

# Cuándo se presentan y cómo se pueden prevenir las complicaciones de los alargamientos óseos

Dra. María de los Angeles Arango Luque\*, Dra. Victoria Gómez Weiss\*\*, Dr. Miguel Ángel Murcia\*\*\*

## Introducción

En la actualidad las deformidades complejas de los huesos largos son un reto para la ortopedia moderna. Se han buscado múltiples procedimientos encontrándose que la osteogénesis distraccional es un método que facilita el manejo de estas deformidades, disminuyendo la necesidad de utilizar injertos óseos, minimizándose el riesgo de fracturas posteriores al tratamiento, acortando la estancia hospitalaria, así como el riesgo de secuelas permanentes asociadas<sup>28, 34</sup>; sin embargo este tratamiento puede generar complicaciones que deben ser tenidas en cuenta y por lo tanto requieren el perfeccionamiento de la técnica, una disciplina estricta en el plan de tratamiento con un control riguroso y frecuente del proceso de alargamiento para obtener resultados satisfactorios.

Desde 1995 en el Hospital Clínica San Rafael se ha instaurado la aplicación del concepto de osteogénesis distraccional con tutor tipo monotubo para alargamientos óseos, debido a la necesidad de tratar un volumen importante de pacientes que consultan con estas patologías. Sin embargo en la literatura mundial se reportan gran cantidad de complicaciones inherentes al tutor ante la posibilidad de deformidades angulares, fallas en los clavos, fatiga del material, entre otras; así como fallas en el comportamiento de la osteogénesis distraccional tales como fracturas, poca maduración del callo, consolidación ósea prematura, etc.; de igual manera se pueden presentar complicaciones de tejidos blandos tales como neuropraxia por elongación, rigideces articulares, infecciones, y otras.

En este trabajo mostramos la experiencia de la clínica, encaminada a controlar, prevenir y corregir, las complicaciones de este tratamiento.

## Marco teórico

### 1. Historia

La historia de la calodistracción se remonta inicialmente a las cirugías de alargamiento utilizadas para el manejo de heridas de guerra, maluniones y secuelas de polio. Los cirujanos que utilizaron estas técnicas se revelaron contra el espíritu de la época, y fueron rechazados al observar las altas tasas de complicaciones, a menudo fatales; sin embargo, a pesar de sus imperfectas técnicas ellos lograron que las generaciones futuras aceptaran e inventaran mejores métodos, evitando que el procedimiento cayera en el olvido.

En el siglo XIX investigadores como von Langenbeck (1869), Hopkins, Penrose (1889), y von Eiselberg (1897) describieron varias técnicas, la mayoría de las cuales eran osteotomía y alargamiento en un solo paso<sup>25, 12</sup>.

El tratamiento moderno con alargamientos óseos se inicia con el trabajo de A. Codivilla en Bologna, quien presenta su técnica en junio de 1904 (Atlantic City)<sup>25, 10, 23, 10</sup> describiendo un método donde se realizaba una osteotomía, luego de lo cual por medio de un clavo de tracción colocado en el calcáneo a través de un yeso se realizaba alargamiento para tratar coxa vara, llamando a esto técnica de alargamiento continuo. Su gran contribución fue la postura del clavo que permitió evitar las complicaciones de partes blandas al ejercer la fuerza de tracción en éste y no en un yeso compresivo que ocasionaba necrosis ósea en el tobillo o en el puño.

\* Residente de Ortopedia. Universidad Militar.

\*\* Residente de Ortopedia. Universidad Militar.

\*\*\* Especialista de Ortopedia del Hospital Clínica San Rafael. Jefe del Departamento de Ortopedia y Traumatología Hospital Clínica San Rafael.

A comienzos de este siglo el objetivo consistía en obtener el máximo alargamiento, sin tener en cuenta los efectos en los músculos, articulaciones, nervios y vasos; aunque se describía la secuencia de eventos en la zona interósea no se aplicaban en las técnicas. Sólo en pocos casos el conocimiento de los principios biológicos era evidente, como en el caso de Magnuson quien efectuó alargamientos óseos, indicando el uso de la osteotomía en Z, seccionando el periostio longitudinalmente, realizando varias perforaciones con broca para la corticotomía, refiriendo que con este tipo de técnica producía mínimo daño al periostio y al endostio, reconociendo así su potencial biológico<sup>25, 23, 10</sup>.

En 1911 Albert Freiberg en Cincinnati, recomendó realizar la técnica en varias sesiones, para mejorar el problema de acortamiento de partes blandas, puesto que la mayoría de sus pacientes eran casos de poliomielitis<sup>21</sup>.

Ombredanne en 1913, realizó una osteotomía oblicua y alargó el fémur lentamente, fijándolo tanto proximal como distalmente a la osteotomía con clavos, uniendo éstos por medio de un aparato en la cara lateral de la pierna. Fue quien primero documentó el principio de la tracción y contratracción esquelética en el mismo hueso. Su innovación revolucionaria pasó rápidamente al olvido puesto que presentó altos índices de osteomielitis<sup>25, 23, 28</sup>.

Vittorio Putti en Italia adoptó las ideas de Codivilla y Ombredanne<sup>18</sup>.

En 1921 reportó en la Asociación Médica Americana que se requería una osteotomía con un mínimo trauma y un alargamiento progresivo controlado describiendo un aparato unido a los clavos llamado Osteoton, publicando los casos con una elongación media obtenida de 3 a 5 pulgadas<sup>25, 23, 28</sup>.

Putti describió y trasladó a la realidad todos los principios esenciales de la técnica moderna, anticipándose en mucho a lo que conocemos hoy en día; sin embargo, a pesar de sus revolucionarias innovaciones, su técnica no disfrutó de la amplia aceptación que se merecía, causado por la imposibilidad de controlar la posición axial con su aparato insuficientemente rígido, y además por la inestabilidad producida por la fuerza ejercida en los clavos.

La técnica de la distracción del callo óseo inventada y llevada a cabo por A. Bier en 1923 empleando la tracción, previo reposo del callo durante cinco días mejoraba las posibilidades de consolidación del mismo<sup>12</sup>, avanzando en el conocimiento del potencial osteogénico del hematoma de la fractura.

Posteriormente Leroy C. Abbot en St Louis, 1924, intenta resolver el problema de la resistencia de partes blandas, realizando una liberación extensa de la fascia, la membrana interósea y el periostio, teniendo cuidado en proteger la irrigación ósea<sup>23, 1</sup>.

En los años veinte, treinta y cuarenta se realizan modificaciones posteriores de la técnica de Abbot, perfeccionando los tutores, buscando mejorar la estabilidad del alargamiento, tanto axial como rotacional, simplificando el instrumental<sup>7</sup>.

Carrell en Dallas, 1928, realiza una osteotomía más conservadora preservando el periostio y rompiendo a través de la cortical contralateral.

Allan en 1948 describió una técnica con un aparato que controlaba la cantidad y velocidad del alargamiento, cuando anteriormente sólo se controlaba la fuerza de elongación<sup>5</sup>. Bost y Larson en 1956, compararon la consolidación de las osteotomías trasversa, oblicua y en z, sin evidenciar diferencias; utilizaron un aparato similar al de Abbott para distracción y un clavo de Rush para mejorar la alineación pero persistía el problema de partes blandas<sup>9</sup>.

Gavril Abramovic Ilizarov, en Kurgan (Rusia) fue el pionero en el estudio de la biología ósea y regeneración de partes blandas. Desarrolló unas modificaciones a la técnica, las cuales aún tienen vigencia. Su técnica fue empleada inicialmente en 1951 para el tratamiento de defectos óseos en tuberculosis<sup>23</sup>, diseñada para estimular el potencial biológico de los tejidos y conseguir formación de nuevo hueso por distracción, luego de realizar una corticotomía percutánea subperióstica, con el fin de preservar el endostio y el periostio. Su aparato permitía la corrección de deformidades multiplanares y multidireccionales<sup>25, 23</sup>. Su trabajo permaneció desconocido en occidente, empleándose la técnica descrita por Wagner, en la cual se utilizaba un fijador monolateral. Al obtener la distracción deseada,

se realizaba el retiro del fijador y se colocaba una placa más injertos óseos, y posteriormente requería el retiro de la placa. No ofrecía ninguna ventaja con excepción de la movilización temprana; requería mayor número de cirugías al hacer una gran disrupción de partes blandas y producía muchas complicaciones tardías<sup>25, 23, 34</sup>.

Kawamura en 1968 trabajó en la biología de la elongación, interesándose en los efectos sobre el músculo y el flujo sanguíneo<sup>25</sup>.

De Bastiani en Verona, Italia, y Cañadell en Pamplona, España, aplican las ideas de Ilizarov utilizando un fijador dinamizable unilateral<sup>10</sup>, por las ventajas que éste presenta, al comprometer en menor grado las partes blandas,<sup>1, 5</sup> es mucho más adecuado en la mayoría de los casos, ya que al colocar un fijador circular los alambres de Kirschner atraviesan la mayoría de los compartimentos musculares, de modo que al movilizar el miembro, las fibras musculares se desplazan y rozan contra los alambres, ocasionando algunas veces severos dolores que pueden conducir a la rigidez articular y a las contracturas<sup>25, 23, 28, 34</sup>.

La nueva era del estudio en la elongación ósea se inicia con los adelantos técnicos de estos grupos, los cuales son de mayor vigencia actual.

## 2. Principios de la osteogénesis distraccional

Teniendo en cuenta que el proceso de osteogénesis distraccional depende, en gran parte de la preservación de la biología y mecánica de los tejidos blandos y partes óseas, nos detendremos a revisar algunos conceptos generales, y algunos de los factores que afectan la calodistracción en el alargamiento óseo.

### 2.1. Callotaxis

Es uno de los métodos más comúnmente utilizados en el mundo. Fue descrito, diseñado y desarrollado por Aldegheri y De Bastiani en la Universidad de Verona. Consiste en una osteotomía subperióstica metafisiaria proximal, con la posterior aplicación de un tutor monolateral. Luego de un período de estabilización neutral de los fragmentos (período de reposo), se inicia la distracción. En ocasiones se ha descrito como una modificación o evolución del método de Ilizarov<sup>3, 4, 16, 34</sup>.

La reconstrucción del segmento alargado es derivada de la capacidad osteogénica del periostio y del mesénquima endóstico, sometidos a esta fuerza distraccional progresiva.

El paso inicial de esta técnica consiste en la colocación de un fijador externo monolateral no trasfixiante en el hueso. Seguidamente se practica una incisión cutánea mínima, exposición del periostio e incisión longitudinal; subperióticamente se realiza la osteotomía a nivel metafisiario, un centímetro por debajo del clavo distal del grupo proximal. Las perforaciones se realizan con broca, completándose con escoplos con guía<sup>34, 4, 16, 17</sup>.

La corticotomía se puede realizar tanto metafisiaria como diafisiaria, teniendo en cuenta que en los estudios experimentales se ha observado una consolidación más rápida en las osteotomías metafisiarias encontrando en el regenerado óseo una mejor mineralización<sup>6</sup>.

Cuatro fases pueden claramente definirse luego de la colocación de la corticotomía y la colocación del fijador:

### 2.2. Fase de reposo

Posterior a la corticotomía tiene lugar un período de espera de 6 a 10 días<sup>6, 29</sup>, durante el cual tiene lugar la formación del "regenerado" o precursor del callo óseo y la restitución de la circulación endóstica.

Este período es relativo de acuerdo a la edad del paciente y la condición ósea. Para un alargamiento tibial o femoral en pacientes jóvenes 7 a 14 días es un tiempo adecuado. Para huesos pequeños como metacarpianos o metatarsianos puede ser apropiado esperar 21 días antes de realizar la distracción<sup>22</sup>.

### 2.3. Fase de distracción

Esta se debe llevar a cabo con una velocidad de un milímetro día, idealmente dividido en varios períodos lo que permite una adecuada formación del regenerado e impide la consolidación del mismo. Los estudios en animales han demostrado que una rata de distracción de 0.35 mm cada 12 horas hasta 0.7 mm cada 12 horas permite un alargamiento adecuado y continuidad de los

vasos sanguíneos<sup>23</sup>. Por razones clínicas frecuentemente se requiere disminuir la velocidad de elongación del callo óseo durante algún tiempo. Si surgen problemas con los tejidos blandos, éstos son ocasionados por las fuerzas opuestas creadas por el fijador, el aumento de la tensión de los tejidos blandos al elongarse y las fuerzas engendradas por soporte parcial de carga.

#### 2.4. Fase de neutralización

Comienza después de obtener la cantidad de alargamiento deseada. En esta fase se promueve una mayor formación de callo óseo continuando el paciente en fisioterapia e incrementando el soporte de carga. Las tendencias actuales recomiendan obviar esta fase y convertirla en fase de dinamización.

#### 2.5. Fase de dinamización

Durante esta fase el sistema de alargamiento pasa de ser estático a dinámico, para permitir micromovimientos bajo condiciones de soporte de carga. Esto causa la estimulación del regenerado, fomentando el proceso de osificación.

#### 2.6. Subdivisiones de la distracción del callo óseo

*Distracción longitudinal:* en este tipo de distracción del callo óseo, la tensión se aplica de modo paralelo al eje longitudinal del miembro. Si está presente un malalineamiento puede ser corregido antes, durante, o después de la distracción. Si durante la distracción ocurre una desviación axial, ésta se puede corregir antes de completar la distracción, o al final de la misma.

*Distracción angulada del callo óseo:* procedimiento que se emplea únicamente para corregir una desviación angular. Se produce una sección del hueso de forma incompleta (en el lado cóncavo).

*Distracción lateral del callo óseo:* se emplea para aumentar el diámetro de un hueso<sup>19</sup>.

### 3. Corticotomía

Es definida como una transección ósea; también denominada compactectomía. Como requeri-

miento importante el periostio, endostio, hueso medular, tejidos blandos pericircunferenciales son al máximo preservados. Se realiza una osteotomía parcial abierta, subperióstica de la corteza ósea, seguida por una osteoclasia manual de la cortical remanente en el área circunferencial.

Muchos autores han estudiado las diferencias clínicas en cuanto a la formación del callo, cantidad de hueso nuevo formado al realizar una corticotomía *versus* una osteotomía trasversa sin llegar a encontrar diferencia alguna desde que el periostio esté bien preservado<sup>34, 8, 2, 20</sup>.

La ejecución adecuada de este procedimiento, es uno de los factores que influye directamente en el éxito de la osteogénesis distraccional<sup>19</sup>.

### 4. Índice de maduración

Es el reflejo del tiempo (expresado en meses), necesario para lograr la maduración de un centímetro elongado. Representa la forma cuantitativa del proceso de osteogénesis distraccional<sup>17, 21, 10, 19, 12</sup>.

### 5. Estabilidad del tutor externo

Es uno de los factores mecánicos que afecta el proceso de consolidación ósea. Ilizarov creía que la fijación externa debía ser lo suficientemente estable para eliminar micromovimientos indeseables en la osteotomía. Se permite el micromovimiento paralelo al eje del hueso<sup>29</sup>. Actualmente se utilizan diversos tipos de fijadores: circulares trasfixiantes, monolaterales y mixtos.

Paley *et al.*<sup>36</sup> evaluaron las propiedades biomecánicas de diferentes fijadores externos utilizados en el alargamiento de extremidades, concluyendo que el fijador unilateral tipo orthofix con el sistema de clavo de diferente grosor era más rígido y el fijador de Ilizarov con el sistema de tensión de clavos era menos rígido con respecto al movimiento axial y cizallamiento.

Dentro de los tutores monolaterales utilizados por la mayoría de las escuelas (alemana, italiana y española) se encuentran de diferentes características: Simpson y cols.<sup>27</sup> comparan cinco tipos de fijadores externos utilizando el mismo diámetro de clavos, la longitud del roscado era la mis-

ma y la cantidad de rosca protruyendo en la cortical proximal era constante. Se midió la angulación máxima producida en el plano vertical en el sitio de distracción, el número de clavos en cada segmento y su relación con la angulación durante la carga axial, así como la influencia de la distancia de la barra comparada con la angulación producida y el efecto de la carga cíclica, encontrando que el monotubo de un pin por clamp se angulaba mínimamente manteniendo el alineamiento con 1.000 N seguido del monotubo multiclamp y el "Dynabrace".

En este estudio también se demostró que el número ideal de clavos era de tres proximales y distales, disminuyendo significativamente la angulación.

El patrón de relación entre la distancia entre la barra y el sitio de la osteotomía y la angulación es de tipo exponencial.

En cuanto a la deformidad permanente del fijador al ejercer una carga cíclica, se encontró que con repetición de carga y descarga la angulación era acumulativa, pero no lineal puesto que la rata de angulación disminuía con ciclos repetidos de carga.

## 6. Complicaciones

Es innegable que por su alta tasa de incidencia reportada en la literatura mundial<sup>11,34</sup> representan un factor decisivo en el proceso de alargamiento. No es fácil realizar estudios comparativos debido a la disimilitud en los segmentos a elongar, el tipo de fijador utilizado, y la técnica quirúrgica publicados por los diferentes autores.

De Bastiani y cols. reportan complicaciones de 14%<sup>17</sup> en sus pacientes con alargamiento, mientras Wagner reporta 45%, e Ilizarov 5%. Mosley y Mosca incluyen todas las complicaciones sin importar cuan leve fuese, en los alargamientos tipo Wagner. De 63 alargamientos, 142 complicaciones fueron reportadas, para una tasa de 225%<sup>34</sup>.

Paley en 1990<sup>11</sup> clasifica las complicaciones en varios términos, a saber:

- **Obstáculo:** dificultad que aparece durante el tratamiento, puede prevenirse, o corregirse por medio de intervenciones simples.

- **Complicación:** incluye las de tipo local o sistémico, intraoperatoria o postoperatoria, en los períodos de distracción o maduración, o que permanece irreversible al final del proceso de elongación<sup>11</sup>.

Monticelli, 1990<sup>36</sup> clasifica las complicaciones en:

- **Inconvenientes:** circunstancias desfavorables por la presencia del fijador y la trasfixión de los tejidos.
- **Problema:** condiciones adversas que pueden ser resueltas durante o inmediatamente después del alargamiento.
- **Complicación:** estado adverso que altera el resultado, subdividiéndolo en menor y mayor, de acuerdo con la capacidad o no de trastornar el resultado final.

Dahl en 1994<sup>34</sup> clasifica las complicaciones según la severidad, así:

- **Menor:** complicaciones que no afecten el resultado, no requieren procedimientos quirúrgicos.
- **Seria:** complicaciones mayores temporales o menores y permanentes.
- **Severa:** son aquéllas que requieren cirugía mayor no planeada o resultan en una secuela mayor permanente.

Cañadell analiza las incidencias adversas por área de afectación según se presenten alteraciones en el ámbito de articulaciones, en el callo de distracción, a nivel del hueso, en el fijador externo o sobre las partes blandas; y según su importancia e incidencia que tengan sobre el proceso de elongación. Se han clasificado en cuatro grupos:

- Alteraciones de escasa incidencia que no precisan la detención del proceso de elongación, y que pueden ser corregidas sin influir en el resultado final.
- Alteraciones que requieren la detención temporal del proceso de elongación, o que son corregidas por medio de cirugías asociadas.
- Alteraciones que requieren la detención permanente del proceso y que incluso precisan el retiro del tutor.

- Alteraciones durante el proceso o al finalizarlo que interfieren en el resultado final de forma estética o funcional<sup>11</sup>.

### 6.1. Complicaciones musculares

Producidas por crecimiento desequilibrado entre el grupo muscular y el óseo<sup>11</sup>.

Los músculos que sufren mayores contracciones son los biarticulares, los cuales presentan diferentes tipos de tensión dentro de los mismos<sup>11</sup>.

Prevenir las contracturas musculares debe ser una parte esencial del tratamiento de las elongaciones, pues una contractura muscular persistente puede terminar en una rigidez articular. La contractura puede ser prevenida eficazmente mediante la carga precoz de la extremidad y una fisioterapia activa y pasiva intensa<sup>23</sup>.

En los alargamientos femorales se presentan contracturas en extensión por la resistencia que ejerce el cuádriceps al estiramiento.

En los alargamientos tibiales se presentan contracturas en flexión de la rodilla por el poder muscular del gastrocnemio<sup>28</sup>.

Asimismo en el postoperatorio se observa una debilidad muscular de difícil resolución<sup>18</sup>.

### 6.2. Complicaciones articulares

La rigidez articular es una de las complicaciones más comunes, secundaria a la resistencia musculotendinosa al estiramiento. En ocasiones se producen luxaciones inestables de cadera o rodilla cuando hay patología subyacente.

La rodilla habitualmente recupera su movilidad en forma adecuada, si la elongación ósea del fémur es menor de 10%. La disminución de la movilidad es directamente proporcional al porcentaje de alargamiento, con un uso prolongado del fijador, y en los tutores circunferenciales que atraviesan los compartimentos musculares<sup>28</sup>.

En alargamientos mayores de 30% se ha evidenciado un daño en el cartílago articular como consecuencia de la presión que se ejerce sobre el mismo<sup>8</sup>.

La movilidad articular puede ser protegida durante el alargamiento, de manera que no sea sacrificada por conseguir la longitud deseada<sup>26</sup>.

La observación clínica sugiere que se debe interrumpir el alargamiento si la rodilla disminuye su arco de movimiento 45 grados<sup>28</sup>.

### 6.3. Desviación axial

La tendencia del segmento que está sometido a distracción, es desviarse progresivamente, como consecuencia del desequilibrio entre las fuerzas musculares.

La desviación depende del hueso, el sitio de la osteotomía y la técnica empleada.

### 6.4. Complicaciones callo de distracción

*Fracturas:* se producen, en su mayoría, por retiro precoz del fijador. Más que fracturas por estrés, se producen deformidades plásticas que se previenen o corrigen con el uso de braces.

*Retardos de consolidación:* son solucionados, en general, con compresión.

*Consolidación precoz:* es secundaria a corticotomía incompleta, período de reposo o latencia excesivos, o disminución de la rata de distracción<sup>34, 11, 18, 27</sup>.

## 7. Complicaciones del fijador y los clavos

*Aflojamiento, osteítis e infección:* son problemas frecuentes y menores. Se consideran solucionables durante el proceso de distracción.

*Complicaciones vasculonerviosas:* las complicaciones nerviosas se pueden presentar inherentes al fenómeno de distracción (caso en el cual se debe suspender o disminuir la rata de distracción), o por consecuencia de trasfixión de las estructuras por los pines. Tienen una incidencia que varía en diferentes reportes entre el 5 y 30%<sup>34, 8, 11, 18, 22</sup>.

Las complicaciones vasculares son de mínima incidencia con el uso de fijadores monolaterales<sup>34, 11, 18</sup>.

## 8. Complicaciones afectivas

Los aspectos psicosociales del paciente y su entorno deben ser tenidos en cuenta cuando se afronta un tratamiento de larga duración, que conlleva crónicamente grados variables de dolor. Siempre se debe considerar la necesidad de apoyo especializado en estos casos<sup>34,35,2</sup>.

### Justificación

Conociendo los grandes beneficios que aporta a los pacientes con acortamiento de extremidades la calodistracción, no se pueden obviar los altos índices de complicaciones que ésta conlleva.

En nuestro medio existen pocos reportes sobre la utilización de la osteogénesis distraccional con tutor tipo monotubo, por lo tanto no se ha logrado definir cuáles son los factores de riesgo para que se presenten dificultades durante el proceso de alargamiento y posteriores a éste, y mucho menos el manejo temprano de dichas complicaciones así como la forma de corregirlas.

En este trabajo se hace una documentación de la experiencia obtenida con el tutor, cuáles han sido sus dificultades, complicaciones, y cómo han sido solucionados para obtener resultados satisfactorios.

La finalidad del trabajo no se centra en crear pautas de manejo, sino en generar una serie de recomendaciones para facilitar y mejorar el tratamiento de los pacientes.

### Objetivos

#### 1. Generales

Evaluar y analizar las complicaciones de los alargamientos óseos.

#### 2. Específicos

Determinar el índice de maduración en nuestra población sometida a osteogénesis distraccional (alargamientos).

Mostrar la experiencia en el Hospital Clínica San Rafael en el manejo de los alargamientos utili-

zando el principio de osteogénesis distraccional a través del sistema de fijador externo monolateral marca Howmedica y así tener un patrón de referencia que sirva para comparar nuestra experiencia con la de otras instituciones que estén utilizando el mismo método de alargamiento. De igual manera, establecer cuáles son las posibles complicaciones del procedimiento para ser evaluado con otros estudios similares para perfeccionar la utilización de la técnica.

Estimular el uso del procedimiento en otras instituciones como método alternativo al manejo de los acortamientos óseos.

Sugerir algunas recomendaciones que faciliten el manejo de los pacientes.

### Materiales y métodos

- *Diseño:* el presente trabajo es un estudio clínico observacional descriptivo tipo serie de casos.
- *Población a estudio:* pacientes con acortamientos óseos que requirieron alargamientos óseos en el Hospital Clínica San Rafael durante el intervalo 1995 a 1997.

#### 1. Criterios de inclusión

Pacientes del Hospital Clínica San Rafael.

Acortamientos mayores o iguales a 4 cm.

Pacientes con miembros alargados empleando fijadores externos monolaterales tipo monotubo (Howmédica).

Pacientes con seguimiento clínico y radiológico hasta retirar el tutor.

#### 2. Criterios de exclusión

Pacientes que no concluyeron el alargamiento durante el tiempo del estudio.

Pacientes en los cuales el seguimiento clínico y radiológico no estuviera completo.

### 3. Variables

#### 3.1 Independientes

- Sexo.
- Edad.
- Simetría de la cirugía.
- Etiología.
- Localización de la osteotomía.
- Longitud elongada.
- Extremidad comprometida.

#### 3.2 Dependientes

- Complicaciones del callo.
- Complicaciones presentadas en el paciente.
- Cirugías asociadas.
- Índice de maduración.

### 4. Procedimiento

- *Recolección de datos:* para tal fin se diseñó un formato donde se consignó toda la información obtenida en la revisión de historias clínicas e interrogatorio a los pacientes.
- *Evaluación de los pacientes:* se realizaron exámenes clínicos periódicos, hasta el final del tratamiento, cuando se retiró el fijador externo.
- *Evaluación radiológica:* seguimiento completo y cronológico de la evolución de cada paciente.

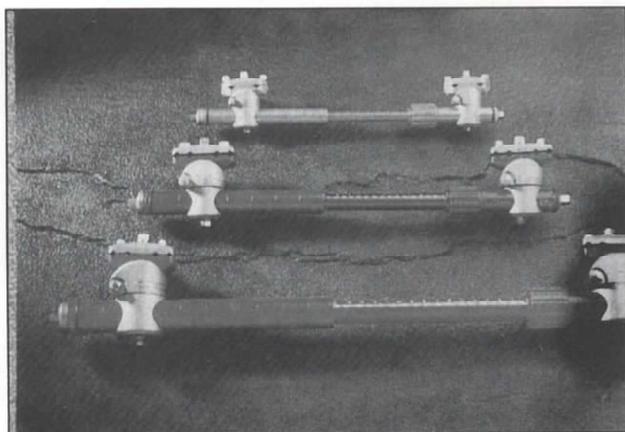


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 1, 2, 3, 4. Componentes del tutor.

### 5. Técnica quirúrgica

Se utilizaron en todos los pacientes fijadores monolaterales tipo monotubo de Howmédica (monotubo con clamp de múltiples pines). El diseño del sistema fue realizado por el doctor J. Lazo-Zbikowski y el doctor J. Cañadell.

Este aparato está diseñado para mantener una estabilidad axial y rotacional compartiendo la carga con el hueso en el plano axial.

Este fijador dinámico axial es un aparato de fijación externa hecho de una aleación de aluminio; permite dos tipos de dinamización, biocompresión y resorte ajustable. Este último es el mecanismo que permite ajustar la cantidad de compresión en el sitio del alargamiento. Estos tutores están divididos cromáticamente (amarillo, rojo y azul) determinando el uso del tutor de acuerdo al peso del paciente y el hueso en que se va a colocar.

Este sistema consta de tres componentes básicos: un tubo con una unidad de compresión y distracción incorporada al mismo y un sistema de acoplamiento cuerpo mordaza (clamp). Este último está diseñado para colocar cuatro clavos autotarrajeables por cada uno (en los rojos y azules) o dos pines (amarillo); aunque hay otro tipo de clamp para un solo clavo. Los clavos utilizados, llamados Apex son de tres tipos, siendo utilizado el clavo no trasfixiante de 3,4,5 ó 6 mm diámetro. El paso de rosca es de 1.25 para los de 4 y 5 mm y de 1 para el clavo de 3 mm. Se requiere el uso de broca de 2.2 para los clavos de 4, broca de 3.2, de 4.1 para los clavos de 5 y para los de 6 broca de 4.5.

## 6. Técnica de corticotomía y aplicación del fijador

Generalmente se siguen las pautas promulgadas por Cañadell.

El paciente es llevado a salas de cirugía bajo anestesia usualmente regional, previa profilaxis antibiótica, utilizando las medidas de asepsia y antisepsia se realiza el montaje del tutor de acuerdo al segmento a elongar así:

- **Fémur:** se coloca el fijador en la cara lateral de éste utilizando control radiográfico, tres clavos proximales y tres distales, colocados con perforador neumático; si las condiciones de piel y hueso lo permiten, los clavos proximales se colocan a nivel del trocánter menor. Posteriormente se realiza la osteotomía percutánea con broca y escoplo a nivel subtrocantérico distal a la inserción del músculo iliopsoas, un centímetro por debajo del clavo. Se verifica que se haya

completado la corticotomía separando los fragmentos óseos 3 a 4 mm con el distractor para posteriormente comprimir los segmentos dejando un espacio de 2 mm. Se toma un nuevo control radiográfico y posteriormente el cierre del periostio y piel.

- **Tibia:** se coloca en la cara anteromedial. Se realiza la corticotomía en la cara anterior de la tibia, uno a dos centímetros por debajo de la tuberosidad anterior de la misma.
- **Húmero:** se coloca el fijador en la cara lateral. La corticotomía se realiza en un punto distal a la inserción del deltoides, entre el bíceps y el braquial.

Durante el postoperatorio el paciente permanece hospitalizado, se deja en reposo con manejo analgésico y apoyo parcial dirigido (fisioterapia) durante 7 a 10 días, para iniciar el alargamiento. Se da de alta con las indicaciones de alargamiento a un ritmo de 0.25 mm cada 6 horas, utilizando la llave de Allen. Cuando se completa la elongación, continúa un período de maduración del callo y formación de las corticales, iniciando la dinamización cuando ya se observe un regenerado óseo con buena mineralización, permitiendo un apoyo completo. Por último cuando ya hay corticales en continuidad se retira el tutor externo, comprobando previamente la estabilidad.

Durante todas las fases del alargamiento los pacientes estuvieron en un programa de fisioterapia (utilizando en el protocolo carga funcional, arcos de movimiento activos, estiramientos pasivos y dinámicos)<sup>26</sup> que se modificaba según la evolución del paciente.

## Resultados

En 1995, en el Hospital Clínica San Rafael, se inició el programa de alargamientos óseos, con tutor monolateral, tipo monotubo de Howmedica.

A continuación se hará el reporte completo de los casos finalizados. Véanse tablas y gráficas.

**Edad:** se encontró un promedio de 10.08 años, con rangos entre 3 y 26.

**Sexo:** de 25 alargamientos, 12 fueron realizados en hombres, y 13 en mujeres.

Los *segmentos* elongados fueron 16 fémures, 7 tibias, y 2 húmeros.

La distribución por *etiología* fue: 13 procesos congénitos, 12 adquiridos, todos éstos de causa infecciosa.

El *ritmo de distracción* promedio fue de 0.92 mm por día, con valores que oscilaron entre 0.64 y 1.11.

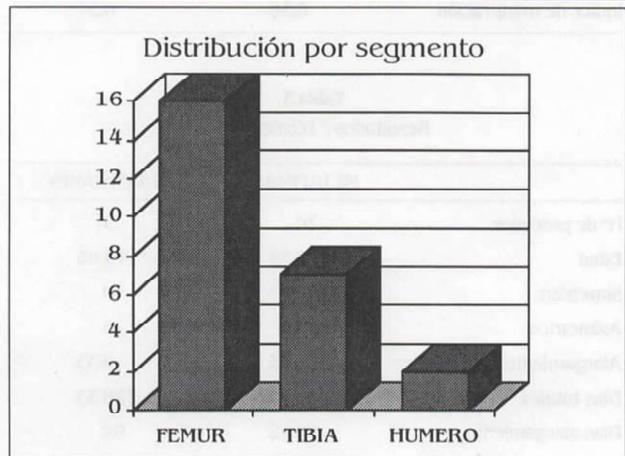
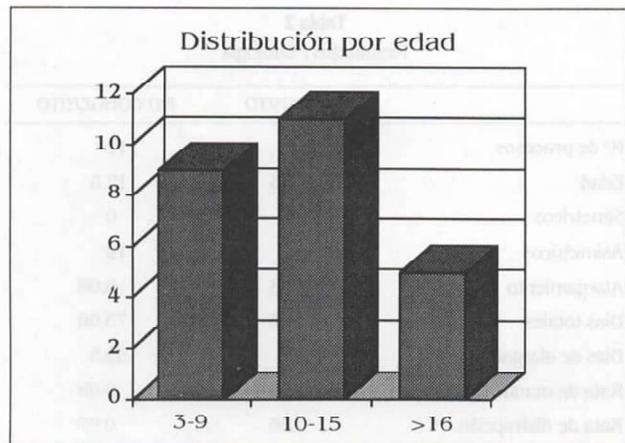
La *duración media de la distracción* fue de 94.33 días, con rangos entre 36 y 182.

El *tiempo con el fijador* total fue, en promedio de 256.66 días, con valores que oscilaron entre 92 y 435.

La *longitud promedio de la elongación* fue de 8.11 cm, cuyos valores oscilaron entre 4 y 11.

*Porcentaje medio de elongación:* fue de 30.6, con rangos de 15 a 60%.

El *índice de maduración* fue de 18 días por centímetro, con rangos de 9 a 21.9.



### Análisis estadístico

Tabla 1  
RESULTADOS GENERALES POR SEXO, EDAD

	SEXO			EDAD			SEGMENTO		
	Total	M	F	3-9	10-15	>16	Femur	Tibia	Humero
Nº de Alargamientos	25	12	13	9	11	5	16	7	2
Simétricos	6	2	4	2	2	2	2	4	0
Asimétricos	19	10	9	7	9	3	14	3	2
Edad (%)	10.08	10.33	9.83	5.2	11.66	23.3	9.25	13.6	16
% Alargamiento (cm)	8.11	8.57	7.92	6.8	9.21	9.12	9.56	8.25	8.5
% Días Alargamiento	94.33	93.5	91.83	80.6	110.16	95.43	89.5	90.02	77.11
Rata de distracción (mm/d)	0.92	0.86	0.94	0.91	0.82	0.93	0.74	1.04	1.27
Rata de maduración (mm/d)	0.67	0.73	0.7	0.79	0.58	0.81	0.58	0.8	0.91
Índice de maduración (m/cm)	0.54	0.54	0.53	0.44	0.57	0.51	0.61	0.41	0.38
Técnica metafisiaria	20	9	11	8	8	3	13	6	1

**Tabla 2**  
Resultados / Etiología

	CONGENITO	NO CONGENITO
Nº de procesos	13	12
Edad	7.66	12.8
Simetricos	6	0
Asimetricos	0	19
Alargamiento	7.08	8.66
Días totales	233.83	173.66
Días de alargamiento	91.5	85.5
Rata de maduración	0.64	0.68
Rata de distracción	0.86	0.97
Índice de maduración	0.56	0.51

**Tabla 3**  
Resultados / Técnica usada

	METAFISIARIA	DIAFISIARIA
Nº de procesos	20	5
Edad	8.55	14.66
Simetrico	6	0
Asimetrico	14	5
Alargamiento	8.05	9.33
Días totales	256.66	228.33
Días alargamiento	92.22	94
Rata de maduración	0.61	0.79
Rata de alargamiento	0.74	1.1
Índice de maduración	0.57	0.44

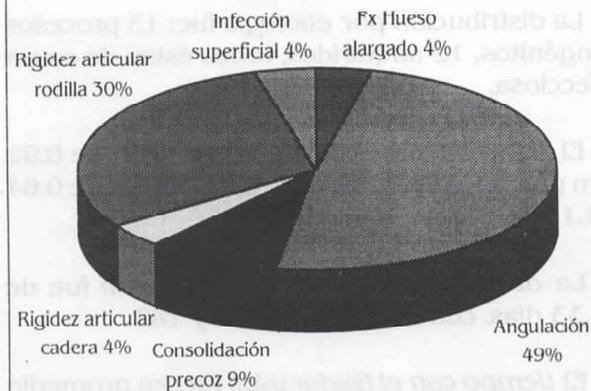
**Tabla 4**  
COMPLICACIONES TOTALES

		%
Fx Hueso alargado	1	4
Angulación	11	44
Consolidación precoz	2	8
Rigidez articular cadera	1	4
Rigidez articular rodilla	7	28
Infección superficial	1	4

**Tabla 5**  
CIRUGIAS ADICIONALES

	Nº	%
Osteoclasia por consolidación precoz	2	8
Manipulación por angulación o cambio del fijador	11	44
Artrolysis de rodilla	7	28
Cambio de clavos por fractura	1	4
No requieren cirugía adicional	4	16

**Complicaciones totales**



**Cirugías adicionales**

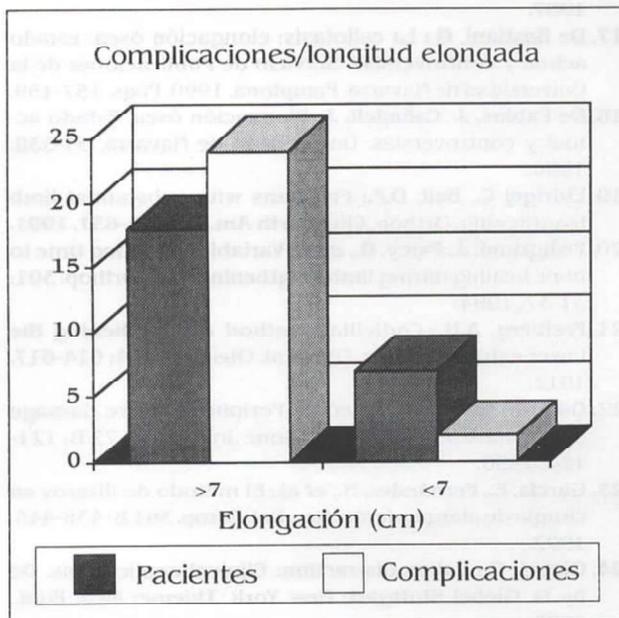
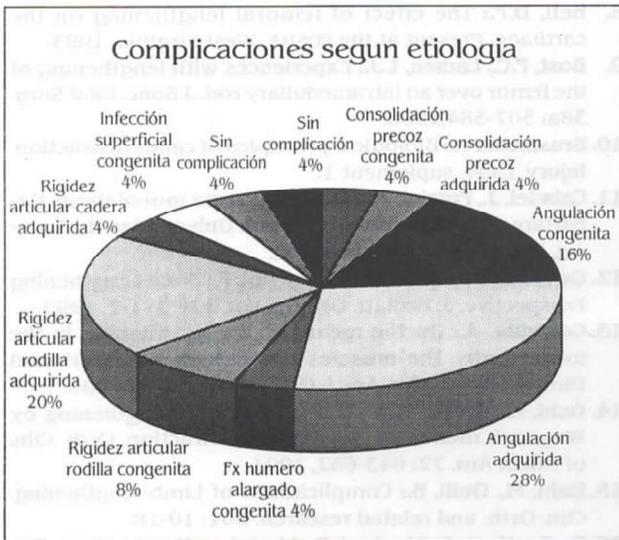


**Tabla 6**  
COMPLICACIONES / ETIOLOGIA

	CONGENITA		ADQUIRIDA	
	Nº	%	Nº	%
Consolidación precoz	1	4%	1	4%
Angulación	4	16%	7	28%
Fx humero alargado	1	4%	0	0%
Rigidez articular rodilla	2	8%	5	20%
Rigidez articular cadera	0	0%	1	4%
Infección superficial	1	4%	0	0%
Total	9	36%	14	56%

**Tabla 7**  
COMPLICACIONES POR LONGITUD ELONGADA

LONGITUD	CASOS	Nº COMPLICACIONES	PORCENTAJE
Menor 7 CM	7	2	28.5%
Mayor 7 CM	18	24	133.0%



### Discusión

En nuestra institución se realizaron alargamientos óseos tanto en hombres como en mujeres con similares resultados.

La utilización de longitud de elongación es uno de los parámetros objetivos más utilizados en la literatura mundial para evaluar el éxito del alargamiento. En nuestro trabajo fue utilizado para evaluar resultados, encontrando que a mayor longitud a elongar la probabilidad de presentar complicaciones se incrementaba cuando ésta sobrepasaba los 7 cm; lo cual concuerda con la literatura mundial.

Es importante recalcar el comportamiento de la elongación de acuerdo a la patología previa del paciente, ya que pacientes con alargamientos óseos simétricos (generalmente congénitos) toleraban mejor el alargamiento, tenían una más rápida consolidación del callo, pero presentaban una mayor demora en la distracción<sup>34, 25</sup>.

Con relación a la longitud a elongar, varía de acuerdo al segmento tratado, pero no contamos con una casuística que nos sirva para comparar debido a la diferencia de los segmentos elongados.

Dentro de las patologías por las cuales se tuvieron que realizar alargamientos se encontró una distribución similar en el número de casos congénitos como casos adquiridos, en estos últimos predominó la etiología infecciosa.

En cuanto a complicaciones de tejidos blandos encontramos rigidez articular de predominio en los pacientes de lesiones adquiridas, posiblemente siendo secuelas de la patología preexistente. En la literatura mundial se reportan mayores complicaciones en pacientes con patología asimétrica, resultados similares a los nuestros.

En nuestro trabajo encontramos diferencias significativas en cuanto a los índices de maduración con respecto a la edad del paciente; aunque los pacientes del grupo de edad entre tres y nueve años tuvieron una tasa de maduración cercana a la de los pacientes mayores de 16 años. En la literatura mundial se reporta que en pacientes mayores de 14 años los índices de maduración son mayores que los presentados en los anteriores grupos.

Nuestro porcentaje de infecciones fue inferior al de la literatura mundial, posiblemente por los controles periódicos y las indicaciones a los familiares de los riesgos que se corren con la presencia de una infección.

### Conclusiones

El parámetro actual más confiable para medir los resultados la osteogénesis distraccional es la cuantificación de la longitud de la elongación, puesto que los demás parámetros incluyen determinaciones subjetivas, como el momento en el cual se retira el tutor<sup>15</sup>; así como la magnitud y el porcentaje de elongación<sup>20</sup>. Sin embargo, la

importancia de la maduración del callo óseo es fundamental para la toma de decisión de en qué momento se dinamiza el tutor y en qué momento se retira el mismo.

La diversidad de diagnósticos, segmentos a elongar, y tipo de fijador, hacen difícil la comparación de resultados en diferentes series.

En nuestra serie contamos con un factor favorable para el análisis de los casos como lo es el de un solo tipo de fijador externo, y el mismo método quirúrgico.

No diferimos con respecto a la literatura mundial en lo que se refiere a la mayor incidencia de complicaciones en cuanto mayor es el paciente<sup>15,39</sup>.

Existió correlación entre el índice de maduración, y la magnitud de la elongación, en centímetros y porcentaje, aumentando éste, al existir mayor longitud de elongación; sin embargo esta correlación no fue estadísticamente significativa.

Tomando como referencia los parámetros considerados por Cañadell<sup>34</sup>, se observó un índice de maduración mayor en los pacientes elongados asimétricamente.

Se encontró que se presenta mayor índice de complicaciones cuando la longitud de elongación fue mayor de 7 cm.

Se debe insistir en un manejo integral del paciente con controles periódicos para poder modificar las complicaciones que se presentan en el curso del tratamiento.

## Bibliografía

1. **Abbott, L.C.:** The operative lengthening of the tibia and fibula. *J. Bone Joint Surg.* 9: 1298-152, 1927.
2. **Aguirre, M.:** Aspectos psicológicos de las personas de baja estatura. Elongación ósea: estado actual y controversias. Servicio de publicaciones de la Universidad de Navarra, Pamplona: 361-364, 1990.
3. **Aldegheri, R.:** *Callotasis.* *J. Pediatr Orthop.* 2: 11-15, 1993.
4. **Aldegheri, R. et al.:** The callotasis method of limb lengthening. *Clin. Orthop.* 241: 137-145, 1989.
5. **Allan, F.G.:** Bone Lengthening. *J. Bone Joint Surg.* 30b: 490-505, 1948.
6. **Aronson, J., Shen, X.:** Biological and clinical evaluation of distraction histogenesis. *Clin. Orthop.* 301. Ap 1994: 25-30.
7. **Barr, J.S., Ober, F.R.:** Leg lengthening in adults. *J. Bone Joint Surg.* 15: 674-678, 1933.

8. **Bell, D.F.:** The effect of femoral lengthening on the cartilage. Present at the POSNA, West Virginia, 1993.
9. **Bost, F.C., Larsen, L.J.:** Experiences with lengthening of the femur over an intramedullary rod. *J. Bone Joint Surg.* 38a: 567-584, 1956.
10. **Brustscher R.:** Biological principles of callus distraction. *Injury* 1994, suplement 1.
11. **Caladel, J., Forriol, F.:** Fijación externa monolateral. Departamento de Ortopedia Clínica. Universidad de Navarra, Pamplona. 1993. 161-201.
12. **Cañadell, J., Aquerreta, D., Forriol, F.:** Bone Lengthening Prospective. *J. Pediatr. Orthop.* Vol. 2 N° 1: 1-7, 1993.
13. **Codivilla, A.:** On the means of the lengthening in the lower limbs, the muscles and tissues are shortened through deformity. *Am J. Orth. Surg.* 2: 353, 1905.
14. **Dahl, M., Fisher, D.A.:** Lower extremity lengthening by Wagner's method and by callus distraction. *Orth. Clin. of North Am.* 22: 643-652, 1991.
15. **Dahl, M., Gulli, B.:** Complications of Limb lengthening. *Clin. Orth. and related research.* 301: 10-18.
16. **De Bastiani, J., Alegheri, R.:** Limb lengthening by callus distraction (callotasis). *J. Pediatr. Orthop.* 7: 129-134, 1987.
17. **De Bastiani, G.:** La callotasis: elongación ósea: estado actual y controversias. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra, Pamplona, 1990. Págs. 157-159.
18. **De Pablos, J., Cañadell, J.:** Elongación ósea. Estado actual y controversias. Universidad de Navarra, 51-538, 1990.
19. **Eldridge C., Bell, D.F.:** Problems with substantial limb lengthening. *Orthop. Clin. North Am.* 22: 625-631, 1991.
20. **Fishgrund, J., Paley, D., et al.:** Variables affecting time to bone healing during limb lengthening. *Clin. Orthop.* 301: 31-37, 1994.
21. **Freiberg, A.H.:** Codivilla's method of lengthening the lower extremity. *Surg. Gynecol. Obstetrics* 14: 614-617, 1912.
22. **Galardi, G., Cami, G., et al.:** Peripheral nerve damage during limb lengthening. *J. Bone Joint Surg.* 72 B: 121-124, 1990.
23. **García, E., Fernández, N., et al.:** El método de Ilizarov en cirugía de alargamiento. *Rev. Col. Ortop.* 361 B: 438-445, 1992.
24. **Giebel, G.:** Callus distraction: Clinical applications. De by G. Giebel Stuttgart; New York. Thieme; Med. Publ., 1992.
25. **Glorion, C., Pouliquen, J.C., et al.:** Femoral lengthening using callotasis method, study of the complications in a series of 70 cases in children and adolescents. *J. Pediatr. Orthop.* 161: 167, 1996.
26. **Green, S.A.:** Postoperative management during limb lengthening. *Clin. Orth. North Am.* 22: 723, 1991.
27. **Guidera, K.J., Hess, W.F. et al.:** Extremity lengthening: Results and complications with Orthofix system. *J. Pediatr. Orthop.* 11: 90-94, 1991.
28. **Hersenberg S.E.:** Knee range of motion isolated femoral lengthening. *Clin. Orthop.* 301: 49-54, 1994.
29. **Ilizarov, G.A.:** Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clin. Orthop.* 250: 8, 1990.
30. **Kenwright, J.:** A historical review of limb lengthening and bone transport. *Injury, Supl.* 2: 9-19, 1993.
31. **Kenwright, J., Springgins, T., Cunningham J.L.:** Response of the growth plate to distraction close to skeletal maturity. Is fracture necessary? *Clin. Orthop.* 1990; 50: 61-72.

