

ORIGINAL

Alargamiento óseo tibial mediante fijación externa. Estudio comparativo entre la técnica tradicional y la asistida por clavo intramedular



César Salcedo Cánovas

Cirugía Ortopédica y Traumatología Infantil, Unidad de Referencia Nacional en Ortopedia Infantil, CSUR. Prof. Asociado Universidad de Murcia. Hospital Clínico Universitario «Virgen de la Arrixaca», Murcia, España

Recibido el 3 de abril de 2017; aceptado el 4 de octubre de 2017

Disponible en Internet el 12 de noviembre de 2017

PALABRAS CLAVE

Alargamiento;
Clavo;
Comparativo;
Fijador;
Intramedular

Resumen

Objetivo: Comparar resultados y complicaciones al realizar elongaciones óseas con dos métodos diferentes: fijación externa aislada versus fijación externa sobre clavo intramedular.

Material y método: Estudio comparativo retrospectivo de 30 casos de elongación tibial divididos en dos grupos simétricos. Los casos se emparejaron en función de una serie de variables para maximizar la homogeneidad entre los grupos.

Las variables utilizadas para la comparación fueron el tiempo de fijación externa, el índice de fijación externa, el índice de consolidación, los resultados clínicos, las dificultades y el rango de movilidad articular.

Resultados: El tiempo medio de fijación externa fue de 2,08 meses en el grupo alargado sobre clavo, frente a los 5,85 del grupo estándar ($p < 0,0001$). La media del índice de fijación externa fue de 0,42 meses por centímetro en el grupo de clavo frente a los 1,15 del grupo sin clavo ($p < 0,0001$). No hubo diferencias significativas en el índice de consolidación (1,23 meses por centímetro frente a 1,15) ni en cuanto a los resultados clínicos. Se aprecian diferencias en la tasa de complicaciones (1,2 por paciente frente a 2,6) en favor de la técnica con clavo. No hay diferencias en el rango de movilidad articular del tobillo.

Discusión y conclusiones: La elongación sobre clavo intramedular es más efectiva que la fijación externa aislada para alargamientos tibiales en cuanto al tiempo de fijación externa, índice de fijación externa y tasa de complicaciones. No se han demostrado sus ventajas en cuanto a índice de consolidación y movilidad articular.

© 2017 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Lengthening;
Nail;
Comparative;
Fixator;
Intramedullary

Tibial bone lengthening via external fixation: Comparative study of the traditional technique and a technique with intramedullary nail assistance

Abstract

Objective: To compare outcomes and complications when performing bone lengthening with two different techniques: isolated external fixation versus external fixation combined with intramedullary nail.

Material and method: Comparative retrospective study of thirty cases of tibial lengthening divided in two symmetrical groups. Cases were matched based on several variables to maximise homogeneity between the groups.

Variables used for comparison were external fixation time, external fixation index, rate of consolidation, clinical outcomes, complications and range of joint motion.

Results: Mean external fixation time was 2.08 months in the group lengthened with nail while the standard group showed 5.85 months ($P < .0001$). Mean external fixation index was 0.42 months per centimetre in the nail group compared with 1.15 in the group without nail ($P < .0001$). There were no significant differences in the rate of consolidation (1.23 months per centimetre against 1.15) or in terms of clinical outcomes. We found differences in the rate of complications (1.2 per patient to 2.6) in favour of the technique with nail. There were no differences in the range of motion of ankle joint.

Discussion and conclusions: Lengthening over an intramedullary nail is more effective than using external fixation alone for tibial lengthening with regard to time of external fixation, index of external fixation and complication rate. We found no advantages in terms of consolidation and joint mobility.

© 2017 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La fijación externa ha sido y es el método de elongación ósea más popular por su baja invasividad, por permitir correcciones en múltiples planos y por la posibilidad que ofrece al cirujano para realizar correcciones secundarias o modular la rigidez del montaje a voluntad.

Sin embargo, los fijadores no están exentos de problemas. Su uso solo es viable en pacientes colaboradores que mantengan una higiene adecuada (para evitar infecciones), y la transfixión de la musculatura y partes blandas puede llevar a la aparición de rigideces o contracturas musculares severas. No podemos dejar de mencionar también la incomodidad que supone para el paciente el convivir con un dispositivo externo que dificulta sus actividades cotidianas y que puede suponer una dificultad psicológica añadida a su situación. Otro problema específico de los fijadores externos es decidir el momento adecuado de su retirada, pues una remoción precoz puede llevar a la fractura del regenerado óseo.

Uno de los caminos que se ha seguido con el objetivo de reducir el tiempo de fijación externa y mejorar los resultados clínicos es la técnica conocida como alargamiento sobre clavo (*lengthening over nail* [LON]). El procedimiento consiste en colocar un clavo intramedular sin bloquear a la vez que se implanta el fijador externo y se practica la osteotomía. El clavo ayuda a tutorizar el alargamiento desde el interior del canal, reduciendo teóricamente las desviaciones axiales, y permite estabilizar el hueso mediante su bloqueo una vez haya finalizado la fase de distracción. El fijador puede así retirarse sin esperar a la consolidación ósea, con la esperanza de que ello minimice los problemas asociados

al uso de este dispositivo. Diferentes estudios publicados han encontrado diferencias significativas entre el uso de la técnica LON y la tradicional sin asistencia de implante intramedular¹⁻⁵.

El autor ha analizado y comparado sistemáticamente los resultados obtenidos en elongaciones tibiales utilizando el método LON y el estándar (*external fixator lengthening* [EFL]). El objetivo de este trabajo es estudiar las diferencias entre ambos métodos para comprobar la hipótesis según la cual la osteogénesis a distracción asistida con clavo intramedular (LON) es un procedimiento terapéutico más efectivo que la fijación externa aislada (EFL) para la realización de elongaciones tibiales.

Material y métodos

Con el fin de realizar una comparación válida entre la técnica LON y la EFL, hemos estudiado retrospectivamente 15 elongaciones tibiales realizadas con cada metodología. La variabilidad entre pacientes y patologías dificulta el análisis, y por ello se ha clasificado la dificultad y el riesgo de cada caso en una escala basada en 12 parámetros aprobada por la comunidad científica (Paley et al.¹) modificada para alargamientos tibiales. Los parámetros pueden verse en la [tabla 1](#).

Elongaciones tibiales asistidas por clavo intramedular (LON)

Se han tomado 15 pacientes tratados entre febrero de 2003 y diciembre de 2013. El tiempo medio de seguimiento fue de

Tabla 1 Escala de clasificación del nivel de dificultad del procedimiento

Parámetros	0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos
Edad (años)	5-19	0-4 y 20-29	30-50	> 50
Complejidad de corrección de la deformidad al nivel del alargamiento	Ninguno	Angulación > 5° < 20° Rotación > 10° < 30° Traslación < 50% del diámetro del hueso Desplazamiento del eje mecánico de 1-3 cm	Angulación > 20° Rotación > 30° Traslación > 50% del diámetro del hueso Desplazamiento del eje mecánico > 3 cm	Combinación de deformidades a un nivel Múltiples deformidades
Otros niveles de tratamiento en el mismo hueso	Ninguno	1 nivel adicional, complejidad media	1 nivel adicional, complejidad moderada	1 nivel adicional, complejidad grave o > 2 niveles
Asociado a alargamiento femoral (cm)	Ninguno	1-3	3,1-6	> 6
Inestabilidad articular	Ninguno	Grado I- inestabilidad media: inestabilidad anteroposterior de rodilla +/+++	Grado II- inestabilidad moderada: inestabilidad anteroposterior de rodilla ++/+++	Grado III- subluxación fija o luxación fija
Deformidad fija en equino (grados)	0	1-5	6-10	> 10
Flexión de tobillo	> 60	60-40	39-20	< 20
Osteoartrosis articular (rodilla y tobillo)	Ninguno	Osteofitos marginales Esclerosis subcondral	Estrechamiento del espacio articular	Pérdida del espacio articular
Calidad ósea	Normal	Enfermedad de Ollier Osteoporosis Pseudoartrosis	Radiación Neurofibromatosis Osteogénesis imperfecta	Osteonecrosis Infección
Calidad de los tejidos blandos	Normal	Espasticidad Obesidad Hiperdesarrollo muscular	Fibrosis post-radiación Herida abierta pequeña	Necrosis tisular Infección Herida abierta grande
Problemas médicos y medicación	Ninguno	Fumador Hipertensión Artritis reumatoide Otras artritis sistémicas	Diabetes Hemofilia Anemia Inmunodepresión leve Medicación inhibitoria de la formación ósea	Inmunodepresión moderada Quimioterapia
Elongación planeada	Por cada centímetro, añadiremos un punto al total			

Interpretación: normal: 0 a 6 puntos, moderado: 7 a 11 puntos, severo: 12 puntos o más.

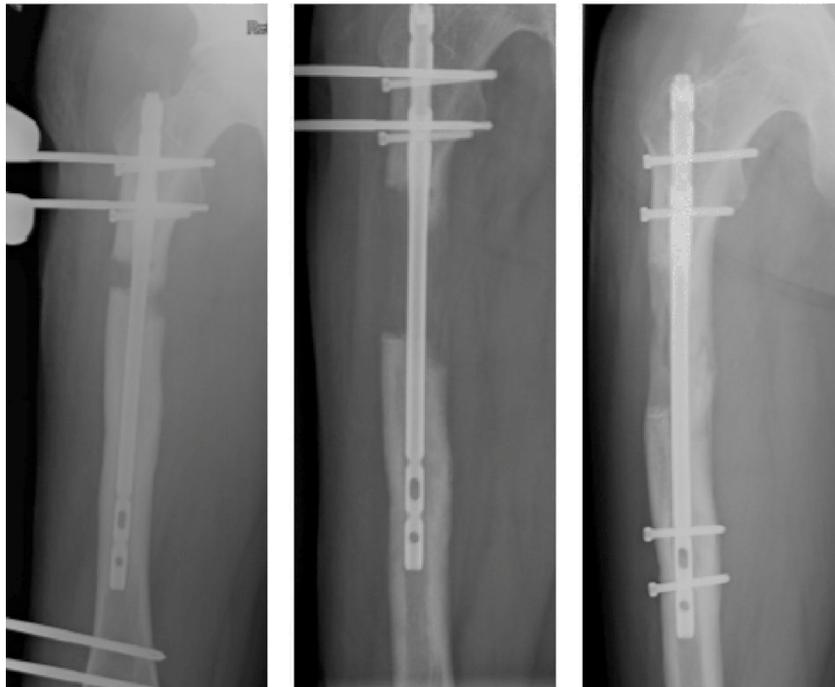
2,5 años (rango 2-10 años). La edad media de los pacientes en el momento de la cirugía fue de 23,06 años (rango 15-42 años). Siete pacientes fueron hombres y ocho mujeres. Los 15 pacientes se trataron por discrepancia en longitud de un

miembro y la etiología de sus disimetrías puede leerse en la [tabla 2](#).

En todos los casos se empleó el mismo tipo de fijador externo monolateral (Monotube Triax, Stryker; Kalamazoo,

Tabla 2 Emparejamiento de casos de elongaciones por técnica LON y EFL

LON					EFL					Coincidencias emparejamiento
Caso	Cm alarg.	Dificultad Paley	Etiología	Edad	Caso	Cm alarg.	Dificultad Paley	Etiología	Edad	
1	4,5	Moderada	Traumática	42	1	4	Moderada	Traumática	40	4
2	6	Moderada	Congénita	15	2	5	Leve	Congénita	16	3
3	5	Leve	Adquirida	16	3	6	Leve	Adquirida	16	4
4	5	Moderada	Adquirida	15	4	5	Moderada	Congénita	16	4
5	6	Grave	Traumática	40	5	6	Grave	Traumática	45	4
6	5	Leve	Congénita	16	6	4,5	Leve	Congénita	17	4
7	5	Leve	Adquirida	17	7	5,5	Leve	Adquirida	18	4
8	5	Moderada	Congénita	17	8	6	Moderada	Congénita	15	4
9	6	Moderada	Congénita	17	9	7	Moderada	Congénita	14	4
10	5	Grave	Traumática	32	10	4,5	Grave	Traumática	35	4
11	5,5	Moderada	Congénita	20	11	6	Moderada	Congénita	17	4
12	5	Moderada	Congénita	16	12	4,5	Moderada	Congénita	14	4
13	4	Moderada	Congénita	24	13	4	Moderada	Congénita	22	4
14	4	Leve	Congénita	22	14	5,5	Leve	Adquirida	18	3
15	3	Moderada	Traumática	40	15	3,5	Moderada	Traumática	37	4

**Figura 1** Proceso de elongación sobre clavo intramedular.

EE. UU.) e idéntico clavo intramedular (T2, Stryker; Kalamazoo, EE. UU.), insertado de forma anterógrada y fresado dos milímetros por encima de su diámetro. La osteotomía se realizó siempre por debajo de la tuberosidad tibial y se resecó 1 cm de peroné en 12 de los casos, realizándose una osteotomía simple percutánea en los tres restantes. La articulación tibioperonea distal se fijó temporalmente mediante un tornillo de osteosíntesis en 14 casos y con aguja de Kirschner en el restante. La fijación se aplica con el tobillo en dorsiflexión para evitar pérdidas de movilidad en el tobillo. Es importante utilizar agujas de Kirschner y brocas canuladas

para guiarnos antes de colocar los tornillos más comprometidos, de modo que no hagan contacto con el clavo. No se practicó elongación profiláctica del tendón de Aquiles en ningún caso (fig. 1).

Elongaciones tibiales mediante fijación externa aislada (EFL)

Dado que el número de pacientes tratados con EFL era mayor que el de LON, se aplicó un criterio de selección estandarizado intentando maximizar la comparabilidad entre ambos

grupos. Para ello, y tras anonimizar los casos, se les clasificó según la cantidad de alargamiento, su edad, la etiología de su patología y el nivel de dificultad según los criterios de Paley modificados para tibia. Partiendo de ahí, se emparejó a los distintos pacientes si existían tres o más coincidencias en estos cuatro parámetros analizados. Así, 10 de los pacientes resultaron comparables en los cuatro criterios y otros cinco en tres (tabla 2).

Los pacientes fueron tratados entre mayo de 2002 y diciembre de 2013 y su seguimiento clínico medio fue de 3,5 años (rango 2-10 años). La media de edad en el momento de la cirugía fue de 22,66 años (rango 14-45 años) y su sexo se distribuyó entre 7 varones y 8 mujeres. Trece de los alargamientos se debieron a una disimetría, mientras que los dos restantes se realizaron en una paciente con talla baja. Las etiologías de sus patologías se recogen en la tabla 2.

Los fijadores empleados fueron el sistema LRS (Orthofix; Bussolengo, Italia) en nueve tibias, Monotube Triax (Stryker; Kalamazoo, EE. UU.) en tres y TrueLok (Orthofix; Bussolengo, Italia) en las tres restantes. La osteotomía se realizó por debajo de la tuberosidad tibial en 13 casos, fue diafisaria en otro y en el tercio distal en el restante. Se reseco 1 cm de peroné en 14 de los casos, realizándose una osteotomía simple percutánea en el restante. La articulación tibioperonea distal se fijó temporalmente mediante un tornillo de osteosíntesis en 13 casos y con aguja de Kirschner en otros dos. Antes de fijar la mortaja tibioperonea se llevaba el tobillo a dorsiflexión para reducir las posibles pérdidas de movilidad. No se practicó elongación profiláctica del tendón de Aquiles en ningún caso (fig. 2).

Variables estudiadas para comparar LON y EFL

Para poder discernir las diferencias clínicas entre los dos métodos de alargamiento considerados tenemos que cuantificar la medición de una serie de variables que son relevantes a la hora de evaluar la bondad de un tratamiento. En la línea



Figura 2 Paciente portando un fijador circular en un caso sin apoyo de clavo intramedular.

con la bibliografía existente, nos hemos decantado por las siguientes:

- *Tiempo de fijación externa.* Meses transcurridos entre la implantación y la retirada del fijador externo.
- *Índice de fijación externa (IFE).* Se define como el tiempo de fijación externa dividido entre la longitud elongada, medida en centímetros.
- *Índice de consolidación (IC).* Calculado como los meses transcurridos entre la cirugía y la consolidación ósea dividido entre los centímetros alargados. La consolidación se consideró como completa cuando en las radiografías se confirmaba que al menos tres de las cuatro corticales estaban intactas o completamente osificadas^{6,7}.
- *Valoración de resultados clínicos y radiológicos.* En la línea de la bibliografía existente hemos seguido la clasificación que hace Paley para el fémur¹ distinguiendo resultados excelentes, buenos, normales y pobres con unas pequeñas modificaciones para adaptarla a las elongaciones tibiales. La escala y los parámetros utilizados pueden verse en la tabla 3.
- *Dificultades.* Hemos seguido la división que hace Paley⁸ entre problemas, obstáculos y complicaciones. Los problemas se definen como las dificultades que requirieron una intervención no quirúrgica para ser resueltos; los obstáculos necesitan una intervención quirúrgica para solucionarse y las complicaciones son tanto las lesiones intraoperatorias como los inconvenientes que no pudieron ser solventados antes del final del tratamiento.
- *Balance articular.* Se analizó el rango de movimiento del tobillo, midiéndose en varios momentos del tratamiento y con la rodilla flexionada para relajar la tensión de los gemelos. Toma valores entre 0 y 60 grados.

Metodología estadística

Según El-Husseini et al.³ y Guo et al.⁴, el índice de fijación externa (IFE) para el grupo control de tibia (alargamientos óseos realizados solo con fijación externa) es de 1,23 (mes/cm); nosotros esperamos reducir este IFE en un punto hasta 0,23 para el grupo de alargamiento óseo con fijación externa asistido de clavo intramedular. Para un nivel de confianza del 95% y una potencia del 80% necesitaríamos 12 pacientes por grupo, y ajustando un 15% de pérdidas precisaríamos 15 pacientes.

Realizamos un estudio descriptivo en el que las variables numéricas se resumieron como media, desviación típica y rango. Para las variables cualitativas se utilizaron frecuencias y porcentajes.

Esto lo hicimos tanto para el grupo de elongaciones realizadas mediante fijación externa aislada (EFL) como para el grupo de fijación externa asistida de clavo intramedular (LON). Al primero se le considera como grupo control y el segundo es el grupo de intervención.

Para los contrastes de hipótesis y de sus objetivos, tras estudiar la normalidad en la distribución de las variables continuas mediante el test de Kolmogorov-Smirnoff, usamos la t de Student en caso de normalidad y test no paramétricos en caso contrario (U-Mann-Whitney) con signo de Wilcoxon para muestras apareadas.

Tabla 3 Escala de puntuación para el resultado clínico-radiológico del alargamiento tibial

	Puntos positivos (a ser añadidos a la puntuación final)				Puntos negativos (a ser sustraídos de la puntuación final)			
	Excelente (25 pts)	Bueno (20 pts)	Normal (10 pts)	Pobre (0 pts)	Excelente (0 pts)	Bueno (5 pts)	Normal (20 pts)	Pobre (30 pts)
Rango de movilidad de tobillo, incluido equino fijo	Deformidad fija en equino: 0° Flexión > 60° Flexión > 90° de la flexión preop.	Deformidad fija en equino 0-< 5° Flexión: 59-40° Flexión 67-89% de la flexión preop.	Deformidad fija en flexión 6-10° Flexión: 39-20° Flexión 50-66% de la flexión preop.	Deformidad fija en flexión > 10° Flexión: < 19° Flexión < 50 de la flexión preop.				
Cantidad de alargamiento conseguido	Pérdida de menos de 1 cm de lo planeado	Pérdida de entre 1,1-3 cm de lo planeado	Pérdida de entre 3,1-5 cm de lo planeado	Pérdida de > 5 cm de lo planeado				
Marcha ^a (preop. al postop). Puntos	0,1 a 0	1,2 a 1	0 a 1 o 1,2 a 2	0 a 2				
Ángulo tibial proximal medial mecánico ATPM-m (grados)	85-90	82-84 o 91-93	79-81 o 94-96	< 79 o > 96				
Dolor ^b (preop. al postop). Puntos					0, 1, 2 a 0 o 1 a 1	0, 2, 3 a 1	1 a 2 o 2 a 3	0 a 2, 3 o 1 a 3
Habilidad actividades diarias o del trabajo ^c (preop. al postop). Puntos					0, 1, 2 a 0	1, 2 a 1	1 a 2 o 0 a 1	0 a 2

Excelente: 95 a 100 puntos; bueno: 75 a 94 puntos; normal: 40 a 74 puntos; pobre: menos de 40 puntos.

^a 0 puntos: no salto; 1 punto: salto ligero; 2 puntos: salto moderado.

^b 0 puntos: no dolor; 1 punto: dolor ligero; 2 puntos: dolor moderado; 3 puntos: dolor severo.

^c 0 puntos: actividad completa e igual en el trabajo; 1 punto: reducida actividad e igual para el trabajo; 2 puntos: no actividad habitual ni trabaja.

Tabla 4 Comparabilidad entre los grupos

Caso	Cantidad de alargamiento (cm)		Edad (años)		Dificultad	
	LON	EFL	LON	EFL	LON	EFL
1	4,5	4	42	40	Moderado	Moderado
2	6	5	15	16	Moderado	Leve
3	5	6	16	16	Leve	Leve
4	5	5	15	16	Moderado	Moderado
5	6	6	40	45	Severo	Severo
6	5	4,5	16	17	Leve	Leve
7	5	5,5	17	18	Leve	Leve
8	5	6	17	15	Moderado	Moderado
9	6	7	17	14	Moderado	Moderado
10	5	4,5	32	35	Severo	Severo
11	5,5	6	20	17	Moderado	Moderado
12	5	4,5	16	14	Moderado	Moderado
13	4	4	24	22	Moderado	Moderado
14	4	5,5	22	18	Leve	Leve
15	3	3,5	40	37	Moderado	Moderado
Media	4,93	5,13	23,27	22,67	-	-
Sig. (p)	0,548		0,875		0,919	

Para las variables cualitativas usamos el test de la chi-cuadrado con la corrección de Yates en caso de ser necesario y un estudio de residuos tipificados para analizar la dirección de las asociaciones.

Todos los resultados se considerarán significativos para un nivel $p < 0,05$. Los análisis se llevaron a cabo con el programa SPSS v.19.0.

Resultados

Antes de comenzar con el análisis de los resultados, se comenzó por comprobar que los grupos eran comparables entre sí. Para ello analizamos parámetros como la cantidad de alargamiento, la edad o el grado de dificultad del procedimiento. La comparativa se expone en la [tabla 4](#).

No hubo diferencias en la cantidad media de alargamiento tibial conseguido ($p = 0,548$). En el grupo LON fue de 4,93 cm (rango 3-6 cm) comparados con los 5,13 cm (rango 3,5-7 cm) en el grupo de control.

Tampoco hubo diferencias en la edad entre los grupos ($p = 0,875$). Esta fue de 23,27 años en el grupo LON (rango 15-42 años) y de 22,67 en el otro (rango 14-45 años).

Por último, y tras analizar el grado de dificultad entre los grupos, se pudo constatar que no había diferencia significativa ($p = 0,919$).

Tras estos análisis preliminares, podemos afirmar que los grupos pueden ser comparables entre ellos y podemos pasar a analizar los resultados obtenidos ([tabla 5](#)).

Tiempo de fijación externa e índice de fijación externa

El tiempo medio de implantación del fijador fue significativamente inferior en los casos LON ($p < 0,0001$),

Tabla 5 Resultados comparados

	LON		EFL		Sig. (p)
	Media	Desv. típica	Media	Desv. típica	
Longitud ganada (cm)	4,93	0,82	5,1	0,97	0,548
Tiempo de fijación externa (mes)	2,08	0,3	5,85	1,63	$< 0,0001$
Índice de fijación externa (mes/cm)	0,42	0,41	1,15	0,33	$< 0,0001$
Índice de consolidación (mes/cm)	1,23	0,13	1,15	0,33	0,37
Tasa de complicaciones	1,2		2,6		0,04

con 2,08 meses (rango 1,5-2,63 meses) frente a 5,85 meses (rango 3,86-10 meses).

Consecuentemente, la media del índice de fijación externa (IFE) también fue significativamente menor en el grupo LON ($p < 0,0001$). Los valores registrados fueron de 0,42 meses por cada centímetro elongado (rango 0,372-0,52 mes/cm) frente a 1,15 (rango 0,81-1,86 mes/cm).

Índice de consolidación

Su media fue de 1,23 meses por centímetro (rango 1-1,5 mes/cm) para el grupo LON y de 1,15 meses por centímetro (rango 0,81-1,86 mes/cm) para el grupo EFL. No se pudieron comprobar diferencias significativas entre los grupos ($p = 0,370$), por lo que parece que el tiempo que el hueso tarda en consolidar es similar con ambos tipos de tratamiento.

Resultados clínicos

En el grupo LON se registraron 8 resultados excelentes y 7 buenos. En el grupo de control se consiguieron 10 excelentes, 4 buenos y uno normal. No hubo resultados pobres en ningún grupo. Cínicamente no existe una diferencia estadísticamente significativa al comparar ambas técnicas quirúrgicas en nuestra serie ($p = 0,361$).

Problemas, obstáculos y complicaciones

El análisis de las dificultades encontradas durante el tratamiento (clasificadas como problemas, obstáculos y complicaciones) arrojó los datos contenidos en la [figura 3](#). Tomadas en conjunto y como media, cada uno de los pacientes LON sufrieron 1,2 dificultades, ascendiendo esta tasa a 2,6 por paciente en los alargamientos sin asistencia de clavo intramedular. Esta diferencia se constató como estadísticamente significativa, con una $p < 0,05$.

A nivel de detalle, en el grupo de intervención se encontraron un total de 18 dificultades, incluyendo 8 problemas, 7 obstáculos y 3 complicaciones. En el grupo de control nos

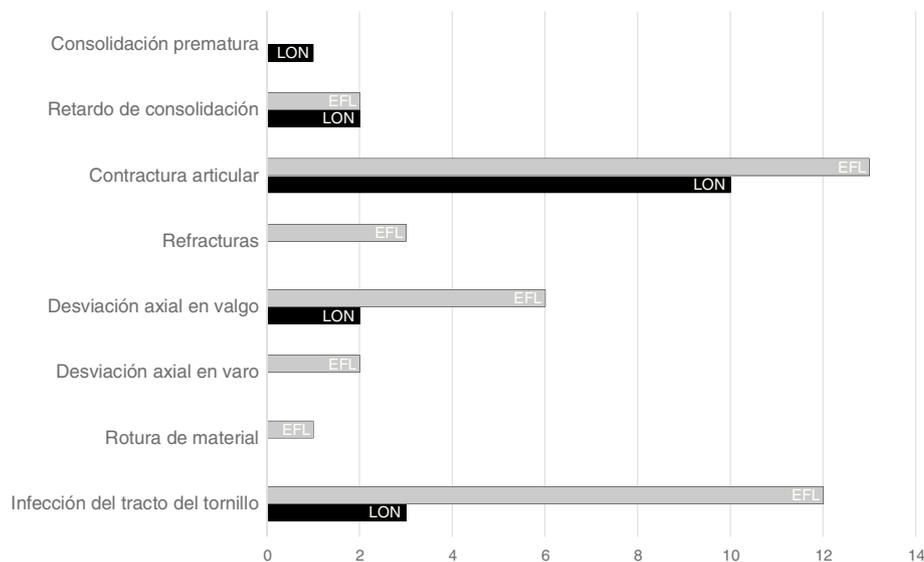


Figura 3 Problemas, obstáculos y complicaciones.

enfrentamos a 39 dificultades, incluyendo 17 problemas, 12 obstáculos y 10 complicaciones.

Para conocer qué tipo de dificultades son más frecuentes en cada técnica, el análisis según la tipología puede resumirse como sigue:

- *Desviaciones axiales.* Son significativamente más frecuentes ($p=0,02$) en el grupo de control (8 frente a 2).
- *Contracturas articulares.* No hubo diferencias entre grupos ($p=0,409$). En el grupo LON se encontraron 10 contracturas por 13 en el EFL.
- *Infección del tracto de los tornillos.* Ocurre más frecuentemente en el grupo control (12 casos) que en el LON (3 casos), con $p < 0,0001$. La media de tornillos por segmento que se usaron en el grupo LON fue de 4, mientras que en el otro grupo ascendía a 5,86 (rango 4-9).
- *Fracturas del regenerado óseo.* Aunque en el grupo de control se produjeron tres fracturas del regenerado y ninguna en el grupo LON, la diferencia no fue significativa ($p=0,068$).

Rango de movilidad articular del tobillo

Para el grupo de tibias elongadas mediante la técnica LON, la flexión media preoperatoria fue de 52,43 grados y para el grupo EFL fue de 47,86 grados, no encontrándose diferencias significativas entre ellas ($p=0,423$).

En el grupo de intervención se midió de nuevo la movilidad articular al final de la distracción, siendo la flexión de 20,79 grados, lo que suponía un 39,64% de la movilidad inicial. Ocho semanas después de la retirada del fijador externo se repitió la medición, que arrojó un valor de 34,7842 grados (66,34% de la movilidad inicial). Al final de la fase de consolidación se registró una media de 39,21 grados (74,79% de la movilidad inicial) y a los 24 meses tras la cirugía fue de 47,85 grados (91,28% de la movilidad inicial).

En el grupo de control, la flexión media al final de la fase de distracción fue de 19,36 grados (40,33% de la movilidad inicial). Por razones obvias, no se realizó la medición

correspondiente a ocho semanas tras la retirada del fijador. Al final de la fase de consolidación se registró un valor de 33,35 grados (69,69% de la movilidad inicial) y a los 24 meses de seguimiento la media fue de 45 grados (93% de la movilidad inicial).

La diferencia de los valores registrados al final de la fase de distracción y de consolidación no fue estadísticamente significativa ($p=0,567$ y $p=0,157$, respectivamente), por lo que ninguno de los dos procedimientos demostró una rehabilitación más rápida.

Todas las mediciones anteriores se repitieron a los 9, 12, 15 y 24 meses tras la cirugía. La evolución de la movilidad del tobillo para los dos métodos comparados puede verse en la figura 4.

Discusión

Pese a que nuestro estudio está sometido a las limitaciones que presentan los análisis retrospectivos, la comparación estadística de los grupos considerados nos permite afirmar que estos resultaron homogéneos en cuanto a edad, etiología, centímetros elongados y grado de dificultad (parámetro que engloba a otras 12 variables). Podemos así pasar al estudio de las diferentes variables planteadas con el fin de comparar las dos técnicas en estudio.

Tiempo de fijación externa, índice de fijación externa e índice de consolidación

El tiempo de fijación externa (TFE) fue inferior en el grupo de alargamiento sobre clavo (2,08 meses frente a 5,86 meses; $p < 0,0001$). Lo mismo ocurre con el índice de fijación externa (IFE) ($p < 0,0001$). Estos resultados, además de evidentes, son concordantes con otros estudios publicados sobre el mismo asunto^{4,9}.

Revisamos la literatura para conocer la influencia del sobrefresado del canal sobre el tiempo de consolidación del regenerado, comprobando que parece tener efectos positi-

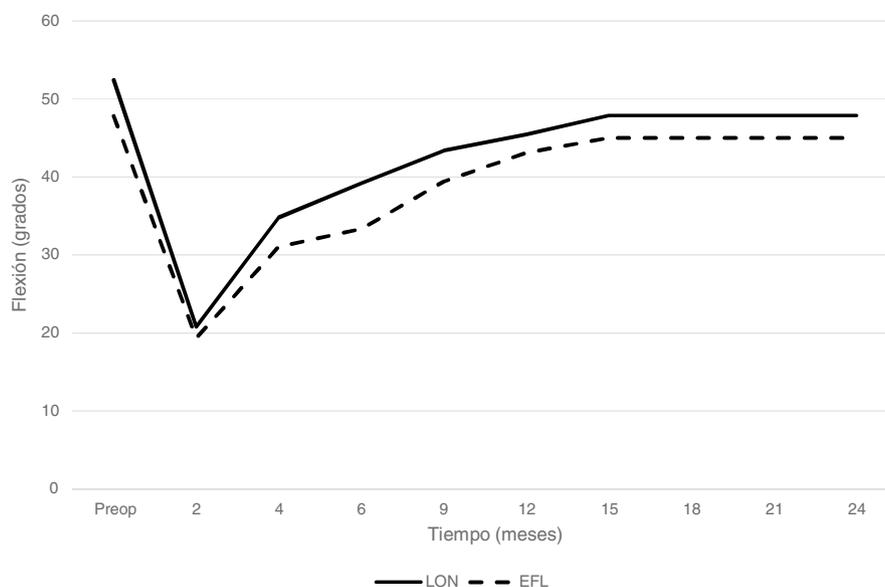


Figura 4 Movilidad del tobillo.

vos en este aspecto¹⁰. Nosotros siempre intentamos fresar 2 mm por encima del tamaño del clavo para aprovechar esta ventaja y para facilitar el deslizamiento de los segmentos. En nuestra serie obtuvimos un índice de consolidación (IC) de 1,23 meses por centímetro en el grupo LON y de 1,15 en el EFL, no existiendo diferencia significativa entre ambos ($p=0,366$). En la literatura hemos encontrado trabajos que realizan elongación sobre clavo y que han obtenido valores similares a los de nuestra serie. Concretamente, en los trabajos de Seung-Ju Kim et al.¹¹ se exhibió un IC de 1,7 meses por centímetro, y en el de Bilen et al.¹², de 1,26 meses por centímetro. El ya mencionado estudio de Guo et al.⁴ tampoco arrojó diferencias significativas entre los dos grupos comparados en lo que se refiere al índice de consolidación.

El-Husseini³ et al. presentaron un estudio prospectivo comparativo y aleatorizado entre las técnicas que nos ocupan. No es directamente comparable con nuestra serie, pues mezclaron elongaciones en fémur y en tibia, pero ellos también encontraron diferencias en TFE y en IFE, mientras que los tiempos de consolidación fueron similares para ambos grupos. A las mismas conclusiones llegaron Jain y Harwood¹⁰ en una revisión sistemática sobre alargamientos tibiales sobre clavo.

Resultados clínicos

Hemos comprobado que, desde el punto de vista estadístico, no parece que haya diferencias en los resultados clínicos (medidos según la escala modificada de Paley) al usar una u otra técnica. Por ello podemos afirmar que, en relación con los resultados funcionales, al paciente le es indiferente el que se le aplique una u otra técnica.

Problemas, obstáculos y complicaciones

En general, podemos afirmar que el análisis de nuestra serie demuestra de modo significativo una mayor tasa de

complicaciones en el grupo de elongaciones sin asistencia de clavo. En esa misma línea también se posiciona el artículo de Guo et al.⁴, aunque Jain y Harwood¹⁰ no encontraban diferencias claras entre ambos grupos.

No obstante, si estudiamos las comparaciones según su tipología, nos encontramos con algunas particularidades dignas de mención. Una de las dificultades más frecuentes en este tipo de tratamientos es la contractura articular del tobillo en equino, y nuestro estudio no encuentra diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p=0,409$). Un análisis de la literatura nos lleva en dirección parecida, pues Seung-Ju Kim¹¹ detectó una tendencia al equino en 58 de sus 80 elongaciones, pese al uso intensivo de fisioterapia. Las soluciones habituales para este problema son el alargamiento de la fascia de los gemelos o del tendón de Aquiles. También es de utilidad reducir la velocidad de distracción y, en casos muy severos, se puede bloquear la articulación del tobillo mediante un montaje a puente.

En nuestra serie aplicamos el bloqueo temporal del tobillo en determinadas patologías como las hemimelias peroneas sometidas a elongaciones por encima de 5 cm y sin asistencia de clavo intramedular. De los tres pacientes así tratados, comprobamos que dos no desarrollaron la temida contractura articular y el tercero sí, aunque este ya partía de un ROM reducido y mostraba equinismo previo.

Parece existir una relación entre la magnitud del alargamiento (entendida como un porcentaje del incremento de la longitud del hueso) y la posibilidad de tener que realizar un alargamiento del tríceps sural. Seung-Ju Kim¹¹ afirma que de un subgrupo de elongaciones de tibia mediante LON con más de un 20% de incremento de longitud, solo el 5% de ellos tuvieron que ser sometidos a cirugía para relajar el tríceps sural. En comparación, en el subgrupo de alargamientos mediante EFL con más de un 20% de incremento en longitud, hasta un 95% necesitaron relajación del tríceps sural o añadir un montaje de bloqueo en el pie. En nuestra serie, para los casos LON encontramos 4 problemas y 6

obstáculos relacionados con contracturas articulares, lo que arroja una tasa de ocurrencia de este evento de 0,66. Para los casos EFL tenemos 7 problemas, 4 obstáculos y 2 complicaciones, con una tasa de ocurrencia de 0,86. La diferencia no es significativa ($p=0,409$) y, por ello, tanto el análisis de nuestra serie como el de la literatura sugieren que las pérdidas de movilidad en las elongaciones tibiales están más relacionadas con la cantidad de centímetros a elongar que con la técnica aplicada.

Tampoco se encontraron diferencias entre ambos métodos en la recuperación funcional del tobillo. El rango de movilidad fue equivalente durante el seguimiento y al finalizar el tratamiento en ambos grupos, lo que es coherente con lo registrado en la literatura⁴.

Las desviaciones angulares son otra circunstancia que puede alterar negativamente los resultados de una elongación tibial. En nuestra serie encontramos diferencias significativas a favor de la técnica de alargamiento sobre clavo ($p=0,02$). Parece que lo lógico es que, al realizar la distracción sobre un tutor interno, se mantenga una buena alineación. Sin embargo, en la literatura podemos encontrar desviaciones angulares, especialmente en varo y en valgo^{11,13}.

La tendencia a la desviación en valgo que se produce en los alargamientos tibiales es una realidad manifiesta, y son varios los factores que pueden explicarla. Uno de ellos es la diferencia entre la distracción de la tibia y la que se produce en el peroné. Además, la mayor fuerza de los tejidos en la región posterolateral de la tibia ejercen una mayor tensión en esa dirección. En lo que se refiere al uso de clavos como tutores internos de la elongación, el que su diámetro sea reducido o que el fragmento proximal sea inestable pueden llevar a la aparición de este tipo de dificultades. Algunos autores han sugerido el uso de tornillos de Poller para centrar el implante en el canal, intentando minimizar las desaxaciones.

Aunque nuestra serie es corta, nos encontramos con dos desviaciones en valgo residuales pero que clínicamente carecieron de relevancia.

La infección del tracto de los tornillos del fijador supone un cierto riesgo en los alargamientos LON, pues cabe la posibilidad de que el clavo intramedular extienda esa infección local, convirtiéndola en una osteomielitis profunda. Afortunadamente hay varios factores que han reducido las tasas de infección. Entre ellas podemos señalar la generalización del uso de tornillos recubiertos de hidroxapatita, la limitación del número de tornillos a una media de cuatro por hueso elongado o el reducido tiempo de fijación externa. En los casos de alargamiento sobre clavo de nuestra serie encontramos tres casos de infección del tracto del tornillo. Dos fueron superficiales (problemas) y se trataron mediante antibioterapia oral, mientras que la tercera se interpretó como una infección latente (complicación) y tuvo lugar un año y medio después de la retirada del fijador (tratada mediante drenaje del absceso local y antibioterapia). Para la serie de alargamientos sin clavo, tres infecciones se clasificaron como obstáculos (retirada del tornillo afectado y antibioterapia) y otras nueve fueron considerados problemas. El aumento de la ocurrencia en las infecciones de los tornillos para los alargamientos sin clavo se debe al mayor número de tornillos por segmento y al mayor tiempo de fijación externa requerido para completar el tratamiento. Ningún caso de

infección profunda se presentó tras, al menos, dos años de seguimiento.

Tampoco encontramos lesiones nerviosas en ninguno de nuestros grupos. Nogueira et al.¹⁴ encontraron un 9,3% de lesiones nerviosas en una serie de 814 casos y que, de los pacientes en los que se encontró lesión, un 70% precisaron una descompresión nerviosa. No ocurrió así en nuestro caso.

En nuestra serie también pudimos comprobar el menor número de fracturas del regenerado óseo, aunque no se ha tenido en cuenta la madurez esquelética de los pacientes. Tengamos en cuenta que, en un paciente con las fisis abiertas, la realización de un enclavamiento tibial anterógrado puede dañar el cartilago de crecimiento y generar un recurvatum de la extremidad. Por ello la técnica LON no es válida para pacientes en crecimiento (mujeres menores de 10-12 años y hombres menores de 12-14 años)^{14,15}.

Conclusiones

En nuestro estudio hemos comparado los alargamientos tibiales realizados mediante fijador externo con otros realizados combinando este con un clavo intramedular.

El análisis de nuestra serie y de la bibliografía consultada nos permiten realizar una serie de afirmaciones a la hora de comparar ambas técnicas:

- El tiempo de fijación externa es significativamente menor en el caso de los alargamientos realizados mediante técnica LON.
- El índice de fijación externa (entendido como el tiempo necesario de implantación del fijador por unidad de longitud elongada) también es inferior en el caso de los alargamientos sobre clavo intramedular.
- La utilización o no de un clavo intramedular no tiene ningún tipo de implicación en el tiempo necesario para la consolidación ósea.
- Aunque es cierto que puede implicar una cirugía adicional para retirar el implante intramedular, en nuestro entorno no lo hacemos de modo sistemático y solo se extrae si ocasiona molestias al paciente.
- La fijación externa asistida de clavo intramedular presenta menor tasa de complicaciones comparado con la fijación externa aislada.
- La recuperación funcional de la articulación del tobillo es similar en ambas técnicas de elongación.

Por todo lo anteriormente expuesto y basándonos en los resultados publicados previamente por diferentes autores^{5,4,16}, junto con los datos aportados por nuestro estudio sobre los efectos clínicos y radiológicos de la elongación ósea en tibia, podemos afirmar que la osteogénesis a distracción mediante clavo intramedular es un procedimiento terapéutico más efectivo que la fijación externa aislada para elongaciones de tibia en cuanto al tiempo de fijación externa, índice de fijación externa y tasa de complicaciones, mientras que no se han demostrado sus ventajas en cuanto a resultados clínicos, índice de consolidación y movilidad articular.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia III.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Paley D, Herzenberg J, Paremain G, Bhavé A. Femoral lengthening over an intramedullary nail: a matched-case comparison with Ilizarov femoral lengthening. *J Bone Joint Surg.* 1997;79A:1464–80.
2. Gordon J, Manske M, Lewis T, O'Donnell J, Schoenecker P, Keeler K. Femoral lengthening over a pediatric femoral nail: Results and complications. *J Pediatr Orthop.* 2013;7:730–6.
3. El-Husseini T, Ghaly M, Mahran M, al Kersh M, Emara K. Comparison between lengthening over nail and conventional Ilizarov lengthening: A prospective randomized clinical study. *Strat Traum Limb Recon.* 2013;8:97–101.
4. Guo Q, Zhang T, Zheng Y. Tibial lengthening over an intramedullary nail in patients with short stature or leg-length discrepancy: A comparative study. *Int Orthop.* 2012;36:179–84.
5. Kim H, Lee S, Kim K, Ahn J, Choy W, Kim Y, et al. Tibial lengthening using a reamed type intramedullary nail and an Ilizarov external fixator. *Int Orthop.* 2009;3:835–41.
6. Fischgrund J, Paley D, Suter C. Variables affecting time to bone healing during limb lengthening. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;301:31–7.
7. Cañadell J, Forriol F. Bone lengthening: Clinical and experimental aspects. *Rev Ort Traumatol.* 2003;47:283–94.
8. Paley D. Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;250:81–104.
9. Zadeh N, Mortazavi S, Khaki S, Heidari K, Karbasi A, Rahimi S. Bilateral tibial lengthening over the nail: Our experience of 143 cases. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;9:1219–25.
10. Jain S, Harwood P. Does the use of an intramedullary nail alter the duration of external fixation and rate of consolidation in tibial lengthening procedures? A systematic review. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2012;3:113–21.
11. Kim S, Mandar A, Song S, Song H. Pitfalls of lengthening over an intramedullary nail in tibia: a consecutive case series. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012;2:185–91.
12. Bilen F, Kocaoglu M, Eralp L, Balci H. Fixator-assisted nailing and consecutive lengthening over an intramedullary nail for the correction of tibial deformity. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;1:146–52.
13. Kocaoglu M, Eralp L, Kilicoglu O, Cakmak M. Complications encountered during lengthening over an intramedullary nail. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:2406–11.
14. Nogueira M, Paley D, Bhavé A, Herbert A, Nocente C, Herzenberg J. Nerve lesions associated with limb-lengthening. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:1502–10.
15. Lampasi M, Launay F, Jouve J, Bollini G. Femoral lengthening over elastic stable intramedullary nailing in children using the monolateral external fixator. *Chir Organi Mov.* 2009;2:57–64.
16. Watanabe K, Tsuchiya H, Sakurakichi K, Yamamoto N, Kabata T, Tomita K. Tibial lengthening over an intramedullary nail. *J Orthop Sci.* 2005;5:480–5.