

Déficit de extensión de la rodilla pediátrica

Francisco Pablo de Pace Dasilva,* Miguel Ángel Galbán García**

RESUMEN

La incapacidad para conseguir la extensión completa de la rodilla de un niño es una deformidad que puede llegar a producir desde trastornos muy leves hasta la total imposibilidad para la marcha y la bipedestación. Este déficit de extensión se puede deber a problemas inherentes a las partes blandas, a las deformidades óseas o a una superposición de ambas. Las causas más comunes son la artrogríposis, la artritis reumatoidea, la hipoplasia postaxial del miembro inferior, la parálisis cerebral, las displasias óseas y la osteogénesis imperfecta. Estas deformidades tradicionalmente han sido tratadas en adultos y niños con cirugías de elongación de las partes blandas y osteotomías, corrección aguda con fijación interna o progresiva con el uso de fijadores externos. La falta de madurez ósea nos ofrece la posibilidad de dirigir el crecimiento de la fisis, ofreciendo otra posibilidad terapéutica menos cruenta y más biológica. Su naturaleza de corrección progresiva hace innecesaria la realización de elongaciones de las partes blandas que acompañan habitualmente a este tipo de deformidades, pudiéndose evitar también las osteotomías y las grandes cicatrices. En el presente artículo se dará a conocer una vi-

SUMMARY

The inability to achieve full knee extension of a child, is a deformity that can produce from very mild conditions, to the total impossibility for walking and standing. This extension lag may be due to inherent problems in the soft tissues, bone deformities or a superposition of both. The most common causes are arthrogryposis, rheumatoid arthritis, lower limb postaxial hypoplasia, cerebral palsy, and osteogenesis imperfecta. These deformities have traditionally been treated in adults and children with elongation surgeries and osteotomies, acute or progressive corrections and fixation with the use of external fixators or plates. The bone immaturity gives us the ability to direct the growth of the physis, providing another therapeutic option less invasive and more biological. Its progressive correction nature makes unnecessary performing a soft tissues elongation that usually accompany these deformities, and also avoid osteotomies and big scars. In this article we will present an overview of the history of growth modulation in the sagittal plane, its foundations, chronological evolution of the implants, considerations when selecting the implant and concepts in our experience will help the reader understand how to perform

* Cirugía Ortopédica Reconstructiva. Médico adjunto al Servicio de Traumatología y Ortopedia. Coordinador del área de Ortopedia Reconstructiva General e Infantil del Complejo Hospitalario Universitario «Ruiz y Páez», Universidad de Oriente. Ciudad Bolívar-Venezuela.

** Cirugía Ortopédica Reconstructiva. Médico Coordinador de la Unidad de Ortopedia Reconstructiva de la Clínica «Leopoldo Aguerrevere». Caracas, Venezuela.

Dirección para correspondencia:
Dr. Francisco Pablo de Pace Dasilva
Clínica Santa Ana, módulo anexo consultorio 4 PB,
Av.17 de Diciembre, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar-Venezuela.
Correo electrónico: fcodepace@hotmail.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medicgraphic.com/orthotips>

sión general de la historia de la manipulación fisiaria en el plano sagital, sus fundamentos, la evolución cronológica de los implantes, las consideraciones al momento de seleccionar el implante y los conceptos que según nuestra experiencia ayudarán al lector a entender cómo se realiza una corrección exitosa del déficit de extensión de la rodilla pediátrica.

Palabras clave: Rodilla, artrogrípesis, hipoplasia, fisis, extensión.

successful pediatric knee lack of extension correction.

Key words: Knee, arthrogryposis, hypoplasia, physics, extension.

La incapacidad de un paciente para conseguir una extensión completa de la rodilla es una deformidad que puede llegar a producir desde trastornos muy leves hasta la total imposibilidad para la marcha y la bipedestación. Los seres humanos, a lo largo de la evolución, han modificado sus extremidades y desarrollado un patrón de marcha bajo la premisa fundamental de *lograr el mayor ahorro de energía*. La imposibilidad de extender la rodilla produce una mecánica de desplazamiento bastante ineficiente, con alto consumo de energía y cansancio muscular precoz, debido a un cuádriceps femoral contraído en todas las fases de la marcha, la carrera o la bipedestación.

Este déficit de extensión se puede deber a los problemas inherentes a las partes blandas, a deformidades óseas o a una superposición de ambas. Las causas más comunes son artrogrípesis, artritis reumatoidea, hipoplasia postaxial del miembro inferior, parálisis cerebral, displasias óseas y osteogénesis imperfecta.¹ Por otro lado, también existen *deformidades óseas en procurvatum* del tercio distal del fémur y tercio proximal de la tibia que pueden causar de igual manera el déficit de extensión de la rodilla.

Estas deformidades tradicionalmente han sido tratadas en adultos y niños con cirugías de elongación de las partes blandas y osteotomías, corrección aguda con fijación interna o progresiva con el uso de fijadores externos. Estas cirugías poseen un alto grado de dificultad, y en el caso de la artrogrípesis resulta frustrante ver cómo a pesar de lograr quirúrgicamente la extensión de la rodilla, la deformidad regresa a grados de flexión intolerables, luego de las correcciones agudas o progresivas independientemente de la técnica utilizada.

CRECIMIENTO GUIADO

La posibilidad de dirigir el crecimiento de la fisis nos permite otra posibilidad terapéutica menos cruenta y más biológica. En los últimos años se han mejorado las técnicas que modifican las áreas de crecimiento óseo. Su naturaleza de corrección progresiva hace innecesaria la realización de elongaciones de las partes blandas que acompañan habitualmente a este tipo de deformidades, pudiéndose evitar también las osteotomías y las grandes cicatrices.

El crecimiento guiado consiste en la manipulación de una pequeña área del hueso inmaduro, a partir de la cual crecen los huesos largos denominada fisis.

La fisis es una parte del hueso inmaduro en forma de platillo, localizada en los extremos de los huesos largos, la cual está constituida por células especializadas que responden a la acción de la hormona de crecimiento, multiplicándose de manera laminar, y dando como resultado el crecimiento óseo. Este tejido especializado posee la característica de responder no sólo a los estímulos químicos sino también a los estímulos mecánicos capaces de modificar su patrón de crecimiento (*Figura 1*).²

La fisiodesis consiste en detener el crecimiento de la fisis. Cuando ésta se realiza sólo en uno de los lados del platillo fisiario se le denomina hemifisiodesis. Si se detiene o enlentece el crecimiento en un sector dado, se producirá un cambio en la dirección del crecimiento óseo. Cuando este método es implementado de manera correcta, se logran modificaciones precisas de los valores de longitud y alineación del hueso inmaduro.

HISTORIA

Las primeras ideas acerca de la manipulación de la placa de crecimiento surgieron en 1933 con los estudios de Phemister³ para el tratamiento de las discrepancias de longitud de las extremidades. La técnica consistía en producir un cierre total y definitivo de la placa de crecimiento denominado arresto, para así permitir que el hueso homólogo contralateral alcance la longitud del arrestado. Este trabajo también advertía de las deformidades residuales que se producirían si el cierre de la fisis no era adecuadamente logrado.

En 1949, Blount⁴ presenta un trabajo acerca de la manipulación fisiaria mediante las grapas de su propia invención. Posteriormente se realizaron investigaciones del comportamiento de las barras fisiarias, puentes que atraviesan la fisis y producen modificaciones en la tasa y dirección del crecimiento del hueso inmaduro.

Aquí se mostraba que las barras fisiarias podían ser simuladas por medio de estas grapas. Así se determinó que, dependiendo del lugar de la fisis donde hubiese ocurrido el arresto, éste modificará la dirección del crecimiento de manera predecible. El método de hemiefisiodesis, propuesto por Blount, se volvió común entre los ortopedistas, pero reservado únicamente para los adolescentes con *genu valgum*, debido al temor de la co-

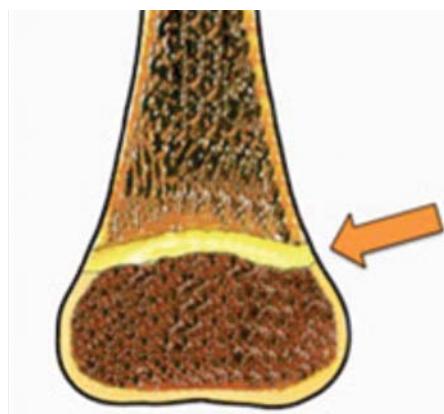


Figura 1. Fisis de un hueso inmaduro.

munidad médica de entonces por cerrar la fisis con este tipo de procedimientos. Todo esto cambió cuando Peter Stevens⁵ publicó el uso de la hemiepi-fisiodesis con grapas en niños menores de 10 años para la corrección de *genu varum*, aclarando que el método que él propone es reversible. En este artículo se explica, además, el cuidado que debe tener el cirujano con la fisis y los tejidos blandos para preservar su función después de la cirugía. A partir de ese momento los ortopedistas tienen una herramienta segura, reversible y con una técnica clara para modelar el crecimiento. De esta manera, el Dr. Stevens es el responsable de universalizar el método y quien lo denomina crecimiento guiado.⁵ Los primeros intentos de corrección de la deformidad en flexión de la rodilla pediátrica con manipulación del crecimiento aparecen en el 2001 cuando Kramer y Stevens publican el uso de grapas para la corrección de las deformidades en flexión de rodilla,⁶ mientras en el 2008 Klatt y Stevens⁷ publican la corrección de esta particular deformidad, pero con «bandas de tensión». Podríamos decir que gracias a las publicaciones de Peter Stevens el crecimiento guiado se comenzó a utilizar en otras articulaciones y en diversos planos de deformidades.

TEORÍA DE FUNCIONAMIENTO

La fisis crece de manera laminar y casi constante durante el periodo de desarrollo. Esta característica produce el aumento de la longitud del hueso.

La manipulación fisiaria consiste en detener el crecimiento en uno de los lados de la placa fisiaria permitiendo que el lado contrario crezca libremente, provocando un crecimiento en forma de cuña de la placa fisiaria, capaz de modificar los valores de alineación, y que de manera controlada contrarresten la deformidad inicial (*Figuras 2 y 3*).

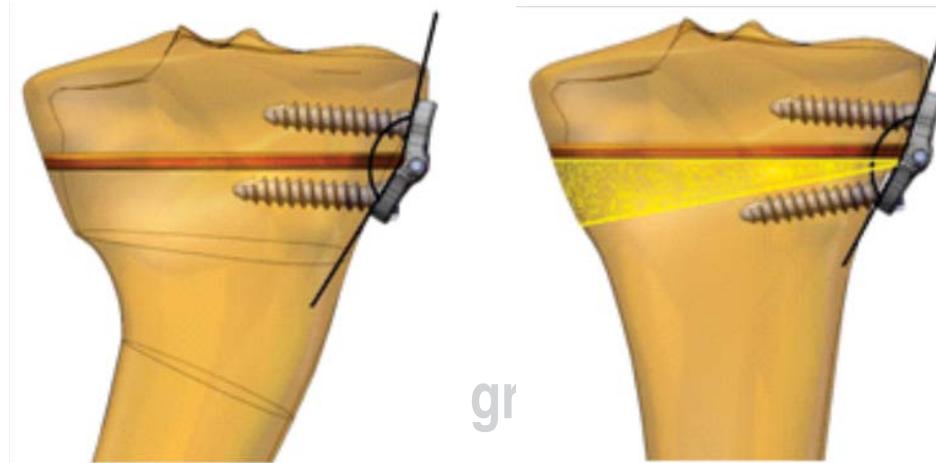


Figura 2. Deformidad inicial previa a la epifisiodesis.

Figura 3. Comportamiento de una placa fisiaria con una hemiepifisiodesis.

Bajo esta premisa se han tratado deformidades en varo y valgo, con hepifisiodesis en fémur distal y la tibia proximal.⁸ En tiempos recientes se ha comenzado a utilizar para correcciones del plano sagital¹ de *procurvatum* con hemifisiodesis anteriores de la placa distal del fémur, y en el tratamiento de deformidades en fisis con problemas displásicos.⁹

TIPOS Y SELECCIÓN DEL IMPLANTE

Desde 1949 hasta la actualidad se han desarrollado cuatro generaciones de dispositivos:

- 1) La grapa de Blount y sus variantes.²
- 2) Los tornillos de compresión de Metaizeau.¹⁰
- 3) La banda de tensión de Peter Stevens y sus variantes.⁵
- 4) La placa articulada de Daniel Green.¹¹

Como es de esperarse, cada uno de estos dispositivos tiende a mejorar las deficiencias del predecesor, pero podemos resumir que el principal problema de las grapas² radica en su pobre fijación y tendencia a la extrusión por aflojamiento. Metaizeau¹⁰ decidió utilizar tornillos de compresión a través de la fisis, lo cual de una manera objetiva, por su técnica de implantación, producía daño a la fisis. La banda tensora de Peter Stevens,⁵ o placa en ocho, solucionó este problema fijando con tornillos la placa al hueso pero sin atravesar la fisis, haciendo que las fuerzas que evitan el crecimiento de la placa fisiaria sean de tensión y no de compresión. Este sistema ha tenido gran éxito por lo sencillo de su diseño y su fácil implantación, pero se hace ineficiente en correcciones mayores de 40 grados, debido al bloqueo que sufre la placa contra los tornillos en ese momento, lo cual crea fuerzas de expulsión. Para evitar este problema, el Dr. Daniel Green¹¹ diseña la placa articulada (Hinge Plate), la cual posee las ventajas de la banda tensora, pero continúa funcionando en deformidades mayores de 40 grados, como a las que se hacen referencia en las patologías tratadas en este artículo.

DETERMINACIÓN DEL MOMENTO DE LA IMPLANTACIÓN Y TIEMPO DE CORRECCIÓN

En primer lugar, hay que recordar que éste es un método dependiente del crecimiento remanente del individuo. Para decidir si la hemifisiodesis es un tratamiento adecuado, debemos conocer si el crecimiento que le resta a la fisis por engrosar, es decir, la cantidad de altura que le falta por aportar al hueso hasta el final del crecimiento, es suficiente para conseguir la corrección de la deformidad mostrada por el lado más ancho del área amarilla de la figura 3.

El área amarilla (el área triangular coloreada) en forma de cuña de la figura 3 muestra el comportamiento de una placa fisiaria con una hemifisiodesis. La deformidad resultante posee forma de triángulo que se rige por las leyes de la trigonometría (*Figura 4*).

Si comparamos este triángulo rectángulo de la *figura 4* con el área amarilla de corrección (el área triangular coloreada de la *figura 3*) tenemos:

El ángulo del vértice de la cuña se corresponde con la magnitud de la deformidad a tratar.

El cateto adyacente se corresponde con el ancho de la fisis.

El cateto opuesto se corresponde con el crecimiento remanente necesario del hueso.

Conocemos desde el principio cuán deformé está el hueso (ángulo) y cuánto mide de ancho la fisis (cateto adyacente), pero necesitamos saber cuánto debe crecer el hueso (cateto opuesto). La fórmula según Pitágoras necesaria para resolver esto es:

$$\text{Cateto opuesto} = \text{cateto adyacente} \times \text{Tg } \text{ángulo}.$$

Si sustituimos: crecimiento remanente necesario = ancho de la fisis \times Tg deformidad.

Ahora conocemos cuánto debe crecer el hueso para conseguir la corrección de la deformidad. El paso siguiente es determinar si el niño puede alcanzar tal cantidad de crecimiento en ese hueso con el tiempo que le queda por crecer.

Esto puede ser determinado sometiendo al paciente al método Anderson y Green.¹² Este método amerita crear una base de datos del crecimiento durante seis meses. Si no es posible esperar estos seis meses necesarios, también podemos utilizar el método del Multiplier, dado por Paley,¹³ para determinar el crecimiento remanente de manera estadística.

Otro método basado en los anteriores explicados, pero más sencillo, es el propuesto por Bowen¹⁴ en 1985 para corregir deformidades angulares en la rodilla desde 5 a 46 grados. Éste se basa en la fórmula trigonométrica ya explicada.

Cuando el crecimiento remanente necesario es menor que el crecimiento remanente calculado para el niño al momento de la intervención, entonces es factible realizar una hemifisiodesis.

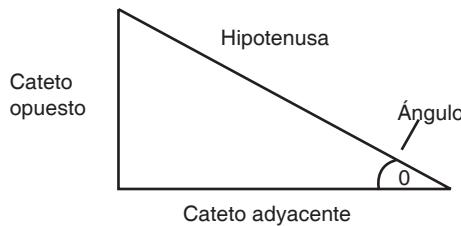


Figura 4. Deformidad triangular regida por las leyes de la trigonometría.

TÉCNICA QUIRÚRGICA

www.mediographic.org.mx

Se identifican los bordes laterales de la patela.

Bajo fluoroscopia se identifica la altura de la fisis femoral distal.

En cada intersección se realizan dos incisiones de 2 cm longitudinales y se divulsiona hasta el periostio con especial cuidado de no dañarlo (*Figura 5*).⁵

IMPLANTACIÓN Y RESULTADOS

La implantación deberá ser inmediatamente lateral al cartílago articular femoral.⁷

Deberá ser verificado el movimiento de la patela para evitar el contacto con el implante.

Una vez colocado el implante, en las semanas sucesivas se podrá ver cómo se logra la extensión de la rodilla (*Figura 6*). El resultado es una extensión completa como se ve en la comparación pre y postoperatoria de la *figura 7*.



Figura 5. Técnica quirúrgica de la epifisiodesis.



Figura 6. Colocación del implante bajo fluoroscopia.



Figura 7. Imagen clínica previa y posterior al procedimiento.

CONSIDERACIONES Y VIGILANCIA POSTOPERATORIA

Debido a que los métodos de predicción se basan en huesos sanos, éstos son bastante certeros en el tratamiento de los pacientes con retracción de la cápsula posterior y pterigión de la rodilla sin alteraciones del patrón de crecimiento óseo. En aquellos pacientes que poseen condiciones genéticas que alteran este patrón de crecimiento normal, como la acondroplasia y la osteogénesis imperfecta y artrogriposis, es necesaria la utilización de tablas de crecimiento ajustadas a esas enfermedades. Ya existen valores de Multiplier¹³ para tratar específicamente acondroplásicos, y en la actualidad se desarrollan los de otras muchas displasias.

En estos casos, una implementación de una hemiepifisiodesis lo más temprano posible, pero por encima de los seis años, para tener una buena fijación ósea, nos permitirá junto a una observación cercana y una determinación de la velocidad de crecimiento individualizada según el método de Anderson y Green,¹² realizar una modelación fisiaria adecuada. El retiro de la epifisiodesis debe ser hecho al momento de lograr una ligera hipercorrección de cinco grados, ya que siempre se observa cierta tendencia al regreso a la flexión.

Otra consideración a tomar en cuenta es el patrón bimodal de las curvas de crecimiento de los seres humanos.¹⁵ Existe un clímax de crecimiento al nacer que disminuye progresivamente hasta los 12 años en las niñas y 14 en los varones; luego de este momento, aparece otro clímax acelerado de crecimiento. Este segundo periodo de aumento de la velocidad de crecimiento debe ser vigilado para hacer las correcciones necesarias en el tiempo estimado de corrección.

Otro punto a tomar en cuenta es aquel inherente a permitir una discreta hipercorrección, para permitir la hiperextensión, que ayudará al paciente a ahorrar energía durante la bipedestación.

Para finalizar, queremos dejar por sentado de que existen reportes en series de casos desde el año 2008¹⁶ donde no se le adjudican complicaciones significativas inherentes al material, haciendo a esta técnica bastante confiable.

BIBLIOGRAFÍA

1. Galban M, Villanueva R, Carpio A, Santana A, De Pace F. Guided growth with hinge plates for lack of extension and fixed flexion of the knee. Poster presented at the 6th International Conference on Children's Bone Health. Rotterdam, Netherlands: 22-25 June 2013.
2. Farnum CE, Nixon A, Lee AO, Kwan DT, Belanger L, Wilsman NJ. Quantitative three-dimensional analysis of chondrocytic kinetic responses to short-term stapling of the rat proximal tibial growth plate. Cells Tissues Organs. 2000; 167 (4): 247-258.
3. Phemister DB. Operative arrestment of longitudinal growth of bones in the treatment of deformities. J Bone Joint Surg Am. 1933; 15: 1-15.
4. Blount WP, Clarke GR. Control of bone growth by epiphyseal stapling: a preliminary report. J Bone Joint Surg Am. 1949; 31: 464-478.
5. Stevens PM. Guided growth for angular correction: a preliminary series using a tension band plate. J Pediatr Orthop. 2007; 27 (3): 253-259.
6. Kramer A, Stevens P. Anterior femoral stapling. J Pediatrics Orthopaedics. 2001; 21 (6): 804-807.
7. Klatt J, Stevens P. Guided growth for fixed knee flexion deformity. J Pediatrics Orthopaedics. 2008; 28 (6): 626-629.

8. Stevens PM, Maguire M, Dales MD, Robins AJ. Physeal stapling for idiopathic genu valgum. *J Pediatr Orthop.* 1999; 19: 645-649.
9. Stevens PM, Klatt JB. Guided growth for pathological physes: radiographic improvement during realignment. *J Pediatr Orthop.* 2008; 28 (6): 632-639.
10. Métaizeau JP, Wong-Chung J, Bertrand H, Pasquier P. Percutaneous epiphysiodesis using transphyseal screws (PETS). *J Pediatr Orthop.* 1998; 18 (3): 363-369.
11. Goldman V, Green D. Advances in growth plate modulation for lower extremity malalignment. *Current Opinion in Pediatrics.* 2010; 22: 47-53.
12. Anderson M, Green W, Messner M. Growth and predictions of growth in the lower extremities. *J Bone Joint Surg.* 1963; 45-A: 1-14.
13. Paley D, Bhave A, Herzenberg JE, Bowen JR. Multiplier method for predicting limb-length discrepancy. *J Bone Joint Surg Am.* 2000; 82: 1432-1446.
14. Bowen JR, Leahey JL, Zhang ZH, et al. Partial epiphysiodesis at the knee to correct angular deformity. *Clin Orthop.* 1985; 198: 184.
15. Tanner JM. Growth at Adolescence. 2nd. ed. Oxford: Blackwell Scientific Publishers; 1962.
16. Burghardt RD, Herzenberg JE, Standard SC, Paley D. Temporary hemiepi-physeal arrest using a screw and plate device to treat knee and ankle deformities in children: a preliminary report. *J Child Orthop.* 2008; 2: 187-197.