

Elongaciones óseas con clavos endomedulares

Bone lengthening by intramedullary nailing

GONZÁLEZ HERRANZ, P.

Servicio de Ortopedia Infantil. Hospital Ramón y Cajal. Madrid.

RESUMEN: Se presenta una revisión histórica de las elongaciones óseas con clavo endomedular y un estudio clínico preliminar sobre 10 casos de alargamiento femoral mediante «callotaxis modificada» empleando un clavo intramedular F-D y un aparato de fijación externa de reconstrucción de miembros. El tiempo de fijación externa medio fue de 13 días/cm, para un alargamiento medio conseguido de 5,4 cm. No se observaron desviaciones axiales del regenerado óseo, en ningún caso fue necesario el aporte de injerto óseo, ni hubo fracturas ni tampoco casos de infecciones.

PALABRAS CLAVE: Alargamiento de miembros. Clavo intramedular. Callo óseo.

Abstract: A historical review was made of bone lengthening using intramedullary nails. A preliminary clinical study was made of 10 cases of femoral lengthening by «callus distraction» using F-D intramedullary nailing and an external fixation device for limb reconstruction. The mean time of external fixation was 13 days/cm. Mean lengthening was 5.4 cm. No axial deviation of the regenerated bone was observed and in no case was a bone graft required. There were no fractures or infections.

KEY WORDS: Limb lengthening. Intramedullary nail. Bone callus.

La elongación ósea es un tratamiento frecuente en cirugía ortopédica. Desde que Codivilla,⁸ a comienzo de siglo XX, realizara el primer alargamiento en fémur mediante osteotomía oblicua femoral diafisaria sometiendo la extremidad a tracción transcalcánea, muchos han sido los métodos publicados.

Para el cirujano ortopédico y el paciente, el tratamiento ideal sería la compensación de la dismetría

en un solo tiempo mediante una *elongación extemporánea* proporcionado por una síntesis adecuada. Pero este método sólo puede realizarse en discrepancias inferiores a 3-4 cm debido al elevado riesgo de lesión vasculo-nerviosa, síndrome compartimental y a los problemas de consolidación, entre otros.^{6,22} Otro método alternativo de tratamiento y que compensa la discrepancia de forma inmediata y con menos complicaciones que la elongación extemporánea es el *acortamiento óseo*, que en el fémur no debe exceder de 5 cm y en la tibia de 4 cm, con el inconveniente de la merma de la talla del paciente, de la limitación que existe de acortar y que no es un método exento de complicaciones.¹⁹ Cuando existe un crecimiento residual de la extremidad, se puede realizar una *epifisiodesis* de las placas de crecimiento, generalmente alrededor de la rodilla. Es un método poco agresivo que se puede realizar de forma percutánea,⁷ pero precisa de un estudio detallado del crecimiento residual del cartílago a tratar, mediante revisiones periódicas plasmando el crecimiento de las extremidades en tablas.²¹ Entre los inconvenientes del método están descritos los frecuentes errores de predicción, desviaciones axiales no deseadas, merma de la talla del paciente y generalmente se realiza el tratamiento en una extremidad sana no patológica.

Básicamente, la *elongación ósea* se realiza hoy en día de forma progresiva, a ritmo de 1 mm/día, con el fin de no lesionar estructuras vasculo-nerviosas y vencer las resistencias que ejercen las partes blandas a la tracción.¹⁶ Los aparatos de fijación externa que se emplean pueden ser monolaterales o circulares, siendo los primeros los más empleados en la actualidad por su sencillez de colocación y comodidad para el paciente. Estos sistemas de fijación externa, además de permitir la elongación, proporcionan una estabilidad adecuada al segmento óseo que soporta la distracción. No obstante, las complicaciones en las elongaciones siguen siendo numerosas y de gravedad variable, siendo las más frecuentes los problemas provocados por los tornillos o agujas, la rigidez articular, la fractura del regenerado óseo; sin olvidar-

Correspondencia:

PEDRO GONZÁLEZ HERRANZ.
Calle Melchor Fernández Almagro, 13, 1.º, B.
28029 Madrid.
E-mail: pedrogh@es.europost.org

nos de la incomodidad de llevar el aparato de fijación externa durante todo el tiempo que dura el tratamiento, en ocasiones más de un año.

Por estas razones, desde hace tiempo se investiga y se buscan métodos de elongación que sean más confortables para el paciente y que obtengan buenos resultados con el menor número de complicaciones posibles. Los sistemas de fijación externa han ido evolucionando hasta conseguir modelos que proporcionan una gran estabilidad, ligeros para el paciente, versátiles, fáciles de aplicar, no transfixiantes y cómodos para realizar las curas diarias. Pero a pesar de estas importantes mejoras no dejan de ser fijadores externos que atraviesan la piel, transfixian masas musculares sobre todo a nivel femoral, que tienen problemas cutáneos alrededor de los tornillos, etc. También se han desarrollado sistemas de elongación ósea que utilizan un clavo intramedular que puede proporcionar la elongación por medio de un sistema intrínseco al clavo o ser guía de la elongación por medio de fijador externo. Cuando alcanza la magnitud deseada, el clavo se encerroja permitiendo la retirada del osteotaxo, con lo que se reduce el tiempo de fijación externa de forma sustancial. El empleo de sistemas intramedulares en las elongaciones se ha referido de forma constante, con más o menos acierto, en la literatura científica del siglo XX.

Sistemas intramedulares en el alargamiento óseo

Bertrand y Trillat²⁵ propusieron, en 1951, el uso de clavo intramedular durante la distracción femoral como mejora del control para la alineación de los fragmentos óseos. El clavo debía ser estrecho para permitir la distracción, pero lo suficientemente fuerte para no romperse durante el proceso. Si el calibre de la cavidad medular era grande recomendaban el empleo de dos clavos. Estos autores propusieron la preservación del periostio al realizar la osteotomía, seccionado éste proximalmente, formando un manguito perióstico como describió, en 1967, Westin.²⁹

En 1956, Bost y Larsen,⁴ comprobaron que uno de los mayores problemas con los que se enfrentaban a la hora de realizar un alargamiento era el control de la alineación de los fragmentos. Por esto introdujeron un clavo intramedular de Rush vía trocantérica para mantener en eje el fémur elongado. Con este método realizaron 23 casos, consiguiendo elongaciones desde 2 a 10 cm, aunque con un elevado índice de complicaciones graves si bien, especifican en su trabajo, sin registrar muertes ni amputaciones de la extremidad. Entre las complicaciones destacan osteomielitis, parálisis del nervio ciático poplíteo externo, pseudoartrosis, subluxaciones de

la rodilla, etc. También refieren en 4 ocasiones migración del clavo intramedular que requirió reinserción del mismo, dos clavos se doblaron durante la elongación y uno se rompió. Los autores concluyen que aunque las complicaciones desgraciadamente son numerosas, éstas son debidas en gran medida a la resistencia que ejercen las partes blandas y que el empleo de un clavo intramedular es muy útil para prevenir o aminorar las desviaciones axiales que se producen de forma tan frecuente en las elongaciones óseas.

En 1963, Wasserstein^{27,28} usando un fijador circular, emplea también un delgado clavo intramedular para controlar la alineación de la distracción. Una vez conseguida la distracción, abre el periostio elongado y coloca un cilindro diafisario de aloinjerto y mantiene el clavo intramedular. No refiere osteomielitis debido a la presencia del clavo y el fijador externo.

En 1967 Westin²⁹ reprodujo la técnica de Bost y Larsen⁴ con clavo intramedular, realizando una osteotomía transversa y dejando un manguito perióstico. Entre las complicaciones referidas en sus 26 casos destacan dos casos de luxación de cadera, dos casos de luxación de rodilla. En seis ocasiones se produjo una fractura del regenerado óseo y, llama la atención, un caso de necrosis aséptica de la cabeza femoral diagnosticada años después del tratamiento. Posteriormente, estas técnicas de elongación sobre clavo intramedular quedaron en el olvido, sobre todo por el importante desarrollo de los fijadores externos y la introducción de la técnica de Anderson para las elongaciones tibiales.²⁹

Siguiendo el estudio histórico de Peterson,²⁵ Salimei, en 1959, desarrolló un aparato en forma de «T» cuyos brazos quedaban colocados intramedularmente en los fragmentos femorales osteotomizados y cuya base sobresalía perpendicularmente al fémur en la osteotomía. El sistema de elongación utilizaba aire comprimido. Riccio y Franco, en 1965, construyeron un clavo intramedular cuyo mecanismo intrínseco de distracción era controlado mediante una barra metálica enrollada que emergía por la piel del muslo al nivel de la osteotomía. Pero el tratamiento duraba entre cinco y seis meses y la incidencia de osteomielitis era elevada. Otras complicaciones descritas eran la necrosis ósea y pérdida del alargamiento.

En 1990, Peterson²⁴ presentó la experiencia de su colega, de la Clínica Mayo, William Bickel. Este método, utilizado por primera vez en 1964, consistía en un clavo intramedular cuyo mecanismo intrínseco de distracción se accionaba mediante un tornillo directamente ensamblado al clavo y que emerge proximal-

mente a través de la piel. La contracción se consigue mediante dos clavos de Steinmann colocados sagitalmente a través del trocánter mayor. El clavo de Bickel es un clavo de Küntscher con doble orificio en su extremo distal que, previa medición de la longitud y anchura adecuadas, se inserta por el fragmento proximal femoral desde la osteotomía hasta que protruye en la piel de la región glútea. A continuación se realiza de forma anterograda el enclavado y encerrojamiento distal con un clavo de Steinmann. Luego se introducen dos clavos de Steinmann sagitalmente a nivel del trocánter mayor en la dirección anteromedial a posteroexterno para no lesionar el nervio ciático y se coloca un aparato de fijación externa. Como el sistema mantiene la comunicación entre la cavidad intramedular y el exterior, recomienda colocar un tapón de acero inoxidable perfectamente encajado en el manguito que hay entre el clavo intramedular y el tornillo que actúa como émbolo y un tubo de plástico esterilizado, perfectamente ajustado sobre la porción exterior del tornillo que se iba cortando poco a poco con cada alargamiento. La antibioterapia profiláctica es imprescindible con esta técnica. Siguiendo esta sistemática el autor no observó casos de osteomielitis. El alargamiento duraba en general tres semanas, después de las cuales se retiraba el aparato de fijación externa, permaneciendo el clavo intramedular hasta lograr la consolidación. Entre las ventajas del método, Bickel destacaba su simplicidad, control de la velocidad de alargamiento con posibilidad de retroceder, excelente control de las desviaciones axiales y acortamiento sustancial de la duración del tratamiento y convalecencia. Entre los inconvenientes destacaba la necesidad de medir exactamente la longitud del clavo y de la elongación que se necesita, ya que una vez iniciada la elongación es necesario finalizarla en la magnitud prevista para que el clavo no protruya proximalmente o al contrario, no exceder la elongación prevista ya que entonces el clavo quedaría enterrado en la diáfisis femoral y sería dificultosa su extracción. Otro grave inconveniente potencial es la posibilidad de osteomielitis.

Bliskunov,³ en 1983, desarrolló un clavo intramedular expandible con mecanismo de distracción completamente interno. La innovación introducida en este método es un pequeño aparato en forma de raqueta que queda unido a la pala ilíaca en su porción proximal y distalmente a la porción supratrocantérica del clavo. El clavo se encerroja distalmente. La osteotomía es mediodiáfisaria y el mecanismo de distracción se acciona mediante movimientos de rotación externa activa de la extremidad. La gran ventaja de este método es que es completamente interno.

Métodos de elongación con clavo intramedular

Actualmente se distinguen tres formas distintas de elongar un hueso con un clavo intramedular, a) la elongación extemporánea; b) la elongación progresiva y c) la elongación mixta del clavo intramedular y el fijador externo.

Elongación extemporánea sobre clavo IM

Una de las aplicaciones más interesantes de los clavos encerrojados en cirugía ortopédica es la osteotomía de alargamiento. La mayor ventaja de este método es la posibilidad de mantener la elongación mediante un montaje estático. Una dinamización demasiado precoz puede ocasionar la pérdida del alargamiento, pero si no se efectúa se puede originar un foco de pseudoartrosis en el foco de osteotomía. Este método se puede realizar tanto en el fémur como en la tibia, aunque en ésta el riesgo de lesión vasculo-nerviosa o síndrome compartimental es elevado, por lo que la mayoría de los autores lo desaconsejan.

La técnica quirúrgica de elongación femoral en un solo tiempo es difícil y precisa una planificación preoperatoria adecuada. Es importante conocer el diámetro y la longitud del clavo que vamos a emplear basándonos en unas buenas telerradiografías. El primer tiempo de la técnica consiste en la obtención de injerto de cresta ilíaca con el paciente colocado en decúbito prono. Posteriormente, se le coloca en mesa ortopédica con tracción esquelética supracondílea con un clavo de Steinmann. La rodilla debe estar flexionada para proteger el nervio ciático mayor y la cadera debe estar ligeramente flexionada para relajar el nervio crural. A continuación se aborda el trocánter mayor, como para cualquier enclavado intramedular, fresando hasta un diámetro superior en 2 mm al del clavo que se va a implantar. Esto permite un mejor deslizamiento del hueso sobre el clavo para realizar el alargamiento.

Para realizar la osteotomía se requiere un segundo abordaje. La incisión debe ser de 14-15 cm para un alargamiento de 3 cm y alrededor de 20 cm para un alargamiento de 4 cm. Se realiza una osteotomía en Z cuya longitud debe ser el doble de la cantidad que deseamos elongar. A continuación se realiza la distracción a nivel del foco de osteotomía utilizando la mesa ortopédica y unas pinzas distractoras. Tras este gesto se introduce el clavo intramedular sin demasiada resistencia. Se colocan los injertos corticoesponjosos obtenidos de cresta, se bloquea el clavo tanto proximal como distalmente y se colocan uno o dos tornillos interfragmentarios a nivel de la osteotomía (Fig. 1)

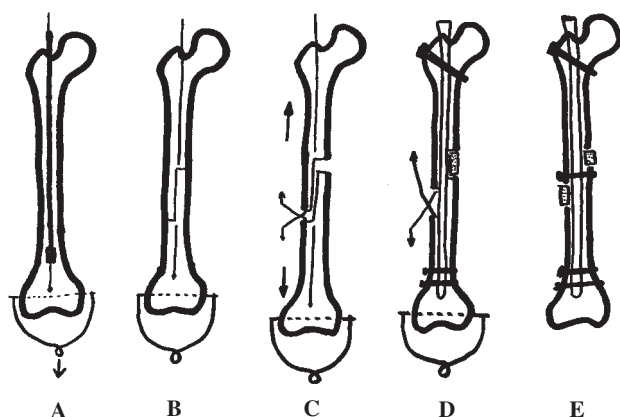


Figura 1. Técnica de elongación extemporánea femoral a cielo abierto. A: Fresado de la cavidad medular sobre guía. B: Osteotomía en Z. C: Distracción de la osteotomía. D: Inserción del clavo intramedular con bloqueo proximal y distal y colocación del injerto cortico esponjoso en el defecto. E: Colocación del tornillo transversal diafisario.

Kempf y cols.¹⁸ en 1986, sobre 18 casos refirieron las siguientes complicaciones: tres osteomielitis, una pseudoartrosis, una desviación axial en antecurvatum, cuatro parálisis del nervio femoral de las cuales tres se resolvieron satisfactoriamente. No hubo lesión sobre el nervio ciático ni lesión vascular. En cuatro casos hubo pérdida entre 8-10 mm de la elongación conseguida.

Esta técnica de alargamiento en un solo tiempo es un método que no está exento de riesgo, por lo que en alargamientos superiores a 4 cm es preferible utilizar otros métodos de alargamientos progresivos.¹⁷

Elongación progresiva con clavo IM

Este método es relativamente reciente, ha sido desarrollado por Guichet y cols.^{13,14} y se le conoce como sistema Albizzia®. El objetivo del método es asociar la metodología del alargamiento progresivo de Ilizarov con la técnica de enclavado centromedular con el fin de disminuir las complicaciones por el empleo de fijadores externos, sobre todo las infecciones alrededor de las agujas, proporcionar al paciente el confort de un implante interno y facilitar al cirujano su colocación y seguimiento. El clavo intramedular puede ser encerrojado proximal y distalmente y posee un mecanismo de dientes de sierra en su interior que permite la elongación del mismo al rotarlo internamente. El paciente percibe un chasquido cuando rota la extremidad. Cada chasquido proporciona 0,07 mm, debiendo realizar 15 movimientos de este tipo para conseguir 1 mm. El alargamiento posible es de 6 a 10 cm según el tipo de clavo que empleemos. La osteotomía se recomienda que se realice con la sierra intramedular de Küntscher para preservar al máximo el periostio.

Este atractivo método evita al paciente llevar un fijador externo, sobre todo en las elongaciones femorales. También permite recuperar la movilidad de la rodilla precozmente y proporciona al regenerado óseo una resistencia suficiente para la prevención de fracturas y desviaciones axiales.

Independientemente de las complicaciones intrínsecas y por lo tanto inevitables que aparecen en las elongaciones de miembros hay complicaciones específicas al método como son el dolor importante en los primeros días pudiendo requerir algunos casos la colocación de un catéter a nivel del nervio femoral, bloqueo del sistema de elongación, desgaste de los «dientes de sierra» del mecanismo interno, rotura del clavo y de los tornillos de bloqueo, osteomielitis primaria o por reagudización de una antigua infección, fracturas al realizar el fresado o al retirar el clavo. Con este sistema no es posible acortar y comprimir en casos de neurapraxia, subluxación o pobre osificación.

Un método parecido al anterior ha sido referido recientemente por Cole y cols.,⁹ sin necesidad de que el paciente se «auto-elongue» por medio de sistemas rotatorios, ya que el clavo se va auto-elongando con la marcha, pero al parecer con problemas similares a los descritos con el clavo Albizzia®.

También cabría incluir en este apartado el sistema descrito por Bliskunov,³ poco empleado en nuestro medio, las escasas referencias encontradas lo muestran como un excelente método, que no ha podido ser contrastado en países occidentales.

Elongación mixta: Fijador externo y clavo IM

Desde hace algunos años se vienen realizando alargamientos con fijadores externos en los que previa a la colocación del osteotaxo se ha introducido un clavo intramedular con posibilidad de encerrojamiento ulterior y que permite la retirada precoz del aparato de fijación externa tanto para el tratamiento de discrepancias de longitud de miembros como la solución de defectos óseos a modo de transporte óseo.^{2,5,15}

Chi-Chang Lin y cols.,²⁰ en 1996, publicaron la experimentación animal y los trabajos clínicos de alargamientos con el aparato de Ilizarov sobre un clavo intramedular de Grosse-Kempf. Aplicaron esta técnica en cuatro fémures y 11 tibias, observando que podían retirar precozmente el fijador, pero también observaron un enlentecimiento en la formación del regenerado óseo, siendo el calo óseo excéntrico, con un predominio del lado medial sobre el lateral en los fémures. Dos casos precisaron aporte de injerto autólogo, a pesar de inyectar siempre con médula

ósea en el momento de la retirada del fijador y bloqueo del clavo. Un caso presentó osteomielitis en el foco de osteotomía que se resolvió con tratamiento antibiótico sin interrupción del alargamiento.

También Paley,²³ en 1997, dio a conocer su experiencia sobre 32 alargamientos femorales con clavo intramedular, concluyendo que se reducía el tiempo de fijación externa a la mitad. La movilidad de la rodilla se recuperaba en la mitad de tiempo y el índice de fracturas era menor. Por el contrario, el coste del tratamiento era mayor y la pérdida sanguínea también. El fijador externo empleado fue en 11 casos circular y en 21 monolateral, con el clavo intramedular Delta, de Russell-Taylor, de 10 mm de diámetro. La inserción de los tornillos del fijador requiere gran destreza para no contactar con el clavo intramedular para lo cual se precisa una fresa perforada tras la correcta colocación de una aguja de Kirschner, una larga exposición radiográfica y el asentamiento que se consigue es unicortical por el poco espacio que deja el clavo. Por todo esto, recomienda la utilización del aparato de Ilizarov puesto que es más sencillo introducir agujas de 1,8 mm que tornillos de 5 o 6 mm. La duración media de la cirugía fue de 4,5 horas y el alargamiento medio de 5,8 cm. Refiere un caso de osteomielitis que se resolvió tras la retirada del clavo intramedular.

Recientemente, Simpson y cols.,²⁶ han publicado sus resultados de 20 casos de alargamiento sobre un clavo intramedular según la metodología propuesta por Paley. El alargamiento medio conseguido fue de 4,7 cm y el tiempo medio de fijador fue de 20 días/cm elongado. No observaron fracturas del regenerado óseo ni desviaciones axiales, pero tuvieron tres casos de osteomielitis, dos de las cuales ocurrieron en pacientes que previamente habían tenido una fractura abierta.

Hemos desarrollado un método mixto que asocia la callotaxis, descrita por De Bastiani y cols.,¹⁰ con el clavo intramedular FD®, denominándola «Callotaxis modificada». El método permite la retirada del fijador externo al finalizar el período de distracción ósea. Para ello se emplea un clavo intramedular diseñado por el Dr. Fernández Domingo (FD®) que se introduce tras fresado de la cavidad medular y osteotomía femoral, a continuación se colocan los tornillos proximales del Fijador Externo que atraviesan el clavo y los tornillos de bloqueo proximal del clavo FD® para terminar colocando los tornillos distales del fijador externo. Al décimo día comienza la elongación y al finalizar el período de distracción el clavo es distalmente bloqueado bajo anestesia y se retira el fijador externo. El clavo protege al regenerado óseo de la fractura y de las desviaciones axiales y la retirada

temprana del fijador permite recuperar la movilidad de la rodilla precozmente. Durante el período de maduración del regenerado se permite la carga con bastones. El clavo al estar relleno de polietileno proporciona intrínsecamente la dinamización del regenerado.

Desde junio de 98 hasta septiembre de 99, hemos realizado 10 alargamientos femorales empleando para ello un clavo FD® de 10 u 11 mm de diámetro y longitudes entre 22 y 26 cm y los fijadores externos SRM de Ebifix® u Orthofix®. La edad media de los pacientes fue de 16 años (mínimo: 13 y máximo: 19 años). La magnitud media de alargamiento obtenido fue de 5,4 cm (mínimo: 4 y máximo: 9 cm). El tiempo quirúrgico de la intervención fue de 90 minutos. La duración media de la fijación externa fue de 71 días. El índice de curación fue de 13 días/cm. Entre las complicaciones más frecuentes destaca la infección superficial alrededor de los tornillos. No se observaron signos de osteolisis en los tornillos proximales del fijador ni osteomielitis, ni fracturas, ni tampoco desviaciones axiales del regenerado óseo.

La técnica quirúrgica desarrollada permite colocar los clavos proximales y los tornillos del fijador con cierta facilidad y con una exposición radiológica reducida. El riesgo de que se produzca osteomielitis tras osteolisis es mínimo debido al buen asentamiento bicortical del tornillo y por el escaso tiempo de contacto. La técnica del encerrojado distal tras la finalización de la elongación está facilitada por las grandes ventanas que posee el clavo FD®. Finalmente, la elasticidad que proporciona el polietileno del clavo FD® es de gran valor para la mineralización y corticalización del regenerado óseo, proporcionando así un clavo no rígido evitando la rotura de los tornillos de bloqueo (Fig. 2). Al paciente se le permite una carga progresiva con bastones en función del aspecto radiológico del regenerado óseo.

No obstante, siempre se han de tener en cuenta también las desventajas del método como son el riesgo yatrogénico en menores de 13 años de lesión del cartílago de crecimiento trocantérica y la posibilidad de necrosis cefálica descrita en la bibliografía.¹² La agresión quirúrgica de la intervención es mayor que la de una elongación convencional y la pérdida hemática superior. Se necesita una segunda anestesia para la retirada del fijador y bloqueo distal del clavo FD® y, tal vez, una tercera cirugía para la extracción del clavo si éste molesta. El método es de gran utilidad pues disminuye el tiempo de fijación externa, evita las deformidades durante la elongación, previene la aparición de fracturas y se adapta a las bases generales de la callotaxis.

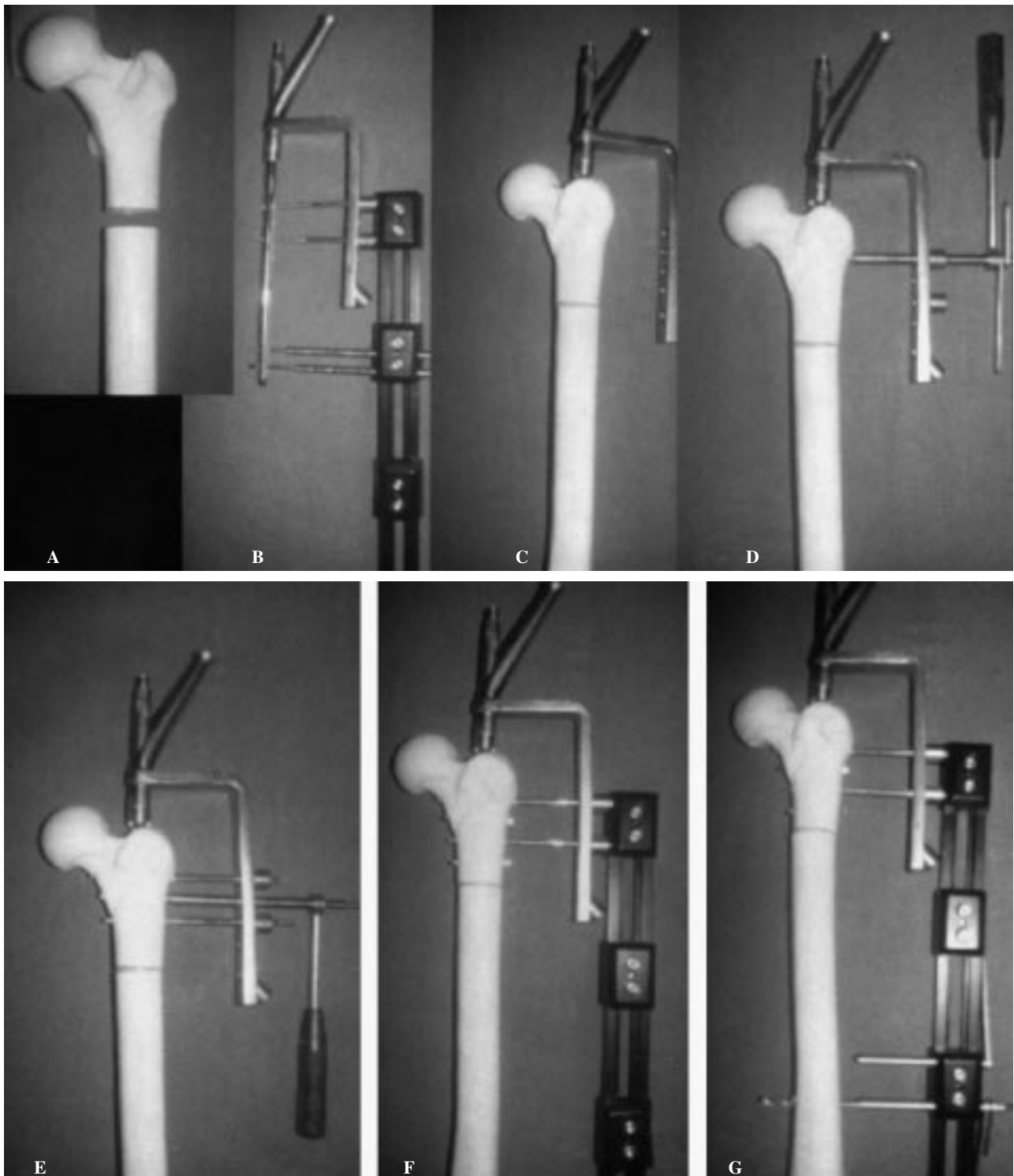


Figura 2. Técnica quirúrgica de la «Callotaxis Modificada». A: Fresado de la cavidad medular con dos números más del diámetro del clavo elegido. Osteotomía femoral, 3-4 cm distal al trocánter menor. B: Antes de introducir el clavo se perfora el polietileno. C: Introducción del clavo montado en su guía a mano. D-E: Se colocan los dos tornillos proximales del fijador externo. F: Se colocan los dos tornillos de bloqueo proximal del clavo. G: Se colocan los tornillos distales de fijador externo.

Las elongaciones óseas son métodos de tratamientos complejos caracterizados por las complicaciones que se presentan. Muchas de estas complica-

ciones son intrínsecas o inevitables y están ligadas a la propia elongación. Los sistemas intramedulares pueden ayudarnos a reducir algunas de las complica-

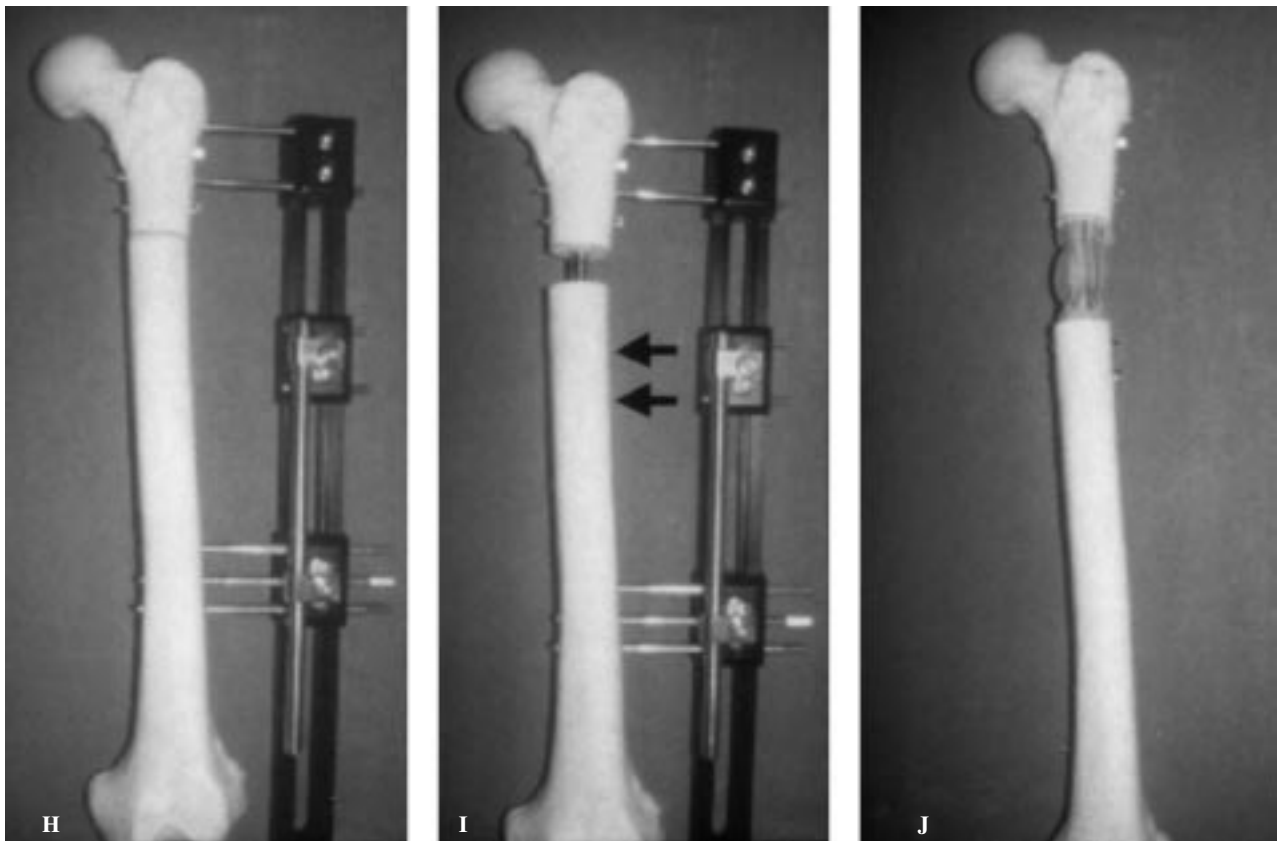


Figura 2. H: Se pone el sistema de distracción apoyándose en el cabezal intermedio. Al 10.º día se inicia la distracción a ritmo de 1 mm/día hasta alcanzar la elongación deseada. I: Bajo anestesia se realiza el bloqueo distal del clavo utilizando el cabezal intermedio a modo de guía como se puede ver en la imagen (flechas) J: Retiramos el aparato de fijación externa y se moviliza la rodilla.



Figura 3. A: Mujer de 15 años. Dismetría de 4,5 cm secundaria a necrosis post-tratamiento de luxación congénita de cadera. B: Fases del alargamiento de fémur mediante «Callotasis Modificada». C: Resultado final pre y post-tratamiento.

ciones extrínsecas evitables, como son la rigidez de rodilla, las desviaciones axiales o las fracturas del regenerado óseo.

En nuestra opinión pacientes con discrepancias de alrededor de 2 cm que no aceptan el empleo del alza en el zapato o no quieren someterse a un acortamiento de la extremidad larga, el tratamiento recomendado podría ser la elongación extemporánea. El alargamiento progresivo con clavo intramedular, ya es una realidad con unos resultados iniciales esperan-

zadores, si bien aún el sistema precisa de un mejoramiento que evite los problemas mecánicos que aún presenta. Mientras tanto, los sistemas mixtos, es decir, el alargamiento tradicional con fijador externo asociado a un clavo intramedular, es una opción válida que reduce sustancialmente el tiempo de fijación externa y evita complicaciones frecuentes como la fractura del regenerado óseo, las angulaciones y desviaciones del mismo, y consigue una recuperación de la movilidad de la rodilla de forma precoz.

Bibliografía

1. **Anderson, WV:** Leg lengthening. *J Bone Joint Surg*, 34B: 150, 1952.
2. **Baumgart, R; Betz, A, y Schweiberer, L:** A fully implantable motorized intramedullary nail for limb lengthening and bone transport. *Clin Orthop*, 343: 135-143, 1997.
3. **Bliskunov, AI:** Intramedullary distraction of the femur. *Orthop Travmatol Protez*, 10: 59-62, 1983.
4. **Bost, FC, y Larsen, LJ:** Experiences with lengthening of the femur over an intramedullary rod. *J Bone Joint Surg*, 38A: 567-584, 1956.
5. **Brunner, UH; Cordey, J; Schweiberer, L, y Perren, SM:** Force required for bone segment transport of large bone defects using medullary nail fixation. *Clin Orthop*, 301: 147-155, 1994.
6. **Cachoix, J, y Morel, G:** One stage femoral lengthening. *Clin Orthop*, 136: 66-73, 1978.
7. **Canale, ST, y Chistian, CA:** Techniques for epiphyseodesis about the knee. *Clin Orthop*, 255: 81-85, 1990.
8. **Codivilla, A:** On the means of lengthening in the lower limbs, the muscles and the tissues which are shortened through deformity. *Am J Orthop Surg*, 2: 353, 1902.
9. **Cole, JD; Justin, D, y Kasparis, T:** The intramedullary skeletal kinetic distractor (ISKD): clinical results of a new intramedullary nail for lengthening of the femur and tibia. *The Third Riva Congress Abstract book*, 10-14 mayo, 2000.
10. **De Bastiani, G; Aldegheri, R; Renzi-Brivio, L, y Trivella, G:** Limb lengthening by callus distraction (callotaxis). *J Pediatr Orthop*, 7: 129-134, 1987.
11. **González-Herranz, P; Rapariz, JM; Burgos, J; Ocete, JG; López Mondejar, JA, y Amaya, S:** Femoral intramedullary nailing in children. Effects on its proximal end of the femur. *J Bone Joint Surg (Br)*, 77B: 262-266, 1995.
12. **González-Herranz, P, y López Mondejar, JA:** Limb Lengthening over an intramedullary nail: Callotaxis modified. *The Third Riva Congress Abstract Book*, 11-13 mayo 2000.
13. **Guichet, JM; Grammont, PM, y Trouilloud, P:** A nail for progressive lengthening. An animal experiment with a 2-year follow-up. *Chirurgie*, 118: 405-410, 1992.
14. **Guichet, KM, y Casar, RS:** Mechanical characterization of a totally intramedullary gradual elongation nail. *Clin Orthop*, 337: 281-290, 1997.
15. **Hyodo, A; Kotschi, H; Kambic, H, y Muschler, G:** Bone transport using intramedullary fixation and a single flexible traction cable. *Clin Orthop*, 325: 256-268, 1996.
16. **Kawamura, B; Hosono, S, y Takahashi, T:** The principles and technique of limb lengthening. *Int Orthop* 5: 69-83, 1981.
17. **Kempf, I; Grosse, A, y Abalo, C:** Locked intra-medullary nailing. Its application to femoral and tibial axial, rotational, lengthening and shortening osteotomies. *Clin Orthop*, 212: 165-173, 1986.
18. **Kempf, I; Grosse, A, y Dagrenat, D:** Les applications du clou verrouillé dans les ostéotomies correctrices. En: *Enclouage centro-medullaire des os longs*, 97-104, 1986.
19. **Kenwright, J, y Albiñana, J:** Problems encountered in leg shortening. *J Bone Joint Surg*, 73B: 671-675, 1991.
20. **Lin, CC; Huang, SC; Liu, TK, y Chapman, MW:** Limb Lengthening over an intramedullary nail. An animal study and clinical report. *Clin Orthop*, 330: 208-216, 1996.
21. **Moseley, CF:** A straight-line graph for leg length discrepancies. *J Bone Joint Surg*, 59A: 174-178, 1977.
22. **Murray, DW; Kambouroglou, G, y Kenwright, J:** One-stage lengthening for femoral shortening with associated deformity. *J Bone Joint Surg*, 75B: 566-571, 1993.
23. **Paley, D; Herzenberg, JE; Paremian, G, y Bhavé, A:** Femoral Lengthening over an intramedullary nail: a matched-case comparison with Ilizarov femoral lengthening. *J Bone Joint Surg*, 79A: 1464-1480, 1997.
24. **Peterson, HA:** Evolución de las elongaciones femorales. Concepto y técnica. En: de Pablos, J, Cañadell, J (Eds). *Elongación ósea: estado actual y controversias*. Editado por el Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra, 15-18, 1990.
25. **Peterson, HA:** Alargamiento femoral mediante aparatos de fijación-distracción intramedulares. En: de Pablos, J, Cañadell, J (Eds). *Elongación ósea: estado actual y controversias*. Editado por el Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra, 33-44, 1990.
26. **Simpson, AHRW; Cole, AS, y Kenwright, J:** Leg lengthening over an intramedullary nail. *J Bone Joint Surg*, 81B: 1041-1045, 1999.
27. **Wassertein, I:** Distraktions-Kompressions Method zur Verlängerung von verkürzten Extremitäten unterverwendung von zylindrischen homologen Knochentransplantaten. *Verband lungsband der I Traumatologisch-Orthopädischen Konferenz, SSR Kotchia-Jawe*, 1963.
28. **Wassertein, I:** Twenty-five years' experience with lengthening of shortened lower extremities using cylindrical allografts. *Clin Orthop*, 250: 150-153, 1990.
29. **Westin, GW:** Femoral lengthening using a periosteal sleeve. Report 26 cases. *J Bone Joint Surg*, 49A: 836-854, 1967.