

Tesi doctoral presentada per En/Na

**Rosendo ULLOT FONT**

amb el títol

**"Alargamiento de fémur  
con resección de periostio.  
Estudio experimental en el conejo"**

per a l'obtenció del títol de Doctor/a en

MEDICINA I CIRURGIA

Barcelona, 14 de juliol de 1994.

Facultat de Medicina  
Departament d'Obstetrícia i Ginecologia,  
Pediatría, Radiologia i Medicina Física



UNIVERSITAT DE BARCELONA



## **IV DISCUSSION**

El animal escogido para realizar este trabajo experimental ha sido el conejo blanco de raza Nueva Zelanda y de sexo masculino. Esta elección ha sido debida a varios factores. Es un animal que permite obtener una muestra homogénea de estudio, dado que durante todo el año podemos adquirirlo con la misma raza y sexo, con edad y peso muy similares. El coste económico es también importante para la decisión en la elección del animal experimental. El conejo, por ejemplo, es mucho más asequible que el cordero o el perro, y permite utilizar fijadores externos más pequeños y baratos, dentro del coste elevado que tienen los fijadores externos.

Hay que recordar que el conejo tiene una elevada tasa de formación ósea, que es de 62-69 micras por día, en contraposición con el hombre, en quien es de 1,0-1,5 micras por día, siendo el perro bastante similar al hombre: 1,5-2,0 micras por día.

Ha sido utilizado el conejo en múltiples trabajos experimentales de alargamiento de extremidades: **HOUGHTON (1980)**, **DE BASTIANI (1986)**, **VAN ROERMUND (1987)**, **KOJIMOTO (1988)**, **NAKAMURA (1991)**, **ELMER (1992)** y **KERSHAW (1993)**. Todos estos trabajos son

bastante recientes en la literatura mundial y puede que se hayan tenido en cuenta los factores mencionados anteriormente.

La elección del segmento para practicar la elongación ha llevado a controversia. En los trabajos mencionados anteriormente se ha actuado a nivel de tibia o bien a nivel de fémur, pero cuando se ha practicado una osteotomía se ha utilizado la tibia, mientras que el fémur era el segmento elegido para las distracciones fisarias. Esto evidentemente está influido por la anatomía del fémur y por la potencia de los músculos del muslo. El fémur está en el plano sagital arqueado en sentido anterior. Esto dificulta la colocación de los tornillos autorroscantes en un mismo plano sin actuar en las corticales o muy cerca de ellas. La fuerza muscular en el muslo es capaz de hacer perder la estabilidad al fijador externo, produciendo angulaciones; que las fisuras pasen a fracturas, y pérdidas de elongación. Todo esto evidentemente lleva a hacer fracasar un trabajo experimental. En las distracciones epifisarias está claro que todo lo mencionado influye menos, por lo cual el fémur se utiliza en ellas; pero en el caso de la osteotomía el problema se agudiza, y, si no se utiliza un método que venza estas

dificultades, el fracaso será evidente, como hemos subrayado en el estudio previo a este trabajo experimental.

Toda esta problemática nos llevó a una metódica quirúrgica específica para su solución (colocación de los tornillos autorroscantes lo máximo posible de centrales en el plano sagital, cerclaje de ambos segmentos con alambres, bloqueo de los cabezales del fijador, etc), y así poder utilizar el fémur del conejo para el estudio experimental, dado que estas condiciones adversas las encontramos en la práctica clínica.

Numerosos trabajos dan gran importancia en el alargamiento de segmentos óseos a la práctica de una corticotomía para conseguir una buena osteogénesis en el hueso de elongación. **ANDERSON (1952)**, con sus perforaciones subcutáneas y posterior osteoclasis, es evidentemente su precursor, **KAWAMURA (1968)**, **ILIZAROV (1969)**, **MONTICELLI (1983)**, **DE BASTIANI (1987)** practica la corticotomía abierta, **DAL MONTE (1987)**, incluso **ILIZAROV (1983)**, indica que la corticotomía debe practicarse sin lesionar la circulación intramedular.

Esta afirmación de Ilizarov ha sido muy cuestionada. **PALEY (1988)** considera que la circulación intramedular se restablece rápidamente, aunque esté totalmente interrumpida. Para él, la corticotomía no es necesaria, e indica la práctica de una osteotomía completa. Esta indicación es aconsejada también por **KOJIMOTO (1988)**, **YASUI (1991)**. En el trabajo experimental se ha practicado una osteotomía completa con una pequeña sierra circular eléctrica sin enfriar con suero el momento de la osteotomía, pues se ha considerado que la práctica de una corticotomía no era básica para la consolidación del alargamiento, dado que la circulación intramedular se restablece rápidamente, como indica Paley, a pesar incluso de la lesión añadida que provoca la sierra circular por fricción y aumento de temperatura. Para **KOJIMOTO (1988)**, la lesión del endostio se recupera y no altera la consolidación del alargamiento.

La conservación de la integridad del periostio es básica para la osteogénesis en el hueso de elongación. Esta afirmación no produce controversias, como la práctica de corticotomía u osteotomía. Los estudios experimentales comparativos, como el de **KOJIMOTO (1988)**, indican que el periostio tiene una gran importancia para la formación adecuada del

callo. Incluso Kojimoto afirma que la elongación con extirpación del periostio no es viable. Nuestro trabajo está en contradicción con esta afirmación, siempre y cuando se establezcan unas condiciones de estabilidad máxima del fijador externo, para evitar la producción de tejido fibroso en el hueco de elongación, ya que este tejido es el que lleva al fracaso. Hay que recordar que la rigidez no influye en la consolidación endóstica, pero sí en la perióstica. Cuando utilizamos placas para la osteosíntesis interna, el callo endóstico es casi el único sistema de reparación que persiste, **RHINELANDER (1968)** y **OLERUD (1971)**. Aunque estemos de acuerdo en que la integridad del periostio es básica, podemos efectuar elongaciones óseas sin periostio, teniendo un porcentaje elevado de consolidación por callo endóstico, sin necesidad de aportar injertos óseos.

El retraso en el inicio de la distracción era empleado por **BOSWORTH (1938)** para permitir la curación de los tejidos blandos que habían sido liberados masivamente con el fin de permitir la elongación. **ABBOT (1939)**, entre las variaciones que introdujo, señala la de esperar 10 días antes de iniciar la elongación, con la producción de un excelente callo. **ANDERSON**

(1952) y **WAGNER (1971)** hacen una distracción inmediata. **ILIZAROV (1969)** indica esperar 5 a 7 días. **DE BASTIANI (1987)** es de la opinión de 10 días. La corriente actual es la de esperar, con un promedio de 8 días. En nuestro estudio se ha mantenido un retraso de 8 días en el inicio de la elongación. Vistos los resultados creemos que era el correcto. En los casos con fractura supracondilea de fémur se ha esperado hasta los 15 días, sin problemas de consolidación.

La estabilidad del fijador es básica para la formación de hueso, **ILIZAROV (1990)**. Esta aseveración de Ilizarov ha sido comprobada en este estudio. Sin la estabilidad del foco de elongación no podemos consolidar un alargamiento sin periostio.

El porcentaje de elongación está definido actualmente en 1 mm diario, subdividido en 1/4 de mm cada 6 horas. Introducido por **ILIZAROV (1969)** y seguido por **DE BASTIANI (1987)**. Otro factor importante es la lentitud en la elongación, siempre que no se produzca una consolidación precoz del alargamiento. Dado que la osificación endóstica es mucho mas lenta, hemos programado la elongación a 0,5 mm por día; pero la media de

elongación diaria de los 32 alargamientos practicados ha sido de 0,41 mm por día.

Los estudios experimentales de elongación de tibia en conejo, **KOJIMOTO (1988)**, **WHITE (1990)** y **YASUI (1991)**, indican una elongación de 0,5 mm por día. Ésta es ideal para alargamientos con conservación del periostio; no así en casos de extirpación del mismo, en que consideramos ideal la velocidad de 0,41 mm por día.

Hemos apreciado un intento de formación de un puente óseo en el segmento distal de localización posterointerna, que se ha iniciado por debajo del alambre, es decir que se inicia en zona donde existe periostio y no existe lesión ósea. Este puente óseo apareció en nuestro estudio el día 15,844 de promedio, en todos los casos excepto en uno que terminó en una no unión. Este puente óseo no ha intervenido en la consolidación del alargamiento. Hay que recordar que, para **HAM (1930)**, el hueso se unía por un puente óseo formado desde regiones de hueso sano y no lo hacía por los extremos fracturados, por estar necrosados.

En el hueco de elongación se ha formado una nebulosa cálcica. Ésta ha ido aumentando de densidad hasta llegar en algunos casos a la consolidación del alargamiento. El promedio de aparición de esta nebulosa ha sido en el día 24,313. En 3 casos no apareció: todos ellos terminaron en una no unión. En otro caso esta nebulosa fue mínima y no evolucionó: es el cuarto caso de no unión. De todo esto se deduce fácilmente que es importante la aparición de la nebulosa cálcica como factor pronóstico de consolidación.

La aparición de una zona radiolúcida central es un factor pronóstico de consolidación del alargamiento sin elongación del callo. En los casos de consolidación por elongación del callo, no se ha presentado esta zona radiolúcida central. La disminución progresiva de esta zona en los estudios radiológicos sucesivos es un factor pronóstico favorable con vistas a una consolidación. En los casos en que se ha presentado, el día de aparición promedio ha sido el 32.

La ecografía tiene un papel importante en la medición de la elongación, dado que podemos evitar exploraciones radiológicas para esta medición.

Debemos recordar las múltiples exploraciones radiológicas que se efectúan en el curso de un alargamiento de extremidades.

Si ecográficamente medimos el hueco de distracción, cuando se inicia la formación ósea en los extremos de los segmentos óseos la medición será inexacta, teniendo más importancia cuando elongemos segmentos pequeños como los metacarpianos, falanges, etc. Para evitar este problema hemos medido ecográficamente la distancia entre el 2º y 3er tornillo a los 8 días del proceso, que era de 2,3 cm, dado que se intentó colocar el fijador siempre con esta distancia entre estos dos tornillos. La primera medición servía de referencia. Luego, cada semana hemos repetido el proceso, comprobando que la medición era muy similar a la radiológica, con variaciones despreciables estadísticamente a pesar de movernos en mm. De todo esto, deducimos que la ecografía es, con la modificación empleada en este estudio, el método ideal para la medición de la elongación.

El papel del adhesivo de fibrina como ósteoinductor está en franca controversia. El adhesivo de fibrina tiene efecto ósteoinductor según **BÖSCH (1977)** y **MULLIKEN (1984)**. Para **ZILCH (1981)** no influye en la

formación ósea. La reparación ósea disminuye con la fibrina **OSBORN (1983)**. No hemos encontrado en la bibliografía su efecto en el alargamiento de extremidades.

Dado que practicaríamos una resección del periostio en nuestro estudio experimental, se consideró fiable el estudio del efecto osteoinductor del adhesivo de fibrina, y podía ser comparado con un grupo totalmente homogéneo. El adhesivo de fibrina se colocó en la zona desperiostizada de los fémures izquierdos de todos los conejos. El resultado del estudio demuestra que el Tissucol provocó un retraso en la formación ósea. Los casos de no unión, se dan por igual en ambos grupos.

Las complicaciones en los alargamientos de extremidades están presentes en todas las metodologías descritas, aunque actualmente son menores y menos graves. En nuestro estudio hemos tenido 4 tipos distintos de complicaciones, siendo la parálisis del nervio ciático la más grave. Hemos tenido 4 casos de parálisis, lo que representa el 12,5 % del total. En el momento de la eutanasia del animal se ha comprobado la integridad del nervio ciático en los casos de parálisis, por lo que ésta ha sido debida

seguramente a una compresión durante el acto operatorio. Dado que la media de complicaciones en los 32 alargamientos practicados es del 53,1 %, este estudio refleja lo indicado por numerosos autores en cuanto a las complicaciones, **ELDRIDGE (1991)**.

El estudio histológico ha sido básico para comprender el proceso de consolidación del alargamiento. En nuestro estudio hemos logrado 5 casos de consolidación por elongación del callo endóstico. El estudio histológico muestra el aspecto de un callo de fractura, es decir tejido óseo con tejido fibroso en cantidades variables, como describía **HAM (1930)**.

En los 10 casos de consolidación sin elongación del callo, la histología ha mostrado la presencia de tejido óseo, tejido cartilaginoso y tejido fibrocartilaginoso, todos ellos en proporciones variables.

En los 12 casos en vías de consolidación, histológicamente se aprecia tejido óseo en mínima proporción y, en casos menos avanzados, su ausencia, tejido cartilaginoso que ha iniciado o esta iniciando su paso a

tejido óseo, y tejido óseo en proporción marcada. Es algunos casos presencia de tejido fibroso en proporción leve.

De los 5 casos de no unión, hay 4 que presentan únicamente en el hueco de elongación la existencia de tejido fibroso como componente de un tejido de granulación . El otro caso corresponde a una pseudoartrosis, con tejido cartilaginoso maduro central, que no pasará nunca a tejido óseo.

La única pseudoartrosis presente en este estudio corresponde al caso número uno del grupo A. Seguramente fue debida a un problema de exceso de elongación, en un período del proceso que impidió el paso de tejido cartilaginoso a tejido óseo, quedando un tejido cartilaginoso maduro central, como componente de una cicatriz de cartílago.

Los casos de no unión, exceptuando la pseudoartrosis, son debidos a la pérdida de estabilidad del fijador.

Como resumen, podemos afirmar que el alargamiento por osteotomía diafisaria media de fémur en el conejo con extirpación de periostio, consolida si tenemos una fijación externa estable y la distracción se ha efectuado a razón de 0,41 mm/día.