracturas, dispositivos de fijación ortopédica, huesos, fracturas óseas, fracturas de la tibia.
Nivel de evidencia: 2b

Abstract

Minimally invasive surgical techniques help the natural bone healing process to occur, by providing enough biomechanical stability to obtain the best results. The objective is to show the clinical and radiological results of the treatment of diaphyseal tibial fractures with minimally invasive osteosynthesis with lateral plating. An observational, prospective, longitudinal and non-concurrent clinical study was made. Patients older than 18 years, both sexes, with diagnoses of open or closed tibial shaft fractures 42A, 42B or 42C, were included. A minimum follow-up time of 6 months was established. 23 patients were included, 82,60% male. Average age of 21 years. The most frequent fracture was 42B2 in 26,00% cases, and 34,80% were open fractures. At 12 weeks, 65,10% had reached Montoya III consolidation criterias; and for week 16, 91,30% of the patients. According to the ASAMI scale, excellent results were achieved in 100,00% patients. There were no complications such as infection, septic or aseptic loosening of the implant, or fatigue of the implant. The use of the MIPO technique for the treatment of diaphyseal fractures of the tibia on the lateral aspect is an effective and safe technique, with high rates of union, minimal complications and good final results. **Rev Venez Cir Ortop Traumatol, 2021, Vol 53(1): 27-34.**

Key Words: Orthopedic fixation devices, internal fracture fixation, bones, osseous, fractures tibial fractures.
Level of evidence: 2b

¹Especialista en Ortopedia y Traumatología - Universidad de Los Andes; AO Trauma Fellowship de Trauma Ortopédico - Fundación Santa Fe de Bogotá; Profesor de la Cátedra de Anatomía de la Universidad de Los Andes, Escuela de Medicina-Extensión Táchira -Adjunto del Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Central de San Cristóbal, Táchira, Venezuela.. Trabajo de Investigación Original e Inédito presentado en las Jornadas de Las 3 Épocas, Caracas 17 de enero de 2020, como requisito para el ascenso a la Categoría de Miembro Asociado de la Sociedad Venezolana de Cirugía Ortopédica y Traumatología.
Autor de correspondencia: Manuel Brito, email: drmanuelbrito@gmail.com
Conflictos de interés: No existen conflictos de interés. Este trabajo fue realizado con recursos propios sin subvenciones.

Introducción

Las técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas que se han desarrollado para el tratamiento de las fracturas, tienen por objeto mantener el máximo aporte sanguíneo para los fragmentos óseos, con la menor agresión posible para el hueso, el periostio y los tejidos circundantes, y con esto, favorecer y ayudar a que el proceso

natural de la consolidación ósea ocurra, ya que reduce considerablemente el trauma quirúrgico sobre los tejidos y preserva el micro-ambiente biológico necesario (1,2).

Para ello son necesarias la utilización de técnicas de reducción indirecta como distractores, fijadores externos, mesas de tracción, tracción manual, entre otras. Las técnicas de osteosíntesis mínimamente invasiva con placas (MIPO) fueron descritas a finales de los años 90 por autores como Wenda *et al* (3) y Krettek *et al* (4), y a lo largo de estos años se han convertido en técnicas muy difundidas y aceptadas para el tratamiento de algunas fracturas, asociándose a mejores resultados clínicos y radiológicos en menor tiempo, y reducción de la tasa de complicaciones como infección y no-uni6n (1,5,6).

Por otro lado, para las fracturas de la tibia, el enclavado endomedular es el tratamiento de elecci6n para el manejo de fracturas diafisarias, y la osteosíntesis con placa tiene indicaciones para fracturas articulares y periarticulares (1,2,5).

El objetivo de este trabajo es mostrar los resultados clínicos y radiológicos del tratamiento de las fracturas diafisarias de tibia con osteosíntesis mínimamente invasiva con placa por cara lateral.

Material y métodos

Se realizó un estudio clínico observacional, prospectivo, longitudinal y no concurrente, en el Hospital tipo II Dr. Carlos Roa Moreno de La Grita, Estado Táchira, Venezuela.

Se incluyeron todos los pacientes mayores de 18 años, de ambos sexos, con cierre de fisis de crecimiento, que ingresaron con diagn6sticos de fracturas diafisarias de tibia

tipo 42A, 42B 6 42C, abiertas o cerradas, desde enero de 2013 a diciembre de 2017, que fueron tratados con reducci6n directa y osteosíntesis con placa por cara lateral. Se estableci6 tiempo de seguimiento m6nimo de 6 meses.

Se excluyeron pacientes menores de 18 años, o aún con fisis de crecimiento, tratados con otros métodos quirúrgicos, y aquellos que no completaron el seguimiento.

Protocolo de manejo

A todos los pacientes una vez ingresados, y tras haber aceptado su participaci6n en este estudio, se les realiz6 una completa historia clínica y cuestionario espec6fico dise±ado para este trabajo. El miembro inferior fue evaluado y se document6 el estado de las partes blandas de forma fotogr6fica, haciendo particular énfasis en la presencia de equimosis, flictenas, laceraciones, heridas o abrasiones. El estado de los tejidos se clasific6 de acuerdo a la clasificaci6n AO/ASIF para las partes blandas. Palpaci6n de pulsos distales, llenado capilar y presencia de edema o dolor exagerado a la movilizaci6n de los m6sculos de la pierna para descartar la presencia de s6ndrome compartimental.

Se obtuvieron radiograf6as panorámicas de la tibia en proyecciones anteroposterior y lateral. Las fracturas fueron clasificadas de acuerdo a la AO/ASIF. Todos los pacientes fueron inmovilizados con férulas en la sala de emergencia.

Los pacientes que presentaron fracturas abiertas fueron llevados a quir6fano para realizar exploraci6n quirúrgica + limpieza de la herida + fijaci6n externa (FE).

Una vez que el paciente completó el pre-operatorio de acuerdo a cada caso, y una vez que las partes blandas así lo permitieron, fue llevado a quirófano para su intervención quirúrgica definitiva, o la conversión a osteosíntesis, en el caso de los que habían sido fijados con FE.

Abordaje quirúrgico

Se utilizó un abordaje mínimamente invasivo lateral (1). Se realizaron 2 incisiones de 3-4 cms cada una. La proximal se hace 1 centímetro lateral a la tuberosidad anterior de la tibia. La fascia sobre el músculo tibial anterior se secciona y se separa el músculo cuidadosamente de la tibia. En la incisión distal, se debe tener precaución con el nervio peroneo profundo y la arteria tibial anterior, para lo cual se deben identificar y proteger.

Consideraciones técnicas

Cuando se requiere de la implantación muy distal de la placa, se debe tomar en cuenta la curvatura del extremo epifisiario distal de la tibia, y darle a la placa el contorneado preciso para que esta pueda estar colocada correctamente, y así evitar la rotación del extremo distal y las consecuencias de ello. La rotación no es una complicación común en las fracturas del tercio proximal y medio de la diáfisis, pero sí en el tercio distal. El contorneado distal también proporciona las ventajas del principio helicoidal en los implantes (6). Se colocaron de 3-4 tornillos en ambos extremos de forma divergente buscando las ventajas del efecto Cantillever (7).

Manejo post-operatorio

El paciente es egresado sin inmovilizaciones. Se indica la realización de movimientos y ejercicios isométricos desde el primer día de post-

operatorio, se restringe el apoyo, y se indica el uso de muletas por 14 días. El paciente es valorado a las 2, 4, 8, 12, 16 y 24 semanas. Se realiza la evaluación clínica y radiológica en cada consulta. La evaluación de los resultados clínicos y radiológicos se realizó de acuerdo a la Sistema de Evaluación de la Asociación para el Estudio y aplicación del Método de Ilizarov ASAMI por sus siglas en inglés (8) Tabla 1, y la evolución de la consolidación a través de la Escala Radiológica de Montoya (9). Montoya evalúa la consolidación radiológica, mediante el análisis de la fractura en cuatro grados, desde la persistencia de la fractura (Grado I) hasta la desaparición del trazo fractuario (Grado IV).

Requisitos éticos

Todos los pacientes firmaron un documento de "Autorización y Consentimiento Informado" que fue diseñado para este estudio. Se respetó y garantizó la confidencialidad de la identidad y la información de cada paciente. Se respetaron las normas y protocolos establecidos en la Declaración de Helsinki, y en la Ley para el Ejercicio de la Medicina, así como las normas de FONACIT.

Procesamiento estadístico de los resultados

Los datos obtenidos en las distintas fases del trabajo fueron vaciados en un formulario creado para tal fin, y fueron procesados con el programa Excel (Microsoft) y presentados en tablas.

Resultados

Se incluyeron 23 pacientes en este estudio. 19 (82,60%) de sexo masculino. El promedio de edad fue $21 \pm 5,63$ (16 – 49) años. La mayor cantidad de pacientes se encontró entre los 21 – 25 años,

Tabla 1. Escala de valoración clínica y radiológica

Sistema de Evaluación de la Asociación para el Estudio y Aplicación del Método de Ilizarov			
Resultados Funcionales	Criterio	Resultados Radiológicos	Criterio
Excelente	Activo	Excelente	Unión
	No cojera		No infección
	Rigidez mínima (pérdida <15° extensión rodilla/ <15° dorsiflexión del pie)		Deformidad <7°
	No SDSR		DLMI <2,5cm
	Dolor insignificante		Bueno
Bueno	Ausencia de infección		
	Activo con uno o dos de los siguientes:	Deformidad <7°	
	Cojera	DLMI <2,5cm	
Rigidez	Regular	Unión + uno de los siguientes:	
SDSR		Ausencia de infección	
Dolor significativo		Deformidad <7°	
Regular	Activo con tres de los siguientes:	Pobre	DLMI <2,5cm
	Cojera		No-unión/refractura
	Rigidez		Unión + infección
	SDSR		Deformidad >7°
Pobre	Dolor significativo	DLMI >2,5cm	
	Inactivo (desempleado o inhabilitado para realizar sus actividades diarias debido a la lesión).		

SDSR= Síndrome de Distrofia Simpático Refleja DLMI= Discrepancia de Longitud del Miembro Inferior

con 7 (30,40%) casos. La causa de las fracturas fue el accidente relacionado con motocicletas en 18 (78,20%) pacientes. Los datos epidemiológicos se resumen en la Tabla 2.

El tipo de fractura más frecuente fue el 42B2 en 6 (26,00%) de los casos, seguido de la 42A1 con 4 (17,40%) (Tabla 3). 8 (34,80%) pacientes presentaron fracturas abiertas y requirieron la realización de limpieza quirúrgica y estabilización con FE. De las fracturas abiertas 5 (21,80%) fueron IO2; 2 (8,70%) IO1; y 1 (4,30%) IO3. Con respecto a los implantes, las placas utilizadas con más frecuencia fueron las LCP en 12 (52,20%) pacientes. Con respecto a la longitud, la más utilizada fue la de 12 orificios en 18 (78,26%) casos. Se colocaron 3 o 4 tornillos a ambos lados de la fractura de acuerdo al caso, estos se colocaron de forma divergente buscando el efecto Cantilever (7) (Tabla 4).

Tabla 2. Características epidemiológicas.

	FA	FR
Pacientes	23	100,00
Sexo		
Masculino	19	82,60
Femenino	4	17,40
Grupo etario		
16 – 20	5	21,70
21 – 25	7	30,40
26 – 30	3	13,00
31 – 35	3	13,00
36 – 40	2	8,70
41 – 45	2	8,70
> 45	1	4,30
Etiología		
Accidente motocicleta	18	78,20
Accidente automóvil	2	8,70
Precipitación	3	13,00

FUENTE: Formulario recolección de datos.

Tabla 3. Fracturas según Clasificación AO/ASIF

	FA	FR
Tipo de fractura		
42A1	4	17,40
42A2	2	8,70
42A3	1	4,30
42B1	2	8,70
42B2	6	26,00
42B3	2	8,70
42C1	1	4,30
42C2	3	13,00
42C3	2	8,70
Localización diáfisis		
Tercio proximal (a)	8	34,80
Tercio medio (b)	12	52,20
Tercio distal (c)	3	13,00

FUENTE: Formulario recolección de datos.

Tabla 4. Características de los implantes utilizados

	FA	FR
Tipo de placa		
DCP	4	100,00
LC-DCP	7	82,60
LCP	12	17,40
Cantidad de tornillos		
3 tornillos ambos lados	14	60,90
3 proximal – 4 distal	5	21,80
4 proximal – 3 distal	4	17,40
Número orificios		
12 orificios	9	39,10
14 orificios	12	52,20
16 orificios	2	8,70

FUENTE: Formulario recolección de datos.

El tiempo promedio desde su ingreso hasta la resolución quirúrgica para los pacientes que no requirieron FE fue de $6 \pm 4,5$ (3 – 10) días, y para los pacientes que fueron estabilizados inicialmente con FE de $12 \pm (10 – 21)$ días.

A las 8 semanas, 19 (82,60%) pacientes habían alcanzado consolidación Montoya II; y para las 12 semanas, 15 (65,10%) habían alcanzado consolidación Montoya III; y para la semana 16, 21 (91,30%) Montoya III. De acuerdo a la escala de la ASAMI, se alcanzaron resultados excelentes en los 23 (100,00%) pacientes para la semana 16, sin pacientes con resultados buenos, regulares o pobres.

Para la evaluación de los resultados clínicos, se tomaron en cuenta cinco parámetros que fueron: retorno a las actividades, dolor, cojera, movilidad de las articulaciones adyacentes y distrofia simpático-refleja. Los resultados fueron clasificados como excelentes, buenos, regulares y pobres.

Clínicamente, a las 8 semanas, 8 (34,90%) pacientes habían presentado excelentes resultados, 9 (39,10%) buenos resultados, y 5 (21,80%) regulares resultados. Para las 12 semanas 18 (78,20%) presentaban excelentes resultados, 4 (17,40%) buenos y 1 (4,30%) regular. A las 16 semanas, 20 (86,90%) presentaban resultados excelentes, 2 (8,70%) buenos y 1 (4,34%) regular. Para el término del seguimiento, a las 24 semanas, 22 (95,65%) presentaban excelentes resultados y 1 (4,34%) buenos, y para el mismo tiempo, todos (100,00%) habían alcanzado la consolidación Montoya IV. Los resultados clínicos y radiológicos se resumen en la tabla número 5.

Ninguno de los pacientes presentó complicaciones neuro-vasculares iatrogénicas, ni infección

Tabla 5. Resultados clínicos y radiológicos de acuerdo a la evolución

	4 semanas		8 semanas		12 semanas		16 semanas	
	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR
Clasificación de Montoya								
Grado I	21	91,30	4	17,40	0	0,00	0	0,00
Grado II	2	8,70	18	78,30	2	8,70	0	0,00
Grado III	0	0,00	1	4,30	15	65,20	21	91,30
Grado IV	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	8,70
Resultados clínicos y funcionales								
Excelentes	0	0,00	8	34,90	18	78,20	20	86,90
Buenos	18	78,30	9	39,10	4	17,40	2	8,70
Regulares	3	13,00	5	21,70	1	4,30	1	4,30
Pobres	2	8,70	1	4,30	0	0,00	0	0,00

FUENTE: Formulario recolección de datos.

profunda o superficial de las partes blandas, tampoco síndrome compartimental, distrofia simpático refleja, limitación permanente para la movilización de la rodilla y/o el tobillo. No se presentaron complicaciones como aflojamiento séptico o aséptico del implante, ni fatiga del mismo.

Discusión

La osteosíntesis con placa se encuentra indicada en el tratamiento de casi todas las fracturas articulares, en algunas fracturas metafisarias y en muy pocas diafisarias (1). Para poder comprender, analizar y discutir este estudio es importante responder 3 preguntas: ¿Por qué la fijación biológica?, ¿Por qué usar placas y no clavos? y ¿Por qué colocar placas por la cara lateral de la tibia?

La primera pregunta, tal como lo reportan múltiples estudios (2-5, 10, 11), se puede responder al enumerar las siguientes ventajas: 1. Mejora los tiempos de consolidación ósea,

con menor incidencia de no-uni6n; 2. Menor incidencia de infecci6n; 3. Menos necesidad de colocaci6n de injerto 6seo, y de operaciones adicionales; 4. T6cnica ideal para el manejo de pacientes con m6ltiples lesiones (polifracturados, politraumatizados; etc.), 5. Movilizaci6n temprana de la extremidad; y 6. Menor incidencia de refracturas posterior al retiro de implantes, debido a la formaci6n de callo por la consolidaci6n secundaria.

Ahora bien, con respecto al uso de placas por t6cnica MIPO versus enclavado endomedular, se han publicado pocos estudios biomec6nicos con importante nivel de evidencia que compare ambos m6todos, tal como lo describe He *et al* (12) en su metan6lisis donde revis6 11 estudios al respecto, y no report6 diferencias significativas en cuanto a consolidaci6n 6sea, consolidaci6n viciosa, no-uni6n y dolor o cojera residual. En el mismo metan6lisis se reporta que la movilizaci6n, el apoyo y la rehabilitaci6n son m6s tempranas con el enclavado que con la placa MIPO. Por lo anteriormente dicho, el enclavado aventaja al uso de placas en tibia.

Con respecto a la colocación lateral de la placa, tiene la ventaja de ofrecer cobertura de la musculatura lateral de la pierna comparado con el lado medial, lo que reduce las probabilidades de irritación, exposición del implante, riesgo de infección, dolor por roce, entre otras, propias de la colocación medial de la placa.

En el estudio biomecánico comparativo de Cao *et al* (13), se encontró que el nivel de stress sobre el implante era mayor en las placas colocadas del lado medial comparadas con aquellas comparadas del lado lateral. Esto puede explicarse porque el lado medial de la tibia es el lado de tensión y la colocación del implante por ese lado puede traer mayor presión para el mismo, por lo tanto esto puede aumentar el riesgo de fatiga del implante, especialmente cuando el paciente es obeso.

Con respecto a nuestro estudio, el predominio del sexo masculino y la etiología de las fracturas, se corresponden con otros estudios publicados (2,4,5,10-12).

Todos los pacientes de esta serie comenzaron el apoyo parcial asistido con muletas a partir de las 4 semanas, y el apoyo con 1 muleta (contralateral) a las 8 semanas, que se mantuvo hasta la semana 12 cuando todos los pacientes iniciaron el apoyo total sin asistencia. El apoyo progresivo, en presencia de fijación estable y biológica, lleva a mayor formación de callo óseo (4,10,11).

Con respecto a la longitud de la placa, en nuestro estudio utilizamos placas largas de entre 10 y 14 orificios, lo cual concuerda con otros estudios que manifiestan que la longitud de la placa asociada a poca cantidad de tornillos, permite la fijación estable y segura, lo suficientemente flexible para permitir el strain necesario para favorecer la consolidación y la rigidez mínima, para tener un constructo que provoque la formación secundaria de callo óseo en las condiciones de

deformación dinámica bio-mecánica relativa necesaria (10,11,13,14), concepto que se aplicó en todos los pacientes de este estudio.

Los resultados satisfactorios obtenidos en este estudio, son comparables a otros estudios similares publicados, que estudiaron la misma técnica, pero del lado medial (2,5,10,11), sin embargo, la ausencia de complicaciones en nuestro estudio contrasta notablemente con dichas series con placas mediales, que aunque tienen menor tiempo quirúrgico por su colocación subcutánea, presentan elevada tasa de complicaciones como riesgo de exposición del implante 15%, riesgo de infección 80% y riesgo de aflojamiento 5% (10,11).

Con respecto a los resultados radiológicos, nuestros resultados son similares a los reportados por Rizk *et al* (10), Concha *et al* (11) y Garnica *et al* (15) quienes también compararon técnicas MIPO en fracturas de tibia, y las reportadas en el metanálisis del He *et al* (12).

Los resultados clínicos satisfactorios y radiológicos encontrados en esta serie nos permiten recomendar esta técnica, ya que puede asegurar el ambiente mecánico y biológico necesario para que ocurra la consolidación. El uso de la técnica MIPO para tratamiento de fracturas diafisarias de la tibia por cara lateral es una técnica efectiva y segura, con altas tasas de consolidación, mínimas complicaciones y buenos resultados finales, como alternativa al enclavado endomedular, cuando éste no esté disponible por alguna causa.

Referencias

1. On Tong G, SuthornBavonratanavech. AO Manual of Fracture Management: Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) Concepts and Cases presented by AO East Asia. New York, Thieme; 2007, 9-21.

2. Sanjay B, Sanjay M. Minimally invasive plate osteosynthesis of peri-articular fractures of distal tibia: A clinical study. *National Journal of Clinical Orthopaedics* 2018;2(2):1-3.
3. Wenda K, Rurkel M, Degreif J, Rudig L. Minimally invasive plate fixation in femoral shaft fracture. *Injury* 1997; Suppl 1:A13-9.
4. Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Tscherne H. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fractures. *Injury* 1997;28:A20-30.
5. Choi S, Lee TJ, Kim S, Cho C. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) technique for complex tibial shaft fracture. *Acta orthopaedica Belgica* 2019; 85(2):224-233
6. Fernández A. The principle of helical implants. Unusual ideas worth considering. *Injury*. 2002 Apr;33 Suppl 1:SA1-27.
7. Stoffel K, Stachowiak G, Forster T, Gächter A, Kuster M. Oblique Screws at the Plate Ends Increase the fixation Strength in Synthetic Bone Test Medium. *J Orthop Trauma* 2004;18(9):611-6.
8. Chaddra M, Gulati D, Singh AP, Singh AP, Maini L. Management of massive post-traumatic bone defects in the lower limb with the Ilizarov technique. *Acta Orthop Belg* 2010;76(6):811-820.
9. Montoya A. Tratamiento de las fracturas de diáfisis tibial. (Trabajo Especial de Grado para optar al título de Especialista en Ortopedia) Instituto Mexicano de los Seguros Sociales. Universidad Nacional Autónoma de México, México DF, 1977, 28-30.
10. Rizk A. Minimally Invasive plate osteosynthesis for the treatment of high-energy tibial shaft fractures. *Egyptian Orthopaedic Journal* 2015; 50:36-44.
11. Concha J, Osma J, Sandoval A. Management of diaphyseal tibial fractures by plate fixation with absolute or relative stability: a retrospective study of 45 patients. *Trauma SurgAcuteCare Open* 2017; 2:1-5.
12. He G, Wang O, Chen Z, Cai X. Effect of minimally invasive percutaneous plates versus interlocking intramedullary nailing in tibial shaft treatment for fractures in adults: a meta-analysis. *Clinics* 2014; 69(4):234-40.
13. Cao Y, Zhang Y, Huang L, Huang X. The impact of plate length, fibula integrity and plate placement on tibial shaft fixation stability: a finite element study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* 2019;14:52.
14. Ricci W, Streubel P, Vlarsee S, Collinge C, Nork S, Gardner M. Risk factor for failure of locked plate fixation of distal femur fractures: an analysis of 335 cases. *J Orthop Trauma* 2014; 28(2):83-9
15. Garnica E, Garnica M, Vives H, Muciño M, Rosas J, Bello A. Fracturas distales de tibia tratadas de manera quirúrgica con placas 4,5mm colocadas sobre la superficie lateral comparadas con las del lado medial, por técnica mínimamente invasiva. *Acta Ortop Mex* 2006; 20(3):115-20.