

Comparación de dos tratamientos de rehabilitación en cirugía de Fulkerson

Dr. Cuauhtémoc Torres Vázquez, * Dr. Saúl León Hernández, **
Dra. Norma Marín Arriaga, *** Dr. Gilberto Plascencia Silva****

RESUMEN

Introducción: Fulkerson describió una técnica de osteotomía que disminuye el contacto patelofemoral. Una complicación de esta técnica es la alteración en la consolidación ósea, recomendándose un régimen de rehabilitación progresivo. La experiencia en este instituto indica que hay dos corrientes, una que indica el apoyo parcial inmediato y otra que lo difiere hasta ocho semanas, ambas con evoluciones satisfactorias. **Material y métodos:** Se incluyeron 28 pacientes postoperatorios de osteotomía de Fulkerson, de enero de 2011 a diciembre de 2015. Obteniéndose datos de somatometría y hallazgos transquirúrgicos. Se evaluaron dos estudios radiológicos, al primer y tercer mes de la cirugía valorando en ambos casos el proceso de consolidación ósea, con dos radiografías. **Resultados:** En este estudio no se encontró diferencia estadística significativa para la consolidación ósea entre los pacientes que iniciaron rehabilitación con apoyo temprano ni al mes, ni a los tres meses de la cirugía. **Conclusiones:** Con los resultados obtenidos no se puede apoyar nuestra hipótesis de que un apoyo temprano acelera el proceso de consolidación, pero se tiene el beneficio de iniciar la marcha temprana con una mayor independencia y reintegración de los pacientes.

Palabras clave: Osteotomía Fulkerson, consolidación ósea, carga de peso, protocolo de rehabilitación.

ABSTRACT

Introduction: Fulkerson described an osteotomy technique that decreases the patellofemoral contact. Complications of this technique are changes in bone healing, recommending a progressive rehabilitation regime. The experience in this institute indicates there are two streams, one that indicates partial support immediately and another that differs it up to eight weeks, both with satisfactory developments. **Material and methods:** 27 patients who underwent surgery for Fulkerson osteotomy were evaluated from January 2011 to December 2015. Obtaining data on somatometry and transsurgical findings. Two imaging studies were evaluated, first and third month after surgery, using two assessment scales for bone healing process in both cases. **Results:** There was no significant difference from the partial support immediately and differs weight bearing, neither the first month nor third month. **Conclusions:** We cannot support the hypothesis that early support accelerates the consolidation process, but it has the benefit of starting early gait with greater independence and reintegration of patients.

Key words: Fulkerson osteotomy, bone healing process, weight bearing, rehabilitation protocol.

INTRODUCCIÓN

El dolor patelofemoral es caracterizado por un dolor anterior de la rodilla, que se exacerba en condiciones de estrés de esta articulación. Hasta el 25% de las patologías de rodilla, en medicina deportiva, se deben a dolor patelofemoral. Es más común entre corredores, y más frecuente en mujeres de dos a tres veces que en hombres¹. Su incidencia es de 22/1,000 personas por año. Algunos casos de dolor patelofemoral no responden a tratamiento conservador y requieren tratamiento quirúrgico².

Se han reportado numerosos procedimientos quirúrgicos para tratar los problemas patelofemorales, ya sea secundario a una inestabilidad patelar (luxaciones y subluxaciones) o hiperpresión patelar en la mayoría de los casos, dando lugar a incongruencia y mal alineamiento³⁻⁵.

La mayoría de estos procedimientos pueden ser clasificados como proximales o distales al polo distal de la patela. Los

* Médico adscrito en Rehabilitación del Deporte.

** Jefe de División en la Unidad de Apoyo a la Investigación.

*** Médico adscrito en Servicios Auxiliares de Diagnóstico.

**** Médico Residente de cuarto año, Especialidad Medicina de Rehabilitación.

Instituto Nacional de Rehabilitación «Dr. Luis Guillermo Ibarra Ibarra».

Abreviaturas:

IMC = Índice de masa corporal.

INR = Instituto Nacional de Rehabilitación.

SAIH = Sistema Automatizado de Información Hospitalaria.

Recibido para publicación: enero, 2017.

Aceptado para publicación: enero, 2017.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en
<http://www.medicgraphic.com/medicinafisica>

procedimientos distales son diseñados para alterar la fuerza de vector en la articulación patelofemoral, ya sea realineando el tendón patelar o creando una atadura ligamentaria hacia medial. La osteotomía del tubérculo tibial es de las técnicas más utilizadas para pacientes esqueléticamente maduros. Se puede realizar en el plano coronal (procedimiento Elmslie-Trillat) o plano sagital (osteotomía Maquet) o en ambos planos (procedimiento de Fulkerson)³.

Fulkerson describió su técnica combinando medialización y anteriorización, disminuyendo de esta manera las fuerzas de contacto patelofemoral. Indicó la elección del tratamiento quirúrgico en casos de mal alineamiento, asociado con cambios degenerativos importantes en cartílago (Outerbridge grado III o IV), involucrando la faceta lateral o medial distal de la patela. El procedimiento puede ser ajustado para obtener mayor anteriorización o medialización, cambiando la oblicuidad de la osteotomía⁶⁻⁸.

La transferencia de 8 mm del tubérculo tibial hacia anterior y medial permite reducir las presiones de contacto en la faceta lateral en 30%, y la transferencia de 15 mm anteriormente y 8 mm medialmente puede reducir esta presión hasta en un 65%⁹.

Se han descrito y publicado buenos resultados que van desde un 60 hasta 93% de éxito, siendo el rango más alto para la osteotomía de Fulkerson en un periodo de cinco años de seguimiento^{3,10}.

Las complicaciones de este tipo de osteotomías son poco comunes, y se pueden clasificar en cuatro grupos: relacionado con la herida (infección o dehiscencia), dolor, alteraciones en la consolidación ósea (retardo o no unión) y las fracturas post-quirúrgicas (fractura tibial)³. Dentro de estas complicaciones, las fracturas tibiales pueden ser las más frecuentes, ya que algunos autores la sitúan en rangos que van de 3.3 hasta 8% de los casos^{3,10}. Sin embargo, con las recomendaciones de iniciar un régimen de rehabilitación progresivo para proteger el sitio de osteotomía, la frecuencia de dicha complicación ha ido disminuyendo.

En cuanto a las causas relacionadas con el retardo de consolidación pueden ser divididas en cuatro grandes grupos. Las ocasionadas por el mismo trauma quirúrgico, las inherentes al paciente (edad, estado hormonal, enfermedades sistémicas, etc.), el estado de los tejidos óseos y el tratamiento postquirúrgico¹¹.

Esta osteotomía, conserva íntegro un «puente perióstico» que mantiene la vascularización. Además de una adecuada fijación, permite que los cambios de estrés constantes como es el peso del apoyo y la contracción muscular contribuyan a la arquitectura normal del hueso^{12,13}.

La clave para un pronto y seguro retorno a las actividades es un programa de rehabilitación claro, lógico y apropiadamente agresivo^{4,10}. Diferentes estudios sugieren no iniciar la carga de peso, en un rango amplio que va desde la segunda hasta la octava semana del postoperatorio^{4,10,14}.

Stetson y cols., reportaron un 2.6% de fracturas en pacientes después de la osteotomía, pacientes que realizaron carga completa en el periodo postoperatorio inmediato¹⁵.

Salari y cols., mencionan un programa con descarga de peso progresiva, iniciando un apoyo parcial de peso con un tercio del peso corporal en la extremidad operada hasta la segunda semana del postoperatorio, posteriormente aumentando a dos tercios hasta la cuarta semana y el apoyo total hasta la sexta semana⁴. Bellemans y cols. proponen evitar la carga de peso durante ocho semanas¹⁶. Clemente Ibarra Ponce de León y cols., reportan un 5% de fracturas del extremo proximal de la tibia, recomendando seguir un protocolo de rehabilitación estándar difiriendo el apoyo completo hasta la cuarta y sexta semana, con movilidad temprana activa de rodilla¹⁴.

Recientemente en una revisión sistemática, Payne J y cols., reportan fractura tibial en 1% y no unión en otro 1%, recomendando un protocolo de rehabilitación en donde se sugiere iniciar la descarga de peso hasta la sexta y octava semana postquirúrgica. Concordando con Salari y cols., en iniciar actividades de alto impacto hasta al sexto mes y deportes competitivos hasta los nueve y 12 meses postquirúrgicos^{4,17}.

Pocos son los estudios que sugieren un régimen más agresivo de carga de peso parcial o inclusive total inmediatamente en el postoperatorio^{10,14,18}. Chinzei y cols., iniciaron la descarga de peso tan pronto como el paciente lo tolerara¹⁹.

La experiencia en el INR indica que en el Servicio de Artroscopia se usan ambos métodos, uno que indica el apoyo parcial inmediato y otro que lo difiere hasta las 6-8 semanas (promedio 4.47 semanas), ambos con evoluciones satisfactorias.

El propósito de este estudio fue el de analizar el comportamiento con dos tratamientos de rehabilitación, uno con apoyo temprano y otro con apoyo tardío, en cuanto a la evolución de la consolidación ósea, y al tiempo de reintegración a la marcha independiente y a las actividades de los pacientes operados de cirugía de Fulkerson.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata del estudio de una cohorte histórica de intervención deliberada con registros en expedientes en el lapso de enero de 2011 a diciembre de 2015.

Se incluyeron un total de 28 pacientes, 27 femenino y 1 masculino, promedio de edad 41.7 ± 11.2 años, postoperatorios de osteotomía de Fulkerson en el Servicio de Artroscopia del Instituto Nacional de Rehabilitación, evaluados retrospectivamente a través de registros en expedientes en el lapso de enero de 2011 a diciembre de 2015. Se revisaron los datos necesarios de cada expediente con la minuciosa búsqueda de cada uno, obteniéndose la edad, sexo, ocupación, práctica de deportes, peso, talla, índice de masa corporal, así como hallazgos transquirúrgicos que pudieran influir sobre el trata-

miento posterior. Se buscaron en el Sistema Automatizado de Información Hospitalaria (SAIH) aquellos expedientes electrónicos que tuvieran un expediente radiológico completo que contara con dos estudios radiológicos para su seguimiento, uno al primer mes, y otro al tercer mes de la cirugía, valorando en ambos casos el proceso de consolidación ósea. El médico radiólogo, evaluó las imágenes de cada paciente, utilizando dos escalas de valoración para el proceso de consolidación ósea (*Anexo 1*).

Las cirugías fueron realizadas por ocho cirujanos, con una técnica estandarizada para este procedimiento. Se reportaron los hallazgos transquirúrgicos y se registró el programa de rehabilitación (*Anexo 2*) aplicado según la indicación del cirujano del apoyo temprano o tardío.

Ánalisis estadístico

Se aplicó estadística descriptiva para calcular las frecuencias, porcentajes, medidas de resumen de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar) para las variables numéricas. Para comparar los efectos entre ambos programas de rehabilitación (inmediata versus progresiva) se aplicaron pruebas de hipótesis de comparación de dos medias (*t* de Student previa corroboración de la forma de distribución de las variables con el estadístico de Shapiro-Wilk) para tiempo de evolución postquirúrgica, edad, peso, talla e IMC y como efectos el tiempo de retorno a las actividades en días. La comparación de proporciones de los grados de consolidación ósea de un grupo contra otros se realizó con χ^2 . A través del análisis multivariado con ANOVA de dos factores (tipo de programa de rehabilitación y grado de consolidación) se compararon las medias de las variables numéricas para analizar posibles interacciones en los efectos. El ajuste del tiempo de retorno a la marcha independiente al comparar simultáneamente los grados de consolidación y tipo de programa de rehabilitación se efectuó a través del análisis de covarianza para ajustar el

resultado por edad, peso, talla, IMC y tiempo de evolución. El análisis se realizó con el paquete SPSS 17.0 para Windows con licencia autorizada para el INR. En todos los contrastes de las pruebas de hipótesis se aceptó una *p* igual o menor a 5% para rechazar las hipótesis nulas.

RESULTADOS

En el periodo comprendido de enero de 2011 a diciembre 2015, se recabaron 56 expedientes de pacientes postoperatorios de cirugía de Fulkerson, de los cuales a 19 se les permitió el apoyo temprano, sin embargo, en nuestro estudio, sólo se incluyeron 28 pacientes que tenían un expediente radiológico completo para la valoración de los requisitos del presente trabajo. De los 28 pacientes incluidos, 27 correspondieron al sexo femenino y sólo uno al masculino. El promedio de edad fue de 41.7 ± 11.2 años (rango 17 a 64) (*Figura 1*). Los datos antropométricos se observan en el *cuadro 1*.

La mayoría de los pacientes llevaban una vida sedentaria, 25 de los 28 pacientes no se reportaba que realizaran alguna actividad física previo a su cirugía, la ocupación registrada, en su mayoría fue a labores del hogar (15/28).

Las lesiones asociadas y reportadas por los cirujanos en el transoperatorio fueron las lesiones condrales (21/28).

Del total de pacientes el apoyo se indicó en nueve casos y no se indicó en 19. Difiriendo el tiempo de apoyo de peso para aquellos casos entre dos y ocho semanas. Al comparar

Cuadro 1. Datos antropométricos.

	Mínimo	Máximo	Media
Peso (kg)	49.20	96.00	72.0464
Talla (m)	1.43	1.83	1.6036
IMC (kg/m^2)	21.87	36.58	27.9593

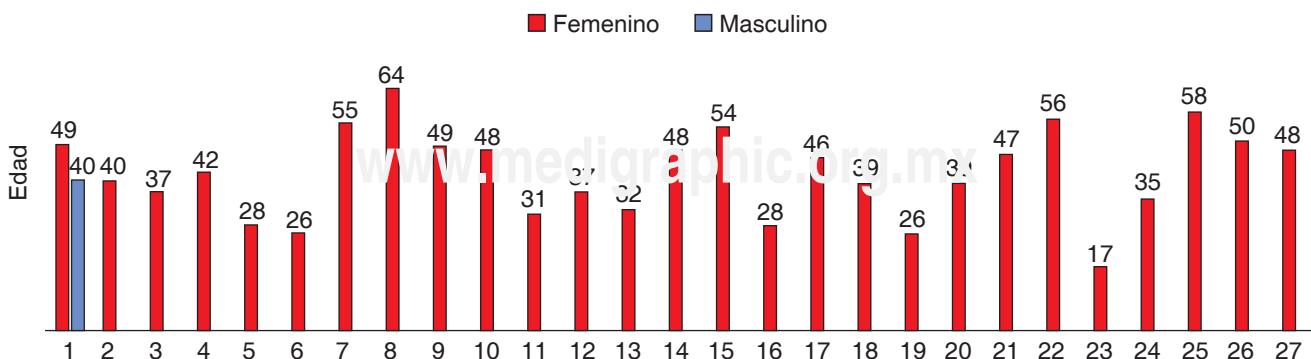


Figura 1. Distribución por edad y sexo.

las variables entre los que apoyaron y no apoyaron fueron similares en sus características (*Cuadro 2*). Por lo que consideramos ambos grupos son comparables.

Para el análisis de progreso en la consolidación ósea, se utilizaron dos escalas de valoración radiológica (Montoya y Hammer)²⁰, las cuales valoran la formación de callo óseo y, formación de trabéculas y puentes óseos, respectivamente. Ambas escalas se utilizaron para la valoración al primer y tercer mes de operados.

En el caso de la valoración de consolidación ósea con la escala de Montoya, se describe que entre mayor sea el grado, mayor será el proceso de éxito en logro de la consolidación ósea. En la clasificación de Hammer se invierte, teniendo que entre menor el grado descriptivo, mayor el grado de consolidación ósea. Teniendo esto en cuenta, en las escalas radiológicas en ambas se observó un cambio significativo en el grado de consolidación en el primero y tercer mes.

Véase que con la clasificación de Hammer (*Cuadro 3*), los pacientes con apoyo pasaron directamente al grado 4 en el primer mes (88.9%), reduciéndose como habría de esperarse con la evolución de la formación de callo óseo para el tercer mes (22.2%), mientras que en los pacientes de no apoyo se encontró un paciente (5.3%) en grado 5 (ausencia de callo óseo) y 12 pacientes (63.2%) en el grado 4, ambos en el primer mes de valoración, pero con una significativa reducción de estos últimos para el tercer mes (5.3%). Empero, si se compara la clasificación de Hammer entre ambos grupos, con los demás grados de consolidación, tanto en el primero como en el tercer mes no se observan diferencias significativas, ya que para el primer mes se encuentra una $p = 0.50$ y para el tercer mes $p = 0.45$.

Cuadro 2. Comparación entre grupos.

	Apoyo		
	Sí (n = 9)	No (n = 19)	p
Edad	42.0 \pm 6.8	41.6 \pm 13.0	0.92
Sexo femenino	8 (88.9%)	19 (100%)	0.32
Ocupación hogar	5 (55.6%)	10 (52.6%)	0.60
Deporte sí	1 (11.1%)	2 (10.5%)	0.70
Cirujano 1	5 (55.6%)	2 (10.5%)	
Cirujanos 4-5-6	4 (44.4%)	3 (15.8%)	0.001
Cirujanos 2-3-7 y 8	0	14 (73.7%)	
Hallazgos lesión condral	6 (66.7%)	15 (78.9%)	0.13
Peso	74.2 \pm 13.9	70.9 \pm 9.5	0.44
Talla	1.60 \pm 0.10	1.60 \pm 0.06	0.90
IMC	28.9 \pm 4.0	27.5 \pm 3.2	0.32

Utilizándose la escala de Montoya se repite el mismo patrón que con la escala de Hammer (*Cuadro 4*). Los de nivel 1 de Montoya pasaron de 44.4 a 22.2% y los de nivel 2 aumentaron de 55.6 a 77.8% ($p = 0.002$); de manera similar, en el grupo de los que no apoyaron, los de nivel 1 bajaron de 31.6 a 5.3%, los de nivel 2 bajaron de 52.6 a 10.5% mientras que los de nivel 3 subieron de 10.5 a 64.8% ($p = 0.0001$). No obstante, en el primer mes la diferencia en la escala de Montoya entre los que apoyaron versus los que no apoyaron no era significativa ($p = 0.63$) y al tercer mes tampoco lo era ($p = 0.46$).

Cuadro 3. Clasificación de Hammer.

Clasificación de Hammer	Apoyo			
	Sí		No	
	1 mes	3 mes	1 mes	3 mes
1	0	0	0	2 (10.5%)
2	0	2 (22.2%)	2 (10.5%)	5 (26.3%)
3	1 (11.1%)	5 (55.6%)	4 (21.1%)	11 (57.9%)
4	8 (88.9%)	2 (22.2%)	12 (63.2%)	1 (5.3%)
5	0	0	1 (5.3%)	0
p	0.016		0.002	

Cuadro 4. Escala de Montoya.

Escala de Montoya	Apoyo			
	Sí		No	
	1 mes	3 mes	1 mes	3 mes
0	0	0	1 (5.3%)	0
1	4 (44.4%)	2 (22.2%)	6 (31.6%)	1 (5.3%)
2	5 (55.6%)	7 (77.8%)	10 (52.6%)	2 (10.5%)
3	0	0	2 (10.5%)	13 (68.4%)
4	0	0	0	3 (15.8%)
p	0.002		0.0001	

No se realizó un análisis del resto de las variables debido a que con lo presentado no hubo diferencia estadística entre los grupos que justifique su realización. Y respecto al apoyo y marcha temprana también es evidente la diferencia sin necesidad de realizar una prueba estadística.

DISCUSIÓN

Sabemos que el proceso de consolidación puede ser alterado o perturbado por factores mecánicos, biológicos o una combinación de ambos. En el caso mecánico, las fuerzas de compresión y flexión favorecen la formación de callo óseo y las fuerzas de cizallamiento, rotación y distracción inhiben la formación de callo óseo²¹.

Para una adecuada consolidación son necesarios ciertos principios como son la adecuada alineación de los segmentos óseos, la fijación de los mismos, que permita conservar el periostio, la formación de callo y tejido fibroso que mantendrán la vascularización y la estabilidad²¹.

En nuestro estudio los pacientes que apoyaron tempranamente y en los cuales se hacen efectivas estas fuerzas, no se observó ni al mes ni a los tres meses una diferencia estadística significativa respecto a los que apoyaban tardíamente.

El principio de mantener el puente perióstico explica el que, tanto en apoyo temprano como tardío, evolucionen con una adecuada consolidación.

Dado que ambos grupos fueron similares en su peso corporal y las demás características permite explicar que la evolución similar es real.

El uso de ambas escalas radiológicas, aplicadas por un médico experimentado fortalece los resultados obtenidos, destacando el papel fundamental que tuvo la valoración radiológica en el planteamiento de este estudio, así como en los resultados obtenidos. La metodología de lectura empleada fue simple, aunque sistemática, y sin el enfoque radiológico no hubiese sido posible estudiar la repercusión de un apoyo temprano y tardío en la formación del callo óseo.

En el presente estudio se identificaron dos grupos de pacientes, que con base en la experiencia del cirujano y posiblemente en los hallazgos durante la cirugía, se les permitió el apoyo temprano desde la primera semana con descarga progresiva de peso, o se les difirió el apoyo en un rango de dos hasta ocho semanas como máximo posterior a la cirugía (promedio 4.47 semanas). No encontrándose evidencia de que un apoyo temprano acelera el proceso de consolidación.

Sin embargo, todos aquellos que iniciaron apoyo temprano, tuvieron una independencia mayor y en menor tiempo, y pudieron reintegrarse más rápido a sus actividades cotidianas.

Respecto a las variables recabadas para cada grupo, las cuales podrían tener una asociación entre la evolución de uno y otro, no se realizó un análisis estadístico, puesto que en el

análisis ya descrito no evidenció diferencias significativas entre ambos grupos.

CONCLUSIONES

Se puede concluir de manera general que la consolidación ósea en pacientes postoperatorios de cirugía de Fulkerson, no se ve afectada por el apoyo temprano o diferido, por lo que con los resultados obtenidos no se puede apoyar nuestra hipótesis de que un apoyo temprano acelera el proceso de consolidación, pero se tiene el beneficio de iniciar la marcha temprana con una mayor independencia y reintegración de los pacientes. De igual manera no se puede concluir con los datos obtenidos que haya una relación con las variables corporales. Con esto no se pretende cambiar la opinión de los cirujanos, ni mucho menos interferir en el tratamiento postoperatorio del cirujano, que con base en su experiencia propia y/o en los hallazgos transquirúrgicos determine el rumbo del tratamiento del paciente. Sólo se dan a conocer las ventajas de iniciar la marcha temprana cuando las condiciones del propio paciente lo permiten. Hacen falta más trabajos al respecto y con mayor número de pacientes para generar mejor evidencia.

REFERENCIAS

1. Dutton RA, Khadavi MJ, Fredericson M. Patellofemoral pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2016; 27(1): 31-52.
2. Petersen W, Ellermann A, Gösele-Koppenburg A, Best R, Rembitzki IV, Brüggemann GP et al. Patellofemoral pain syndrome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014; 22(10): 2264-274.
3. Luhmann SJ, Fuhrhop S, O'Donnell JC, Gordon JE. Tibial fractures after tibial tubercle osteotomies for patellar instability: a comparison of three osteotomy configurations. *J Child Orthop*. 2011; 5(1): 19-26.
4. Salarí N, Horsmon GA, Cosgarea AJ. Rehabilitation after anteromedialization of the tibial tuberosity. *Clin Sports Med*. 2010; 29(2): 303-311.
5. Morshuis WJ, Pavlov PW, de Rooy KP. Anteromedialization of the tibial tuberosity in the treatment of patellofemoral pain and malalignment. *Clin Orthop Relat Res*. 1990; (255): 242-250.
6. Fulkerson JP. Anteromedialization of the tibial tuberosity for patella femoral malalignment. *Clin Orthop Relat Res*. 1983; (177): 176-181.
7. Cosgarea AJ, Schatzke MD, Seth AK, Litsky AS. Biomechanical analysis of flat and oblique tibial tubercle osteotomy for recurrent patellar instability. *Am J Sports Med*. 1999; 27(4): 507-512.
8. Fulkerson JP, Shea KP. Disorders of patellofemoral alignment. *J Bone Joint Surg Am*. 1990; 72(9): 1424-1429.
9. Herrenbruck TM, Mullen DJ, Parker RD. Operative management of patellofemoral pain with degenerative arthrosis. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*. 2001; 9(4): 312-324.
10. Hall MJ, Mandalia VI. Tibial tubercle osteotomy for patello-femoral joint disorders. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016; 24(3): 855-861.
11. Khatod M, Botte MJ, Hoyt DB, Meyer RS, Smith JM. Outcomes in open tibia fracture: relationship between delay in treatment and infection. *J Trauma*. 2003; 55(5): 949-954.
12. Díaz MC, Durall I. Introducción a la traumatología y ortopedia. Parte I: Consolidación de las fracturas y semiología radiológica. *Clinica Veterinaria de Pequeños Animales*. 1994; 14(2): 80-90.

13. Sarmineto A, Burkhalter WE, Latta LL. Functional bracing in the treatment of delayed union and nonunion of the tibia. *Int Orthop*. 2003; 27(1): 26-29.
14. Ponce de León CI, Patiño-Robles P, Almazán-Díaz A, Cruz-López F, Encalada-Díaz I, Pérez-Jiménez F. Fulkerson osteotomy in patients with patella femoral pain and malalignment. *Acta Ortop Mex*. 2007; 21(2): 90-95.
15. Stetson WB, Friedman MJ, Fulkerson JP, Cheng M, Buick D. Fracture of the proximal tibia with immediate weight bearing after a Fulkerson osteotomy. *Am J Sports Med*. 1997; 25(4): 570-574.
16. Bellemans J, Cauwenberghs F, Brys P, Victor J, Fabry G. Fracture of the proximal tibia after Fulkerson anteromedial tibial tubercle transfer. A report of four cases. *Am J Sports Med*. 1998; 26(2): 300-302.
17. Payne J, Rimmke N, Schmitt LC, Flanigan DC, Magnussen RA. The incidence of complications of tibial tubercle osteotomy: a systematic review. *Arthroscopy*. 2015; 31(9): 1819-1825.
18. Wang CJ, Wong T, Ko JY, Siu KK. Triple positioning of tibial tubercle osteotomy for patellofemoral disorders. *Knee*. 2014; 21(1): 133-137.
19. Chinzei N, Ishida K, Kuroda R. Tibial tubercle osteotomy with screw fixation for total knee replacement. *Orthopaedics*. 2014; 37(4): 367-373.
20. Hammer RR, Hammerby S, Lindholm B. Accuracy of radiologic assessment of tibial shaft fracture union in humans. *Clin Orthop Relat Res*. 1985; 199: 233-238.
21. Pretell-Mazzini JA, Ruiz-Semba C, Rodríguez-Martín J. Trastornos de la consolidación: retardo y pseudoartrosis. *Rev Med Hered*. 2009; 20(1): 31-39.

Dirección para correspondencia:
 Dr. Cuauhtémoc Torres Vázquez
 Calz. México Xochimilco Núm. 289,
 Col. Arenal de Guadalupe, 14389,
 Del. Tlalpan, Ciudad de México.
 Tel: 59.99.10.00, Ext. 13140
 E-mail: cttorres@inr.gob.mx

Anexo I. Escala de Montoya para la formación de callo óseo postfractura diafisiaria.

Grados	Hallazgos radiológicos
I	Reacción perióstica sin callo
II	Callo con trazo de fractura visible
III	Callo de trazo de fractura visible sólo en partes
IV	Desaparición del trazo de fractura

Clasificación de Hammer para la evaluación radiológica de la consolidación²⁰.

Grado	Apariencia del callo	Línea de pseudoartrosis	Consolidación
1	Estructura ósea homogénea	Borrosa	Lograda
2	Masiva, trabeculación ósea	Apenas observable	Lograda
3	Puente óseo	Observable	Dudosa
4	Trazas, ausencia de puente óseo	Clara	No lograda
5	Ausencia de callo	Clara	No lograda

Anexo II. Protocolos de rehabilitación en postoperados cirugía Fulkerson.

No apoyo	Apoyo temprano
Días 1-7	Días 1-7
<ul style="list-style-type: none"> • Crioterapia • Mantener rodilla en extensión • Uso de férula tripanel • Reeducación músculo cuádriceps • Ejercicios isométricos a cuádriceps • Estiramiento muscular a isquiotibiales • Uso de muletas axilares sin apoyo de miembro pélvico operado 	<ul style="list-style-type: none"> • Crioterapia • Rodilla en extensión • Movimiento articular 0-30° • Uso férula tripanel • Reeducación músculos cuádriceps • Ejercicios isométricos a cuádriceps • Estiramiento muscular a isquiotibiales • Marcha con apoyo parcial de miembro pélvico operado (muletas axilares)
Días 8-14	Días 8-14
<ul style="list-style-type: none"> • Termoterapia (CHC) • Inicia flexión a 30° • Ejercicios isométricos a cuádriceps • Estiramiento a isquiotibiales • Continúa uso de férula tripanel y sin apoyo de miembro pélvico operado 	<ul style="list-style-type: none"> • Termoterapia (CHC) • Progresa flexión a tolerancia sin pasar de 90° • Férula tripanel para el apoyo parcial con uso de muletas axilares • Ejercicios isotónicos a cuádriceps e isquiotibiales, sin carga • Estiramiento a isquiotibiales
Semana 3-4	Semana 3-4
<ul style="list-style-type: none"> • Progresa flexión a 60° en la tercera semana y 90° en la cuarta semana • Continúa férula tripanel sin apoyo • Ejercicios isotónicos sin carga a cuádriceps e isquiotibiales • Estiramiento a isquiotibiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Progresa apoyo pero aún parcial • Continúa uso de férula tripanel • Continúa con ejercicios isotónicos • Estiramiento a isquiotibiales
Semana 5-6	Semana 5-6
<ul style="list-style-type: none"> • Flexión libre • Apoyo parcial progresivo con férula en extensión en la quinta semana y retiro al final de la sexta (incluyendo auxiliares) • Ejercicios isotónicos sin carga a cuádriceps e isquiotibiales • Estiramiento muscular a isquiotibiales • Ejercicios de cadena cerrada 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexión libre • Retiro de férula • Retiro progresivo de muletas en la semana 5 • Ejercicios isotónicos a cuádriceps e isquiotibiales • Estiramiento a isquiotibiales • Ejercicios con hidrorresistencia (tanque terapéutico) 6 • Retorno a actividades no deportivas
Mes 4-6	Mes 4-6
<ul style="list-style-type: none"> • Retorno a sus actividades no deportivas • Ejercicios con hidrorresistencia (tanque terapéutico) • Inicia progresión en actividad física 	<ul style="list-style-type: none"> • Progresión de actividad física

Fuente: Rehabilitación del Deporte. Instituto Nacional de Rehabilitación.

www.medigraphic.org.mx