

Estudio experimental comparativo de la osteotomía a cielo abierto y percutánea en la elongación ósea

A. ARRIEN, J. DE PABLOS y J. CAÑADELL

Departamento de Ortopedia. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra. Pamplona.

Resumen.—Se ha realizado un trabajo experimental sobre elongaciones femorales en corderos, planteado con los siguientes objetivos: 1) Determinar el abordaje (a "cielo abierto" o percutáneo) y nivel de osteotomía ideales en las elongaciones óseas y 2) Estudiar la integridad de las estructuras endomedulares tras las osteotomías percutáneas llamadas corticotomías. Se han utilizado 50 corderos machos de 2 meses de edad que se han agrupado según el tipo y nivel de osteotomía empleado para la elongación: percutánea metafisaria, percutánea diafisaria, abierta diafisaria y abierta metafisaria. Además, en otro grupo de 10 corderos se ha estudiado la integridad de los vasos endomedulares tras el intento de osteotomía cortical percutánea diafisaria. Las conclusiones han sido: 1) La osteotomía ideal para las elongaciones óseas es la realizada percutáneamente y de localización metafisaria. 2) La integridad de las estructuras endomedulares tras la osteotomía, no parece ser la responsable de las satisfactorias reconstrucciones obtenidas con el uso de osteotomías percutáneas.

Palabras clave: Elongación ósea. Osteotomía percutánea. Corticotomía. Compactotomía.

PERCUTANEOUS AND OPEN OSTEOTOMY IN BONE LENGTHENING. COMPARATIVE EXPERIMENTAL STUDY

Summary.—An experimental study on femoral lengthening in lambs has been performed with the following objectives in mind: 1) To determine the ideal technique and level of osteotomy in bone lengthening; 2) To assess the integrity of the intramedullary vessels after the so-called corticotomies. Fifty 2-month-old male lambs have been included in this experiment. Animal grouping has been made according to the type and level of the lengthening osteotomy performed: percutaneous metaphyseal, percutaneous diaphyseal, open diaphyseal and open metaphyseal. Another group of ten lambs has been included in order to assess the condition of the intramedullary vessels just after a percutaneous diaphyseal osteotomy. The main conclusions of this study are as follows: 1) The ideal technique and level of osteotomy for bone lengthening in lambs seem to be percutaneous and metaphyseal. 2) The satisfactory reconstructions of the lengthened segment observed using percutaneous osteotomies cannot be explained by the maintenance of the integrity of the intramedullary vessels after the osteotomy.

INTRODUCCIÓN

Uno de los temas más estudiados actualmente dentro de las elongaciones óseas es, precisa-

mente, la reconstrucción (consolidación) del segmento elongado y los factores que influyen sobre ella.

Por nuestra experiencia clínica hemos podido apreciar que hay varios factores que ejercen una influencia de mayor o menor magnitud en la rapidez y calidad de dicha consolidación. De estos factores podríamos destacar: la edad del

Correspondencia:

Dr.D. JULIO DE PABLOS FERNANDEZ
San Juan de la Cadena, 4-5ºD
31008 Pamplona

paciente, la etiología de la lesión ósea, la rigidez de la fijación y la técnica quirúrgica empleada y en los que, por tanto, el cirujano va a poder influir a través de su decisión terapéutica.

Concretamente, los objetivos del trabajo eran:

- Determinar el abordaje y nivel de osteotomía ideales para realizar una elongación ósea.

- Objetivar en la medida de lo posible la propiedad de los términos "compactotomía" (1,2) o "corticotomía" (3), propugnados para expresar un tipo de osteotomía empleada en los alargamientos en la que se trata de interrumpir la cortical del hueso manteniendo intactas las estructuras endomedulares.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del presente trabajo experimental se han utilizado 50 corderos machos de raza merina, de 2 meses de edad y peso variable entre 13 y 15 Kg.

En todos los casos el aspecto quirúrgico del experimento ha consistido en la realización de una elongación femoral mediante osteotomía, variable en cuanto al abordaje y nivel, y fijación-distracción progresiva con un aparato monolateral. La colocación de los fijadores-distractores se ha realizado siempre en condiciones de asepsia y bajo control radiológico. La distracción se ha iniciado en todos los casos en el segundo día de postoperatorio y se ha llevado a cabo sistemáticamente a razón de 2 veces 0,5 mm por día (1mm/día en total) hasta conseguirse 2 cm de elongación. Por tanto, el período de distracción ha durado 20 días. Posteriormente, si estaba previsto que el animal siguiera viviendo, se ha mantenido el aparato colocado, pero bloqueado durante 1 1/2 meses más, momento en que era retirado quedando el hueso sin protección externa alguna.

Los abordajes empleados para la osteotomía han sido dos:

- Percutáneo, utilizando una pequeña incisión cutánea (0,5-1 cm) y un osteotomo de 0,5 cm de ancho. Esta osteotomía se realizaba circularmente intentando de esta manera mantener intactos los tejidos endomedulares.

- Abierto, utilizando amplio abordaje femoral y sierra neumática.

En los referente al nivel de osteotomía empleado, éste ha sido bien diafisario o bien metafisario distal.

El aparato fijador-distractor empleado ha sido el prototipo experimental del Fijador Axial Dinámico (F.A.D.) (4) diseñado en la Universidad de Verona, cuyas características fundamentales son la monolateralidad y el fileteado cónico de los tornillos con que el aparato queda fijado al hueso.

La agrupación de los animales se ha llevado a cabo según el tipo y nivel de osteotomía empleado para la elongación:

- **Grupo I:** Osteotomía percutánea metafisaria (15 animales).

- **Grupo II:** Osteotomía percutánea diafisaria (10 animales).

- **Grupo III:** Osteotomía abierta diafisaria (15 animales).

- **Grupo IV:** Osteotomía abierta metafisaria (10 animales).

A su vez cada grupo era subdividido en varios subgrupos, de 5 animales cada uno, dependiendo del momento del sacrificio:

- **Subgrupo a:** Sacrificio justo al finalizar la elongación.

- **Subgrupo b:** Sacrificio 1 1/2 meses después de finalizar la distracción.

- **Subgrupo c:** Sacrificio 2 1/2 meses después de finalizar la distracción.

Este subgrupo c sólo se incluyó en los grupos I y III.

La valoración de los resultados se ha realizado mediante los siguientes estudios:

- Radiografías, del fémur intervenido en proyección antero-posterior y lateral cada semana durante la fase de distracción y cada 15 días después hasta el momento del sacrificio. Preoperatoriamente e inmediatamente "post-mortem" se han realizado radiografías comparativas de ambos fémures en cada cordero.

- Histología del segmento elongado "post-mortem" mediante tinciones de Hematoxilina-Eosina y Tricrómico de Masson.

En este trabajo, se ha añadido finalmente un grupo de 10 corderos de las mismas características que los 50 anteriores, para llevar a cabo un estudio angiográfico del fémur antes y después de la osteotomía percutánea. En estos corderos, debidamente anestesiados, se ha procedido a la inyección intraaórtica de una suspensión de Azul Berlín y contraste yodado hidrosoluble con el fin de visibilizar los vasos endomedulares femorales, momento en que se hacía una radiografía. Seguidamente, se procedía a sacrificar el animal con una inyección de 5 mEq de cloruro potásico y a la realización de una osteotomía percutánea diafisaria tras lo cual se radiografiaba de nuevo el fémur intervenido, tratando de observar el estado de los vasos endomedulares tras dicha osteotomía.

RESULTADOS

Estudio Radiológico

A) *Grupo I (Osteotomía percutánea metafisaria).*

En el subgrupo I a, es decir, animales sacri-

ficados justo después de finalizar la fase de distracción, el segmento elongado mostraba un área radiotransparente central y se hallaba flanqueado por un tejido calcificado en sus extremos. Además, en su zona central, podían observarse pequeñas calcificaciones diseminadas (Fig. 1 a).

En los animales sacrificados 1 1/2 meses después de la distracción (subgrupo I b) el segmento elongado estaba totalmente ocupado por tejido homogéneamente calcificado.

En el subgrupo I c, animales sacrificados 2 1/2 meses después de la distracción, el segmento elongado se hallaba completamente calcificado y además mostraba claros signos de remodelación (tubulización).

B) Grupo II (Osteotomía percutánea diafisaria).

En el subgrupo II a, las imágenes radiológicas del segmento elongado eran similares a las observadas en subgrupo I a, sin embargo, las calcificaciones observadas en sus extremos eran de menor tamaño y densidad. Por otro lado, en tres de los cinco animales el tejido calcificado era más patente en el lado interno femoral, precisamente el lado opuesto al distractor (Fig. 1b).

En el subgrupo II b, como en el II a, el segmento elongado podía observarse totalmente calcificado, pero con un aspecto estriado longitudinal en su interior.

C) Grupo III (Osteotomía abierta diafisaria).

En los animales pertenecientes al subgrupo III a, el segmento elongado podía observarse como un área radiotransparente con discretos indicios de calcificación en zonas aisladas de sus extremos (Fig. 1c).

En el segmento elongado de los animales pertenecientes al subgrupo III b podían observarse claramente áreas de calcificación aunque coexistiendo con zonas radiotransparentes.

En el subgrupo III c, en cuatro animales, podía observarse consolidación de la zona de elongación pero los signos de remodelación observados en el subgrupo I c eran prácticamente inexistentes. En el caso restante permanecía una situación radiológica de no-uniión en la zona de elongación.

D) Grupo IV (Osteotomía abierta metafisaria).

En el subgrupo IV a, las imágenes radiológicas que ofrecía el segmento elongado eran prácticamente superponibles a las observadas en el subgrupo III a.

Finalmente, en el subgrupo IV b, podía apreciarse un área de elongación que se hallaba parcialmente ocupada por un tejido estriado longitudinalmente similar al observado en el subgrupo II b (Fig. 1d).

Estudio Histológico

1) Grupo I (Osteotomía percutánea metafisaria)

En el subgrupo Ia, el segmento elongado presentaba macroscópicamente una morfología cilíndrica cuyos márgenes quedaban claramente delimitados por una fina membrana fibrosa. Microscópicamente dicho segmento se hallaba ocupado, en su porción central, por un tejido fibroso reparativo y en sus extremos por un tejido óseo inmaduro (Fig 2a). El tejido fibroso reparativo mencionado estaba constituido fundamentalmente por células mesenquimales fusiformes y por fibras de colágeno dispuestas paralelamente entre sí y paralelas, a su vez, a la dirección de la distracción. Además era muy destacable la gran profusión de vasos sanguíneos que podía apreciarse en su interior, dispuestos entre las fibras de colágeno (Fig 2b). El tejido óseo inmaduro ubicado en los extremos del área de elongación, provenía directamente del tejido fibroso reparativo mencionado sin que hayan sido observadas células cartilaginosas intermedias como sucede en la osificación de tipo endocranal. Por ello, la osificación que se da en este subgrupo, podría ser considerada como un tipo particular de osificación desmal o intramembranosa.

El segmento elongado, en el subgrupo Ib, estaba totalmente ocupado por tejido óseo esponjoso muy laxo y de aspecto inmaduro, excepto en la periferia, donde la osificación recordaba a la osificación perióstica, adquiriría mayor densidad.

En el subgrupo I c, podemos ya hablar de segmentos de elongación histológicamente reconstruidos prácticamente "ad integrum". De hecho, podía apreciarse una avanzada remodelación morfológica del área de elongación, tanto macroscópica (embudización) como microscópica (corticalización periférica) (Fig. 2 c).

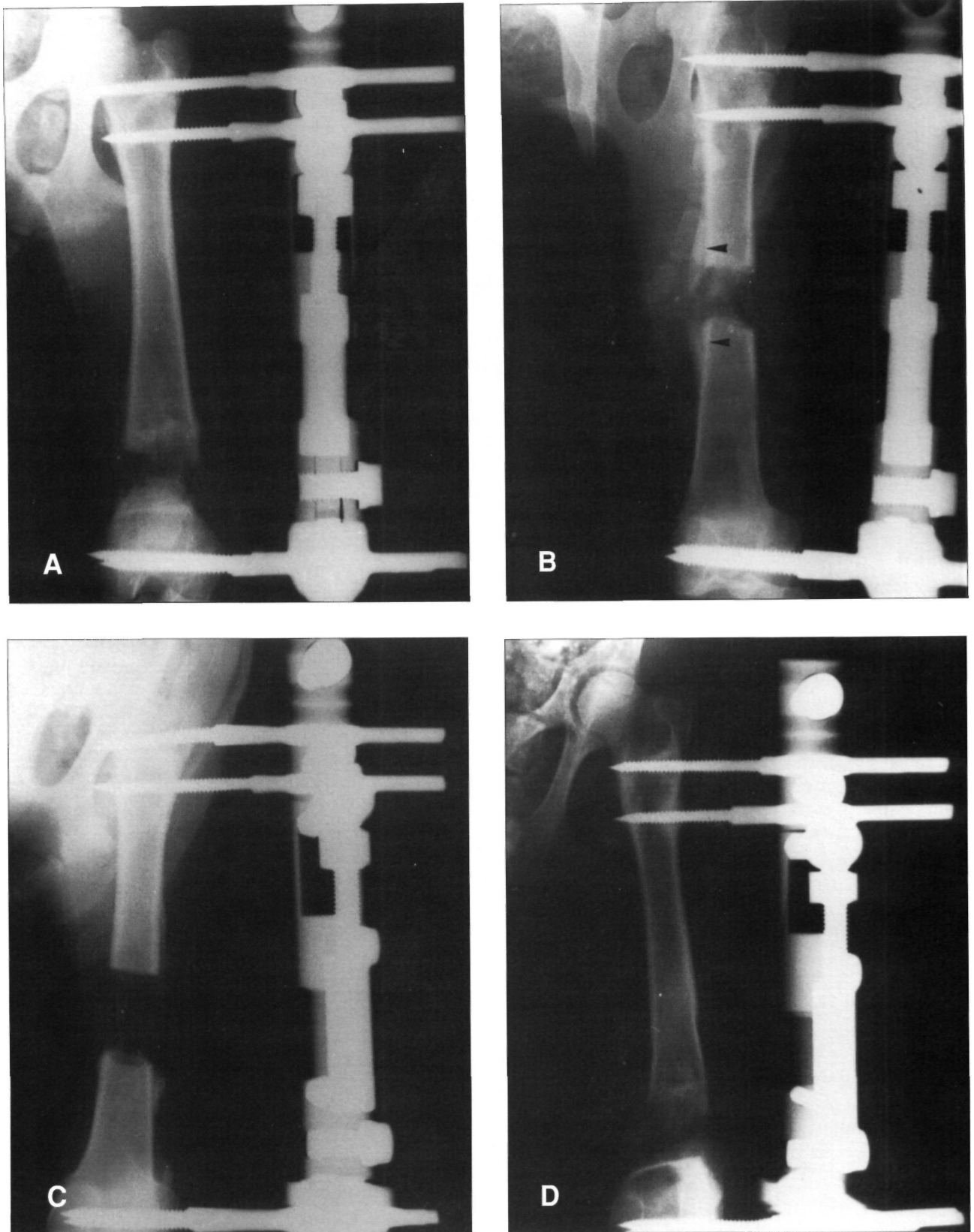


Figura 1. Estudio radiológico, 20 días postoperatorio. Elongación mediante osteotomía: a) Percutánea metafisaria. Imagen radiológica de densidad ósea en relación con los extremos del foco de elongación, b) Percutánea diafisaria. Importante osificación en el lado del hueso opuesto al fijador en relación al resto del foco (flechas), c) Abierta diafisaria. Osificación prácticamente nula, d) Abierta metafisaria. Imagen intermedia entre las observadas en b y c en los referente a la osificación del foco.

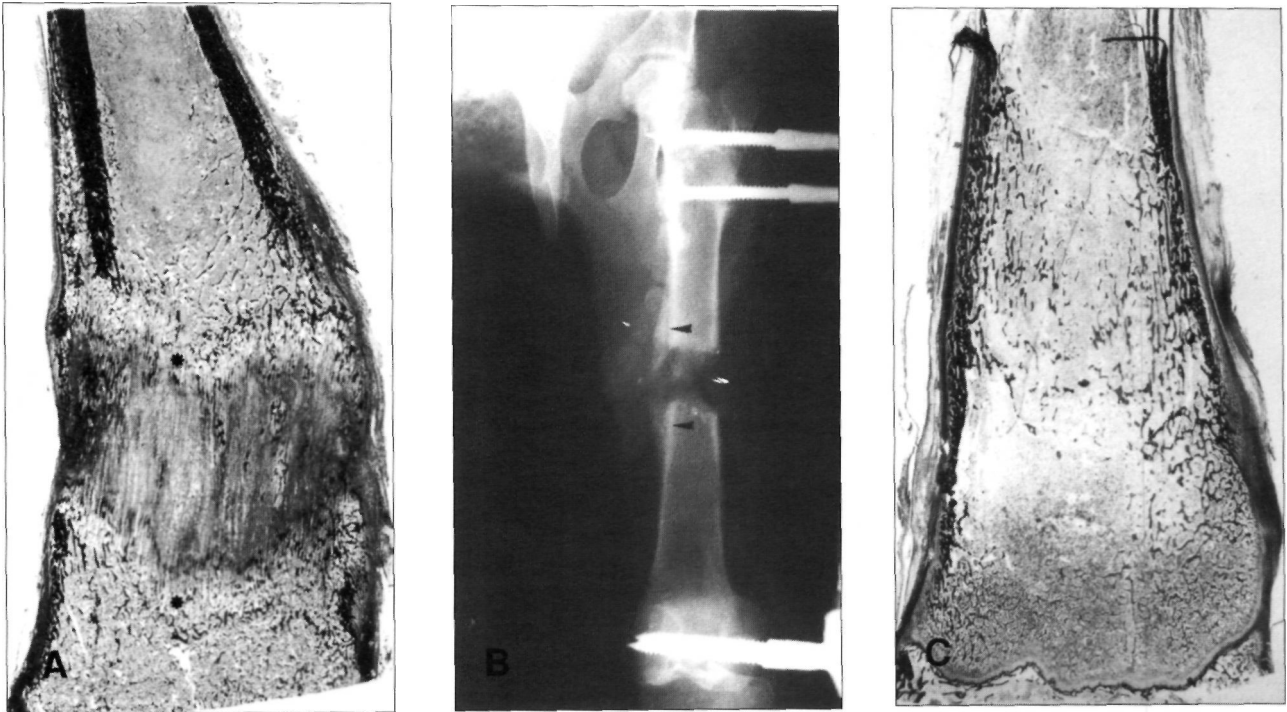


Figura 2. Grupo I. Estudio histológico. Tricrómico de Masson. a) Panorámica, 20 días postoperatorio. Se pueden apreciar dos frentes de osificación reparativa, proximal y distal, en los extremos del foco de elongación (asteriscos), b) Foco de elongación, 20 días postoperatorio (x40). Vasos visualizados con Azul Berlín que se disponen entre las fibras de colágeno siguiendo el sentido longitudinal de la distracción, c) Panorámica, 9 semanas postoperatorio. El foco de elongación está ocupado prácticamente en su totalidad por trabéculas óseas. Puede, también, apreciarse una fina corticalización marginal.

2) Grupo II (*Osteotomía percutánea diafisaria*).

En el subgrupo II a las diferencias histológicas con respecto al área de elongación del subgrupo I a, son escasas. Sin embargo, es de destacar la importante osificación perióstica observada en el lado interno femoral en tres de los animales de este subgrupo (Fig. 3a). También, en estos animales, la osificación observada en los extremos del foco de elongación era de tipo desmal.

En el subgrupo II b, pudo apreciarse consolidación constante con una densificación ósea periférica y práctica desaparición de tejido óseo en el interior del foco de elongación lo que refleja un proceso de remodelación muy activo a ese nivel. El hueso ahí formado era, en todo caso joven y relativamente laxo. También, en el segmento elongado de este subgrupo, se ha observado una actividad osteogénica perióstica claramente mayor en el lado interno femoral, el opuesto al distractor, en cuatro de los cinco animales (Fig. 3b).

3) Grupo III (*Osteotomía abierta diafisaria*).

En el subgrupo III a destaca, sobre todo comparado con los subgrupos homólogos ante-

riores, la morfología externa del foco de elongación, bicóncava, y la escasísima actividad osteogénica reparativa observada a ese nivel (Fig. 4a). Además, la membrana periférica que envuelve dicho foco es prácticamente inexistente y las fibras del tejido que ocupa su interior no guardan el paralelismo apreciado en los subgrupos I a y II a (Fig. 4b).

En el subgrupo III b, aunque ya existe un proceso franco de osificación a nivel de ambos extremos del segmento elongado, y también en su periferia, en ninguno de los animales se ha llegado a la consolidación. También en tres de los cinco animales de este subgrupo se ha podido apreciar en el foco de elongación una osificación más activa en el lado interno del fémur elongado (Fig. 4c). En estos animales, a diferencia de aquellos intervenidos mediante osteotomía percutánea, coexisten procesos de osificación desmal y encondral en el foco de elongación.

En el subgrupo III c, excepto en un caso que presentaba una imagen histológica clara de nonunión, en el resto de los segmentos elongados podía apreciarse una situación de consolidación aunque sin la actividad de remodelación (tubulización) observada en el subgrupo I c.



Figura 3. Grupo II. Estudio histológico panorámico. Tricrómico de Masson. a) 20 días postoperatorio. Importante neoformación ósea, en el lado opuesto al fijador (flechas), a expensas fundamentalmente del periostio, b) 9 semanas postoperatorio. La osificación es completa en todo el foco de elongación. También se aprecia una osificación asimétrica, mayor en el lado opuesto al fijador.

4) Grupo IV (*Osteotomía abierta metafisaria*).

En el subgrupo IV a, el segmento elongado presentaba una morfología troncocónica con márgenes periféricos poco definidos. A diferencia de en el subgrupo IIIa en estos animales sí que podía observarse una zona de elongación ocupada por un tejido fibroso reparativo cuyas fibras y vasos quedaban dispuestos en la dirección de la distracción. Además en sus extremos podían apreciarse indicios de osificación sobre todo de tipo desmal, aunque no era infrecuente observar también a ese nivel islotes de cartílagos en proceso de osificación (Fig. 5).

En el subgrupo IV b, hemos podido observar

una avanzada situación de reconstrucción del segmento elongado, todavía con tejido fibroso en la zona más central. La osificación es en su mayoría de tipo desmal aunque pueden también apreciarse zonas de osificación endcondral, fundamentalmente en las áreas más alejadas de la periferia.

Angiografía

Con respecto al grupo de 10 animales en que se realizó estudio angiográfico femoral (Fig. 6a), hemos podido observar cómo en 9 de ellos los vasos endomedulares quedaban interrumpidos tras la osteotomía percutánea (Fig. 6b), mientras que en sólo un caso permanecían en continuidad (Fig. 6c).

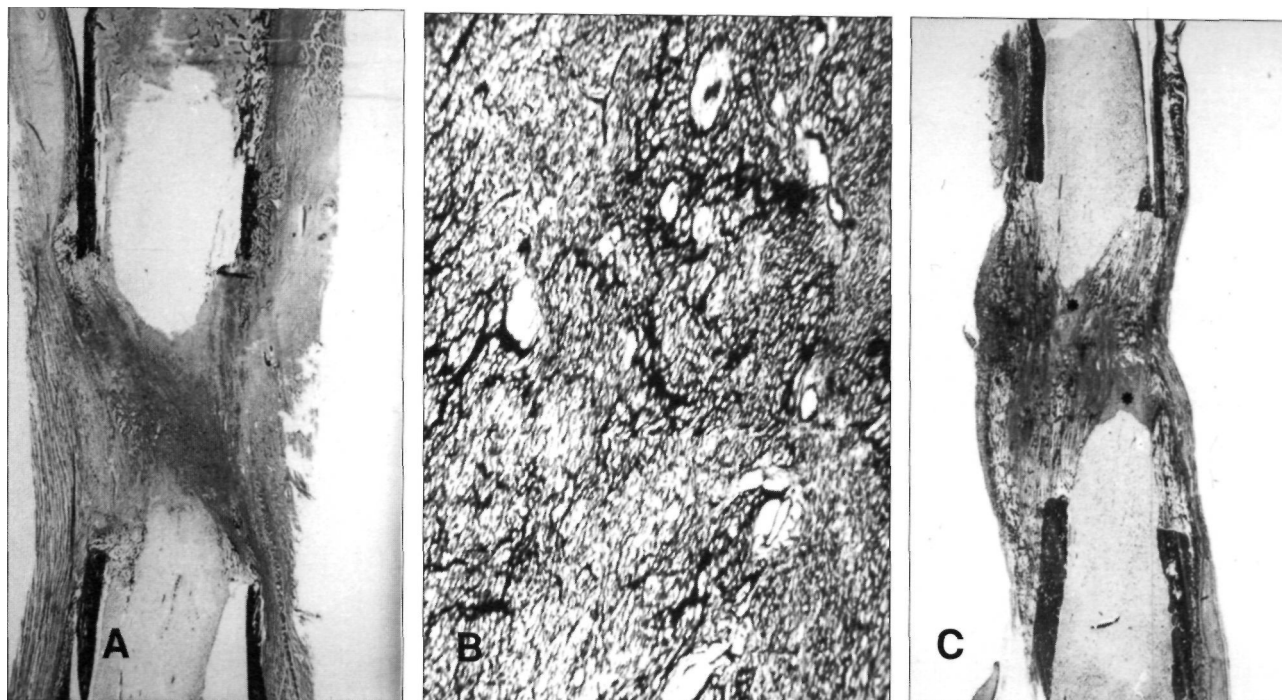


Figura 4. Grupo III. Estudio histológico. Tricrómico de Masson. a) Panorámica, 20 días postoperatorio. Foco de elongación de aspecto bicóncavo. Sus márgenes no se encuentran bien delimitados por una estructura de tipo perióstico. b) Foco de elongación, 20 días postoperatorio (x40). Disposición desordenada de las fibras de colágeno en el foco de elongación, c) Panorámica, 9 semanas postoperatorio. En la zona central del foco de elongación quedan áreas de tejido fibroso todavía sin osificar (asteriscos).

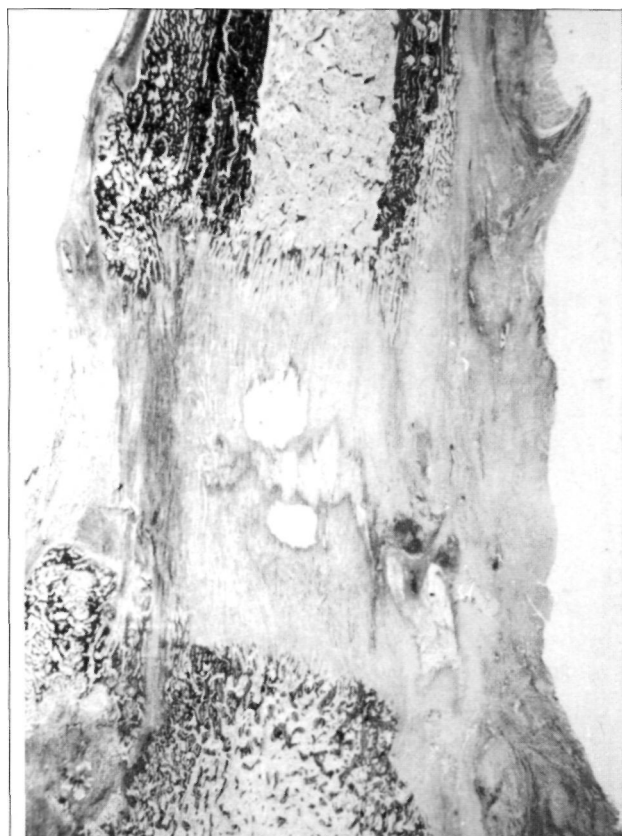


Figura 5. Grupo IV. Estudio histológico panorámico, 20 días postoperatorio. Tricrómico de Masson. Foco de elongación con incipientes signos reparativos en ambos extremos y bordes mal definidos.

DISCUSIÓN

Tanto en nuestra experiencia clínica (5) como en la de otros autores, en la elongación ósea mediante osteotomía y distracción, existen unos cuantos factores de carácter técnico que ejercen una mayor o menor influencia en la reconstrucción del segmento elongado. Entre ellos podríamos destacar:

- Localización de la osteotomía en la metáfisis o cercana a ella (3)
- Conservación, en la medida de lo posible, de las partes blandas adyacentes a la zona de osteotomía (6,7,8).
- Realización de la osteotomía con instrumentos poco traumatizantes, como escoplos, evitando sierras oscilantes (9,10,11).
- Inicio de la distracción diferido unos días después de realizada la osteotomía (12).
- Mantenimiento de un ritmo de distracción adecuado -raramente mayor de 1 mm/día- y constante, evitando distracciones bruscas (1,2).

En la primera parte de este trabajo experimental hemos querido ahondar en los tres primeros factores, es decir, en el donde, cómo y con qué de las osteotomías de elongación.

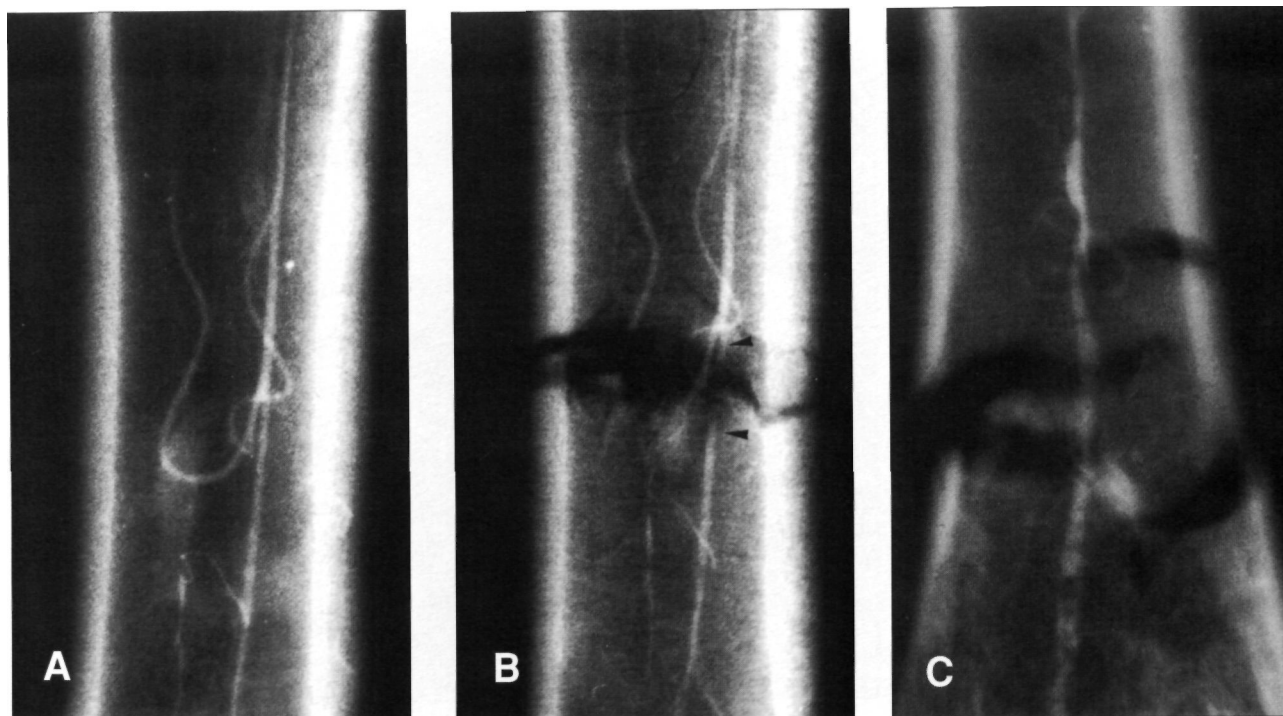


Figura 6. Estudio angiográfico. a) Situación previa a la osteotomía. Inmediatamente después de la osteotomía percutánea. b) Vasos intramedulares interrumpidos (flechas), c) Vasos intramedulares en continuidad.

Nuestros resultados mostraban una diferencias claras según la técnica empleada para la osteotomía de elongación. Radiológicamente, había una mayor rapidez de calcificación del segmento elongado en las elongaciones mediante osteotomía percutánea. Este proceso radiológico de calcificación comienza precozmente en ambos extremos de la zona de elongación y, con el paso del tiempo, tiende a confluir en el centro. El que se haya dado en llamar pseudo-cartílago de crecimiento a la interzona que queda entre los dos frentes de osificación, carece, en nuestra opinión, de todo fundamento científico (13).

Las diferencias radiológicas no han sido tantas según la localización de la osteotomía aunque aparentemente ha existido mayor actividad regeneradora en las elongaciones metafisarias que en las diafisarias.

Un hecho que nos impresionó fue que, independientemente de la técnica de elongación empleada, la zona de elongación presentaba, de forma casi constante, signos de reconstrucción más avanzada en el lado opuesto al fijador. Esto hacía que, sobre todo en los subgrupos de animales sacrificados a los 45 días de finalizada la distracción, pudieramos observar radiológicamente una zona de elongación calcificada en forma de "C". Para explicar este fenómeno tene-

mos dos hipótesis que todavía no hemos podido confirmar ni descartar experimentalmente. En primer lugar la mayor elasticidad de la fijación en el lado opuesto al aparato, pudiéndose crear ahí un efecto de dinamización axial (14) y por el otro lado, la menor agresión a las partes blandas, sobre todo del periostio, en el lado opuesto al fijador ya que la incisión cutánea para la osteotomía quedaba siempre en el lado próximo al aparato.

Desde el punto de vista histológico, la reconstrucción del segmento elongado consta de las siguientes fases: 1ª hematoma que se organiza rápidamente, 2ª sustitución de este tejido hemático por un tejido fibroso reparativo y 3ª osificación del segmento elongado. Cuando comparamos histológicamente las diferentes técnicas observamos que en las elongaciones mediante osteotomía percutánea (grupos I y II) la osificación de la zona de elongación era esencialmente desmal, mientras que en las practicadas mediante osteotomías a cielo abierto (grupos III y IV) coexistían zonas de osificación desmal con otras de osificación endcondral. En los grupos de osteotomía percutánea los márgenes de la zona de elongación están además, mejor delimitados y las fibras de colágeno del tejido fibroso reparativo muestran una disposición paralela entre sí y siguen la dirección de la distracción más

ordenadamente que en los grupos de osteotomía a cielo abierto. El tejido fibroso reparativo presenta una impresionante riqueza de vasos y células fusiformes que se disponen de forma análoga a las fibras de colágeno.

Aunque más indirectamente también se podía desprender de este estudio que realizar la osteotomía con instrumental menos traumatizante (osteotomo) es preferible a hacerlo con sierra oscilante puesto que, esta última, puede producir lesiones térmicas en los extremos de la osteotomía. A este respecto se han obtenido resultados similares en la escuela siberiana de Kurgan dirigida por Ilizarov (15) y otras (9,11).

La remodelación ósea en la reconstrucción de la zona de elongación tras osteotomía percutánea ha sido estudiada por Peltonen y cols (16) en un trabajo experimental realizado en ovejas. Al mismo tiempo que están básicamente de acuerdo con lo mencionado más arriba sobre la histología de la consolidación en este tipo de elongaciones óseas, en ese trabajo se insiste sobre la rápida remodelación que se opera en el segmento elongado. Más concretamente, observan en sus animales una remodelación del canal medular (tubulización) a las 16 semanas del postoperatorio, lo cual también era visible, aunque de un modo inicial, en nuestros casos de osteotomía percutánea ya desde las 11 semanas postoperatorias. Esta rápida remodelación en este tipo de elongación probablemente sea responsable de una importante resistencia a la deformación del segmento elongado desde tempranas fases de su consolidación.

Los objetivos fundamentales de la segunda parte de este trabajo eran valorar la integridad de los vasos endomedulares tras las osteotomías percutáneas y su posible significado.

A este respecto, el estudio angiográfico realizado en el postoperatorio inmediato en 10 corderos sometidos a osteotomía percutánea diafisaria mostró en 9 animales una interrupción de los vasos endomedulares femorales. Por lo tanto, sólo en uno de ellos, esos vasos se hallaban intactos tras la osteotomía.

Esto, lógicamente, nos hace pensar que los mejores resultados obtenidos con el uso, las osteotomías percutáneas no deben explicarse, esencialmente, por la conservación de los vasos endomedulares, sino más bien, por la menor agresión quirúrgica provocada con esta técnica,

ya que evita lesiones innecesarias a estructuras tan importantes como son los músculos, extremos óseos y, sobre todo, el periostio.

Para fundamentar esta afirmación que, entre otras cosas, contradice en su esencia las ideas de Ilizarov (10), nos gustaría hacer hincapié en los siguientes puntos:

1. En primer lugar, y aún haciéndolo con máximo cuidado, tras la osteotomía percutánea la integridad de los vasos endomedulares parece conseguirse en un mínimo porcentaje de casos.

2. Aún y cuando se consiguiese, trabajos experimentales realizados con rigor científico demuestran que la integridad de las estructuras periósticas (sobre todo el periostio mismo) es de mucha mayor importancia que la de las endósticas en la reconstrucción de la zona de elongación ósea (8). Además, Cavadias y Trueta (17), observaron que una lesión traumática de la arteria nutricia endomedular estimulaba la circulación perióstica, invirtiendo la dirección del flujo sanguíneo que se hacía, de ese modo centrípeto.

3. Finalmente, otros trabajos experimentales realizados en perros por DeLafortrie (18), además de estar de acuerdo con los mencionados de Kojimoto y cols. (8) en lo que respecta a la importancia del periostio, muestran que, tras la osteotomía, se produce una recanalización medular en la primera semana del postoperatorio aunque los vasos hubieran quedado seccionados. Esto significa probablemente, que diferir unos días la distracción tras la osteotomía es mucho más práctico que gastar tiempo extra durante la cirugía para intentar algo -la integridad de los vasos medulares- que, además de no tener aparentemente gran importancia "per se", probablemente no lleguemos a conseguir.

Por todo ello, cuando nos referimos a esta técnica preferimos utilizar el término "osteotomía percutánea" más que los de "compactotomía" (1,2) o "corticotomía" (3), sobre todo este último, tan difundidos actualmente.

CONCLUSIONES

Como resumen de lo anteriormente expuesto podríamos destacar las siguientes conclusiones:

1. Tanto el abordaje (sobre todo), como el nivel a que se realiza la osteotomía de elongación, parecen ejercer una influencia significativa

en la reconstrucción del segmento elongado. En este experimento, la técnica más idónea ha sido la elongación mediante osteotomía percutánea metafisaria seguida, por este orden, de la elongación mediante osteotomía percutánea diafisaria, abierta metafisaria y abierta diafisaria.

2. La integridad de las estructuras endometriales tras la osteotomía, a parte de ser un hecho cuestionable, no parece ser la responsable de las satisfactorias reconstrucciones obtenidas con el uso de osteotomías percutáneas en las elongaciones óseas.

Bibliografía

1. **Iizarov GA, Deviatov AA.** Operative elongation of the leg. *Ortop Travmatol Protez.* 1969; 30: 32-7.
2. **Iizarov GA, Deviatov AA.** Operative elongation of the leg. *Ortop Travmatol Protez.* 1971; 32: 20-33.
3. **Monticelli G, Spinelli R.** Allungamento degli arti mediante corticotomia a cielo chiuso. *G Ita Ortop Traum.* 1983; 9: 139-52.
4. **De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Bribio L.** Fissatore esterno assiale. *Chir Organi Mov.* 1979; 65: 287-93.
5. **De Pablos J, Cañadell J.** Elongación de miembros inferiores. Experiencia en la Clínica Universitaria de Navarra. *Rev Med Univ Navarra.* 1987; 31: 43-52.
6. **Anderson WV.** Leg lengthening. *J Bone Joint Surg.* 1952; 34B: 150.
7. **Kawamura B, Hosono H, Takahasi T, Yano T, Kobayashi Y.** Limb lengthening by means of subcutaneous osteotomy. *J Bone Joint Surg.* 1968; 50A: 851-65.
8. **Kojimoto H, Yasui N, Goto T, Matsuda T, Shimomura Y.** Bone lengthening in rabbits by callus distraction. The role periosteum and endosteum. *J Bone Joint Surg.* 1988; 70B: 543-9.
9. **Alho A, Berg G, Karaharju E, Armond I.** Filling of a bone defect during experimental osteotaxis distraction. *Acta Orthop Scand.* 1982; 53: 29-34.
10. **Iizarov G, Shreiner AA.** A new method of closed flexion osteoclasis. *Ortop Travmatol Protez.* 1979; 40: 9-21.
11. **Monticelli G, Spinelli R.** L'osteogenesi riparativa in corso di distrazione. *G Ita Ortop Traum.* 1986; 12: 45-54.
12. **De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Bribio L, Triviella G.** Limb lengthening by callus distraction (callotaxis). *J Pediatr Orthop.* 1987; 7: 129-34.
13. **Paley D.** Current techniques of limb lengthening. *J Pediatr Orthop.* 1988; 8: 73-92.
14. **Goodship AE, Kenwright J.** The influence of induced micromovement upon healing of experimental tibial fracture. *J Bone Joint Surg.* 1985; 67B: 650-5.
15. **Ledeyev V, Iizarov G.** Regeneration of the bone tissue of the diaphysis under different conditions of osteosynthetic traction. Experimental study. *Exp Chir.* 1975; 2: 13-27.
16. **Peltonen J, Karaharju E, Aalto K, Alitalo I, Hietaniemi K.** Leg lengthening by osteotomy and gradual distraction: an experimental study. *J Pediatr Orthop.* 1988; 8: 509-12.
17. **Cavadias AX, Trueta J.** An experimental study of the vascular contribution to the callus of fracture. *Surg Gyn Obst.* 1986; 120: 731-47.
18. **Delafortrie G.** 1988: Citado por Paley D (17).