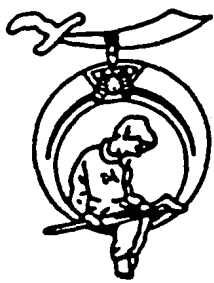
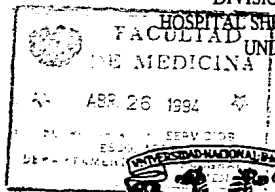


11245
61
2e)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES
HOSPITAL SHRINERS PARA NIÑOS LISIADOS, A.C.
UNIDAD CIUDAD DE MEXICO



**ALARGAMIENTO DE MIEMBROS PELVICOS
CON EL APARATO DE DE BASTIANI
EN PACIENTES CON SECUELAS POLIOMELITICAS**

TESIS DE POSTGRADO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
CIRUJANO ORTOPEDISTA Y TRAUMATOLOGO

PRESENTA EL DOCTOR:
RENE OCHOA CAZARES

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D.F.

1994



Universidad Nacional
Autónoma de México

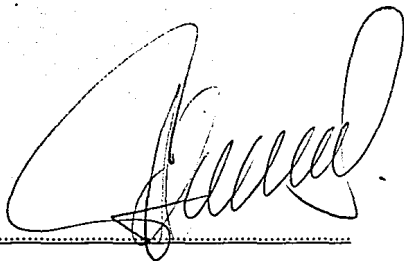


UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



DR. LUIS NUALART HERNANDEZ

JEFE DE ENSEÑANZA

**HOSPITAL SHRINERS PARA NIÑOS LISIADOS
UNIDAD DE MEXICO**



México, D.F. a 28 de Febrero de 1994

***" Sin duda Dios escoge sus siervos al nacer,
o quizás incluso antes de nacer. "***

EPICTETO

A mi padre, mi primer y más generoso maestro, por su desempeño como ser humano, ejemplo de moralidad y responsabilidad.

A mi madre, por haber guiado a sus hijos por caminos de inquietud intelectual.

A mi esposa IVONNE el amor de mi vida.

Con afecto a mis hermanos CLAUDIA y RICARDO.

AGRADECIMIENTOS

Deseo hacer un especial reconocimiento :

Al Dr. HORACIO FRIAS GONZALEZ, quien me mostró los primeros pasos en la Cirugía Ortopédica.

Al Dr. NELSON CASSIS ZACARIAS, coordinador de esta tesis, quien ha creado juicios determinantes en mi formación como Cirujano Ortopedista.

Al Dr. LUIS NUALART HERNANDEZ, amigo y maestro, cuya honestidad intelectual y habilidad quirúrgica en la práctica de la Cirugía Ortopédica es un brillante ejemplo para mí.

A todos los médicos dentro y fuera de este Hospital, quienes con paciencia y dedicación me dieron las herramientas necesarias para completar mi educación profesional.

INDICE

	Página
Introducción	2
Antecedentes Científicos	6
Planteamiento del Problema	12
Objetivos	13
Hipótesis	14
Tipo de Estudio	15
Material y Métodos	16
Resultados	21
Discusión	24
Conclusiones	28
Tablas	29
Figuras	32
Bibliografía	39

INTRODUCCION

Uno de los problemas frecuentes en los pacientes poliomiélicos infantiles, es la diferencia de longitud entre ambos miembros pélvicos. (3, 22, 45, 82)

En la literatura se ha escrito mucho acerca del acortamiento de la extremidad pélvica en pacientes con poliomiéritis, particularmente en libros antiguos de cirugía ortopédica. (22, 48, 49, 82, 83, 84, 87)

Funcionalmente: la discrepancia de longitud crea serios problemas en los mecanismos de bipedestación y de marcha. Uno de los recursos que más utiliza el sujeto paralizado cuando existe una situación que compromete la función de sostén, es prolongar en lo posible la llamada "fase de doble soporte del paso". Es decir, que no separa un pie del suelo hasta haber apoyado firmemente el otro ni haber trasladado el peso del cuerpo sobre él. Esto no puede hacerse cuando existe una diferencia de longitud que obliga al enfermo a "saltar" de una pierna a la otra durante la marcha.

Morfológicamente: existen alteraciones consecuentes en el mismo miembro, en el contralateral y en el tronco.

A) Efecto sobre la extremidad corta: lo más frecuente es que aparezca un equinismo compensador aislado o asociado a otras deformidades como extrarrotación de pierna y valgo del pie. El paciente que no apoya la planta y el talón, trata de compensar la falta de base de sustentación por un aumento de la misma en sentido sagital.

B) Efectos sobre la extremidad larga: contracturas en flexión de la cadera acompañadas de abducción de la misma y las contracturas en flexión de la rodilla.

C) Efecto sobre la pelvis y el tronco: hay un descenso de la hemipelvis del lado más corto y un ascenso real o relativo de la hemipelvis contraria; la consecuencia es una oblicuidad pélvica y ésto provoca deformidades de la columna, principalmente escoliosis.

Estos trastornos pueden presentarse en forma independiente o combinada; así como complicarse por la existencia correlativa de otras deformidades, secuelas de la misma enfermedad en el mismo miembro, en el contrario y en el tronco. (82, 83, 84, 87, 89, 97)

Etiopatogenia :

El capítulo de la osteogénesis es uno de los que más atracción ha despertado en los investigadores de la ortopedia en estos últimos años. Y, lejos de estar aclarado, esta misma acumulación de datos hace más difícil y confusa la formación de un criterio sobre dicho problema.

Hay varios mecanismos de regulación del crecimiento:

Se descartan los factores endócrino dietéticos conocidos, porque al actuar por igual sobre las cuatro extremidades no pueden intervenir en la etiología del acortamiento de uno de ellos.

Quedan entonces los llamados: 1. Factor mecánico, 2. Factor vascular, 3. Factor neurotrófico.

Es un hecho difícil de discutir que la bipedestación y la marcha están relacionadas etiológicamente con el proceso. Diversos autores demuestran el efecto estimulante de la presión sobre el cartilago epifisario, cuando ésta se hace en forma controlada. Se ha demostrado que las mayores diferencias de longitud se encuentran en aquellos pacientes en los cuales el tiempo de inmovilización del miembro ha sido prolongado. Este caso es

común en aquellos niños cuyo tratamiento se ha descuidado durante largos períodos y por consecuencia han permanecido mucho tiempo en la cama o sentados. También se ha observado que niños que caminan con ortesis de diverso tipo, cuyas diferencias de longitud disminuyen o se estabilizan, por el simple hecho de dejarles la extremidad en libertad.

También la actividad muscular tiene una influencia que no se discute. Lo difícil aquí es establecer una relación clara de causa-efecto; resolver si es la extensión y la gravedad del proceso paralítico en sí, la causa de los trastornos tróficos, o si es la inmovilidad provocada por esta misma extensión y gravedad la que actúa negativamente. Para la escuela de Trueta existe un mecanismo favorecedor de la circulación ósea en la misma acción muscular. La contracción actúa como una bomba evacuando por expresión los vasos de la zona. Esta teoría no está definitivamente demostrada. Pero no se puede dejar de admitir que en los registros de presiones, volúmenes sanguíneos circulantes y pletismográficos existe un déficit de aporte, anatómico o vascular y funcional o sanguíneo. Y que dicho déficit se atenúa con el ejercicio muscular.

Las lesiones anatomopatológicas centrales abarcan, no solamente las astas anteriores de la médula; sino también, con gran frecuencia y extensión a las laterales. Aquí es donde se sitúan los centros medulares del sistema nervioso autónomo que quedan destruidos en buena porción. Cortada esta conexión queda el sistema nervioso vegetativo regulado únicamente por las células ganglionares y por las células de Rouget situadas en el endotelio vascular. Sabemos que estas últimas actúan independientemente por la acción de estímulos locales. Los estímulos más conocidos son los detritos metabólicos: como el ácido láctico, la urea y la histamina. En el defecto de trofismo a nivel tisular interviene un doble mecanismo: por una parte la falta de regulación central del tono capilar al haberse destruido el centro medular correspondiente; y por otra, la falta de

estimulación de las células de Rouget por el descenso de producción de sustancias catabólicas en el músculo paralizado.

Ninguno de estos factores actúa en forma independiente sino que se trata de un mecanismo múltiple y complejo en el cual, la falta de movimiento y de carga y los trastornos de inervación y vascularización trabajan en conjunto influenciándose mutuamente en la producción del acortamiento. (12, 13, 25, 42, 44, 49, 79, 85, 91)

ANTECEDENTES CIENTIFICOS

- **Historia del Tratamiento de la Discrepancia en Miembros Inferiores :**

Han existido múltiples formas de tratamiento para tratar de igualar la longitud de los miembros inferiores; muchas ya han sido abandonadas. Algunas pretendieron una base fisiopatológica como la éstasis con torniquete. Otras se utilizaron en forma experimental, de éstas la mayor parte con animales de laboratorio y algunas en humanos. Muchos de los métodos aparentemente inofensivos como la radioterapia y el ultrasonido son ya proscritos. (13, 24, 45, 49, 57, 78, 88)

El tratamiento quirúrgico se puede dividir en dos grandes grupos:

A) Los que se realizan antes de que el paciente termine su crecimiento. (4, 5, 13, 24, 31, 35, 45, 57, 64, 65, 66, 67, 88)

B) Los que se utilizan una vez que ambos miembros pélvicos han alcanzado su longitud definitiva. (7, 11, 34, 47, 48, 52, 70, 71, 72, 76, 80, 81, 92, 93)

A su vez estos dos grandes grupos se dividen en otros dos:

a) Los que aumentan la longitud del miembro pélvico corto. (4, 7, 11, 31, 34, 35, 47, 53, 67, 70, 71, 72, 76, 80, 81, 92)

b) Los que disminuyen la longitud del miembro pélvico mas largo. (45)

• **Alargamiento de los Miembros Pélvicos :**

El alargamiento de los miembros inferiores se inició a principios de siglo. No obstante, pocos cirujanos utilizaron estas técnicas a pesar de que la discrepancia de miembros pélvicos era un problema frecuente. No realizaban alargamientos de los miembros pélvicos, dada la complejidad del procedimiento y la gran cantidad de complicaciones. Como resultado, los cirujanos ortopedistas de la época enfocaron su atención en técnicas para acortar la extremidad normal y en el uso de ortesis y prótesis para compensar la discrepancia. (1, 27, 45, 81)

El tema de alargamiento de miembros inferiores ha sido descrito en forma rutinaria en la literatura médica desde que Codivilla lo reportó por primera vez en 1905. (27)

Es notable como las técnicas quirúrgicas, los sistemas de fijación y el entendimiento de la biología de los alargamientos ha cambiado durante los años. (1, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 29, 30, 34, 37, 39, 40, 48, 51, 53, 54, 56, 58, 59, 74, 81, 86, 90, 92)

No fue sino hasta 1952 en que los alargamientos volvieron a tener popularidad cuando Anderson reportó un método percutáneo manual de osteoclasis; ya que hasta entonces los métodos utilizados eran una osteotomía completa transversa, oblicua o en forma de "Z". (11, 28)

El concepto de "corticotomía" preservando el contenido medular del hueso que se va a alargar fue desarrollado por Ilizarov, quien pensaba que la formación ósea ocurría en forma más rápida y segura si las estructuras endósticas se dejaban intactas. Sin embargo, este concepto se ha puesto en duda. En un estudio realizado en 1988 por Kojimoto en conejos demostró que el periostio es el factor más importante para la formación del callo óseo y no hay diferencia si se preservan o no las

estructuras medulares. Experimentos similares se han realizado en perros y confirman lo descrito por Kojimoto. (52, 53, 54, 58)

El concepto de iniciar en forma retardada la distracción después de la corticotomía para permitir una formación temprana del callo óseo es parte básica del método. Sin embargo, no hay un acuerdo de cuando iniciar la distracción. Spinelli, después de revisar trescientos alargamientos metafisarios, refiere que la distracción se debe empezar a los cuatro días después de la corticotomía. Ilizarov, De Bastiani y White refieren que si se inicia la distracción a los 10 - 14 días después de la corticotomía se promueve la osteogénesis. (31, 34, 35, 52, 53, 54, 94)

La idea de que la distracción lenta y más frecuente acelera la formación ósea es un principio biológico bien aceptado. Datos clínicos y experimentales han demostrado que la mejor formación de callo óseo es la distracción de 1 m.m. por día (0.25 m.m. cuatro veces al día). Sin embargo, el ritmo de distracción puede aumentarse o disminuirse dependiendo de la apariencia radiográfica de la formación del callo óseo. (16, 54, 58, 59, 77)

Los términos corticotomía y callotaxis son parte integral del desarrollo más reciente de los alargamientos. El último es definido por De Bastiani como alargamiento mediante la distracción del callo óseo en el sitio de la corticotomía. (34)

Los fijadores externos (alargadores) han evolucionado en los últimos 20 años: aparatos de distracción diafisaria (Wagner, aparato unilateral) y aparatos de distracción metafisaria que incluyen al Ilizarov (aparato circular), Monticelli - Spinelli (aparato circular) y De Bastiani (aparato unilateral). Hay otros aparatos que, o no han sido ampliamente aceptados o se han desechado. Los aparatos diafisarios y los metafisarios, aunque muy similares, tienen diferentes principios técnicos; y cada uno tiene ventajas y desventajas. (32, 33, 34, 52, 53, 54, 64, 66, 92, 93)

Wagner en 1972 introdujo un método de alargamiento: es un alargamiento diafisario que utiliza un aparato unilateral; se utilizan tornillos de 6.5 m.m. de Schanz en ambas cortezas, proximal y distal en el hueso que se va a alargar. Los tornillos no atraviesan los tejidos blandos del lado opuesto. En el caso de alargamiento de la tibia se coloca un tornillo transindesmal para estabilizar el tobillo. Se coloca el aparato de Wagner; en el caso de la tibia se expone por una incisión generosa y se secciona en forma transversal con una sierra oscilatoria. En el fémur el tratamiento es similar. Se distraen algunos milímetros en el momento de la cirugía y a través de este espacio, se seccionan los tejidos blandos tensos incluyendo el periostio y el séptum intermuscular. Esta es una de las diferencias biológicas más importantes con los otros métodos. Durante el proceso de alargamiento (1.6 m.m. por día) se pone gran atención en los arcos de movilidad de las articulaciones adyacentes. Para Wagner es muy importante que "no se sacrifique el arco de movilidad para ganar longitud". Al terminar el alargamiento los fragmentos separados se fijan internamente con una placa de alargamientos y se coloca injerto óseo de cresta iliaca.

Las ventajas de este método es que es sencillo de utilizar, es poco el tiempo que se requiere para llegar a la distracción deseada, hay una atención meticulosa en los arcos de movilidad y se retira en forma temprana el fijador externo. Las desventajas incluyen el número de procedimientos quirúrgicos que se requieren para llegar al alargamiento deseado y las fracturas tardías en el sitio de los tornillos y/o en el sitio del alargamiento. Utilizando su método Wagner reportó complicaciones y problemas en el 45% de los alargamientos. Coleman y otros autores han reportado complicaciones hasta en un 81% . (18, 21, 92, 93)

El alargamiento metafisario de Ilizarov introduce una tecnología compleja basada en innovaciones biológicas descritas

previamente. El aparato de Ilizarov consiste en una serie de aros completos y semiaros que utilizan múltiples alambres de Kirschner de 1.5 m.m. y 1.8 m.m. dependiendo del ancho del hueso y atraviesan el aspecto medial y lateral de la extremidad. Las características técnicas de la construcción permiten corregir en forma simultánea deformidades rotacionales y angulares así como discrepancias en la longitud de los miembros pélvicos. Debido al concepto de la corticotomía y a la demora en iniciar el alargamiento con cortas y frecuentes distracciones (0.25 m.m. cuatro veces al día); el injerto óseo es raro si es que alguna vez se necesita. Sin embargo, el fijador externo debe permanecer hasta que el callo óseo se encuentra lo suficientemente fuerte para soportar el apoyo de la extremidad.

Las ventajas del alargamiento metafisario de Ilizarov son: que no se requieren incisiones grandes y que la fijación interna e injerto óseo son raros; tiene una gran versatilidad para corregir deformidades angulares, rotacionales y pérdidas óseas. Las desventajas es que tiene una larga curva de aprendizaje en implementar este aparato complejo, resultando de largos tiempos quirúrgicos. (14, 17, 18, 30, 39, 52, 53, 54, 55, 71, 73, 75)

Los alargamientos metafisarios por callotaxis fueron popularizados por Monticelli y Spinelli y por De Bastiani utilizando el mismo principio biológico de Ilizarov.

El aparato Monticelli - Spinelli tiene la misma versatilidad del Ilizarov aunque es más simple de utilizar y es más rígido. Varios estudios han demostrado que cierto grado de rigidez en el fijador externo es esencial para que se lleve a cabo la formación del callo óseo en los alargamientos. (63, 64, 65, 66)

El aparato unilateral de De Bastiani se puede utilizar para corregir la mayoría de las deformidades angulares aunque tiene limitación para corregir deformidades torsionales. La ventaja de este aparato es que es más ligero y menos estorboso que los

fijadores circulares; utiliza tornillos cónicos reduciendo de esta forma la posibilidad de lesionar los tejidos blandos adyacentes y algo muy importante es que se puede dinamizar después de la formación del callo óseo favoreciendo la consolidación del mismo. Finalmente la curva de aprendizaje es menos grande que la del aparato de Ilizarov; por su facilidad de aplicación.

El alargamiento metafisario de De Bastiani es con un aparato unilateral que utiliza tornillos de 6 m.m. que penetran ambas cortezas del hueso, sin atravesar los tejidos blandos del lado opuesto. Por estas características se parece al aparato de Wagner; sin embargo, sigue los mismos principios que los alargamientos metafisarios: corticotomía y callotaxis con distracciones cortas y frecuentes (0.25 m.m. cada 6 horas). Al finalizar la distracción se puede dinamizar para favorecer la consolidación del callo óseo.

La ventaja del aparato de De Bastiani es su simplicidad de aplicación y utilización. La desventaja es la relativa falta de versatilidad comparándolo con los fijadores circulares. (4, 5, 6, 7, 18, 21, 23, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 47, 58, 60, 70, 72, 74, 80)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los pacientes que tienen secuelas de poliomielitis en uno o ambos miembros inferiores y presentan acortamiento de una extremidad pélvica, tienen serios problemas en la marcha. Uno de los recursos que utiliza el paciente con una extremidad paralítica flácida es prolongar en lo posible la fase de doble soporte del paso; es decir, que no separa el pie del suelo hasta haber apoyado firmememnte el otro. Esto no lo realiza el paciente con discrepancia en la longitud de los miembros pélvicos, que obliga al paciente a "saltar" de una pierna a la otra durante la marcha.

En pacientes con secuelas de poliomielitis que tienen una longitud similar de las extremidades pélvicas, tiene menos dificultad en la marcha, ésta es más estética y el consumo de energía es menor.

OBJETIVOS

Analizar la técnica quirúrgica, resultados y complicaciones de los alargamientos en la discrepancia de los miembros pélvicos en pacientes con secuelas de una enfermedad antigua y frecuente en países como México: la poliomielitis; utilizando un fijador externo ligero, moderno y fácil de aplicar: el aparato de De Bastiani.

Dar a conocer la evolución de los pacientes con secuelas de poliomielitis, en los que se alarga una extremidad pélvica con el aparato de De Bastiani.

Presentar las ventajas psíquicas y físicas que se obtienen al tratar de igualar la longitud de las extremidades pélvicas en los pacientes con secuelas de poliomielitis.

HIPOTESIS

Si tenemos un paciente con secuelas de poliomielitis y tiene acortamiento en una extremidad pélvica, en el cual la marcha tiene problemas por dicho acortamiento; si para alargar dicha extremidad utilizamos un alargador rígido, unilateral, ligero, con cuerpo telescopado que permite una compresión axial dinámica, acelerando la corticalización del hueso alargado; entonces obtenemos un alargamiento de la extremidad corta que le permite al paciente una marcha más estable, con apoyo de la extremidad desde el inicio del tratamiento, con una pronta rehabilitación a sus actividades cotidianas y con una consolidación ósea rápida del segmento alargado.

TIPO DE ESTUDIO

Es un estudio de tipo:

- **Retrospectivo**
- **Longitudinal**
- **No comparativo**
- **Observacional**

MATERIAL Y METODOS

Se utilizó el aparato de De Bastiani ya que guía el alargamiento desde su inicio hasta la total recuperación de la extremidad alargada. Aplicado al momento de la corticotomía, el aparato provee distracción y estabilización durante el periodo de osificación y subsecuentemente favorece la corticalización del hueso nuevo formado.

Los tornillos y el fijador externo del alargador de De Bastiani son un sistema rígido; la estabilidad reduce significativamente la osteólisis y la osteitis y facilita la osificación del tejido nuevo formado. Además el paciente puede apoyar desde el inicio del tratamiento. Ya que el alargador no es articulado, no hay posibilidad de pérdida de alineación. Corrección axial y rotacional de los segmentos se puede realizar al momento de aplicar el alargador. La forma telescópica del cuerpo del fijador permite compresión axial dinámica durante el periodo de osificación; este proceso acelera la corticalización del hueso periósteo en el segmento alargado. La configuración unilateral del fijador reduce el riesgo de lesión neurovascular. Para el paciente es más cómodo utilizar el aparato de De Bastiani que es unilateral, que los fijadores circulares o bilaterales.

El aparato de De Bastiani se coloca lateral en el caso del fémur y anteromedial en el caso de la tibia. Con ayuda de una plantilla se colocan un mínimo de 4 tornillos en ángulo recto con el eje de la diáfisis. En el caso de una corticotomía proximal: el primer tornillo se coloca en la parte proximal del hueso, en el fémur si ya terminó el crecimiento el primer tornillo cortical se coloca en la base del cuello; si la fisis de crecimiento del trocánter mayor se encuentra abierta, el primer tornillo se coloca justo abajo de ésta. Cuando se va a realizar una corticotomía distal: el primer tornillo se coloca justo por arriba de la fisis de crecimiento y

aquí el tornillo puede ser de esponjosa. En la tibia el primer tornillo debe colocarse cerca del platillo tibial o distal a la fisis de crecimiento. El segundo tornillo se coloca en el otro extremo, utilizando la plantilla paralela al hueso. Se coloca el resto de los tornillos; se retira la plantilla y se prueba la tensión de la piel alrededor de los tornillos moviendo pasivamente las articulaciones. El alargador se coloca en los tornillos, paralelo al eje del hueso.

Antes de realizar la corticotomía de la tibia, se realiza una diafisectomía del peroné por arriba de la sindesmosis tibio-peronea. En algunos casos se fija el peroné y la tibia con un tornillo transindesmal. La corticotomía se puede realizar en el fémur tanto proximal como distal; si se realiza proximal es por debajo del trocánter menor, distal a la inserción del psoasiliaco. Si es distal se realiza en la metáfisis a dos centímetros por arriba de los tornillos distales. En la tibia se realiza distal a la inserción del tendón rotuliano. El abordaje es anterolateral para el fémur y anteromedial para la tibia. En el nivel de la corticotomía el periostio se corta en forma longitudinal y con cuidado se levanta de la corteza ósea. Se realizan múltiples perforaciones en el hueso utilizando una broca y con un osteotomo se completa la corticotomía, para asegurarse que la corticotomía es completa se separan los segmentos óseos 2 - 3 m.m. con el distractor, con el mismo distractor los segmentos se colocan nuevamente en contacto. Se cierra el periostio y la piel. Todo este procedimiento se realiza bajo control fluoroscópico verificando que el aparato se encuentre paralelo a la diáfisis, que las puntas de los tornillos pasen la segunda cortical y que la corticotomía sea completa.

El apoyo de la extremidad se inicia al siguiente día de la cirugía asistido con muletas axilares, hasta que el procedimiento ha terminado.

La distracción no se inicia inmediatamente después de la cirugía; se difiere por un período de tiempo que va de acuerdo a la edad del paciente.

Generalmente el ritmo de distracción es de 1 m.m. al día (un cuarto de vuelta es igual a 0.25 m.m. de distracción). El ritmo puede reducirse si el paciente se queja de dolor muscular o contractura articular.

Se toman radiografías y se sigue al paciente en la consulta externa para verificar la adecuada formación de hueso y valorar clínicamente los arcos de movilidad de las articulaciones, el trayecto de los tornillos y el dolor. Si hay poca formación de callo óseo se disminuye o detiene la distracción.

Al finalizar el período de distracción se fija el cuerpo telescópico del alargador para neutralizar las fuerzas que actúan en el hueso recién formado. El período de osificación que en este momento inicia, varía en duración dependiendo del alargamiento obtenido y la edad del paciente.

Cuando radiográficamente el hueso recién formado se ve uniforme y opaco, se inicia la compresión axial dinámica aflojando el tornillo del cuerpo telescópico del aparato. El apoyo completo de la extremidad alargada es esencial durante el período de compresión axial dinámica.

El alargador se retira únicamente cuando clínica y radiográficamente existe consolidación ósea adecuada.

La fisioterapia ocupa un papel esencial en el alargamiento, evitando complicaciones articulares y preservando una función integral de la extremidad. Durante el período de alargamiento las articulaciones deben tener al menos un 30% de movilidad y una movilidad completa una vez retirados los tornillos.

De septiembre de 1990 a agosto de 1993 en el Hospital Shriners para Niños Lisiados, Unidad de México, 36 alargamientos se realizaron en 34 pacientes usando la técnica de callotaxis con aparato de De Bastiani; todos los pacientes tienen el diagnóstico principal de secuelas de poliomielitis y la indicación de la cirugía fue discrepancia en la longitud de los miembros pélvicos.

En un paciente se realizó un alargamiento simultáneo en fémur y tibia del mismo miembro pélvico. En otro paciente que no entendió como darse distracción en un primer alargamiento; posteriormente se realizó un nuevo alargamiento en el mismo hueso.

Se realizó el alargamiento en 20 fémures y en 16 tibias; 24 pacientes fueron del sexo masculino y 10 del sexo femenino. 19 procedimientos fueron el miembro pélvico derecho y 17 en el izquierdo.

La edad al momento de la cirugía fue en promedio de 15 años 9 meses con un mínimo de 11 años 6 meses y un máximo de 19 años 3 meses; en el fémur el promedio de edad fue de 15 años 6 meses (11 años 6 meses - 19 años 3 meses) y en la tibia el promedio fue de 16 años (11 años 7 meses - 18 años 11 meses).

Se realizaron en el fémur 13 corticotomías en la metáfisis proximal, 2 diafisarias y 5 en la metáfisis distal; en la tibia todas las corticotomías se realizaron en la metáfisis proximal.

Como cirugías asociadas al momento de colocar el aparato de De Bastiani en el fémur fueron: dieciseis secciones percutáneas de la cintilla ilirotibial; cuatro Yount (sección del tensor de la fascia lata y del tabique intermuscular) y dos miotomías de aductores y tenotomía del psoasiliaco; en la tibia se realizaron: dos osteotomías varizantes de tibia (una en domo y una con cuña de base medial), dos Yount (sección del tensor de la fascia

lata y del tabique intermuscular) y en dos ocasiones se colocó un tornillo transindesmal.

El inicio de la distracción se realizó dependiendo de la edad del paciente y fue en promedio a los 8.4 días con un mínimo de 5 días y un máximo de 17 días, en el fémur el promedio fue de 9 días con un mínimo de 5 días y un máximo de 17 días y en el caso de la tibia el promedio fue de 7 días con un mínimo de 5 días y un máximo de 11 días.

A algunos de estos pacientes se les realizaron cirugías antes del alargamiento (Tabla 1 y Tabla 2).

Se midió el acortamiento de la extremidad afectada y se midió radiográficamente la longitud del hueso en forma preoperatoria y postoperatoria.

Medimos el índice de consolidación que es el número de días de tratamiento que se necesitan para obtener un centímetro de longitud: se obtiene dividiendo el tiempo total del tratamiento (en días) entre la longitud obtenida (en centímetros) .

La edad en que los pacientes tuvieron la infección por el virus de la poliomielitis fue en promedio a los 17.8 meses, con un mínimo de 2 meses y un máximo de 72 meses.

El seguimiento fue en promedio de 1 año 10 meses con un mínimo de 6 meses y un máximo de 3 años 4 meses, en los casos de los alargamientos en el fémur el promedio fue 2 años 1 mes con un mínimo de 6 meses y un máximo de 3 años 4 meses y en los casos de la tibia el promedio fue de 1 año 6 meses con un mínimo de 6 meses y un máximo de 3 años 3 meses.

RESULTADOS

Todos los aparatos fueron bien tolerados. Se llegó a la meta en 35 casos (97.2%); excepto en un paciente de 12 años 5 meses de edad que nunca entendió como darse la distracción lográndose únicamente 18 m.m. de alargamiento; sin embargo, posteriormente al año siete meses del alargamiento previo, se realizó otro alargamiento en el mismo hueso llegando a la meta.

El acortamiento de la extremidad afectada de los pacientes fue en promedio 72.7 m.m. con un mínimo de 40 m.m. y un máximo de 115 m.m., en quienes se alargó el fémur el promedio fue de 76.3 m.m. con un mínimo de 40 m.m. y un máximo de 115 m.m. y en la tibia el promedio fue de 65.2 m.m. con un mínimo de 40 m.m. y un máximo de 100 m.m.

La longitud del hueso alargado fue en promedio de 37 c.m. con un mínimo de 27 c.m. y un máximo de 48 c.m., en el caso del fémur el promedio fue de 39.8 c.m. con un mínimo de 33 c.m. y un máximo de 48 c.m. y en la tibia el promedio fue de 32.6 c.m. con un mínimo de 27 c.m. y un máximo de 35 c.m.

El tiempo quirúrgico fue en promedio de 64 minutos con un mínimo de 30 minutos y un máximo de 120 minutos, en el fémur el promedio fue de 69 minutos con un mínimo de 30 minutos y un máximo de 120 minutos y en la tibia el promedio fue de 57 minutos con un mínimo de 40 minutos y un máximo de 90 minutos.

Ningún paciente requirió de transfusión sanguínea.

El tiempo con el aparato fue en promedio de 230 días con un mínimo de 125 días y un máximo de 423 días, en el fémur el promedio fue de 226 días con un mínimo de 125 días y un

máximo de 423 días y en la tibia el promedio fue de 235 días con un mínimo de 154 días y un máximo de 311 días.

Se dinamizó el alargador en 19 casos: 12 en fémur y 7 en tibia.

El alargamiento logrado en los pacientes en quienes se llegó a la meta fue en promedio de 58.7 m.m. con un mínimo de 40 m.m. y un máximo de 101 m.m. , en el fémur el promedio fue de 62.9 m.m. con un mínimo de 40 m.m. y un máximo de 101 m.m. y en la tibia el promedio fue de 53.8 m.m. con un mínimo de 40 m.m. y un máximo de 88 m.m.

De acuerdo al porcentaje del hueso alargado con respecto al original fue en promedio de 16.5 % con un mínimo de 8.6 % y un máximo de 30.6 %, en el fémur el promedio fue de 15.9 % con un mínimo de 8.6 % y un máximo de 30.6 % y en la tibia el promedio fue de 17.3 % con un mínimo de 13.6 % y un máximo de 26.6 %.

El índice de consolidación se midió en todos los pacientes, excepto en los que se retiró el aparato de De Bastiani al finalizar el alargamiento por realizar un tratamiento quirúrgico adicional como alargamiento del tendón de Aquiles y en el caso de toma y aplicación de injerto óseo por falta de consolidación.

El índice de consolidación fue en promedio de 38.1 con un mínimo de 25.8 y un máximo de 62, el promedio en el fémur fue de 37.4 con un mínimo de 25.8 y un máximo de 56.4 y en la tibia el promedio fue de 40.2 con un mínimo de 26.6 y un máximo de 62.

El índice de consolidación para los pacientes en quienes se dinamizó el alargador fue en promedio de 37 con un mínimo de 25.8 y un máximo de 53., en el fémur el promedio fue de 36 con un mínimo de 25.8 y un máximo de 47.6 y en la tibia el promedio fue de 38.7 con un mínimo de 26.6 y un máximo de 53.

En los pacientes que no se dinamizó el alargador el índice de consolidación fue en promedio de 39.2 con un mínimo de 29.2 y un máximo de 62, en el fémur el promedio fue de 38.7 con un mínimo de 29.2 y un máximo de 56.4 y en la tibia el promedio fue de 41.6 con un mínimo de 29.8 y un máximo de 62.

Siete pacientes (19.44 %) no tuvieron ninguna complicación durante su alargamiento, tres en fémur (15 %) y cuatro en tibia (25 %)

Con complicaciones 29 pacientes (80.55 %); las complicaciones fueron en total 41 (113 %), en fémur 23 (115 %) y en tibia 18 (112 %). Existieron en total 1.1 complicaciones por paciente (Tabla 3 y Tabla 4).

Adicionalmente a la colocación del alargador se requirieron de 26 procedimientos adicionales bajo anestesia (72.2%) (Tabla 5 y Tabla 6).

Al retirar el alargador en seis pacientes se realizó alargamiento del tendón de Aquiles + colocación de yeso muslo podálico y en los casos en quienes se colocó injerto óseo, se retiró el aparato de De Bastiani fijándose con una placa + colocación de un yeso muslo podálico.

En su último seguimiento 19 pacientes realizan la marcha con una ortesis rodilla-tobillo-pie; tres utilizan un aumento (15 m.m. - 35 m.m.) y dos utilizan una ortesis tobillo-pie. Cinco pacientes realizan la marcha asistida por muletas canadienses y dos con bastón.

Tanto los pacientes como sus familiares se encuentran satisfechos con los alargamientos.

DISCUSION

En los pacientes con secuelas de poliomielitis que utilizan una ortesis en la extremidad afectada, ésta debe ser de 1 a 2 cms más corta que la otra extremidad, y cada caso tiene que ser estudiado en forma individual.

Ya que no es fácil de predecir la longitud final de un miembro pélvico paralítico, la edad ideal para alargar la extremidad corta es justo al finalizar el crecimiento; ésto también es basado en estudios realizados por Pouliquen y Etianne, los cuales observaron que al alargar las extremidades durante el crecimiento existe el riesgo de dañar las fisis y por consiguiente hay un cierre prematuro de las mismas. (22, 31, 82, 83, 87)

Se han descrito múltiples complicaciones en los alargamientos progresivos utilizando fijadores externos. Algunas de estas complicaciones son: infecciones en los tejidos blandos, infecciones óseas como consecuencia de la técnica quirúrgica utilizada, angulación, osteólisis y osteitis alrededor de los clavos, falta de consolidación, fractura al finalizar el alargamiento, contracturas articulares, dolor muscular, espasmo arterial u oclusión aguda con secuelas serias, parálisis, hiperestesia, parestesia, deformidad articular, subluxación articular, degeneración del cartilago articular. Algunas de estas hospitalización y el trauma psicológico que tiene el paciente y su familia. complicaciones son por causa de ruptura o falta de estabilidad del fijador externo. Otros problemas también se han descrito asociados a la técnica quirúrgica, el número de cirugías requeridas, el tiempo del tratamiento, el tiempo de hospitalización y el trauma psicológico que tiene el paciente y su familia. (34, 41, 47, 50, 60, 61, 63, 64, 70, 71, 75, 93, 96)

El aparato de De Bastiani nos da estabilidad y nos permite una formación adecuada y consolidación del callo óseo en el sitio del

alargamiento. La rigidez del aparato evita la formación de osteólisis y osteitis alrededor de los tornillos. El cuerpo del fijador es telescópico y esto permite que éste permanezca en su sitio y controla el alargamiento desde el día de la cirugía hasta la completa consolidación del hueso alargado; además esta particularidad del aparato permite compresión axial dinámica en el sitio del alargamiento, acelerando la corticalización del callo óseo. (7, 15, 19, 21, 32, 33, 34, 51, 70, 74)

Al utilizar los tornillos cónicos del aparato de De Bastiani se produce una menor lesión en los tejidos blandos y en caso que se aflojen, se pueden apretar introduciéndolos más.

El aparato de De Bastiani por su mínimo número de piezas es fácil de aplicar, esto permite su colocación en poco tiempo y su curva de aprendizaje es menor a la de los fijadores externos circulares.

El abordaje anterior para realizar la corticotomía es práctico ya que es mínima la exposición quirúrgica y no tuvimos ninguna complicación (dehiscencia de herida quirúrgica, lesión neurovascular, infección ósea o de tejidos blandos).

Es importante permitirle al paciente que apoye la extremidad desde el momento de la cirugía, ya que preserva la movilidad articular y realiza sus actividades cotidianas.

La corticotomía de baja fricción realizada con perforador y osteotomo es menos traumática y daña menos los tejidos, permitiendo una mejor formación del callo óseo; ya que con la sierra oscilatoria se necrosa el borde de los segmentos óseos, disminuyéndose la capacidad de osteogénesis. (53, 70, 71)

El ritmo de distracción de 0.25 m.m. cada seis horas ha demostrado tener el mejor resultado en la formación del callo óseo; esto se confirmó en nuestro estudio. El ritmo de

distracción se puede disminuir, sin alterar el resultado, al existir contractura articular, dolor o falta de formación del regenerado óseo. (34, 54, 70, 71)

La corticotomía a nivel de la metafisis ha demostrado que tiene un regenerado óseo más rápido y de mejor calidad, ésto se comprobó en el presente estudio. La metafisis es el sitio del hueso que tiene más hueso esponjoso y está mejor vascularizado. Un paciente con corticotomía diafisaria (50 %) requirió de injerto óseo; por lo que se deben evitar las corticotomías diafisarias, ya que hay menos formación de hueso a este nivel.

Los alargamientos con este método tienen un menor número de intervenciones quirúrgicas, menor tiempo de hospitalización, evita las complicaciones asociadas a la colocación de injerto óseo y de la fijación interna. (7, 34, 70)

Al dinamizar el aparato de De Bastiani encontramos una formación y corticalización del callo óseo en el sitio del alargamiento más rápido, ésto es reflejado en un menor índice de consolidación.

Encontramos que los pacientes con secuelas de poliomiелitis tienen una formación y corticalización del callo óseo en el sitio del alargamiento similar a pacientes con acortamiento por otra causa (congénita, traumática, tumoral, etc.); el índice de consolidación fué similar al reportado en otras series. (7, 34, 47, 70)

Es bien conocido que la unidad más difícil de alargar es la unión musculotendinosa; sin embargo, a pesar de que la extremidad pélvica con secuelas de poliomiелitis es flaccida, encontramos como una de las complicaciones más frecuentes la contractura articular. (70, 96)

En el paciente con alargamiento en el fémur y que tuvo como complicación un equino, está fue debido a que la corticotomía que se realizó fue distal; por lo que la corticotomía en los alargamientos femorales debe realizarse proximal por debajo del trocánter menor, para evitar esta complicación.

Actualmente con la tecnología y el conocimiento biológico con los que se cuentan, el mejor tratamiento para corregir la discrepancia en los miembros pélvicos en pacientes con secuelas de poliomielitis es el alargamiento; ya que al acortar la extremidad normal se pueden tener complicaciones poco deseables en una extremidad sana.

Aunque existen tablas y gráficas para predecir la longitud de las extremidades; éstas son poco útiles en los pacientes con acortamiento por secuelas poliomiélicas, ya que cada paciente se comporta diferente y debe de estudiarse en forma individual.

(2, 8, 9, 10, 22, 43, 46, 62, 68, 84)

El aparato de De Bastiani es un excelente fijador para alargar las extremidades; sin embargo, las complicaciones y problemas son frecuentes sin importar el método que se utilice. Todo el Cirujano Ortopedista que realiza alargamientos debe esperar un índice alto de complicaciones y un tiempo largo del tratamiento. Estos procedimientos no son para el inexperto, ni para el cirujano ocasional.

CONCLUSIONES

Los pacientes con acortamiento de una extremidad pélvica como consecuencia de la poliomielitis son candidatos a que se realice un alargamiento.

El aparato de De Bastiani es de fácil aplicación por su mínimo número de partes.

Es de fácil manejo para el paciente, permitiéndole realizar la autodistracción en su domicilio.

El alargador de De Bastiani es útil en el manejo de discrepancias de los miembros pélvicos.

Es un aparato cómodo, ligero, unilateral que le permite al paciente realizar sus actividades cotidianas desde el momento de la aplicación del mismo.

El diseño de los tornillos minimiza el trauma potencial de los tejidos blandos durante su aplicación.

Nos permite compresión axial dinámica al finalizar el alargamiento, acelerando la corticalización del segmento alargado.

La rigidez del aparato previene la osteólisis y la osteitis alrededor de los tornillos.

El aparato se puede retirar con el paciente como externo sin anestesia.

**CIRUGIAS REALIZADAS ANTES DEL
ALARGAMIENTO EN FEMUR**

Yount	13
Capsulotomía posterior de Rodilla	8
Soutter	7
Alargamiento Tendón de Aquiles	3
Alargamiento Biceps Crural	2
Alargamiento Flexores Internos Rodilla	2
Osteotomía Desrotadora Tibia	2
Transferencia Tendinosa	2
Instrumentación de Columna	1
Reducción Luxación de Cadera	1
Alargamiento Tibia con Ap. Wagner	1
Epifisiodesis Rodilla Contralateral	1

Tabla 1

**CIRUGIAS REALIZADAS ANTES DEL
ALARGAMIENTO EN TIBIA**

Yount	3
Capsulotomía posterior de Rodilla	3
Transferencia Tendinosa	3
Alargamiento Tendón de Aquiles	2
Soutter	2
Fasciotomía Plantar	2
Alargamiento Biceps Crural	1
Osteotomía de Chiari	1
Epifisiodesis Rodilla Contralateral	1

Tabla 2

COMPLICACIONES EN LOS ALARGAMIENTOS FEMORALES

Contractura Rodilla en Extensión	6
Infección Trayecto de los Tornillos	5
Contractura Rodilla en Flexión	2
Fractura Post Alargamiento	2
Cosolidación Retardada	2
Osteólisis	2
Contractura Cadera en Flexión	1
Contractura Tobillo (Equino)	1
Corticotomía Incompleta	1
Consolidación Pronta	1

Tabla 3

COMPLICACIONES EN LOS ALARGAMIENTOS TIBIALES

Contractura Tobillo (Equino)	11
Contractura Rodilla en Flexión	2
Genu Valgo	2
Contractura Rodilla en Extensión	1
Luxación del Tobillo	1
Infección Trayecto de los Tornillos	1

Tabla 4

**PROCEDIMIENTOS REALIZADOS DESPUES
DEL ALARGAMIENTO EN FEMUR**

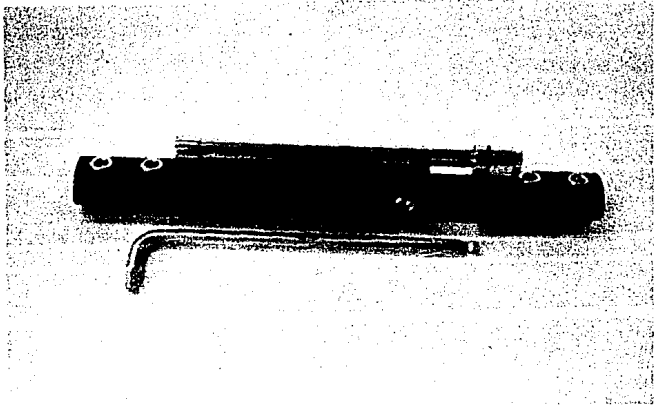
Colocación de Yeso por Fractura	2
Toma y Aplicación Injerto Oseo	2
Manipulación Rodilla Bajo Anestesia	2
Completar Corticotomía	1
Soutter	1
Alargamiento Tendón de Aquiles	1
Alargamiento Isquiotibiales	1
Combio Tornillos y Alargador	1

Tabla 5

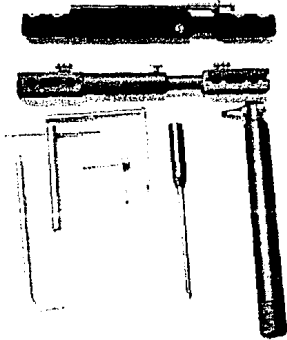
**PROCEDIMIENTOS REALIZADOS DESPUES
DEL ALARGAMIENTO EN TIBIA**

Alargamiento Tendón de Aquiles	8
Osteotomía Desrotadora Tibia	2
Yount	1
Triple Artrodesis Pie	1
Soutter	1
Reducción Luxación Tobillo	1
Colocación de Yeso por Fractura	1

Tabla 6



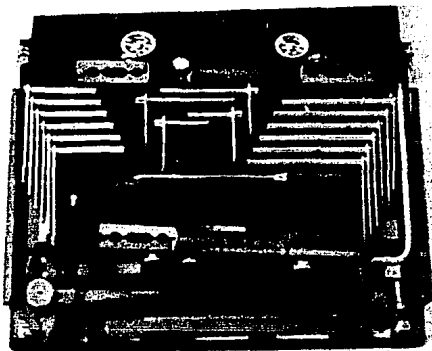
A.



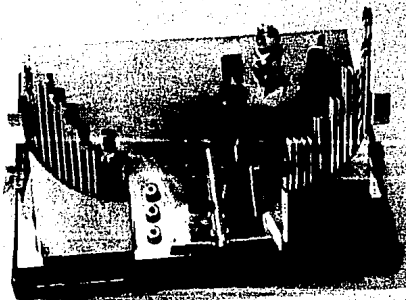
B.

A. Aparato de De Bastiani con alargador de 10 c.m.

B. Instrumentos para colocar el aparato de De Bastiani: Plantilla rígida; Llave tipo "Allen" poliedral (para ajustar el alargador); Llave en "T" (para fijar el tornillo en el hueso); Guía de tornillo, Guía para broca; Trócar guía; Llave dinamoétrica (para ajustar los tornillos en el alargador).

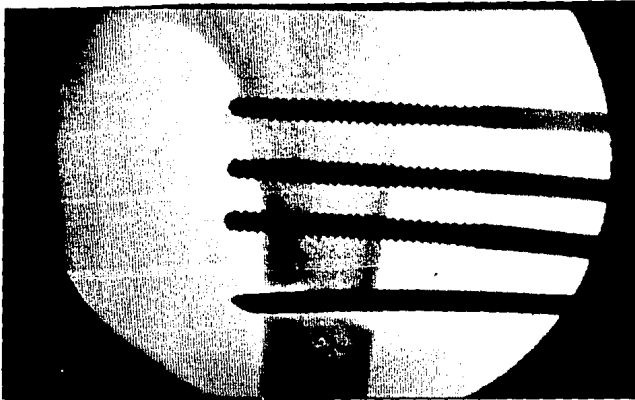


A.

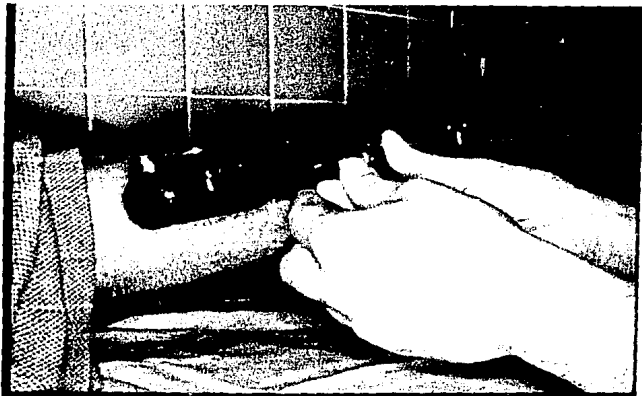


B.

A. Set completo para colocar el aparato de De Bastiani.
B. Set de tornillos y brocas. Hay tornillos corticales y de esponjosa con una longitud desde 60 m.m. hasta 200 m.m.



A.



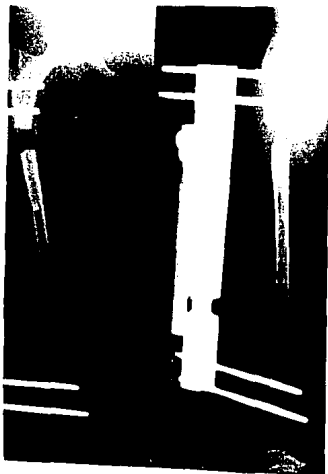
B.

A. Control fluoroscópico transoperatorio "Corticotomía".

B. Retiro del aparato de De Bastiani en la consulta externa, sin anestesia.



A.



B.



C.



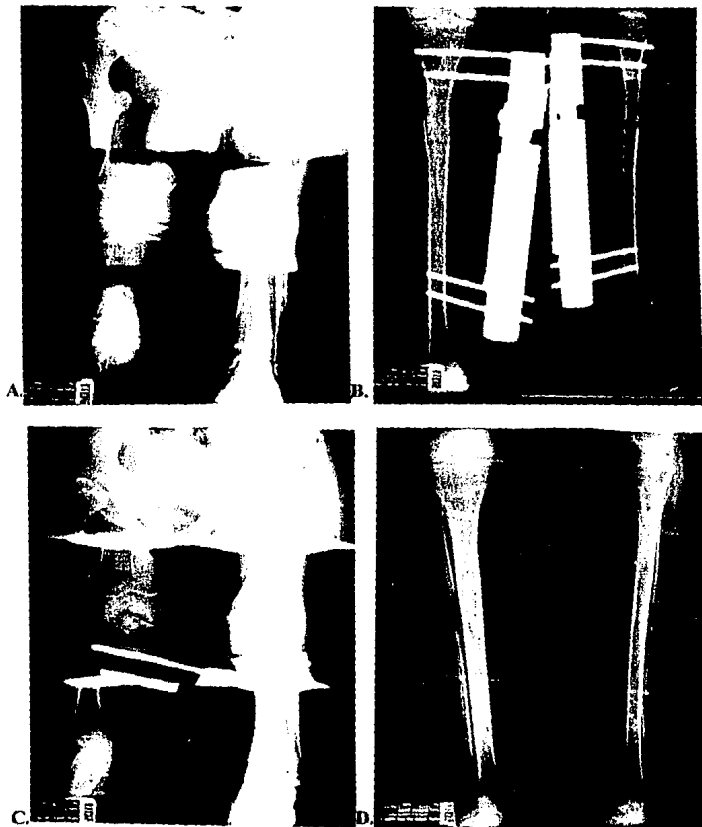
D.

A. Paciente femenino de 14 años 4 meses de edad con acortamiento del miembro pélvico derecho de 75 m.m.

B. Corticotomía femoral proximal. Alargamiento de 15 m.m.

C. Alargamiento de 45 m.m., a los 45 días de distracción.

D. Alargamiento total de 65 m.m., con adecuada consolidación y corticalización, al año 3 meses de la cirugía.



A. Paciente masculino de 16 años 5 meses de edad con acortamiento del miembro pélvico derecho de 77 m.m.

B. Corticotomía tibial proximal. Alargamiento de 57 m.m.

C. Medición de miembros pélvicos con acortamiento de 20 m.m. radiográficos y 10 m.m. clínicos, se suspende la distracción.

D. Alargamiento total de 57 m.m., con adecuada consolidación y corticalización, a los 9 meses de la cirugía.



A.



B.



C.



D.

A. Paciente masculino de 16 años 9 meses de edad con acortamiento del miembro pélvico izquierdo de 90 m.m.

B. Corticotomía femoral distal. Alargamiento de 35 m.m.

C. Alargamiento total de 80 m.m., con adecuada formación del regenerado óseo (se dinamizó el alargador).

D. Con adecuada corticalización a los 10 meses de la cirugía.



Grupo de pacientes con Alargamiento en diferentes etapas.

BIBLIOGRAFIA

1. **Abbott L.C., Saunders J.B.: THE OPERATIVE LENGTHENING OF THE TIBIA AND FIBULA. Ann Surg 110: 961 - 991, 1939.**
2. **Acheson R.: THE OXFORD METHOD OF ASSESSING SKELETAL MATURITY. Clin Orthop 10: 19 - 39, 1957.**
3. **Ahmadi B., Akbarnia B., Ghobadi F.: EXPERIENCE WITH 141 TIBIAL LENGTHENINGS IN POLIOMYELITIS AND COMPARISON OF 3 DIFFERENT METHODS. Clin Orthop 145: 150, 1979.**
4. **Aldegheri R., Trivella G., Lavini F.: EPIPHYSEAL DISTRACTION. CHONDRODIATASIS. Clin Orthop 241: 117 - 127, 1989.**
5. **Aldegheri R., Trivella G., Lavini F.: EPIPHYSEAL DISTRACTION. HEMICHONDRODIATASIS. Clin Orthop 241: 128 - 136, 1989.**
6. **Aldegheri R., Trivella G., Renzi-Brivio L., Tessari G., Agostini S., Lavini F.: LENGTHENING OF THE LOWER LIMBS IN ACHONDROPLASTIC PATIENTS. J Bone Joint Surg 70B: 69 - 73, 1988.**
7. **Aldegheri R., Renzi-Brivio L., Agostini S.: THE CALLOTASIS METHOD OF LIMB LENGTHENING. Clin Orthop 241: 137 - 145, 1989.**

8. Anderson M.T., Green W.T.: LENGTHS OF THE FEMUR AND TIBIA. NORMS DERIVED FROM ORTHOROENTGENOGRAMS OF CHILDREN FROM FIVE YEARS OF AGE UNTIL EPIPHYSEAL CLOSURE. Am J Dis Child 75: 279 - 290, 1948.
9. Anderson M.T., Green W.T., Messner M.B.: GROWTH AND PREDICTIONS OF GROWTH IN THE LOWER EXTREMITIES. J Bone Joint Surg 45A: 1 - 14, 1963.
10. Anderson M.T., Messner M.B., Green W.T.: DISTRIBUTION OF LENGTHS OF THE NORMAL FEMUR AND TIBIA IN CHILDREN FROM ONE TO EIGHTEEN YEARS OF AGE. J Bone Joint Surg 46A: 1197 - 1202, 1964.
11. Anderson W.V.: LEG LENGTHENING. J Bone Joint Surg 34B: 150, 1952.
12. Arkin A., Katz J.: THE EFFECTS OF PRESSURE ON EPIPHYSEAL GROWTH. J Bone Joint Surg 38A: 1056, 1956.
13. Armstrong P.: ATTEMPTS TO ACCELERATE LONGITUDINAL BONE GROWTH. En: Uhtoff H., Wiley J., eds. Behavior of the Growth Plate. New York: Raven Press: 237 - 242, 1988.
14. Aronson J., Johnson E., Harp J.H.: LOCAL BONE TRANSPORTATION FOR TREATMENT OF INTERCALARY DEFECTS BY THE ILIZAROV TECHNIQUE. Clin Orthop 243: 71 - 79, 1989.

15. Aronson J., Harrison B.H., Boyd C.M., Cannon D.J., Lubansky H.J.: **MECHANICAL INDUCTION OF OSTEOGENESIS: THE IMPORTANCE OF PIN RIGIDITY.** J Pediatr Orthop 8: 396 - 401, 1988.
16. Aronson J., Good B., Stewart C.L., Harrison B.H., Harp J.H.: **PRELIMINARY STUDIES OF MINERALIZATION DURING DISTRACTION OSTEOGENESIS.** Clin Orthop 250: 43 - 49, 1990.
17. Aronson J., Harrison B.H., Stewart C.L., Harp J.H.: **THE HISTOLOGY OF DISTRACTION OSTEOGENESIS USING DIFFERENT EXTERNAL FIXATORS.** Clin Orthop 241: 106 - 116, 1989.
18. Behrens F.: **A PRIMER OF FIXATOR DEVICES AND CONFIGURATION.** Clin Orthop 241: 5 - 14, 1989.
19. Behrens F., Johnson E.D., Koch T.W., Kovacevic N.: **BENDING STIFFNESS OF UNILATERAL AND BILATERAL FIXATOR FRAMES.** Clin Orthop 178: 103 - 110, 1983.
20. Behrens F.: **GENERAL THEORY AND PRINCIPALS OF EXTERNAL FIXATION.** Clin Orthop 241: 15 - 23, 1989.
21. Behrens F., Johnson W.: **UNILATERAL EXTERNAL FIXATION: METHODS TO INCREASE AND REDUCE FRAME STIFFNESS.** Clin Orthop 241: 48 - 56, 1989.
22. Bellier G., Carliz H.: **THE PREDICTION OF GROWTH IN LONG BONES IN POLIOMYELITIS.** Rev Chir Orthop 65: 373, 1979.

23. Biermann J.S., Marsh J.L., Nepola J.V., Lavini F., Renzi-Brivio L.: UNILATERAL BONE TRANSPORT SYSTEM FOR SEGMENTAL DEFICIENCY OF BONE. A.A.O.S. Anaheim, California E.U.A. 1991.
24. Bohlman H.: EXPERIMENTS WITH FOREIGN MATERIALS IN THE REGION OF THE EPIPHYSEAL CARTILAGE PLATE OF GROWING BONES TO INCREASE THEIR LONGITUDINAL GROWTH. J Bone Joint Surg 11: 365, 1929.
25. Brighton C.T.: STRUCTURE AND FUNCTION OF THE GROWTH PLATE. Clin Orthop 136: 22 - 32, 1978.
26. Chao E.Y.S., Hein T.J.: MECHANICAL PERFORMANCE OF THE STANDARD ORTHOFIX EXTERNAL FIXATOR. Orthopaedics 11: 1057 - 1069, 1988.
27. Codivilla A.: ON THE MEANS OF LENGTHENING, IN THE LOWER LIMBS, THE MUSCLES AND TISSUES WHICH ARE SHORTENED THROUGH DEFORMITY. Am J Orthop Surg 2: 353 - 369, 1905.
28. Coleman S.S., Noonan T.D.: ANDERSON'S METHOD OF TIBIAL-LENGTHENING BY PERCUTANEOUS OSTEOTOMY AND GRADUAL DISTRACTION. J Bone Joint Surg 49A: 263 - 279, 1967.
29. Coleman S.S., Scott S.T.: THE PRESENT ATTITUDE TOWARD THE BIOLOGY AND TECHNOLOGY OF LIMB LENGTHENING. Clin Orthop 264: 76 - 83, 1991.
30. Dal Monte A., Donelli O.: COMPARISON OF DIFFERENT METHODS OF LEG LENGTHENING. J Pediatr Orthop 8: 62 - 64, 1988.

31. De Bastiani G., Aldegheri R., Renzi-Brivio L., Trivella G.:
CHONDRODIATASIS-CONTROLLED SYMMETRICAL DISTRACTION OF THE EPIPHYSEAL PLATE. J Bone Joint Surg 68B: 550 - 556, 1986.
32. De Bastiani G., Aldegheri R., Renzi-Brivio L., Trivella G.:
DYNAMIC AXIAL EXTERNAL FIXATION. Automedica 10: 235 - 272, 1989.
33. De Bastiani G., Aldegheri R., Renzi-Brivio L.: **DYNAMIC AXIAL FIXATION.** Int Orthop (SICOT) 10: 95 - 99, 1980.
34. De Bastiani G., Aldegheri R., Renzi-Brivio L., Trivella G.:
LIMB LENGTHENING BY CALLUS DISTRACTION (CALLOTASIS). J Pediatr Orthop 7: 129 - 134, 1987.
35. De Bastiani G., Aldegheri R., Renzi-Brivio L., Trivella G.:
LIMB LENGTHENING BY DISTRACTION OF THE EPIPHYSEAL PLATE. J Bone Joint Surg 68B: 545 - 549, 1986.
36. De Bastiani G., Aldegheri R., Renzi-Brivio L.: **THE TREATMENT OF FRACTURES WITH A DYNAMIC AXIAL FIXATOR.** J Bone Joint Surg 66B: 538 - 545, 1984.
37. Delloye C., Delefortrie G., Coutelier L., Vincent A.: **BONE REGENERATE FORMATION IN CORTICAL BONE DURING DISTRACTION LENGTHENING.** Clin Orthop 250: 34 - 42, 1990.
38. Finlay J.B., Moroz T.K., Rorabeck C.H., Davey J.R., Boone R.B.: **STABILITY OF TEN CONFIGURATIONS OF THE HOFFMANN EXTERNAL FIXATION FRAME.** J Bone Joint Surg 69A: 734 - 744, 1987.

39. Fleming B., Paley D., Kristiansen T., Pope M.: A BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE ILIZAROV EXTERNAL FIXATOR. Clin Orthop 241: 95 - 105, 1989.
40. Frost H.: THE BIOLOGY OF FRACTURE HEALING. Clin Orthop 238: 283 - 309, 1989.
41. Galardi G., Comi G., Lozza L., Marchettini P., Novarina M., Facchini R., Paronzini A.: PERIPHERAL NERVE DAMAGE DURING LIMB LENGTHENING. J Bone Joint Surg 72B: 121 - 124, 1990.
42. Gardner E.D.: THE DEVELOPMENT AND GROWTH OF BONES AND JOINTS. J Bone Joint Surg 45A: 856 - 861, 1963.
43. Gill G.G., Abbott L.C.: PRACTICAL METHOD OF PREDICTING THE GROWTH OF THE FEMUR AND TIBIA IN THE CHILD. Arch Surg 45: 286 - 315, 1942.
44. Goetz R.H.: VASCULAR CHANGES IN POLIOMYELITIS AND THE EFFECT OF SYMPATECTOMY ON BONE GROWTH. Acta Med Scand Sup. 306: 56 - 106, 1955.
45. Green W.T., Anderson M.T.: EXPERIENCES WITH EPIPHYSEAL ARREST IN CORRECTING DISCREPANCIES IN LENGTH OF THE LOWER EXTREMITIES IN INFANTILE PARALYSIS. J Bone Joint Surg 3: 659 - 675, 1947.
46. Green W.T., Wyatt G.M., Anderson M.T.: ORTHOROENTGENOGRAPHY AS A METHOD OF MEASURING THE BONES OF THE LOWER EXTREMITIES. J Bone Joint Surg 28: 60 - 65, 1946.

47. Guidera K.J., Hess W.F., Highhouse K.P., Ogden J.A.: **EXTREMITY LENGTHENING: RESULTS AND COMPLICATIONS WITH THE ORTHOFIX SYSTEM.** J Pediatr Orthop 11: 90 - 94, 1991.
48. Hadlow A.T., Nicol R.O.: **A FORMULA FOR DIAPHYSEAL LIMB LENGTHENING.** J Bone Joint Surg 72B: 146, 1990.
49. Harris R., McDonald J.: **THE EFFECT OF LUMBAR SYMPATHECTOMY UPON THE GROWTH OF LEGS PARALYZED BY ANTERIOR POLIOMYELITIS.** J Bone Joint Surg 18: 35, 1936.
50. Hrutkay J.M., Eilert R.E.: **OPERATIVE LENGTHENING OF THE LOWER EXTREMITY AND ASSOCIATED PSYCHOLOGICAL ASPECTS: THE CHILDREN'S HOSPITAL EXPERIENCE.** J Pediatr Orthop 10: 373 - 377, 1990.
51. Huiskes R., Chao E.Y.S.: **GUIDELINES FOR EXTERNAL FIXATION FRAME RIGIDITY AND STRESSES.** J Orthop Res 4: 68 - 75, 1986.
52. Ilizarov G.A.: **CLINICAL APPLICATION OF THE TENSION-STRESS EFFECT FOR LIMB LENGTHENING.** Clin Orthop 250: 8 - 26, 1990.
53. Ilizarov G.A.: **THE TENSION-STRESS EFFECT ON THE GENESIS AND GROWTH OF TISSUES.** The Influence of Stability of Fixation and Soft-Tissue Preservation. Clin Orthop 238: 249 - 281, 1989.

54. Ilizarov G.A.: **THE TENSION-STRESS EFFECT ON THE GENESIS AND GROWTH OF TISSUES.** The Influence of the Rate and Frequency of Distraction. *Clin Orthop* 239: 263 - 285, 1989.
55. Kawamura B., Hosono S., Takahashi T., Yano T., Kobayashi Y.: **LIMB LENGTHENING BY MEANS OF SUBCUTANEOUS OSTEOTOMY.** *J Bone Joint Surg* 50A: 851 - 865, 1968.
56. Kawamura B., Hosono S., Takahashi.: **THE PRINCIPLES AND TECHNIQUE OF LIMB LENGTHENING.** *Int Orthop (SICOT)* 5: 69 - 83, 1981.
57. Kenwright J., Spriggins A.J., Cunningham J.L.: **RESPONSE OF THE GROWTH PLATE TO DISTRACTION CLOSE TO SKELETAL MATURITY.** *Clin Orthop* 250: 61 - 72, 1990.
58. Kojimoto H., Yasui N., Goto T., Matsuda S., Shimomura Y.: **BONE LENGTHENING IN RABBITS BY CALLUS DISTRACTION.** *J Bone Joint Surg* 70B: 543 - 549, 1988.
59. Korkala O., Karaharju E., Grönblad M., Aalto K.: **EXPERIMENTAL LENGTHENING OF TIBIAL DIAPHYSIS: GAP HEALING WITH OR WITHOUT GRADUAL DISTRACTION.** *Arch Orthop Trauma Surg* 107: 172 - 175, 1988.
60. Lavini F., Renzi-Brivio L., De Bastiani G.: **PSYCHOLOGIC, VASCULAR, AND PHYSIOLOGIC ASPECTS OF LOWER LIMB LENGTHENING IN ACHONDROPLASTICS.** *Clin Orthop* 250: 138 - 142, 1990.

61. Leong J.C.Y., Ma R.Y.P., Eng C., Clark J.A., Eng C., Cornish L.S., Yau A.C.M.C.: **VISCOELASTIC BEHAVIOR OF TISSUE IN LEG LENGTHENING BY DISTRACTION.** Clin Orthop 139: 102 - 109, 1979.
62. Maresh M.M.: **LINEAR GROWTH OF LONG BONES OF EXTREMITIES FROM INFANCY THROUGH ADOLESCENCE.** Am J Dis Child 89: 725 - 742, 1955.
63. Matthews L.S., Green C.A., Goldstein S.A.: **THE THERMAL EFFECTS OF SKELETAL FIXATION-PIN INSERTION IN BONE.** J Bone Joint Surg 66A: 1077 - 1083, 1984.
64. Monticelli G., Spinelli R.: **LIMB LENGTHENING BY EPIPHYSEAL DISTRACTION.** Int Orthop (SICOT) 5: 85 - 90, 1981.
65. Monticelli G., Spinelli R.: **DISTRACTION EPIPHYSIOLYSIS AS A METHOD OF LIMB LENGTHENING: I. Experimental Study.** Clin Orthop 154: 254 - 261, 1981.
66. Monticelli G., Spinelli R.: **DISTRACTION EPIPHYSIOLYSIS AS A METHOD OF LIMB LENGTHENING: II. Morphologic Investigations.** Clin Orthop 154: 262 - 273, 1981.
67. Monticelli G., Spinelli R.: **DISTRACTION EPIPHYSIOLYSIS AS A METHOD OF LIMB LENGTHENING: III. Clinical Applications.** Clin Orthop 154: 274 - 286, 1981.
68. Moseley C.F.: **A STRAIGHT-LINE GRAPH FOR LEG-LENGTH DISCREPANCIES.** J Bone Joint Surg 59A: 174 - 179, 1977.

69. Moseley C.F.: **LEG LENGTHENING. A REVIEW OF 30 YEARS.** Clin Orthop 247: 38 - 43, 1989.
70. Ochoa R., Galván R., Harfush A., Cassis N.: **ALARGAMIENTOS OSEOS POR EL METODO DE DE BASTIANI.** Rev Mex Ortop Traum 5: 135 -138, 1991.
71. Ochoa R., Cassis N., Galván R., Harfush A.: **TRATAMIENTO DE DISCREPANCIAS EN MIEMBROS INFERIORES CON EL METODO DE ILIZAROV.** Rev Mex Ortop Traum 6: 14 - 17, 1992.
72. Paley D.: **CURRENT TECHNIQUES OF LIMB LENGTHENING.** J Pediatr Orthop 8: 73 - 92, 1988.
73. Paley D., Catagni M., Argnani F., Villa A., Battista G., Cattaneo R.: **ILIZAROV TREATMENT OF TIBIAL NONUNIONS WITH BONE LOSS.** Clin Orthop 241: 146 - 165, 1989.
74. Paley D., Fleming B., Catagni M., Kristiansen T., Pope M.: **MECHANICAL EVALUATION OF EXTERNAL FIXATORS USED IN LIMB LENGTHENING.** Clin Orthop 250: 50 - 57, 1990.
75. Paley D.: **PROBLEMS, OBSTACLES, AND COMPLICATIONES OF LIMB LENGTHENING BY ILIZAROV TECHNIQUE.** Clin Orthop 250: 81 - 104, 1990.
76. Paterson D.: **LEG LENGTHENING PROCEDURES.** Clin Orthop 250: 27 - 33, 1990.

77. Peltonen J., Karaharju E., Aalto K., Alitalo I., Hietaniemi K.: **LEG LENGTHENING BY OSTEOTOMY AND GRADUAL DISTRACTION: AN EXPERIMENTAL STUDY.** J Pediatr Orthop 8: 509 - 512, 1988.
78. Petty W., Winter R., Felder D.: **ARTERIOVENOUS FISTULA FOR TREATMENT OF DISCREPANCY IN LEG LENGTH.** J Bone Joint Surg 56A: 581, 1974.
79. Porter R.W.: **THE EFFECT OF TENSION ACROSS A GROWING EPIPHYSIS.** J Bone Joint Surg 60B: 252 - 255, 1978.
80. Price C.T., Cole J.D.: **LIMB LENGTHENING BY CALLOTASIS FOR CHILDREN AND ADOLESCENTS.** Clin Orthop 250: 105 - 111, 1990.
81. Putti V.: **THE OPERATIVE LENGTHENING OF THE FEMUR.** JAMA 12: 934 -935, 1921.
82. Ratliff A.H.C.: **THE SHORT LEG IN POLIOMYELITIS.** J Bone Joint Surg 41B: 56 -69, 1959.
83. Ring P.A.: **SHORTENING AND PARALYSIS IN POLIOMYELITIS.** The Lancet II: 980 - 983, 1957.
84. Ring P.A.: **PROGNOSIS OF LIMB INEQUALITY FOLLOWING PARALYTIC POLIOMYELITIS.** The Lancet II: 1306 - 1308, 1958.
85. Shapiro F.: **DEVELOPMENTAL PATTERNS IN LOWER-EXTREMITY LENGTH DISCREPANCIES.** J Bone Joint Surg 64A: 639 - 650, 1982.

86. Shapiro F.: LONGITUDINAL GROWTH OF THE FEMUR AND TIBIA AFTER DIAPHYSEAL LENGTHENING. J Bone Joint Surg 69A: 684 - 689, 1987.
87. Sharrard W.J.W.: THE DISTRIBUTION OF THE PERMANENT PARALYSIS IN THE LOWER LIMB IN POLIOMYELITIS. J Bone Joint Surg 37B: 541 - 558, 1955.
88. Sola C.K., Silberman F.S., Cabrini R.L.: STIMULATION OF THE LONGITUDINAL GROWTH OF LONG BONES BY PERIOSTEAL STRIPPING. J Bone Joint Surg 45A: 1679, 1963.
89. Soutter R.: A NEW OPERATION FOR HIP CONTRACTURES IN POLIOMYELITIS. Boston Med Surg J 170: 380, 1914.
90. Steen H., Fjeld T.O.: LENGTHENING OSTEOTOMY IN THE METAPHYSIS AND DIAPHYSIS. Clin Orthop: 247: 297 - 305, 1989.
91. Trueta J.: THE INFLUENCE OF BLOOD SUPPLY IN CONTROLLING BONE GROWTH. Bull Hosp Joint Dis: 14, 1953.
92. Wagner H.: SURGICAL LEG PROLONGATION. Chirurg 42: 260 - 266, 1971.
93. Wagner H.: OPERATIVE LENGTHENING OF THE FEMUR. Clin Orthop 136: 125 - 142, 1978.
94. White S.H., Kenwright J.: THE IMPORTANCE OF DELAY IN DISTRACTION OF OSTEOTOMIES. Orthop Clin North Am 22: 569 - 579, 1991.

- 95. Wolfson N., Hearn T.C., Thomason J.J., Armstrong P.F.: FORCE AND STIFFNESS CHANGES DURING ILIZAROV LEG LENGTHENING. Clin Orthop 250: 58 - 60, 1990.**
- 96. Yasui N., Kojimoto H., Shimizu H., Shimomura Y.: THE EFFECT OF DISTRACTION UPON BONE, MUSCLE, AND PERIOSTEUM. Orthop Clin North Am 22: 563 - 567, 1991.**
- 97. Yount C.C.: THE ROLE OF THE TENSOR FASCIAE FEMORIS IN CERTAIN DEFORMITIES OF THE LOWER EXTREMITY. J Bone Joint Surg 8: 171, 1926.**