

# Tratamiento de defectos óseos sépticos masivos femorales mediante artroplastia total de fémur.

N.C. CORREA GONZÁLEZ, J. ALGUACIL PINEL, J. BAEZA OLIETE.

HOSPITAL UNIVERSITARIO Y POLITÉCNICO LA FE.

**Resumen.** Asociado al aumento en la frecuencia de artroplastia primaria, la cirugía protésica de recambio, en el contexto de un déficit de stock óseo es un escenario clínico cada vez más frecuente. En este tipo de pacientes, la artroplastia total de fémur aparece como una alternativa terapéutica válida, aunque no exenta de complicaciones. Presentamos 5 casos intervenidos de artroplastia total de fémur en nuestro centro entre los años 2012 y 2016. Todos los casos corresponden a pacientes que presentaban infección de artroplastia de cadera o rodilla, en quienes el déficit de stock óseo impedía una nueva cirugía de recambio. Fueron intervenidos 3 hombres y 2 mujeres con una media de edad de 60 años. El tiempo de seguimiento varió entre 6 y 67 meses. Tuvimos 3 casos de infección del implante femoral y un caso de luxación. El nivel de funcionalidad postoperatoria de los pacientes se midió con el score MSTS. El valor medio obtenido fue de 18,75 sobre un máximo de 30 puntos. Los mejores resultados se observaron en los apartados dolor y estado emocional. Por el contrario, los niveles más bajos resultaron de la necesidad de todos los pacientes, de utilizar algún dispositivo de ayuda para deambular. A pesar de la alta tasa de complicaciones obtenida, el nivel de satisfacción de los pacientes fue elevado. La mayoría de ellos refería estar muy contento con la intervención y no estar arrepentido de haberse operado.

## Treatment of massive septic bone defects by total femoral arthroplasty.

**Summary.** Associated with the raise on primary arthroplasty, revision arthroplasty on the context of bone deficit is today a more frequent clinical scenario. In this kind of patients, total femoral replacement (TFR) seems as a valid alternative but not exempt of complications. We present five cases that had undergone TFR between the years 2012 and 2016. All cases were patients with diagnosis of hip or knee prosthetic joint infection with a lack of bone stock that not allowed further revision procedures. Three men and two women with an average age of 60 years old underwent surgery. The follow-up ranged between 6 and 67 months. We encountered 3 cases of infection and one case of dislocation. For the functional evaluation MSTS score was used. The average score was 18,75 to a maximum of 30. Best results were obtained on items pain and emotional status. On the contrary, the lowest results became from the need of all patients of ambulatory assistive devices to walk. Despite the rate of complications we found a high level of satisfaction among patients. Most of them were happy with the intervention and would repeat the surgery if necessary.

---

Correspondencia:

Nicolás E. Correa González  
Hospital Universitario y Politécnico La Fe  
Avda. Fernando Abril Martorell, 106.  
46026 Valencia,  
España.

Correo electrónico: nico.correa.go@gmail.com

tias de rodilla aumente en un 600% de cara al año 2030 y que en este mismo periodo, se triplique la cirugía protésica de cadera<sup>1</sup>.

La tasa de infección en cirugía protésica varía según series entre un 0,2% y un 1,1% en artroplastia primaria de cadera<sup>2</sup> y entre un 0,5 a 1,8% en cirugía de rodilla<sup>3</sup>. Se calcula que la cirugía de revisión en artroplastia de cadera se duplicará de cara al año 2025 y aumentará 7 veces en lo correspondiente a prótesis de rodilla<sup>1</sup>.

En aquellos pacientes en que el stock óseo es insuficiente para plantear una nueva cirugía de revisión, la artroplastia total de fémur (ATF) se presenta como una alternativa en un complejo escenario en el que muchas

## Introducción

Asociado al envejecimiento de la población, las tasas de cirugía protésica de cadera y rodilla han aumentado de forma exponencial en las últimas décadas. En Estados Unidos, se espera que el número total de artroplas-

veces las únicas opciones de tratamiento, son la desarticulación de cadera o una amputación supracondílea sobre la rodilla<sup>4</sup>.

### Material y métodos

Realizamos una revisión retrospectiva de los cinco casos intervenidos en nuestro centro mediante ATF, entre los años 2012 y 2016. Obtuvimos datos demográficos como sexo, edad y comorbilidades asociadas de los pacientes intervenidos.

En todos los pacientes de nuestra serie, el motivo de indicar la ATF fue la infección protésica con déficit de stock óseo que impedía una nueva cirugía de recambio (Figs. 1 y 2). La totalidad de los pacientes estudiados fueron sometidos a un recambio en dos tiempos.

Todos los pacientes fueron valorados por la Unidad de Enfermedades Infecciosas de nuestro hospital. Dicho equipo indicó la profilaxis quirúrgica y supervisó el tratamiento antibiótico posterior.

La profilaxis quirúrgica de cara al primer tiempo se realizó con cobertura antibiótica sobre Gram positivos y Gram negativos. En tres ocasiones se pautó la combinación de Cefepime + Daptomicina, en un caso Piperacilina/Tazobactam + Daptomicina y un caso de Teicoplanina + Cefepime.

Tras obtener los resultados de las muestras quirúrgicas, se adaptó el tratamiento antibiótico según el antibiograma recibido. De cara al segundo tiempo quirúrgico, la profilaxis antibiótica nuevamente se realizó con cobertura sobre gram positivos y negativos. Uno de los pacientes asoció Fluconazol debido a que en los cultivos del primer tiempo se había aislado *Candida Albicans*.

Desde el punto de vista microbiológico, se recogieron muestras intraoperatorias para cultivo tanto en el primer como en el segundo tiempo quirúrgico. Asociado a esto, fueron registrados los resultados de los cultivos

obtenidos en aquellos pacientes que posteriormente presentaron una infección de la prótesis femoral.

El diagnóstico de infección de la artroplastia femoral se estableció según los criterios del último Consenso Internacional sobre Infecciones Periprotésicas<sup>5</sup>. Según esto, para el diagnóstico de la infección protésica basta con un criterio mayor de los dos existentes o tres criterios menores de cinco. Los criterios mayores son: 1) Dos cultivos periprotésicos positivos con microorganismos fenotípicamente idénticos (mismo antibiograma) y 2) la existencia de fístula comunicada con la articulación. Los criterios menores son: 1) Proteína C reactiva (PCR) > 10 mg/L y Velocidad de sedimentación globular (VSG) > 30 mm/h en sangre 2) el número de leucocitos del líquido sinovial > 3.000 por  $\mu\text{L}$  o dos ++ en el test de la leucoesterasa 3) el porcentaje de polimorfonucleares (PMN) del líquido articular > 80%; 4) análisis histológico positivo de los tejidos periprotésicos y 5) un cultivo positivo de tejido periprotésico o líquido articular.

La posición de los pacientes durante la intervención fue en decúbito lateral oblicuo con una inclinación de 45°. La cirugía se llevó a cabo mediante un doble abordaje, lateral para la cadera y anterior para la rodilla, siguiendo en general el trayecto de las cicatrices previas. En cuatro casos se utilizó el implante Segmental de Zimmer, en uno de los casos se utilizó el implante Megaystem-C de Waldemar Link.

Una vez realizada la cirugía de artroplastia femoral y antes del alta hospitalaria, se realizó un control radiológico. Luego los pacientes fueron valorados dos semanas más tarde en consultas externas para ver la evolución de la herida quirúrgica. En un caso en que la evolución de la herida no fue satisfactoria, se realizó un seguimiento semanal hasta ver la resolución favorable de la misma. En general, el primer control radiológico y analítico con marcadores inflamatorios



**Figura 1.** Radiografía preoperatoria de un paciente portador de prótesis de cadera asociado a prótesis de revisión de rodilla con pseudoartrosis infectada de fémur.



**Figura 2.** Visión intraoperatoria del mismo paciente. Se observa evidente déficit de stock óseo tras extracción de prótesis de cadera y rodilla.

(PCR y VSG) se realizó dos meses después de la intervención. Las radiografías fueron valoradas en busca de complicaciones como luxación, aflojamiento o fallo del implante. Los siguientes controles se realizaron tres y seis meses más tarde para luego continuar con controles anuales.

Las complicaciones fueron categorizadas según la clasificación de Henderson para el fallo de megaprótesis<sup>6</sup>.

En el último control realizado, se obtuvieron datos del grado de funcionalidad mediante el score MSTS (*Musculoskeletal Tumour Society Scoring System*) y se valoró el grado de satisfacción del paciente preguntando si volverían o no a someterse a la misma intervención.

Aquellos datos que no fue posible conseguir mediante registros de la historia clínica, fueron obtenidos tras una nueva entrevista o mediante contacto telefónico. En uno de los casos no fue posible obtener todos los datos debido al fallecimiento del paciente por causas ajenas a la artroplastia femoral.

## Resultados

Los datos demográficos obtenidos y el tiempo de seguimiento se muestran en la tabla I.

El resumen del tipo y número de complicaciones pueden verse en la tabla II.

En los cinco casos intervenidos, los cultivos intraoperatorios obtenidos en el segundo tiempo fueron negativos, por lo que todos los pacientes fueron considerados libres de infección en el momento del implante femoral.

Tres de los cinco pacientes intervenidos (60%) sufrieron infección del implante femoral. En dos de ellos los síntomas comenzaron durante el mismo ingreso. En ambos pacientes se aisló *Klebsiella pneumoniae*, uno de ellos asociado a *Enterobacter cloacae*. El tercer caso consultó en el servicio de urgencias por fiebre y dolor de rodilla 8 meses posterior a la cirugía. En este caso el microorganismo aislado fue *Propionibacterium acnes*.

En los tres casos de infección, el microorganismo identificado fue diferente al aislado en la cirugía de primer tiempo. El detalle de los resultados microbiológicos obtenidos tanto en el primer tiempo quirúrgico como en las infecciones posteriores de la artroplastia femoral, pueden observarse en la tabla III.

El primer caso de infección fue tratado mediante desbridamiento, extracción del implante y limpieza del mismo con Triácido-N. Una vez completado el desbridamiento, se cubrió el implante con cemento impregnado en antibiótico y se reimplantó en el mismo tiempo quirúrgico. Este paciente ha sido manejado con tratamiento antibiótico supresor con Cotrimoxazol según indicaciones de la Unidad de Enfermedades Infecciosas de nuestro hospital. Durante el seguimiento, presentó una fístula que se resolvió tras un aumento transitorio de la dosis de antibiótico. Actualmente no presenta clínica infecciosa y deambula con andador.

Los otros dos casos de infección fueron manejados

**Tabla I.** Características demográficas y tiempo de seguimiento.

CASO	EDAD	SEXO	COMORBILIDAD*	SEGUIMIENTO
1	71	H	DM/HTA	6 meses
2	49	H	VIH	13 meses
3	36	H	IRC	42 meses
4	74	M	DM/HTA/AR	67 meses
5	74	M	DM/HTA	16 meses

\*DM: Diabetes Mellitus, HTA: Hipertensión arterial, IRC: Insuficiencia renal crónica, AR: Artritis Reumatoide.

**Tabla II.** Número de complicaciones según la clasificación de Henderson<sup>6</sup>.

TIPO DE COMPLICACIÓN	NÚMERO DE CASOS
I TEJIDOS BLANDOS	1 luxación
II AFLOJAMIENTO ASÉPTICO	-
III FALLO ESTRUCTURAL DEL IMPLANTE	-
IV INFECCIÓN	3 profundas
V PROGRESIÓN TUMORAL	-

**Tabla III.** Resultado de cultivos intraoperatorios obtenidos en la cirugía de primer tiempo y en la limpieza de los casos de infección de la artroplastia femoral.

CASO	PRIMER TIEMPO	INFECCIÓN DE AFT
1	<i>S. epidermidis</i>	<i>Klebsiella/Enterobacter</i>
2	<i>S. Hominis</i>	P. Acnes
3	Candida	NO
4	<i>S. Aureus</i>	<i>Klebsiella</i>
5	<i>S. epidermidis</i>	NO

con desbridamiento, extracción del componente femoral, esterilización intraoperatoria del mismo y recolocación del implante en el mismo acto quirúrgico. Durante el proceso de esterilización del implante se continuó con la limpieza y desbridamiento. No fueron extraídos ni esterilizados el componente tibial ni acetabular. Ambos pacientes tienen 6 meses de evolución y no han presentado nueva clínica infecciosa.

**Tabla IV.** : Resultados funcionales según score MSTS

MSTS SCORE	1 Paciente	Paciente 2	Paciente 3	Paciente 4	Paciente 5*	Media
Dolor	4	5	5	4	-	4,5
Función	2	2	3	1	-	2
Estado emocional	5	5	5	0	-	3,75
Uso de ortesis	0	0	4	3	-	1,75
Habilidad para caminar	2	4	5	3	-	3,5
Defectos en la marcha	2	4	5	2	-	3,25
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>27</b>	<b>13</b>	-	<b>18,75</b>

\*Los resultados funcionales no pudieron ser obtenidos debido a exitus

Dentro de las complicaciones asociadas tuvimos un caso de luxación de cadera. Se presentó el octavo día posterior a la cirugía y se manejó mediante reducción cerrada bajo sedación. El paciente no presentó nuevos episodios.

En nuestra serie no hemos observado casos de aflojamiento o fallo del implante.

El estado funcional de los pacientes se valoró según el score MSTS. Los resultados pueden verse en la tabla IV. Debido a la muerte de uno de los pacientes sólo pudo obtenerse la información de 4 de los 5 pacientes intervenidos. Sobre un máximo de 30 puntos, la media obtenida fue de 18,75, lo que corresponde a un 62%. Los mejores resultados fueron obtenidos en el apartado dolor (4,5/5) y estado emocional (3,75/5). El resultado más deficiente se observó en la necesidad para el uso de ortesis (1,75/5) donde la mayoría de los pacientes requiere el uso de bastón o andador para deambular.

Respecto al grado de satisfacción con la intervención quirúrgica, tres de los cuatro pacientes entrevistados dijeron estar muy satisfechos con la intervención y refirieron que volverían a intervenir en caso de encontrarse en la misma situación. Entre estos, el paciente que lleva actualmente tratamiento antibiótico supresor refiere estar muy satisfecho pues si bien requiere de medicación, la cirugía le ha permitido un nivel de autonomía suficiente para sus actividades diarias. Uno de los cuatro pacientes consideraba que el resultado era bueno pero no volvería a intervenir.

## Discusión

La primera descripción de la ATF la realizó Buchman<sup>7</sup>, en 1965. En general, este tipo de intervenciones se han realizado, sobre todo, en el contexto de pacientes oncológicos<sup>8-10</sup> y existe menos bibliografía en el uso de este tipo de implantes en pacientes sépticos

sin patología tumoral<sup>4,11-12</sup>.

La pérdida del stock óseo que permita una nueva cirugía de recambio, es un problema cada vez más frecuente. En este contexto, el uso de la ATF en el tratamiento de patología no oncológica se ha ido extendiendo en los últimos años<sup>11-12</sup>. Jones y cols. describen en su trabajo, mejores resultados funcionales en pacientes sometidos a ATF en comparación con aquellos sometidos a amputaciones transfemorales. Considerando que en nuestra serie, el nivel de amputación requerido hubiese sido a nivel de la cadera, y teniendo en cuenta que el estado funcional empeora a medida que la amputación es más proximal, coincidimos con sus conclusiones en las que refiere que aún en pacientes con posibles complicaciones del implante femoral, el resultado funcional esperable es mejor que en aquellos sometidos a amputaciones o desarticulaciones.

La tasa general de complicaciones en artroplastia femoral ha sido de hasta un 72% en algunas series<sup>12</sup>. Respecto de las tasas de infección, hemos encontrado datos muy variables en la bibliografía. En general, las series con pacientes en los que la artroplastia femoral se utilizó para el manejo de tumores, presentan tasas de infección más bajas entre 0 y 16%<sup>9,13</sup>. Por el contrario, aquellas series que como la nuestra presentan pacientes con antecedentes de infección protésica, tienden a mostrar tasas de infección más altas que van desde un 14 a un 50%<sup>4,11</sup>. En nuestro caso, tanto la tasa global de complicaciones (80%) como la tasa de infección (60%) han resultado un poco mayores a las descritas en la bibliografía.

En los tres pacientes que presentaron infección de la artroplastia femoral, los resultados microbiológicos fueron diferentes a los obtenidos en el primer tiempo quirúrgico. Esto nos hace suponer que estamos en presencia de una nueva infección y no de una persistencia

de la infección inicial. Cabe destacar también, que los cinco pacientes intervenidos presentan antecedentes de una patología inmunosupresora. Esto quizás podría justificar la alta tasa de infecciones de nuestro trabajo y la tendencia a infecciones repetidas en los pacientes de nuestra serie.

Diferentes artículos reportan tasas de luxaciones que varían entre un 6 a un 35% aproximadamente<sup>4,8,11-12,14-15</sup>. Con frecuencia, estas luxaciones se repiten en el tiempo y requieren finalmente cirugía de revisión. En nuestro caso, el 20% de luxaciones obtenidas se encuentra dentro de los parámetros publicados. La buena respuesta al tratamiento conservador permitió al paciente un buen resultado funcional hasta el día de hoy.

Hwang, estudió los factores de riesgo capaces de predecir qué pacientes con infección de una prótesis femoral tendrían mal pronóstico y no podrían rescatarse. Identificó la edad mayor a 50 años y el antecedente de alguna artroplastia previa como los dos factores que se relacionaban con amputaciones o imposibilidad de salvar el implante femoral. Sugiere que este tipo de pacientes podrían quizás beneficiarse de una amputación precoz y disminuir así la tasa de intervenciones y hospitalizaciones<sup>16</sup>. En nuestro caso, uno de los pacientes con infección de la ATF lleva 5 años de seguimiento, tiene 74 años de edad y el antecedente de múltiples intervenciones previas. Si bien continúa con tratamiento antibiótico supresor, refiere un buen nivel funcional y está actualmente muy contenta con los resultados obtenidos. Los otros dos pacientes con infección del implante tienen 6 meses de seguimiento y hasta ahora no han presentado nuevos signos de infección. Al igual que todos los pacientes de la serie, ambos tienen antecedentes de artroplastias previas. Uno es mayor y el otro menor de 50 años.

A pesar que alguna series han valorado la situación funcional de los pacientes intervenidos utilizando scores específicos de rodilla o cadera como el Oxford Knee Score (OKS) o el Harris Hip Score (HHS)<sup>4</sup>, la mayoría de los autores coinciden que la mejor manera de valorar este tipo de pacientes es utilizando el Musculoskeletal Tumor Society Score (MSTS) desarrollado por Enneking<sup>8-9,11-12,17,15</sup>. Una de las deficiencias de nuestro estudio, es no contar con registros del estado funcional de los pacientes previo a la intervención y por lo tanto sólo podemos contrastar los resultados del MSTS con aquellos obtenidos por otras series a nivel postquirúrgico.

Si bien algunos trabajos reportan resultados funcionales bajos, del orden del 33%<sup>12</sup>, los valores obtenidos en nuestra serie (62%) se acercan más a aquellos reportados por Fountain<sup>11</sup> y Friesecke<sup>15</sup>, en sus respectivos estudios. Los mejores resultados en nuestro trabajo se observan en el apartado dolor y estado emocional. La mayoría de los pacientes intervenidos no requiere ningún tipo de medicación y emocionalmente refieren estar entusiasmados, esto es similar a lo descrito por otros autores<sup>11,18</sup>. Los peores resultados fueron obtenidos en el apartado Ortesis, donde la mayoría de los pacientes refería la necesidad de algún dispositivo para deambular. Si bien esto es inferior a lo descrito en otros trabajos<sup>19</sup>, merece la pena destacar que estas series son por lo general en el contexto de pacientes oncológicos, más jóvenes y con buen estado funcional previo<sup>9-10</sup>.

Respecto del grado de satisfacción del paciente con la intervención, la mayoría de los trabajos no detallan un apartado específico al respecto. En nuestro caso cabe destacar que, a pesar de las complicaciones sufridas, 3 de los 4 pacientes entrevistados refirieron una gran satisfacción con la intervención. Esto probablemente se deba a la capacidad de deambular aunque sea con ayuda de ortesis y al buen control del dolor registrado en el MSTS score.

## Conclusiones

La ATF corresponde a una cirugía de una alta dificultad técnica y asociada con frecuencia a un importante número de complicaciones. En el contexto de un paciente séptico, su indicación se presenta en general en casos de alta complejidad donde muchas veces las únicas alternativas de tratamiento son desarticular a nivel de la cadera o dejar un miembro inferior doloroso y no funcional. A pesar de la tasa de complicaciones de nuestra serie, el alto grado de satisfacción de los pacientes nos confirma la ATF como una alternativa válida para mejorar la calidad de vida de este tipo de pacientes.

---

## Bibliografía

1. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89:780-5. doi:10.2106/JBJS.F.00222.
2. Urquhart DM, Hanna FS, Brennan SL, Wluka AE, Leder K, Cameron PA, y cols. Incidence and Risk Factors for Deep Surgical Site Infection After Primary Total Hip Arthroplasty: A Systematic Review. *J Arthroplasty* 2010; 25:1216-1222.e3. doi:10.1016/j.arth.2009.08.011.
3. Namba RS, Inacio MCS, Paxton EW. Risk factors associated with deep surgical site infections after primary total knee arthroplasty: an analysis of 56,216 knees. *J Bone Joint Surg Am* 2013; 95:775-82. doi:10.2106/JBJS.L.00211.
4. Amanatullah DF, Trousdale RT, Hanssen AD, Lewallen DG, Taunton MJ. Non-Oncologic Total Femoral Arthroplasty: Retrospective Review. *J Arthroplasty* 2014; 29:2013-5. doi:10.1016/j.arth.2014.05.012.
5. Gehrke T, Pavizi J. Proceedings of the international consensus meeting on periprosthetic joint infection. *J Orthop Res* 2013; 32:1-364. doi:10.1002/jor.22543.
6. Henderson ER, Groundland JS, Pala E, Dennis JA, Wooten R, Cheong D, y cols. Failure mode classification for tumor endoprostheses: retrospective review of five institutions and a literature review. *J Bone Joint Surg Am* 2011; 93:418-29. doi:10.2106/JBJS.J.00834.
7. Buchman J. Total femur and knee joint replacement with vitallium endoprosthesis. *Bull Hosp Joint Dis* 1965; 26:21-34.
8. Kalra S, Abudu A, Murata H, Grimer RJ, Tillman RM, Carter SR. Total femur replacement: Primary procedure for treatment of malignant tumours of the femur. *Eur J Surg Oncol* 2010; 36:378-83. doi:10.1016/j.ejso.2009.11.002.
9. Sevela F, Schuh R, Hofstaetter JG, Schinhan M, Windhager R, Funovics PT. Total Femur Replacement After Tumor Resection: Limb Salvage Usually Achieved But Complications and Failures are Common. *Clin Orthop Relat Res* 2015; 473:2079-87. doi:10.1007/s11999-015-4282-1.
10. Sewell MD, Spiegelberg BGI, Hanna S a, Aston WJS, Bartlett W, Blunn GW, y cols. Total femoral endoprosthetic replacement following excision of bone tumours. *J Bone Joint Surg Br* 2009; 91:1513-20. doi:10.1302/0301-620X.91B11.21996.
11. Fountain JR, Dalby-Ball J, Carroll FA, Stockley I. The Use of Total Femoral Arthroplasty as a Limb Salvage Procedure. The Sheffield Experience. *J Arthroplasty* 2007; 22:663-9. doi:10.1016/j.arth.2006.11.017.
12. Toepfer A, Harrasser N, Petzschner I, Pohlhig F, Lenze U, Gerdesmeyer L, y cols. Short- to long-term follow-up of total femoral replacement in non-oncologic patients. *BMC Musculoskelet Disord* 2016; 17:498. doi:10.1186/s12891-016-1355-6.
13. Ahmed AR. Total femur replacement. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010; 130:171-6. doi:10.1007/s00402-009-0945-2.
14. Natarajan MV, Balasubramanian N, Jayasankar V, Sameer M. Endoprosthetic reconstruction using total femoral custom mega prosthesis in malignant bone tumours. *Int Orthop* 2009; 33:1359-63. doi:10.1007/s00264-009-0737-x.
15. Friesecke C, Plutat J, Block A. Revision arthroplasty with use of a total femur prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87:2693-701. doi:10.2106/JBJS.D.02770.
16. Hwang JS, Beebe KS, Patterson FR, Benevenia J. Infected total femoral replacements: evaluation of limb loss risk factors. *Orthopedics* 2011; 34:e736-40. doi:10.3928/01477447-20110922-11.
17. Nakayama T, Matsumoto S, Shimoji T, Ae K, Tanizawa T, Gokita T. The Significance of Rectus Femoris for the Favorable Functional Outcome After Total Femur Replacement. *Plast Reconstr Surg - Glob Open* 2016; 4:e630. doi:10.1097/GOX.0000000000000610.
18. Ward WG, Dorey F, Eckardt JJ. Total femoral endoprosthetic reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 1995:195-206.
19. Puri A, Gulia A, Chan WH. Functional and oncologic outcomes after excision of the total femur in primary bone tumors: Results with a low cost total femur prosthesis. *Indian J Orthop* 2012; 46:470-4. doi:10.4103/0019-5413.98834.