

Tratamiento quirúrgico de las deformidades angulares en plano coronal de rodilla en pacientes con esqueleto inmaduro

Surgical treatment of coronal plane angular deformities of the knee in patients with immature skeleton

Gabriela Cordero Abreu^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-4129-5576>

Dashiell Cañizares Betancourt¹ <https://orcid.org/0000-0002-8528-4326>

Luis Oscar Marrero Riverón¹ <https://orcid.org/0000-0002-1645-8249>

¹Complejo Científico Ortopédico Internacional “Frank País”. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: gaby.ortop@gmail.com

RESUMEN

Introducción: El *genus varus* y *valgus* constituyen deformidades angulares en el plano coronal de la rodilla. Se presentan en pacientes pediátricos y, de no ser corregidas, pueden devenir en artrosis de las articulaciones de miembros inferiores.

Objetivo: Describir los métodos de tratamiento quirúrgico para las deformidades angulares de rodilla en el plano coronal de pacientes con esqueleto inmaduro.

Método: Se realizó una búsqueda sistémica en las bases de datos PubMed, Medscape, Google Academics, Scopus y Webs of Science, desde enero de 2021 hasta la fecha, sobre las deformidades angulares de la rodilla en niños y los métodos de tratamiento quirúrgico para corregirlas. No se eliminó la bibliografía previa porque enriqueció el conocimiento sobre la temática.

Resultados: La hemiepifisiodesis se utiliza para tratar las deformidades en el plano coronal de la rodilla de pacientes con esqueleto inmaduro. Se dividen en irreversibles o reversibles. Las primeras deben realizarse próximo al cierre fisario y sus principales técnicas quirúrgicas son Phemister, Bowen y Metaizeau; mientras que las reversibles

se realizan en pacientes con mayor crecimiento remanente y emplean como técnicas quirúrgicas Blount, Stevens y Martínez.

Conclusiones: La hemiepifisiodesis constituye el tratamiento quirúrgico de elección para patologías en pacientes con esqueleto inmaduro. Las irreversibles evitan complicaciones como la hipercorrección. Las reversibles requieren de otra cirugía para retirar el implante una vez corregida la deformidad.

Palabras clave: *genus varus*; *genus valgus*; esqueleto inmaduro; hemiepifisiodesis.

ABSTRACT

Introduction: Varus and valgus are angular deformities in the coronal plane of the knee. They occur in pediatric patients and, if not corrected, can lead to osteoarthritis of the lower limb joints.

Objective: To describe the surgical treatment methods for coronal plane angular deformities of the knee in patients with an immature skeleton.

Method: A systemic search was conducted in PubMed, Medscape, Google Academics, Scopus, and Webs of Science databases from January 2021 to date on angular deformities of the knee in children and surgical treatment methods to correct them. Previous literature was not ruled out because it enriched knowledge on the subject.

Results: Hemiepiphysiodesis is used to treat coronal plane deformities of the knee in patients with immature skeletons. They are divided into irreversible and reversible. The first type should be performed close to physeal closure and their main surgical techniques are Phemister, Bowen and Metaizeau; while the reversible ones are performed in patients with greater remaining growth and use Blount, Stevens and Martinez as surgical techniques.

Conclusions: Hemiepiphysiodesis is the surgical treatment of choice for pathologies in patients with immature skeleton. Irreversible ones avoid complications such as overcorrection. Reversible ones require another surgery to remove the implant once the deformity has been corrected.

Keywords: varus genus; valgus genus; immature skeleton; hemiepiphysiodesis.

Recibido: 13/02/2024

Aceptado: 28/02/2024

Introducción

Las deformidades angulares en la extremidad inferior pueden presentarse en el plano coronal, sagital y axial, o combinarse las opciones anteriores. Se producen por diferentes causas, entre ellas, las displasias esqueléticas, los traumatismos, las enfermedades metabólicas, las patologías tumorales y las infecciones.^(1,2,3)

El eje mecánico de las extremidades inferiores constituye una línea desde la cabeza femoral hasta el centro de la articulación del tobillo y atraviesa, además, por el centro de la rodilla. La alteración de este eje provoca deformidades angulares y rotacionales, que dañan estéticamente al niño o al adolescente; ocasionan trastornos en la marcha y dolor si se realizan actividades físicas, e inestabilidad de las articulaciones con caídas frecuentes. Con el tiempo, si es un adulto joven, estas deformidades pueden causar lesiones de menisco, desgaste articular y evolucionar hacia gonartrosis, coxartrosis y osteoartritis de la articulación del tobillo.^(4,5)

Desde que inician la marcha hasta los 24 meses, los niños tienen las piernas arqueadas (*genus varus*) sin ser patológico. Igualmente, a partir de los tres años y hasta los siete presentan las rodillas en X (*genus valgus*). Sin embargo, a partir de los ocho años los ejes de las extremidades inferiores deben normalizarse. Cualquier alteración se considera patológica y susceptible a un tratamiento que, en la mayoría de los casos, suele ser quirúrgico.⁽⁶⁾

Los defectos más frecuentes se encuentran en el plano coronal (*genus varus* y *valgus*). En el examen físico se debe medir la distancia intercondílea: en el caso del *genus varus* resulta normal de 0-5 cm y para *genus valgus* la distancia intermaleolar debe estar entre 0-7 cm. Cuando se superan estas mediciones se debe buscar un origen patológico.⁽⁶⁾

Entre las principales causas de *genus varus* patológico se encuentran el idiopático, que no se resuelve, la enfermedad de Blount, la displasia esquelética y el raquitismo; mientras que el *genus valgus* patológico se produce por el idiopático que no se resuelve, la displasia esquelética, la fractura metafisaria de tibia proximal (Cozen), la mucopolisacaridosis y el raquitismo.^(7,8,9)

El diagnóstico clínico se complementa con estudios de imágenes. Se realizan radiografías simples, en vistas anteroposterior y lateral, con el paciente de pie y acostado con los pies al ancho de los hombros.⁽⁴⁾ Estas deben incluir las

articulaciones de caderas y tobillos. Si el ángulo femorotibial de BAWER supera o se queda por debajo de los 15°, se considera patológico.⁽¹⁰⁾

Cuando la deformidad se encuentra entre los 6-10 cm para el *genus varus* y entre los 8-10 cm para el *valgus*, se indica un tratamiento conservador. Se procede a la intervención quirúrgica, si las alteraciones resultan mayores de 10 cm, provocan dolor y aparecen problemas estéticos o funcionales (las niñas deben tener entre 8-12 años y los niños, entre 8-13).⁽¹¹⁾

Estos defectos resultan un motivo frecuente de consulta en la práctica médica; por tanto, se requiere profundizar en el tema, especialmente saber cuándo se indica una cirugía para el tratamiento y las principales técnicas quirúrgicas. En consecuencia, el objetivo del presente estudio fue describir los métodos de tratamiento quirúrgico para las deformidades angulares en el plano coronal de rodilla en pacientes con esqueleto inmaduro.

Métodos

Se realizó una búsqueda sistémica sobre las deformidades angulares en el plano coronal de la rodilla de edades pediátricas y los métodos de tratamiento quirúrgico utilizados para su corrección. Se revisaron las bases de datos PubMed, Medscape, Google Academics, Scopus, Webs of Science desde enero de 2019 hasta la fecha. La bibliografía previa enriqueció el conocimiento sobre la temática.

Corrección quirúrgica de las deformidades angulares en plano coronal de la rodilla en esqueleto inmaduro

La físis de crecimiento constituye una zona de tejido cartilaginoso especializado, ubicada entre la epífisis y la metáfisis de los huesos largos. Consta de tres capas celulares con diferentes propiedades: a) zona de reserva o germina, continua a la epífisis y con células en reposo; b) zona de proliferación o columnar, donde se inicia la división celular, la proliferación de condrocitos y la síntesis de la matriz; c) zona hipertrófica, que asegura el crecimiento longitudinal hacia la metáfisis mediante la maduración y la hipertrofia de condrocitos (aumenta hasta cinco veces su tamaño).⁽¹²⁾

A continuación se encuentra la zona de calcificación provisional, en ella se produce la invasión vascular, la mineralización de la matriz y el reemplazo del tejido cartilaginoso por osteoblastos. También se localiza la zona de Ranvier que rodea la físis y confiere el crecimiento transversal del segmento. Toda esta estructura presenta un sostén perifisario compuesto por pericondrio, el anillo de Lacroix a nivel fisario y el periostio a nivel metafisario.⁽¹²⁾

El crecimiento de los huesos largos se produce por la actividad de todas las zonas de la físis, en especial de la zona hipertrófica. Cada segmento óseo varía en cuanto al porcentaje de crecimiento aportado por la físis; por ejemplo, alrededor del 30 % de la longitud del fémur la aporta su físis proximal, y el 70 % la otorga su actividad en la físis distal. Por otro lado, en la tibia el 60 % se debe a la actividad de la físis proximal y un 40 % a la físis distal.⁽¹²⁾

Este potencial de crecimiento resulta de la capacidad de expresión fenotípica que se logra mediante la activación de un eje endocrino a nivel local y sistémico. El eje local consiste en una compleja interacción que involucra la ruta de señalización de IHH (*Indian Hedgehog Protein*) como el principal regulador de la actividad de crecimiento.⁽¹³⁾ Los condrocitos se activan por el péptido relacionado a la hormona paratiroidea (PTHrP); este se produce a nivel perifisario y pericondral en los extremos de los huesos largos. Cuando los condrocitos prehipertróficos se alejan de la zona de proliferación, comienza la producción de IHH, se señala la hipertrofia celular y, posteriormente, la activación de osteoblastos y osificación. Por señales aún no definidas, la IHH estimula la producción de PTHrP en los extremos óseos y regula de esta forma el eje local.⁽¹⁴⁾

Otras rutas de señalización reguladora son los factores de crecimiento fibroblástico (FGF) y la proteína morfogenética ósea (BMP). El FGF disminuye la proliferación de condrocitos, inhibe la producción de IHH y limita la altura columnar. La BMP aumenta la altura columnar mediante el estímulo de IHH y, por tanto, la proliferación de condrocitos. Estas dos vías se consideran antagonistas.⁽¹⁴⁾

El eje sistémico se constituye por la actividad reguladora de las hormonas tiroideas que estimulan la hormona del crecimiento, encargada de la activación celular en la zona germinal, y el IGF-1 (*Insulin Growth Factor like-1*), responsable de estimular la reproducción celular. Posterior al crecimiento longitudinal, el tejido óseo cambia su estructura interna y externa en respuesta a las fuerzas mecánicas que actúan sobre él. Esto se conoce como "Ley de Wolf".⁽¹⁴⁾

El crecimiento óseo longitudinal del hueso inmaduro se contiene por cargas compresivas sostenidas y se acelera por cargas fisiológicas o de tracción. Esto se

conoce como Ley de Delpech-Hueter-Volkman.⁽¹⁴⁾ Sobre la base de este potencial de crecimiento se han desarrollados diferentes métodos de hemiepifisiodesis, los cuales han evidenciado cambios histológicos dispares, que incluyen desorganización de la físis y formación de puentes óseos, y demuestran el complejo proceso biológico y de señalización aún por estudiar.⁽¹⁵⁾

Hemiepifisiodesis

En el niño y el adolescente en desarrollo, el eje mecánico se corrige mediante un bloqueo temporal o permanente de la placa fisaria de crecimiento del fémur o de la tibia del lado contralateral a la deformidad. Esta técnica quirúrgica se conoce por hemiepifisiodesis y detiene la evolución de la placa fisaria a través de diferentes métodos o implantes. En la actualidad los cirujanos ortopédicos remedian la deformidad angular porque pueden actuar sobre el cartílago y detener su crecimiento, parcial o totalmente.⁽¹⁶⁾

Las hemiepifisiodesis se indican en físis sanas: *genus varus* o *valgus*, deficiencias congénitas de los miembros, secuelas traumáticas, osteocondromatosis múltiple, deformidades articulares, rodilla flexa, entre otras afecciones. Por otra parte, en físis patológicas se encuentran raquitismo (carencial resistente a vitamina D, hipofosfatémico, osteodistrofia renal), displasias esqueléticas y endocrinopatías. Este procedimiento resulta menos invasivo, produce menos daño a los tejidos blandos, y favorece la corrección simultánea de las deformidades bilaterales o multifocales cerca del centro de angulación.⁽¹⁶⁾

Las complicaciones descritas en la utilización de esta técnica tienen que ver con el cierre permanente de la físis, cuyo funcionamiento normal se altera con la hemiepifisiodesis. Cuando se interviene el crecimiento normal del hueso los resultados no siempre son previsibles: el crecimiento guiado puede provocar una hipercorrección o mala corrección en los pacientes con enfermedades óseas.^(16,17)

Cundo se emplea una técnica irreversible, las hemiepifisiodesis se considera definitiva; en cambio, si se utiliza un procedimiento reversible, se clasifica como transitoria. Dentro de los métodos de hemiepifisiodesis irreversibles se encuentra la inhibición del crecimiento en la físis de los huesos largos introducida por Pnemister en 1933. Esta consiste en reseca un bloque óseo que contenga epífisis, físis y metáfisis, luego se rota y se vuelve a insertar para generar una barra de tejido óseo y producir un bloqueo a nivel de la físis. Sin embargo, entre los principales inconvenientes resaltan la inhibición permanente del crecimiento, el prolongado tiempo de recuperación posoperatoria, el daño a los tejidos vecinos y la hemartrosis.⁽¹⁸⁾

La técnica de Phemister se modificó por Bowen en 1984. Aunque se introdujo la realización de un curetaje percutáneo perifisario que disminuyó la invasión quirúrgica, continúa siendo una técnica definitiva; por ello se utiliza principalmente en los últimos meses del crecimiento del segmento a corregir.⁽¹⁹⁾ Igualmente, la técnica de Bowen se ha renovado en los últimos años, mediante el uso de artroscopia en el caso del *genus valgus*. Las diferencias residen en que permite al cirujano ver la parte de la físis donde está trabajando; por tanto, alcanza la lesión fisaria de forma más precisa, con menos ablación de tejidos blandos y, a la vez, garantiza que el daño sea reproducible en caso de deformidad bilateral.⁽²⁰⁾

En 1998 Metaizeau describe otro método irreversible, basado en el uso de tornillos transfisarios: con la fijación de un segmento de la físis se impide el desarrollo longitudinal del hueso. Al ser una técnica poco invasiva, mejora el tiempo de recuperación posoperatoria y no compromete la cápsula articular. Asimismo, el uso de tornillos canulados disminuye el riesgo de perforaciones transitorias. Este material de osteosíntesis cruza a través de la físis de crecimiento y comprime directamente al cartílago, lo que puede generar una fisiodesis irreversible, en consecuencia, debe emplearse en un rango de edades cercano al término del crecimiento de la físis.⁽²¹⁾

Las hemiepifisiodesis temporales utilizan diferentes técnicas e implantes que se retiran cuando se reparan las deformidades de los ejes anatómicos del cuerpo. Estas prácticas quirúrgicas buscan la modificación del desarrollo longitudinal de la físis en los huesos largos a través del bloqueo o la disminución, de manera temporal, de su velocidad de crecimiento.^(22,23,24) Si los defectos resultan leves o moderados, las tasas de éxito pueden alcanzar el 100 %; sin embargo, cuando el paciente presenta deformidades severas, obesidad o edad esquelética avanzada disminuyen las posibilidades de rectificación completa. Actualmente no se ha definido el procedimiento ideal pues todos tienen ventajas y desventajas.^(25,26)

Blount y Clarke⁽²⁷⁾ propusieron la fisiodesis reversible (o arresto epifisario) con el uso de grapas perifisario y extraperiósticas, previa localización de la físis de crecimiento. Se utiliza con más frecuencia en países en vías de desarrollo por su fácil colocación y su costo relativamente bajo.⁽²⁸⁾ Los principales problemas de esta técnica resultan el amplio abordaje quirúrgico para su colocación y la falla del material de fijación con la rotura o extrusión de las grapas. Este método también reporta un rebote del desarrollo restringido en niños con mayor crecimiento remanente; por tanto, se recomienda la sobrecorrección breve de la deformidad.^(27,28) La fisiodesis definitiva constituye un riesgo cuando el período de fijación fisaria excede los dos años.

Stevens⁽²⁹⁾ emplea una placa con dos tornillos alrededor de la físis, basado en el principio de banda de tensión que transforma gradualmente las fuerzas distractoras

del crecimiento fisario en fuerzas compresoras, y altera la fisiología y el crecimiento. Este método resulta sencillo y, sin compromiso directo de la físis, se reparan gradualmente las deformidades con un efecto reversible: el punto de fulcro se ubica fuera de la físis y logra una corrección angular más rápida, lo que evita una fijación prolongada y el riesgo de una unión definitiva. Estas ventajas hacen de la técnica una opción de tratamiento frecuente a nivel mundial, sobre todo en países desarrollados. Sin embargo, sus desventajas incluyen los altos costos asociados a los implantes médicos y la necesidad de una segunda intervención quirúrgica para retirarlos.^(30,31)

En 2019 Martínez y otros⁽³¹⁾ utilizaron una banda de tensión con sutura extra perióstica para la corrección de *genus valgus* patológico. Aunque es una cirugía más compleja con un tiempo quirúrgico mayor, requiere una incisión más grande para su colocación. Sus resultados se comparan a la técnica de Stevens porque emplean el mismo principio de banda de tensión con placas y tornillos, pero con un costo menor. Necesitan también una segunda cirugía para su retirada.⁽³¹⁾

En Cuba no existen muchos estudios sobre el tema. Se prefiere el método para el crecimiento guiado, descrito por Blount y Clarke,⁽²⁷⁾ con la utilización de grapas perifisarias por las facilidades para su obtención y las ventajas descritas anteriormente. En los últimos años un grupo de cirujanos ortopédicos de varios hospitales han obtenido excelentes resultados gracias a la adaptación al procedimiento propuesto por Stevens con placas para otros fines.

Conclusiones

El tratamiento quirúrgico del *genus varus* y *valgus* se indica cuando la distancia intercondílea o intermaleolar, respectivamente, superan los 10 cm. La hemiepifisiodesis constituye el tratamiento quirúrgico de elección en pacientes con esqueleto inmaduro. Las irreversibles se efectúan cuando el paciente se encuentre cerca del cierre fisario para evitar complicaciones como la hipercorrección. Las reversibles se utilizan cuando el paciente presenta mayor crecimiento remanente y requiere otra cirugía para retirar el implante una vez corregida la deformidad.

Referencias bibliográficas

1. Gupta P, Gupta V, Patil B, Verma V. Angular deformities of lower limb in children: Correction for whom, when and how? *J Clin Orthop Trauma*. 2020;11(2):196-201. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcot.2020.01.008>
2. McClure P, Herzenberg JE. The natural history of lower extremity malalignment. *J Pediatr Orthop*. 2019;39(6 suppl 1):S14-9. DOI: <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000001361>
3. Qin S, Zheng X, Jiao SH, Wang Y, Zan J, Qi P, *et al*. Genu varum, genu valgum, and osteoarthritis of knee. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-13-9604-5_14
4. Lee SW, Lee KJ, Cho ChH, Yee HU, Yon ChJ, Choi HU, *et al*. Affecting factors and correction ratio in genu valgum or varum treated with percutaneous epiphysiodesis using transphyseal screws. *J Clin Med*. 2020;9(12):40-93. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm9124093>
5. Wu KW, Lee WCh, Ho YT, Wang TM, Kuo K, Lu TW. Balance control and lower limb joint work in children with bilateral genu valgum during level walking. *Gait Post*. 2021;90(4):313-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.09.187>
6. Lin K, Thacher RR, Apostolakos JM, Heath MR, Mackie A, Fabricant P. Implant-mediated guided growth for coronal plane angular deformity in the pediatric patient with patellofemoral instability. *Arthrosc Tech*. 2021;10(3):e913-24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eats.2020.11.012>
7. Tschinkel K, Gowland R. Knock-knees: Identifying genu valgum and understanding its relationship to vitamin D deficiency in 18th to 19th century northern England. *Int J Osteoarchaeol*. 2020;30(6):891-902. DOI: <https://doi.org/10.1002/oa.2919>
8. Tsung-Yu L, Chen-Yu Y, Shih-Chia L. Corrective osteotomy with retrograde Fassier-Duval nail in an osteogenesis imperfecta patient with bilateral genu valgum: A case report. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(4):e8459. DOI: <https://doi.org/10.1097/md.00000000000008459>
9. Seo M, Soon K, Moon P, Nak K, Ki S. Change of limb alignment in Korean children and adolescents with idiopathic genu valgum. *Medicine (Baltimore)*. 2021;100(45):e27637. DOI: <https://doi.org/10.1097/md.00000000000027637>
10. Holder J, Feja Z, Van Drongelen S, Adolf S, Böhm H, Meurer A, *et al*. Effect of guided growth intervention on static leg alignment and dynamic knee contact forces during gait. *Gait Post*. 2020;78:80-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.03.012>

11. Zaidman M, Kotlarsky P, Eidelman M. Rebound predictors of varus-valgus deformities around the knee corrected by guided growth. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2023;33(4):837-42. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00590-022-03217-y>
12. Gottliebsen M, Shiguetomi-Medina JM, Rahbek O, Moller-Madsen B. Guided growth: mechanism and reversibility of modulation. *J Child Orthop.* 2016;10(6):471-7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11832-016-0778-9>
13. Ross TK, Zions LE. Comparison of different methods used to inhibit physal growth in a rabbit model. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;340:236-246. DOI: <https://doi.org/10.1097/00003086-199707000-00031>
14. Wei-Jia F, Zhen-Zhen D, Qing-Guang X, Zhen-Kai W. Temporary hemiepiphysodesis using eight-plates for angular deformities of the lower extremities in children with X-linked hypophosphataemic rickets. *Int Orthop.* 2023;47(3):763-71. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00264-023-05688-y>
15. Maleki A, Qoreishi M, Bisadi A, Safdari F, Sorkhabi AD, Fotouhi A, Tahririan M. The efficacy of hemiepiphysodesis for idiopathic knee coronal angular deformity by reconstruction plate and screw: A pilot study. *Health Sci Rep.* 2023;6(6):e1302. DOI: <https://doi.org/10.1002/hsr2.1302>
16. Sepúlveda M, Ferrada P, Saban E, Perez J. Evolucion de la cirugía de epifisiodesis. *Rev Andes Ped.* 2021;92(5). DOI: <https://doi.org/10.32641/andespediatr.v92i5.3459>
17. Sharon SH, Hao LY, Seng AK, Hoipo J. Hemiepiphysodesis is a potentially effective surgical management for skeletally immature patients with patellofemoral instability associated with isolated genu valgum. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(3):845-9. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00167-018-5127-8>
18. Pheemister DB. Operative arrestment of longitudinal growth of bones in the treatment of deformities. *J Bone Joint Surg Am.* 1933 [acceso 28/02/2022];15(1):1-15. Disponible en: https://journals.lww.com/jbjsjournal/abstract/1933/15010/operative_arrestment_of_longitudinal_growth_of.1.aspx
19. Bowen JR, Johnson WJ. Percutaneous epiphysiodesis. *Clin Orthop Relat Res.* 1984 [acceso 28/02/2022];(190):170-3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6488627/>
20. Vogt B, Frommer A, Gosheger G, Toporowski G, Tretow H, Rödl R, *et al.* Growth modulation through hemiepiphysiodesis: Novel surgical techniques: risks and progress. *Orthop.* 2021;50(7):538-47. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00132-021-04122-8>

21. Métaizeau P, Wong-Chung J, Bertrand H, Pasquier P. Percutaneous epiphysiodesis using transphyseal screws (PETS). *J Pediatr Orthop.* 1998 [acceso 28/02/2022];18(3):363-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9600565/>
22. Soroush B, Mortazavi SM, Kamel D, Alireza M, Taghi B. Middle to long-term results of distal femoral tension band hemiepiphysiodesis in the treatment of idiopathic genu valgum. *J Pediatr Orthop B.* 2021;30(1):43-7. DOI: <https://doi.org/10.1097/bpb.0000000000000718>
23. Shapiro G, Adato T, Paz Sh, Shrabaty T, Ron L, Simanovsky N, *et al.* Hemiepiphysiodesis for coronal angular knee deformities: tension-band plate versus percutaneous transphyseal screw. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022;142(1):105-13. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03602-4>
24. Hubbard EW, Cherkashin A, Samchukov ML, Podeszwa D. The evolution of guided growth for lower extremity angular correction. *J Pediatric Orthop Soc North Am.* 2023;5(3). DOI: <https://doi.org/10.55275/JPOSNA-2023-738>
25. Coppa V, Marinelli M, Procaccini R, Falcioni D. Coronal plane deformity around the knee in the skeletally immature population: A review of principles of evaluation and treatment. *World J Orthop.* 2022;13(5):427-33. DOI: <https://doi.org/10.5312/wjo.v13.i5.427>
26. Sepulvera MF, Ferrada P. Crecimiento guiado en extremidades inferiores. *Rev Méd Clín Las Condes.* 2021;32(3):295-303. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2021.01.008>
27. Blount WP, Clarke GR. Control of bone growth by epiphyseal stapling; a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am.* 1949 [acceso 28/02/2022];31A(3):464-78. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18153890/>
28. Vogel N, Guarniero R, Fortes PJ, Rodriguez de Miranda B, Botter N. Hemiepiphysiodesis using Eight-plate versus Blount staples to correct genu valgum and genu varum. *Acta Ortop Bras.* 2020;28(4):195-8. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-785220202804233440>
29. Stevens PM. Guided growth for angular correction: a preliminary series using a tension band plate. *J Pediatr Orthop.* 2007;27(3):253-9. DOI: <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e31803433a1>
30. Stevens PM. The role of guided growth as it relates to limb lengthening. *J Child Orthop.* 2016;10(6):479-86. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11832-016-0779-8>
31. Martínez A, Gündel P, Ruiz P, Cañete I, Hodgson I. Distal femoral hemiepiphysiodesis with screws and suture versus 8-plate for the treatment of genu

valgum in children. Orthop Traumatol Surg Res. 2019;105(4):751-5. DOI:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2019.02.019>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.