

Osteotomía valguizante de tibia aditiva medial: análisis de dos tipos de implante

Pilar Saralegui, Carlos Herald Yacuzzi, Juan Pablo Zícaro, Matías Costa Paz
Hospital Italiano de Buenos Aires, C.A.B.A, Argentina

RESUMEN

La osteotomía valguizante de tibia es un procedimiento comúnmente utilizado para la corrección del deseje en varo con el objetivo de restaurar el eje neutro. Existen dos alternativas quirúrgicas: osteotomía de apertura y de cierre. Los implantes utilizados para la osteotomía de apertura ofrecen ciertas ventajas y también desventajas. El objetivo de esta nota técnica es describir y comparar dos tipos de implante diseñados para las osteotomías valguizantes de tibia proximal: la placa Puddu y la placa TomoFix™.

Nivel de evidencia: V

Palabras clave: Osteotomía de Tibia Proximal; Placa Puddu; Métodos de Fijación; TomoFix™; Genu Varo

ABSTRACT

The valgus tibial osteotomy is a procedure commonly used for the correction of the varus displacement with the objective of restoring the neutral axis. There are two surgical alternatives, opening and closing osteotomy. The implants used for opening osteotomy offer certain advantages and disadvantages. The objective of this technical note is to describe and compare two types of implants designed for valgus osteotomies of the proximal tibia: the Puddu plate and the TomoFix™ plate.

Keywords: Proximal Tibial Osteotomy; Puddu Plate; Fixing Methods; TomoFix™; Genu Varus

INTRODUCCIÓN

La osteotomía valguizante de tibia proximal es un procedimiento quirúrgico que consiste en restaurar el eje mecánico neutro para tratar el deseje coronal y/o sagital preservando la articulación.¹ Su objetivo es disminuir la sobrecarga del compartimento medial y consecuentemente retrasar la artrosis.^{2,3} Además, contribuye a disminuir el dolor.⁴ Se puede dividir en osteotomías aditivas en cuña (de apertura medial) y osteotomías sustractivas externas (de cierre).

La técnica más utilizada es la osteotomía de apertura interna. Se han descrito distintas opciones para rellenar el espacio de la osteotomía y así favorecer su consolidación, entre ellas, el sustituto óseo, el injerto autólogo tricortical de cresta ilíaca o el injerto de banco.⁵ Hasta el día de hoy, el injerto autólogo es el considerado como estándar de oro por sus propiedades de osteoconducción, osteoinducción y osteogénesis.^{6,7}

La estabilidad de la fijación es extremadamente importante para evitar la pérdida de la corrección y minimizar el riesgo de no unión.⁸⁻¹⁰ Para mantener y mejorar la estabilidad de la osteotomía se han desarrollado diferentes tipos de osteosíntesis, específicamente diseñados, ya sea con un espaciador de sostén, estabilidad angular o mayor número de orificios en la placa.

En nuestra práctica clínica, utilizamos dos diferentes placas para estabilizar una osteotomía de apertura: la placa corta Puddu y la placa larga TomoFix™. El objetivo de este trabajo es describir y comparar la técnica quirúrgica con estos dos tipos de implante y analizar sus ventajas y desventajas.

INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

Las indicaciones y contraindicaciones de las osteotomías aditivas internas se describen en la Tabla 1.

Planificación preoperatoria

Se requiere una programación preoperatoria adecuada para lograr el objetivo de corrección del eje deseado.¹¹

Es fundamental contar con un escanograma de miembros inferiores.³ Inicialmente, se determinará el eje mecánico del miembro (fig. 1A) que consiste en trazar una línea desde el centro de rotación de la cadera hasta el centro de la articulación tibioastragalina.²

Para estimar el grado de deseje y la corrección necesaria existen diferentes métodos: Sabzevari² y Dugdale¹² describieron una medición que permite definir el tamaño en milímetros de apertura de la osteotomía; primero se define un punto ubicado en el 62% del ancho tibial (punto de Fujisawa) (fig. 1B), desde allí se traza una línea hasta el centro de rotación de la cadera y otra al centro del tobillo. El ángulo formado entre esas dos líneas se llama alfa y representa el grado de corrección (fig. 1C). Con esas mediciones, más la estimación del ancho

Pilar Saralegui

pilar.saralegui@hospitalitaliano.org.ar

Recibido: Mayo de 2021. Aceptado: Mayo de 2021.

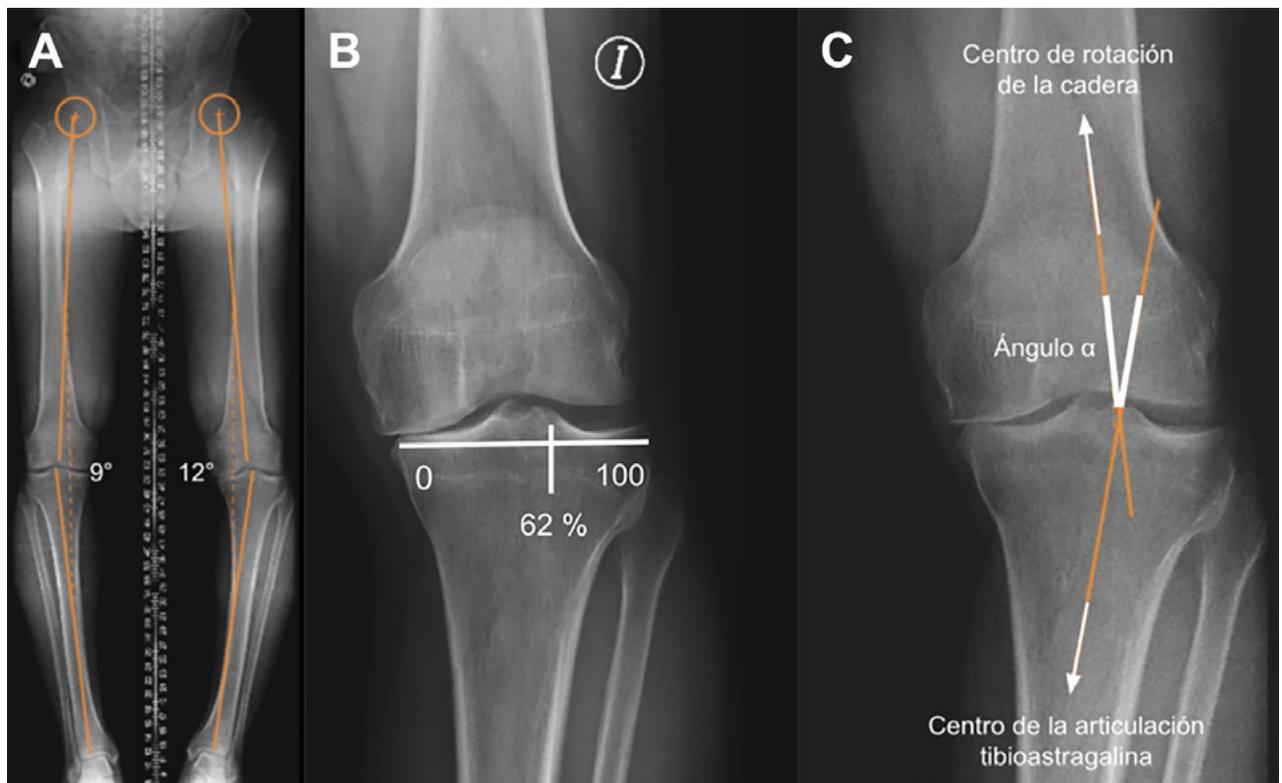


Figura 1: A) Eje mecánico del miembro. B) Punto de Fujisawa. C) Ángulo alfa.

de la osteotomía, se puede valorar cuántos milímetros de apertura serán necesarios.

PLACA PUDDU

Características específicas

Se caracteriza por ser de titanio y presentar un poste que va a dar sostén a la cortical medial ocupando el espacio generado por la distracción. Este implante se fija con dos tornillos proximales de 6.5 mm de esponjosa y dos distales de 4.5 mm de cortical.¹³ Tiene la particularidad de que sus tornillos pueden ser inclinados para obtener la orientación anatómica adecuada antes de bloquearse a la placa.

Técnica quirúrgica

A través de un abordaje anteromedial se identifica el ligamento colateral medial, se disecciona y se repliega para evitar dañarlo. Posteriormente, guiados bajo intensificador de imágenes (IDI), se colocan dos clavijas por encima del tubérculo tibial marcando el nivel de corte, y se acopla la guía de corte. Las clavijas deben dirigirse a posterior y proximal, hacia la punta del peroné. Luego, se procede a la osteotomía tibial medial, anterior y posterior. Para la cortical y los primeros 3 cm se utiliza una sierra oscilante. La osteotomía se completa utilizando un escoplo. Se sugiere conservar un centímetro hasta la cortical lateral para evitar pérdida de la estabilidad.



Figura 2: Osteotomía aditiva medial con placa Puddu.

A continuación, se coloca el osteótomo tipo “Jack” que se utiliza para realizar la distracción de la brecha. Se colocan dos cuñas específicas que cuentan con marcas milimétricas que determinan la apertura de la osteotomía y la placa que se utilizará. Se verifica el grado de corrección utilizando el IDI desde el centro de rotación de la cadera hasta el centro del tobillo. Se coloca entonces la placa Puddu y se fija inicialmente a proximal con dos tornillos de esponjosa monocorticales de 6.5 mm, y luego dos tornillos distales de cortical de 4.5 mm para bloquearla (fig. 2). Por último, debido a que la placa posee incorporado un espaciador metálico, se rellena la osteotomía con in-



Figura 3: Osteotomía aditiva medial con placa TomoFix™.

TABLA 1. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

Indicaciones generales	Contraindicaciones
Deseje en varo >15°	Deformidad >15°
Paciente moderadamente activo con artrosis unicompartmental medial	Artrosis severa del compartimento medial (Ahlbäck grado III o superior)
Joven (entre 40 – 60 años)	>65 años
IMC <30	Artrosis tricompartmental
Rango completo de movimiento	Rango de movilidad <90° de flexión o >15° de contractura en flexión
<5° de contractura en flexión	Artritis inflamatoria
Sin inestabilidad ligamentaria del LCA o LCP	Rodilla clínicamente inestable asociada a laxitud ligamentaria
Artrosis grado I o II de Ahlbäck	Subluxación tibial >1 cm
No fumador	Obesidad y tabaquismo (relativas)

jerto óseo (autólogo de cresta iliaca o de banco de huesos). Esto aportará mayor estabilidad, además de osteoconducción para la consolidación de la osteotomía.

PLACA TOMOFIX™

Características específicas

Es una placa de compresión bloqueada que aporta estabilidad angular, con lo cual disminuye la fricción placa-hueso. Presenta un total de ocho orificios: los tres proximales que permiten solo tornillos bloqueados y los cinco restantes que pueden ser bloqueados, o no.¹⁴

Técnica quirúrgica

En el caso de la placa TomoFix™, la osteotomía se realiza con escoplo manteniendo la cortical lateral intacta. Luego, se puede introducir un segundo, tercer y cuarto escoplo hasta lograr la apertura de la osteotomía deseada. Se aumentará la brecha lentamente para evitar fracturar la cortical lateral o generar una fractura intraarticular. Como alternativa a la técnica de apertura con escoplo se puede utilizar una pinza distractora específica.

Una vez completada la osteotomía y corroborada con IDI la correcta alineación, se coloca el injerto tricortical en forma de cuña (preferentemente de banco cadavérico) para estabilizarla y luego se procede a apoyar la placa TomoFix™. Se fija primero proximal a la osteotomía, con tres tornillos de esponjosa bloqueados de 4.5 mm y luego distal a la osteotomía, con tres tornillos bloqueados de 4.5 mm bicorticales y uno (el más distal) monocortical (fig. 3).

REHABILITACIÓN POSTOPERATORIA

En nuestra práctica clínica, la rehabilitación postoperatoria consiste en movilidad temprana sin carga según tolerancia al dolor. Se indican electroestimulación y ejercicios de fortalecimiento de cuádriceps activos asistidos en la primera etapa hasta lograr extensión activa contra gravedad sin dolor. Luego, se incorpora carga en forma gradual y ubicada próxima a la osteotomía para evitar aumentar el brazo de palanca. Además, se trabaja fortalecimiento de isquiotibiales y glúteos y se hacen ejercicios de propiocepción mediante el uso de discos neumáticos en etapas tempranas cuando aún no se puede realizar carga en la marcha. El inicio de la carga de peso dependerá de la autorización del médico cirujano sobre la base de la clínica y evolución radiográfica de cada paciente.

DISCUSIÓN

Ambos montajes mostraron tener buenos resultados en la corrección del eje. Se observó que la placa TomoFix™, al ser bloqueada, puede soportar mayor estrés que la Puddu.¹⁵

La osteotomía de apertura de tibia proximal fue descrita por primera vez en 1951 por Debeyre y Patte.¹⁶ Originalmente, estaba recomendada como tratamiento definitivo para aquellos pacientes con artrosis medial de rodilla sintomáticos.¹⁷ En la actualidad, las indicaciones se han ido ampliando y es la técnica quirúrgica más utilizada, ya que presenta menor índice de complicaciones, mantiene la longitud del miembro, la disponibilidad de hueso (en caso de necesitar una conversión a prótesis total de rodilla) y disminuye el riesgo de lesiones del ciático poplíteo externo.¹⁵ Además, la osteotomía de apertura permite la corrección de la caída posterior del platillo tibial en simultáneo en los casos que fuera requerido.¹²

En un trabajo experimental¹³ utilizaron dieciséis tibias fabricadas con características geométricas y elásticas similares a las del hueso para evaluar la estabilidad de la osteotomía de apertura fijada con placa TomoFix™ versus Puddu. Las sometieron a una carga axial y torsional de 2500 N y observaron que la principal falla era la fractura de la cortical lateral. Observaron, además, que la placa Puddu solo aporta sostén a la cortical medial y, que ante dichas cargas, primero se deforma hasta culminar con la fractura de la cortical lateral, a diferencia de la placa TomoFix™, la que demostró ser una construcción más estable. Se cree que esto se debe al mayor número de tornillos y que se trata de una placa bloqueada. También, por el hecho de ser bloqueada, aporta estabilidad angular favoreciendo la estabilidad de la cortical tanto medial como lateral. Esto último hace que la placa TomoFix™ sea capaz de soportar las cargas axiales y torsionales en el postoperatorio inmediato,

siempre y cuando la cortical lateral se encuentre indemne y el paciente presente buena calidad ósea.

En otro estudio biomecánico realizado por Izaham¹⁵ se construyeron modelos 3D de tibias en base a estudios tomográficos. Se simuló una osteotomía de 10 mm, y se las sometió a una carga de 2500 N aplicando el 60% de la misma sobre el compartimento medial comparando el desplazamiento y el mayor estrés entre las placas Puddu y TomoFix™. Observaron que la placa Puddu manifiesta mayor desplazamiento relativo y que las placas TomoFix™ presentan mayor estrés. Al evaluar su localización, concluyeron que la placa Puddu cuenta con mayor estrés en la zona del poste mientras que las placas TomoFix™ lo tienen en la unión de la porción proximal de la placa y a nivel de los dos primeros tornillos distales más proximales a la osteotomía. Sobre la base de este estudio, pudimos interpretar que las placas Puddu revelan mayor micromovimiento, lo cual podría ser beneficioso ya que estimularía la consolidación. Sin embargo, si el micromovimiento fuera excesivo podría generar aflojamiento y pérdida de estabilidad del implante. Respecto a las placas TomoFix™, observamos que, si bien soportan mayor estrés, es un implante más rígido. Esto conlleva a un mayor *stress shielding* y aumenta el riesgo de pseudoartrosis. Sabemos por la ley de Wolff que la carga estimula la remodelación. Al ser un implante que aporta estabilidad angular, toda la carga pasaría por la placa sin presentar carga en el hueso. Esto último explicaría el mayor riesgo de pseudoartrosis con la placa TomoFix™.

Golovakha *et al.*¹⁸ también observaron mayor estabilidad con la placa TomoFix™ y agregaron que podría indicarse la carga aproximadamente luego de dos semanas de realizada la operación. Lo que resulta realmente interesante es que notaron que con esta placa, a medida que aumenta la brecha de apertura de la osteotomía, el desplazamiento relativo disminuye; a diferencia de lo que sucede con la placa Puddu, que al aumentar la brecha de la osteotomía aumenta el desplazamiento. Los autores, además, remarcaron la necesidad de utilizar injerto óseo cuando la brecha fuera mayor o igual a 10 mm. Otros estudios biomecánicos han demostrado que la resistencia a la torsión y a la compresión es mayor en la placa TomoFix™.¹⁹

Es poco claro en la literatura cuál es la indicación ideal para el uso de ambas placas, ya que la mayoría de los estudios son mecánicos, y no existen datos clínicos comparativos.

Vaishya y cols.²⁰ observaron que la osteotomía de apertura medial mejora significativamente el dolor y la función en pacientes con dolencia en el compartimento medial, especialmente en aquellos que cumplen adecuadamente la rehabilitación postoperatoria.

Se advirtió que en aquellos pacientes menores de sesenta años con artrosis unicompartmental que hicieran deportes que implicaran saltar, correr, escalar o estar mu-

cho de pie, la osteotomía sería indicación.^{21,22} El mejor predictor del nivel de actividad postoperatoria fue el nivel preoperatorio de actividad.²² La selección del paciente, la evaluación preoperatoria, la planificación quirúrgica y la técnica elegida son fundamentales para la obtención de buenos resultados.²³

Complicaciones

1. Pacientes con índice de masa corporal mayor a 30 y con fractura de la cortical lateral presentan mayor riesgo de retraso en la consolidación o pseudoartrosis.²⁴
2. La apertura de la osteotomía superior a 11 mm presenta mayor riesgo de fractura de la cortical lateral.
3. La mayor tasa de reintervención quirúrgica (8%) para retiro de la placa es más frecuente con el uso de placa TomoFix™.¹⁶
4. La pérdida de la corrección es más frecuente con las placas Puddu ya que presentan mayor micromovimiento con posibilidad de aflojamiento o falla del implante.
5. El aumento de la caída posterior del platillo tibial luego de una osteotomía de apertura podría producir una traslación anterior de la tibia en reposo y, de esta manera, aumentar la tensión del ligamento cruzado anterior.²⁵

Nuestra experiencia

En nuestra experiencia, cuando se trata de correcciones menores a 11 mm hemos tenido excelentes resultados con ambas placas. La literatura avala el uso de ambas en este

tipo de correcciones.

Para correcciones mayores a 11 mm, que requieren mayor estabilidad, preferimos la utilización de la placa TomoFix™, ya que otorga mayor estabilidad y permite carga precoz con menor riesgo de complicaciones.

CONCLUSIÓN

La placa Puddu presenta como ventaja ser un implante de bajo perfil, lo que genera menor irritación de partes blandas, una incisión de menor tamaño, con un poste incorporado a la placa que le aportaría estabilidad necesaria. Esto le permite un menor porcentaje de reintervención quirúrgica para retiro del implante. Sin embargo, al ser menos rígida que la TomoFix™, tendría mayor riesgo de aflojamiento y requiere un postoperatorio sin carga por seis a ocho semanas.

La placa TomoFix™, al ser bloqueada, aporta estabilidad angular, por lo que es más estable, presenta menor fricción hueso-placa y podría tolerar una carga temprana. Aunque, por otro lado, presenta mayor incidencia de dolor a nivel de la placa por su alto perfil, mayor stress shielding y una mayor tasa de reintervención quirúrgica para retiro de material.

En conclusión, la placa TomoFix™ tendría una indicación más adecuada para osteotomías mayores a 10 mm y en pacientes más adultos con menor calidad ósea. Mientras que la Puddu tendría mejor indicación en osteotomías de apertura menores a 7.5 mm, con deseos más pequeños.

BIBLIOGRAFÍA

1. Zampogna B; Vasta S; Papalia R. Patient evaluation and indications for osteotomy around the knee. *Clin Sports Med*, 2019; 38(3): 305–15.
2. Sabzevari S; Ebrahimpour A; Roudi MK; Kachooei AR. High tibial osteotomy: A systematic review and current concept. *Arch Bone Jt Surg*, 2016; 4(3): 204–12.
3. Dowd GSE; Somayaji HS; Uthukuri M. High tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis. *Knee*, 2006; 13(2): 87–92.
4. Cheng X; Liu F; Xiong F; Huang Y; Paulus AC. Radiographic changes and clinical outcomes after open and closed wedge high tibial osteotomy: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res*, 2019;14(1): 179.
5. Chae DJ; Shetty GM; Wang KH; Montalban ASC Jr; Kim JJ; Nha KW. Early complications of medial opening wedge high tibial osteotomy using autologous tricortical iliac bone graft and T-plate fixation. *Knee*, 2011; 18(4): 278–84.
6. Amendola A; Bonasia DE. "Results of HTO in medial OA of the knee". En: Bonnin, M; Amendola A; Bellemans J; MacDonald S; Ménétrey J (eds.). *The Knee Joint. Paris, Springer*, 2012, pp. 633–41.
7. Chahla J; Dean CS; Mitchell JJ; Moatshe G; Cruz RS; LaPrade RF. Medial opening wedge proximal tibial osteotomy. *Arthrosc Tech*, 2016; 5(4): e919–e28.
8. Jang YW; Lim D; Seo H; Lee MC; Lee O-S; Lee YS. Role of an anatomically contoured plate and metal block for balanced stability between the implant and lateral hinge in open-wedge high-tibial osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2018; 138(7): 911–20.
9. Agneskirchner JD; Freiling D; Hurschler C; Lobenhoffer P. Primary stability of four different implants for opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2006; 14(3): 291–300.
10. Lobenhoffer P; Agneskirchner JD. Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2003; 11(3): 132–8.
11. Kim H-J; Park J; Park K-H; Park I-H; Jang J-A; Shin J-Y; et al. Evaluation of accuracy of a three-dimensional printed model in open-wedge high tibial osteotomy. *J Knee Surg*, 2019; 32(9): 841–6.
12. Chae DJ; Shetty GM; Lee DB; Choi HW; Han SB; Nha KW. Tibial slope and patellar height after opening wedge high tibia osteotomy using autologous tricortical iliac bone graft. *Knee*, 2008; 15(2): 128–33.
13. Stoffel K; Stachowiak G; Kuster M. Open wedge high tibial osteotomy: biomechanical investigation of the modified Arthrex Osteotomy Plate (Puddu Plate) and the TomoFix Plate. *Clin Biomech*, 2004; 19(9): 944–50.
14. Schwartz A; Oka R; Odell T; Mahar A. Biomechanical comparison of two different periarticular plating systems for stabilization of complex distal humerus fractures. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2006; 21(9): 950–5.
15. Izaham RMAR; Raja Mohd Aizat; Kadir MRA; Rashid AHA; Hossain MG; Kamarul T. Finite element analysis of Puddu and Tomofix plate fixation for open wedge high tibial osteotomy. *Injury*, 2012; 43(6): 898–902.
16. Capella M; Gennari E; Dolfin M; Saccia F. Indications and results of high tibial osteotomy. *Ann Jt*, 2017; 2: 33.
17. Madry H; Goebel L; Hoffmann A; Dück K; Gerich T; Seil R; et al. Surgical anatomy of medial open-wedge high tibial osteotomy: crucial steps and pitfalls. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017; 25(12): 3661–9.
18. Golovakha ML; Orljanski W; Benedetto K-P; Panchenko S; Büchler P; Henle P; et al. Comparison of theoretical fixation stability of three devices employed in medial opening wedge high tibial osteotomy: a finite element analysis. *BMC Musculoskelet Disord*, 2014; 15: 230.

19. Gomoll AH. High tibial osteotomy for the treatment of unicompartmental knee osteoarthritis: a review of the literature; indications; and technique. *Phys Sportsmed*, 2011, 39(3): 45–54.
20. Vaishya R; Bijukchhe AR; Agarwal AK; Vijay V. A critical appraisal of medial open wedge high tibial osteotomy for knee osteoarthritis. *J Clin Orthop Trauma*, 2018; 9(4): 300–6.
21. Mehmet Asik. High tibial osteotomy with Puddu plate for the treatment of varus gonarthrosis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2006; 14: 948–54.
22. Alan Nagel; John N. Insall; Giles R. Scuderi. Proximal tibial osteotomy. A subjective outcome study. *J Bone Joint Surg*; 1996; 78(9): 1353–8.
23. Taboada JC. Resultados clínicos de la osteotomía tibial valguizante de cuña abierta y cerrada para el manejo de deformidad en genu varo y gonartrosis mecánica femorotibial medial. *Rev Colomb Ortop Traumatol*, 2014; 28(2): 63–8.
24. van Houten AH; Heesterbeek PJC; van Heerwaarden RJ; van Tienen TG; Wymenga AB. Medial open wedge high tibial osteotomy: Can delayed or nonunion be predicted? *Clin Orthop Relat Res*, 2014; 472(4): 1217–23.
25. Ying-Jie Deng; Yuan Yuan; Yan-Ming Ren; Qi Li; Duan Wang; Yang Yang; Chao You; Rui Fang; Dong-Mei Zhao. Differences between open-wedge versus closed-wedge high tibial osteotomy on clinical and radiological outcomes and adverse events. Review article. *Int J Clin Exp Med*, 2018; 11(5): 4371–88.