

Metodología de la osteogénesis en compresión en pseudoartrosis sépticas de los miembros en la infancia

SEGUNDA PARTE

*HORACIO MISCIONE, *CLAUDIO PRIMOMO, **JUAN PISTANI y *MARTÍN D'ELIA

*Hospital de Pediatría "Profesor Dr. J. P. Garrahan", Buenos Aires

**Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires

RESUMEN: En esta segunda parte del trabajo el objetivo es mostrar los resultados alcanzados en el tratamiento de 18 pacientes de edad pediátrica con pseudoartrosis sépticas de los huesos largos. Para su tratamiento se utilizaron los principios de la escuela creada por G. Ilizarov, que consiste en limpieza superficial del foco, colocación del fijador externo y realización de compresión sucesiva. Se busca lograr la eliminación de secuestros y tejidos necróticos, la curación de la infección clínica, la corrección del eje del miembro tratado y la consolidación del foco lesional. Se describe el método aplicado, basándose en la experiencia previa desarrollada en 10 animales con pseudoartrosis sépticas y asepticas, descrita en la primera parte del trabajo.

Se analizan en la discusión las distintas etapas del método con sus resultados y las conclusiones se comparan con la bibliografía publicada destacándose las ventajas del tratamiento utilizado.

PALABRAS CLAVE: Pseudoartrosis. Ilizarov. Séptica. Compresión.

METHODOLOGY OF COMPRESSION OSTEOGENESIS IN SEPTIC PSEUDOARTHROSIS OF LONG BONES IN INFANCY

ABSTRACT: In the second part of this research work, our purpose is to show the results in 18 patients treated for long bones septic pseudoarthrosis. The treatment was based on the principles described by G. Ilizarov: superficial toilette, the placement of an external fixator and subsequent compression. The purpose of this method is to eliminate sequestrums, necrotic tissues, to heal clinic infections, to correct the treated axis and the healing of the lesion. We present the development of the applied method on the basis of our previous experience in 10 animals with septic and aseptic pseudoarthrosis described in the first part of this research paper.

In the discussion, the different phases of this method are analyzed including results and conclusions. We compared our research with the published literature/bibliography that stresses the importance of this method.

KEY WORDS: Pseudoarthrosis. Ilizarov. Septic. Compression.

Material y métodos

Entre enero de 1987 y enero de 1998 en el Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital de Pediatría Dr. J. P. Garrahan se protocolizó un tratamiento para los pacientes con pseudoartrosis provocadas por sepsis en los miembros superiores o inferiores, basado en la teoría de la osteogénesis en compresión.

El grupo de estudio estaba constituido por 18 pacientes: 3 mujeres (17%) y 15 varones (83%).

El promedio de edad del grupo en estudio fue de 10 años y 4 meses en el momento de la consulta, con rango entre 6 meses de vida y 16 años y 9 meses.

El tratamiento se realizó en 19 huesos largos, con distribución en el esquema corporal de 42% en el fémur (8 pacientes), 53% en la tibia (10 pacientes) y 5% en el húmero (1 paciente).

La ubicación dentro del segmento óseo fue metafisaria en el 58% de los casos (11 pacientes) y diafisaria en el 42% (8 pacientes).

La forma de comienzo fue en 8 pacientes (44%) traumático, con antecedentes de fractura expuesta y en 10 pacientes (56%) secundario a un foco infeccioso, con diseminación por vía hematogena (Figs. 1 a 6).

En este último grupo, con diseminación alejada, sólo 4 pacientes presentaron artritis con posterior compromiso metafisario (osteoartritis).

El germen identificado en el 95% de los pacientes del grupo fue *Staphylococcus aureus* mientras que en el otro 5% se distribuyó entre *Haemophilus* y *Enterobacter* y un sólo caso de lesión pseudoartrósica sifilítica.

El motivo principal de la primera consulta fue la infección con compromiso del estado general, el antecedente del trauma y la presencia de pseudoartrosis infectada.

Se rotuló con infección activa a los pacientes que en el momento de la primera consulta concurren o fueron derivados al hospital presentando áreas de flogosis y de secreción localizada en el miembro afectado (Figs. 7 y 8).

No fueron contabilizados en este estudio los tratamientos realizados posteriormente para compensar la diferencia de longitud por lesión séptica fisaria.

Se requirió la colocación de injerto autólogo en 8 pacientes (44%). En 8 pacientes se colocó el injerto a nivel del foco de

Recibido el 6-2-2002. Aceptado luego de la evaluación el 4-4-2002

Correspondencia:

Dr. HORACIO MISCIONE
Billinghurst 1676 PB "C"
(1425) Buenos Aires, Argentina
Tel./Fax: 4822-9049
E-mail: horamisc@fibertel.com.ar



Figura 1

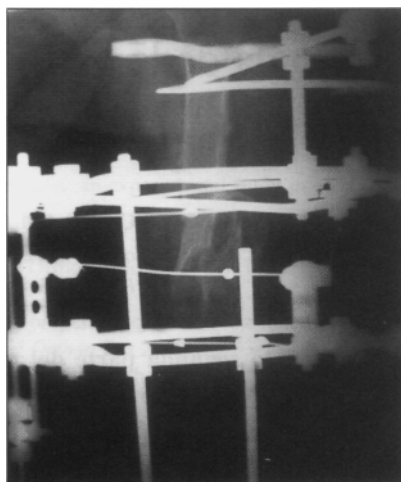


Figura 2

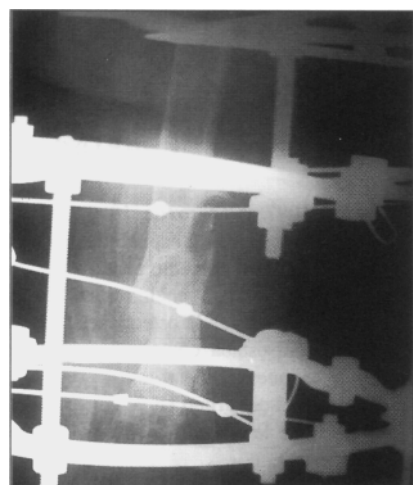


Figura 3



Figura 4

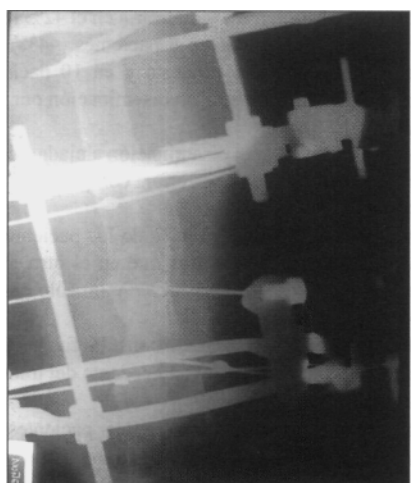


Figura 5



Figura 6

Figuras 1 a 6: La secuencia muestra una pseudoartrosis séptica hematogena por estafilococo. Luego de la limpieza, toma de cultivo seriada en varios puntos, drenaje del absceso óseo y perióseo se montó en el mismo acto quirúrgico un sistema híbrido femoral en compresión progresiva hasta restablecer la continuidad y permeabilizar el conducto medular.

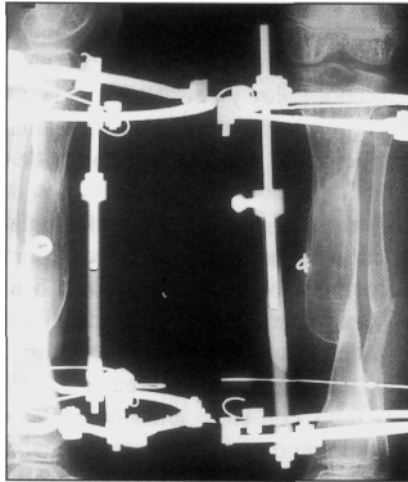


Figura 7



Figura 8

Figuras 7 y 8: Los esquemas de transporte óseo fueron utilizados en grandes pérdidas de estructura ósea, siguiendo igual método de osteogénesis en compresión en el foco pseudoartrosico y osteogénesis en distracción en el hueso proximal.

seudoartrosis, para estimular la consolidación durante el proceso de osteogénesis en compresión en el punto de llegada del transporte óseo (docking), estimulando con injerto esponjoso autólogo y material de médula ósea de ilíaco, la consolidación del hueso transportado.

Como parte del protocolo, todos los pacientes realizaron tratamiento quínésico preoperatorio y posoperatorio.⁷

Los objetivos fueron:

- Instruir prequirúrgicamente las normas de marcha, que iban a ser dadas en el posquirúrgico inmediato.
- Comenzar la marcha asistida con descarga después de las primeras 72 horas del acto quirúrgico.
- Mantener articulaciones libres durante todo el tratamiento con fijación externa o liberar aquellas que debido a la lesión séptica o a la mala alineación prequirúrgica hubiesen perdido funcionalidad.
- Analizar con todo el grupo terapéutico los ejes de los miembros, antes de la cirugía y después de realizada, comparándolos clínica y radiológicamente con el contralateral o con el nomograma de alineación dado por la escuela de Baltimore.
- Mantener durante todo el tratamiento la posibilidad de marcha y su mejoría.

El promedio de cirugías previas a las realizadas en nuestro hospital fue de 3,4 cirugías, con mínimo de 1 y máximo de 10 por paciente.

El promedio de cirugías en nuestro hospital para obtener osteogénesis en compresión fue 1,8 por paciente con mínimo de 1 y máximo de 4. En ellas se encuentran consideradas las modificaciones en la estructura del fijador, la colocación de injerto adicional para promover la consolidación del docking óseo y la remoción extra de abscesos intraóseos perilesionales.

Las complicaciones ocurridas durante los tratamientos fueron divididas en transitorias y definitivas.

Se consideraron transitorias las que pudieron ser solucionadas sin alterar el esquema de tratamiento y no dejaron secuelas ulteriores, aun con la necesidad de una cirugía para solucionarlas.

Éstas se observaron en el 80% de los pacientes y algunas de ellas obedecieron estrictamente a causas económico-sociales:

- suspensión de medicación antibiótica durante el tratamiento
- deseos secundarios que necesitaron corrección para su alineación

Se consideraron definitivas las que dejaron secuela permanente y no pudieron ser compensadas con un nuevo tratamiento.

Algunas de ellas fueron producto de la lesión irreversible inicial:

- artrodesis del tobillo por pérdida del astrágalo en una lesión expuesta
- pérdida de la longitud por compresión del tejido óseo necrótico o por lesión metafisaria infecciosa

Resultados

En la valoración de los resultados finales se hallaron inconvenientes debido a la secuencia de presentación de los síntomas y el momento de la enfermedad en el cual se establecieron las secuelas.

El criterio de asumir dos scores diferentes: el score óseo y el funcional, siguiendo el esquema publicado por la ASAMI Italia (Asociación para el Estudio y Aplicación para el Método de Ilizarov), fue el establecido.

Sin embargo, adaptamos el esquema a la edad de nuestros pacientes, ya que éste fue realizado sobre la base de pacientes de edades diversas.

Por este esquema de valoración los resultados óseos son divididos de acuerdo con cuatro criterios:

- Unión efectiva con retubulización del conducto medular.
- Ausencia de signos de infección evidente larvada.
- Deformidad axial remanente.
- Discrepancia de longitud de miembros provocada por la lesión inicial.
- Discrepancia de longitud de miembros secuela de la lesión en la placa ffsaria.

La valoración de los efectos de la consolidación se realizó con los siguientes parámetros:

- Se consideró unión satisfactoria cuando se observó radiográficamente la formación de callo óseo de más de dos tercios del diámetro del hueso.
- Se consideró signo de estabilidad al comprobarse ausencia de movilidad en el sitio de la pseudoartrosis.
- Se consideró continuidad vascular y consiguientemente ósea, cuando se logró dinamizar el fijador externo y cuando el paciente pudo deambular libremente sin dolor.

Los resultados finales de la metodología de la osteogénesis en compresión mostraron que las pseudoartrosis sépticas registraron signos clínicos y radiológicos de consolidación en 17 casos (93%), con un solo caso de refractura ulterior al retiro del sistema de fijación (7%).

En 8 pacientes (44%) hubo que realizar injerto óseo en el lugar de docking del segmento intercalar transportado, luego de 6 meses de la iniciación del tratamiento debido a la osteopenia del fragmento transportado y a la sospecha de prolongar los tiempos de fijación.

El tiempo promedio de consolidación fue de 6,5 meses con un rango que osciló entre 3 y 10,5 meses.

El promedio de seguimiento, durante y posterior al tratamiento del grupo de pacientes fue de 74 meses, con un rango que osciló entre 31 y 133 meses.

Un solo paciente tuvo evidencias de infección a distancia, la cual estaba en el sitio de inserción de los clavos y no en el de pseudoartrosis. Se solucionó mediante el cambio del sitio de colocación del clavo y la limpieza de la osteítis.

Debido a que uno de los proyectos del esquema terapéutico era provocar compresión en los ejes anatómicos o biomecánicos para promover la alineación ósea y la proximidad vascular, se controlaron estrictamente los defectos angulares.

Los defectos axiales finales mostraron deseos promedio de 6,5° con un mínimo de 1,2° y un máximo de 15,3°.

Debido a lesiones fisarias agregadas con alteración del eje biomecánico del miembro, 6 pacientes requirieron procedimientos secundarios para normalizar el eje de carga.

Tres pacientes fueron tratados con osteotomías basadas en la corrección del Centro de Angulación y Rotación de la deformidad, obteniendo exacta corrección de los ejes. Otros 3 pacientes se trataron con osteotomías fuera del Centro de Angulación y Rotación, debido a condiciones locales no óptimas (2 casos con lesión grave periarticular y 1 caso por defecto importante tegumentario), consiguiendo alineación del eje a expensas de la traslación.

Los cálculos de las correcciones axiales se realizaron sobre la radiografía del miembro contralateral o en su

defecto, tomando como parámetro las mediciones de los ejes de acuerdo con el nomograma de ejes corporales, establecidas por Paley y cols.^{14,15,27}

La discrepancia de longitud media al finalizar los tratamientos fue de 2,1 cm, con un mínimo de 0,4 cm y un máximo de 6,1 cm.

Fue laborioso discernir cuánta diferencia de longitud fue provocada por pérdida de sustancia, por compresión de la necrosis establecida o por lesión fisaria. Hubo 4 pacientes que superaron los 5 cm de discrepancia una vez finalizado el tratamiento de la pseudoartrosis.

En ellos se compensó la diferencia de longitud, en un segundo tiempo, con elongación ósea. Estos casos fueron evaluados como resultados regulares y malos para el score funcional.

De acuerdo con el esquema de ASAMI, un resultado óseo no puede ser catalogado como excelente si se logra la unión con la aplicación de injerto óseo.

Debido a que este requerimiento es estricto, puede modificar un resultado excelente o muy bueno en uno pobre. En estos pacientes hubo que considerar la colocación de injerto para la consolidación del docking como colocación habitual de injerto óseo libre.

Score de resultados óseos:

Excelente: se califica como la unión ósea, sin infección, con menos de 7° de angulación del segmento óseo y diferencia de longitud de miembros de menos de 2,5 cm.

Bueno: es la unión ósea más dos de los tres criterios anteriores.

Regular: es la unión ósea más un criterio de los tres anteriores.

Pobre: es la no unión o refractura o la unión sin ningún criterio de los que se requieren para un resultado excelente.

De acuerdo con este sistema 8 pacientes tuvieron resultado excelente, 6 bueno, 2 regular y 2 pobre.

Los resultados funcionales se basaron en los siguientes criterios:

- Marcha claudicante residual por rigidez de una articulación distal o proximal a la lesión (pérdidas mayores de 15° de la extensión completa o 15° de pérdida de flexión con respecto a la contralateral).

Presencia de distrofia simpática refleja.

Dolor que disminuye la actividad o impide el sueño.

- Actividad de marcha espontánea sin descarga (incapacidad para retornar a las actividades de la vida diaria).

Score de resultados funcionales:

Excelente: si el paciente es activo (esto es, no inactivo de acuerdo con la definición dada) y cuando ninguno de los otros cuatro criterios son aplicables.

Bueno: si el paciente es activo pero uno o dos de los criterios son aplicables.

Regular: si el paciente es activo pero tres o cuatro criterios son aplicables.

Pobre: si el paciente es inactivo sin importar la presencia de los otros cuatro criterios.

Del total de pacientes evaluados con este sistema 9 pacientes tuvieron cojera, 5 tuvieron rigidez en flexión de rodilla o disminución en la movilidad del tobillo, 4 dolor persistente. Hay que tener en cuenta que, como nuestro estudio se realizó sobre una población pediátrica, los resultados funcionales se ven afectados por las lesiones previas al tratamiento instituido por nosotros que condicionan el crecimiento final del miembro afectado, tanto en forma longitudinal como axial; por ejemplo lesiones fisarias, ya sean éstas completas o parciales.

De acuerdo con este criterio, el resultado funcional fue excelente en 5 pacientes, bueno en 9 pacientes, regular en 2 y pobre en 2.

Complicaciones

Las complicaciones que ocurren durante y después del tratamiento se clasifican de acuerdo con la ASAMI como problemas, obstáculos y verdaderas complicaciones. El problema es una dificultad que aparece durante el período de distracción, compresión o consolidación y que es resuelto, con intervención no quirúrgica, para el final del tratamiento original. Un obstáculo es una dificultad que aparece durante el período de distracción, compresión o consolidación y que es resuelto, con intervención quirúrgica, para el final del tratamiento original. La complicación verdadera es cualquier dificultad local o sistémica y que permanece no resuelta como secuela luego de la finalización del tratamiento original. La rigidez de rodilla es una complicación verdadera; la severidad de la complicación depende de la limitación funcional que produce.

De 18 pacientes, 14 tuvieron un total de 35 complicaciones (14 problemas, 12 obstáculos y 9 verdaderas complicaciones). No hubo complicaciones intraoperatorias, como daño neurovascular debido a la inserción de los clavos, ni tampoco síndromes compartimentales por las corticotomías. En 6 pacientes aparecieron signos de infección alrededor de los clavos, en 4 se resolvieron con cuidados locales y administración de antibióticos, en 2 debieron ser retirados y emplazados en otro lugar del fragmento óseo involucrado.

Hubo un caso de refractura, que ocurrió dos meses después del retiro del fijador externo. Al paciente se lo

inmovilizó con un yeso durante 4 meses y la fractura se consolidó sin inconvenientes.

El dolor fue la complicación más frecuente durante el período de distracción-compresión de la lesión, lo que obligó a disminuir el ritmo transporte del fragmento intercalar o de la compresión en el lugar del docking. Todos se resolvieron con esta medida y el apoyo de analgésicos de actividad periférica. En 5 pacientes se requirió el apoyo de tratamiento psicoterapéutico del paciente junto a su familia para sobrellevar la incomodidad. Ningún paciente quedó con dolor residual, luego de la finalización del tratamiento.

Discusión

Es posible que este tipo de patología, sobre todo en la infancia, esté ligada a inconvenientes socioeconómicos y a los planes de salud de los países emergentes.

Un alto porcentaje de nuestros pacientes llegaron muy tardíamente a la consulta primaria por su infección de base. Pudieron obtener tratamientos primarios y concurren, recién instalada la pseudoartrosis a un centro de alta complejidad.

Realizado el diagnóstico concomitante de pseudoartrosis e infección la forma de presentación fue polifacética: aguda con tendencia a la cronicidad, subaguda instalada y crónica pura, con organismos resistentes a la antibioticoterapia, con alteraciones vasculares y componentes de las partes blandas que predisponían a un terreno de poca fertilidad debido a la sucesión de cirugías previas.

La asociación de infección con la pseudoartrosis por necrosis óseas producto de embolias sépticas sumó complicaciones secundarias: discrepancia de longitud por arrestos fisarios sépticos o pérdida de sustancia ósea, rigidez articular por alteraciones de congruencia y lesiones condrolíticas epifisarias, osteopenia y atrofia de las partes blandas.

Tanto en los trabajos y conferencias de Ilizarov^{12,17,18} como en los relatos que hacen Bianchi Maiocchi³ y Green¹¹ de las experiencias de este autor y de la metodología empleada para provocar compresión, se describen casos de pacientes con pseudoartrosis sépticas graves, algunas de ellas de evolución muy antigua.

Estos autores transcriben la biomecánica del método base de estos tratamientos.

En forma similar, la metodología es relatada por Volkov y Oganeyan³² en tratamientos efectuados en la Unión Soviética.

También otros autores describieron buenos resultados con sistemas similares de compresión. Hosny y Shawkly¹⁶ obtuvieron consolidación de la pseudoartrosis séptica en su tratamiento usando aparatos circulares combinados con técnicas de compresión y distracción. Estos autores no usaron procedimientos adicionales y el promedio de edad de sus pacientes fue superior a los 27 años (17 a 51).

Yokoyama y cols, no obtuvieron diferencias determinantes entre aparato circular de Ilizarov e injerto vascularizado de peroné, si bien cabe destacar que los procesos pseudoartrósicos no eran sépticos y fueron realizados en pacientes adultos en su totalidad.

La mayor parte de la bibliografía describe experiencias en pacientes que han superado la adolescencia y por ello muchos autores combinan métodos para mejorar el aporte biológico.^{5,6,21,30}

En verdad, casi todos los relatos de infecciones óseas provienen de pacientes adultos con fracturas expuestas. Lassus y cols.,¹⁹ en una paciente de 54 años con pseudoartrosis crónica de tibia bilateral séptica, utilizaron la combinación de fijador externo más hueso autólogo mezclado con hidroxiapatita, colágeno bovino y fosfato tricálcico. Lograron consolidación a los 22 y 28 meses del procedimiento.

Nonnenmacher y cols.²³ publican como propuesta de técnica quirúrgica de elección, en 5 pacientes con pseudoartrosis femoral infectadas, el tratamiento con peroné vascularizado y fijación externa no circular.

Este tratamiento de salvataje, así como los procedimientos combinados con injertos libres óseos, es controversial. Esta experiencia en pacientes no sépticos fue una alternativa propuesta en contra de los métodos de osteogénesis en compresión.

Ambos métodos demandan tiempos prologados de tratamiento para los pacientes y una larga curva de aprendizaje por parte del equipo tratante.

En los huesos largos infantiles infectados y en los segmentos que requirieron corrección no sólo del defecto óseo sino de la deformación angular, hemos preferido la propuesta del método de osteogénesis en compresión con fijación externa.

Otros autores, como Ekkernkamp y cols.,¹¹ presentan la experiencia del tratamiento de 71 pacientes de diferentes edades con técnica similar, pero con el agregado de la utilización de antibióticos sistémicos y locales, manteniendo los espacios en espera de mejoras biológicas y reduciendo al mínimo las zonas contaminadas.

La combinación de esquemas terapéuticos fue la norma en trabajos como los presentados por Mandrella y cols.,²⁰ quienes trataron a 22 pacientes por accidentes por armas de fuego. En este grupo se realizó tratamiento con osteogénesis en compresión en 12 pacientes, se obtuvieron buenos resultados en 5 de ellos, en tanto que el resto debió ser ayudado con injerto óseo.

Por su parte, Nand²² utilizó generador eléctrico de iones de plata con efecto antibacteriano de amplio espectro en 920 pacientes afectados de pseudoartrosis crónicas infectadas. Este programa obtuvo 85% de remisión, pero con 83% de fracturas patológicas posteriores a la curación.

En nuestro protocolo en pacientes, obtuvimos un 93% de consolidación ósea con un solo paciente refracturado (7%), en tanto en la terapéutica en animales, el

método propuesto por Ilizarov se realizó íntegramente, con resultado de 100% de consolidación ósea.

De todas maneras, en los pacientes en quienes los índices biológicos (eritrosedimentación y proteína C reactiva) se mantuvieron elevados durante mucho tiempo, se realizó biopsia de hueso en búsqueda de infecciones recurrentes, ya que se temió que la consolidación de la pseudoartrosis pudiese no ser definitivamente el fin de la infección ósea.

En el trabajo de Dendrinov y cols.,⁹ se tomó como patrón para realizar el score óseo y funcional, el acordado por ASAMI para la evaluación final de los pacientes.

En los scores de ASAMI Italia, al igual que en nuestro trabajo, los scores óseos superaron a los funcionales. Ello es posible debido a que toman en cuenta las alteraciones de músculos, nervios, vasos y articulaciones y la fertilidad de las placas fisarias, por lo tanto, consideran secuelas ya establecidas, previas a la iniciación del tratamiento.

Por ello, reclasificamos a las secuelas en transitorias y definitivas. Las ya establecidas en el momento de la consulta y las propias del método de tratamiento^{8,31}

Tal como lo describe Catagni, Paley, Aronson y otros autores,^{1,2,24,25,26} la realización de la metodología compresión-distracción bipolar benefició a los niños para que en una sola cirugía se resolvieran dos problemas.

En nuestro protocolo un 18% de los tratamientos se realizó con fijador externo híbrido, que mostró mayor facilidad para el uso y mayor accesibilidad en las cirugías reconstructivas.

La hibridez de un fijador externo consiste en ensamblar la estructura de acuerdo con la patología en tratamiento y no ceñirse a un armado rígido. Por lo tanto, en su estructura se mezclan aros, semiaros, tubos de fijadores monoplanares, clavos roscados y clavijas con oliva de tope y sin ella."

Por ese motivo, uno de los objetivos experimentales fue determinar un análisis crítico de los materiales y métodos de perforación utilizados en la colocación de las agujas y clavos roscados, empleando como parámetro comparativo la elevación térmica ósea.

Ello nos permitió una experiencia agregada para elegir adecuadamente el sistema de fijación a un hueso francamente osteopénico, y si bien coincidimos en que la elevación térmica producida durante la perforación es sólo uno de los responsables de la osteólisis posterior, no es despreciable en este tipo de pacientes.

En trabajos experimentales se ha comprobado que una elevación térmica ósea superior a los 50°C necrosa los osteocitos e inactiva la fosfatasa alcalina ósea, lo que altera en forma irreversible las propiedades mecánicas del hueso.^{28,29}

Traemos esta experiencia a colación exclusivamente para observar la gran variabilidad de modalidades de trabajo de los diferentes cirujanos, que sin duda aparejan diferencias en la elevación térmica ósea, con los consiguientes cambios en la performance del tutor colocado.

Los trabajos previos de investigación fueron realizados en tibias caninas y ovinas, con instrumentos que nos permitieron medir tres parámetros: temperatura, revoluciones por minuto del elemento perforante y presión en el ataque.

Las conclusiones válidas¹⁰ para ser utilizadas en pacientes con defectos óseos infectados fueron que:

- Para disminuir la elevación térmica ósea es importante calcular la presión de penetración. Para modificar este inconveniente se colocaron las agujas con perforadores que permitían mejoras en la presión de ataque (6 Kgf).
- Se observó la configuración de la punta de perforación. Ningún diseño ha superado por el momento la configuración de una mecha, por lo que se insistió en la confección de agujas con este tipo de puntas.
- Si bien en los parámetros testados la velocidad fue la de menor importancia, se debe tener en cuenta que en estos diámetros de 1,5 y 1,75 mm, a mayor velocidad (2000 rpm), hemos visto menor elevación térmica. No así en diámetros mayores (3 mm).
- La refrigeración de la aguja con soluciones, método ampliamente utilizado, tendría efecto solamente si la perforación ósea se realizara vertical y a cielo abierto. Pero

si se tuvo especial cuidado en no colocar venda de Esmarch o manguito neumático en los miembros durante la colocación de los clavos o agujas del fijador externo es posible obtener refrigeración biológica adecuada.

Estas experiencias, lentamente acumuladas en diez años de trabajo de investigación, promovieron estándares de mejoría en la calidad del tratamiento del hueso osteopénico y mejoras en las lesiones necróticas del hueso joven.

Conclusión

Pese a que las propuestas terapéuticas han cambiado muy velozmente durante las tres últimas décadas y a que la información acerca de nuevas modalidades quirúrgicas provoca una avalancha de contenidos, la idea de continuar con una tendencia permanente, tanto en lo experimental como en lo asistencial, nos ha proporcionado buenos resultados.

Los conocimientos de Ilizarov siguen vigentes en sus tácticas y modalidades y, tamizados por la afluencia de ideas de diferentes centros del mundo, han cambiado la evolución de una tórpida patología casi propia de países en desarrollo, mejorando los resultados finales debido al aporte de esas experiencias.

Referencias bibliográficas pertenecientes a la Primera Parte del trabajo

1. **Aronson J.** The biology of distraction osteogenesis. In: Bianchi Maiocchi A, Aronson J. *Operative principles of Ilizarov. Fracture treatment, Nonunion, Osteomyelitis, Lengthening, Deformity Correction.* Baltimore: Williams and Wilkins;1991.pp.42-52.
2. **Aronson J.** Cavitary osteomyelitis treated by fragmentary cortical bone transportation. *Clin Orthop* 1992;280:153-159.
3. **Aronson J.** Current concepts review. Limb-lengthening, skeletal reconstruction, and bone transport with the Ilizarov method. *J Bone Jt Surg* 1997;79:1243-1258.
4. **Aronson J.** Experimental assessment of bone regenerate quality during distraction osteogenesis. En: **Brighton CT, Friedlaender GE, Lane JM.** *Bone formation and repair.* Rosemont, Illinois: The American Academy of Orthopaedic Surgeons;1994.pp441-463.
5. **Aronson J, Harp JH Jr.** Mechanical considerations in using tensioned wires in a transosseous external fixation system. *Clin Orthop* 1992;280:23-29.
6. **Aronson J, Shen X.** Experimental healing of distraction osteogenesis comparing metaphyseal with diaphyseal sites. *Clin Orthop* 1994;301:25-30.
7. **Aronson J, Johnson E, Harp JH.** Local bone transportation for treatment of intercalary defects by the Ilizarov technique. Biomechanical and clinical considerations. *Clin Orthop* 1989;243:71-79.
8. **Bianchi Maiocchi A, Martí González J.** *Osteosíntesis. Técnica de Ilizarov.* Madrid: Ediciones Norma; 1990.
9. **Blane CE, Herzenberg JE, DiPietro MA.** Radiographic imaging for Ilizarov limb lengthening in children. *Pediatr Radiol* 1991;21:117-120.
10. **Cañadell J.** Bone lengthening: experimental results. *J Pediatr Orthop* 1993; 2(Part B):8-10.
11. **Cañadell J, Aquerreta D, Forriol F.** Bone lengthening. Prospective study of bone lengthening. *J Pediatr Orthop* 1993;2(Part B):1-7.
12. **Catagni MA, Guerreschi F, Probe RA.** Treatment of humeral nonunions with the Ilizarov technique. *Bull Hosp Joint Dis* 1991 ;51:74-83.
13. **Cattaneo R, Catagni M, Johnson EE.** The treatment of infected nonunions and segmental defects of the tibia by the methods of Ilizarov. *Clin Orthop* 1992;280:143-152.
14. **Ciorny GIII, Zorn KE.** Segmental tibial defects. Comparing conventional and Ilizarov methodologies. *Clin Orthop* 1994;301:118-123.
15. **Codivilla A.** On the means of lengthening in the lower limbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity. *Am J Orthop Surg* 1905;2:353-369.
16. **Coglianesi DB, Herzenberg JE, Goulet JA.** Physical therapy management of patients undergoing limb lengthening by distraction osteogenesis. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993;17(3):124-132.
17. **Catagni MA, Guerreschi F, Holman JA, et al.** Distraction osteogenesis in the treatment of stiff hypertrophic nonunions using the Ilizarov apparatus. *Clin Orthop* 1994;301:159-163.
18. **Di Tollo C, Pistani J, Miscione H.** Estudio de los efectos de diferentes variables de perforación en la estabilidad de clavos y clavijas utilizadas en fijadores externos. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 1996;61(4):501-514.
19. **Figueredo UM, Watkins PE, Goodship AE.** The influence of micromovement in experimental leg-lengthening. *J Bone Jt Surg (Br)* 1992;74(3):317-318.
20. **Crean SA.** The Ilizarov method: Rancho technique. *Orthop Clin North Am* 1991;22:677-688.
21. **Herzenberg JE, Waanders NA.** Calculating rate and duration of distraction for deformity correction with the Ilizarov technique. *Orthop Clin North Am* 1991 ;22:601 -611.
22. **Ilizarov GA.** Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop* 1990;250:8-26.
23. **Ilizarov G.** Transosseous Osteosynthesis. Theoretical and Clinical Aspects of the Regeneration and Growth of Tissue. Berlín: Springer-Verlag;1992.
24. **Ippolito E, Peretti G, Bellocchi M, et al.** Histology and ultrastructure of arteries, veins, and peripheral nerves during limb lengthening. *Clin Orthop* 1994;308:54-62.
25. **Magnuson P.** Lengthening shortened bones of the leg by operation. Ivory screws with removable heads as a means of holding the two bones fragments. *Surg Gynecol Obstet* 1913;17:63-71.
26. **Ombredanne L.** Allongement d'un fémur sur un membre trop court. *Bull Mem Soc Chir* 1913;39:1177.
27. **Pistani J, Montoro L, Ontiveros C y cols.** Comparación de elevación térmicas óseas durante la colocación de nuevos diseños de clavos y agujas: performance de fijación la hueso. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2001 ;66:59-69.
28. **Pistani J, Di Tollo C, Miscione H y cols.** Relación entre las diferentes variables de clavos roscados empleados en tutores externos y su estabilidad en animales vivos. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 1999;64(1):44-51.
29. **Trueta J.** *La estructura del cuerpo humano. Estudios sobre su desarrollo y decadencia.* Buenos Aires: Labor; 1975.

Referencias bibliográficas pertenecientes a la Segunda Parte del trabajo

1. **Aronson J.** Cavitary osteomyelitis treated by fragmentary cortical bone transportation. *Clin Orthop* 1992;(280):153-159.
2. **Aronson J.** Current concepts review. Limb-lengthening, skeletal reconstruction, and bone transport with the Ilizarov method. *J Bone Jt Surg(Am)* 1997;79:1243-1258.
3. **Bianchi Maiocchi A, Martí González J.** *Osteosíntesis. Técnica de Ilizarov.* Madrid: Ediciones Norma; 1990.
4. **Brunner UH, Cordey J, Schweiberer L, et al.** Force required for bone segment transport in the treatment of large bone defects using medullary nail fixation. *Clin Orthop* 1994;(301):147-155.
5. **Calhoun JH, Li F, Ledbetter BR, et al.** Biomechanics of the Ilizarov fixator for fracture fixation. *Clin Orthop* 1992;(280):15-22.
6. **Cañadell J.** Bone lengthening: experimental results. *J Pediatr Orthop (Br)* 1993;2:8-10.
7. **Coglianesi DB, Herzenberg JE, Goulet JA.** Physical therapy management of patients undergoing limb lengthening by distraction osteogenesis. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993;17:124-132.
8. **Dahl MT, Gulli B, Berg T.** Complications of limb lengthening. A learning curve. *Clin Orthop* 1994;(301):10-18.
9. **Dendrinis G, Kontos S, Lyristsis E.** Use of the Ilizarov technique for treatment of non-union of the tibia associated with infection. *J Bone Jt Surg* 1995;77(6):835-846.
10. **Di Tollo C, Pistani J, Miscione H.** Estudio de los efectos de diferentes variables de perforación en la estabilidad de clavos y clavijas utilizadas en fijadores externos. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 1996;61(4):501-514.
11. **Ekkernkamp A, Muhr G, Josten C.** Infected pseudoarthrosis. *Unfallchirurg* 1996;12:914-924.
12. **Creen SA.** The Ilizarov method: rancho technique. *Orthop Clin North Am* 1991;22:677-688.
13. **Green SA, Jackson JM, Wall DM, et al.** Management of segmental defects by the Ilizarov intercalary bone transport method. *Clin Orthop* 1992;(280): 136-142.
14. **Herzenberg JE, Smith JD, Paley D.** Correcting torsional deformities with Ilizarov's apparatus. *Clin Orthop* 1994;(302):36-41.
15. **Herzenberg JE, Waanders NA.** Calculating rate and duration of distraction for deformity correction with the Ilizarov technique. *Orthop Clin NorthAm* 1991;(22):601-611.
16. **Hosny G, Shawky MS.** The treatment of infected non-union of the tibia by compression-distraction techniques using the Ilizarov external fixator. *Int Orthop* 1998;22(5):298-302.
17. **Ilizarov GA.** Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop* 1990;250:8-26.
18. **Ilizarov GA, Green S.** *Transosseous osteosynthesis. Theoretical and clinical aspects of the regeneration and growth of tissue.* Berlín: Springer-Verlag; 1992.
19. **Lassus J, Tulikoura I, Kontinen YT, et al.** Treatment of infection and non-union after bilateral complication proximal tibial fracture. *Ann Chir Gynaecol* 2000;89(4):325-328.
20. **Mandrella B, Hong KK, Vuthy C, et al.** Ilizarov callus distraction and callus compression in treatment defect gunshot fractures, pseudoarthrosis and post-traumatic deformities in developing countries. A report of experiences in Cambodian and Ethiopian provincial hospitals. *Unfallchirurg* 1995;98(6):344-349.
21. **Marsh JL, Prokuski L, Biermann JS.** Chronic infected tibial non-unions with bone loss. Conventional techniques versus bone transport. *Clin Orthop* 1994;(301):139-146.
22. **Nand S, Sengar GK, Nand S, et al.** Dual use of silver for management of chronic bone infections a infected non-unions. *J Indian Med Assoc* 1996;94(3):91-95.
23. **Nonnenmacher J, Bahm J, Moui Y.** The free vascularised fibular transfer as a definitive treatment femoral septic non-unions. *Microsurgery* 1995;16(6):383-387.
24. **Paley D.** Bone transport: the Ilizarov treatment for bone defects. *Tech Orthop* 1989;4:80-93.
25. **Paley D.** Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin Orthop* 1990;(250):81-104.
26. **Paley D, Catagni MA, Argnani F, et al.** Ilizarov treatment of tibial nonunion with bone loss. *Clin Orthop* 1989;(241):146-165.
27. **Paley D, Tetsworth K.** Mechanical axis deviation of the lower limbs. Preoperative planning of multiapical frontal plane angular and bowing deformities of the femur and tibia. *Clin Orthop* 1992;(280):65-71.
28. **Pistani J, Di Tollo C, Miscione H y cols.** Relación entre las diferentes variables de clavos roscados empleados en tutores externos y su estabilidad en animales vivos. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 1999;64(1):44-51.
29. **Pistani J, Montero L, Ontiveros C y cols.** Comparación de elevación térmicas óseas durante la colocación de nuevos diseños de clavos y agujas: performance de fijación de hueso. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2001;66:59-69.
30. **Prokuski LJ, Marsh JL, Biermann JS.** Comparison of conventional treatment versus bone transport for chronic infected tibial nonunions with segmental bone loss. En: Proceedings of the Combined Meeting of the Orthopaedic Associations of the English-Speaking World. *J Bone Jt Surg (Br)* 1992; 74(3):264.
31. **Velazquez RJ, Bell DF, Armstrong PF, et al.** Complications of use of the Ilizarov technique in the correction of limb deformities in children. *J Bone Jt Surg (Am)* 1993;75:1148-1156.
32. **Volkov M, Oganessian O.** *External fixation, joint deformities and bone fractures.* International Universities Press; 1987.