

Revascularización endovascular en la enfermedad de Buerger

Endovascular revascularization in Buerger's disease

Homero O. Sosa-Murillo^{1,2*}, Rene E. Lizola-Crespo^{2,3}, Roberto A. Sosa-Murillo^{1,2}, Maria L. Ochoa-Ortíz^{2,4}, Eduardo Chávez-Aguilar^{2,3} y Hugo Carrasco-González^{2,3}

¹Servicio de Cirugía General Centro Médico, Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMYM);²Escuela de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX);³Servicio de Cirugía Angiológica y Endovascular Centro Médico, ISSEMYM; ⁴Servicio de Pediatría, Hospital Materno Infantil, ISSEMYM. Toluca, Estado de México, México

Resumen

La enfermedad de Buerger (tromboangiitis obliterante) es una entidad rara, que afecta comúnmente a hombres jóvenes (<45 años) y siempre asociada a tabaquismo. Dicha afección puede llegar a comprometer la extremidad, siendo causa de amputaciones mayores. Hoy en día, continúa siendo una enfermedad de etiología desconocida, sin embargo, se atribuye su patogenia a diversos mecanismos, sobre todo de tipo autoinmune y proinflamatorio, y estados de hipercoagulabilidad. Implica la afección de los vasos distales de las extremidades, a través de un proceso no aterosclerótico, con fisiopatología inflamatoria y trombótica, siempre asociada a tabaquismo como el principal factor etiopatogénico. La terapia endovascular con angioplastia transluminal percutánea ha tomado auge en recientes fechas como una opción terapéutica válida en pacientes con Buerger. En algunas series se evidencian resultados favorables, con una tasa de éxito a los 12 meses de hasta el 86.7% en salvamento de extremidades (LSR, limb salvage rate) y el 66.7% en mejora de la sintomatología, con una baja tasa de complicaciones, por lo que hoy en día resulta un procedimiento seguro y eficaz para la preservación de las extremidades.

Palabras clave: Tromboangiitis obliterante. Enfermedad de Buerger. Tratamiento endovascular. Colocación de stent.

Abstract

Buerger's disease (thromboangiitis obliterans) is a rare entity, commonly affecting young men (<45 years) and always associated with smoking. This affection can get to compromise the extremity, being cause of major amputations. Today, it continues to be a disease of unknown etiology; however, its pathogenesis is attributed to various mechanisms, especially autoimmune, proinflammatory and hypercoagulable states. It involves the affection of the distal vessels of the extremities, through a non-atherosclerotic process, with inflammatory and thrombotic pathophysiology, always associated with smoking as the main etiopathogenic factor. Endovascular therapy with percutaneous transluminal angioplasty has recently boomed as a valid therapeutic option in patients with Buerger. In some series, favorable results are evident, with a 12-month success rate of up to 86.7% in limb salvage rate (LSR) and 66.7% in improvement of symptoms with a low rate of complications, so today it is a safe and effective procedure for the preservation of the extremities.

Key words: Obliterating thromboangiitis. Buerger's disease. Endovascular therapy. Stent placement.

Correspondencia:

*Homero O. Sosa-Murillo

E-mail: homero_sosam@hotmail.com

0377-4740/© 2020 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vascular y Endovascular, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 02-04-2020

Fecha de aceptación: 20-08-2020

DOI: 10.24875/RMA.20000011

Disponible en internet: 26-10-2020

Rev Mex Angiol. 2020;48(3):100-106

www.RMAngiologia.com

Introducción

Antecedentes

La enfermedad de Buerger o tromboangiitis obliterante fue descrita por Leo Buerger en 1908, mientras trabajaba en el Hospital Monte Sinaí de Nueva York. Describió a detalle los hallazgos patológicos descritos de una nueva enfermedad con progresión inusual vasooclusiva presentada en 11 extremidades amputadas de jóvenes polacos, rusos e inmigrantes judíos. Con base en sus hallazgos, llamó a la enfermedad *tromboangiitis obliterante*, para distinguirla de la arteriosclerosis obliterante o síndrome de Winiwarter-Buerger, sugiriendo «un nuevo crecimiento de tejido en la capa íntima»¹.

Hoy en día, continúa siendo una enfermedad de etiología desconocida, sin embargo, se atribuye su patogenia a diversos mecanismos, sobre todo de tipo autoinmune, proinflamatorios y estados de hipercoagulabilidad. Implica la afección de los vasos distales de las extremidades, a través de un proceso no ateroesclerótico, con fisiopatología inflamatoria y trombótica, siempre asociada a tabaquismo como el principal factor de riesgo potencial.

Es más frecuente en varones que en mujeres, puede ser causada por una bacteria conocida como *Enterobacter cloacae* y es una lesión en la que el tabaquismo juega un papel primordial, hasta el punto de que el abandono del tabaco mitiga o incluso detiene de una forma radical la evolución de la enfermedad. Es más frecuente en poblaciones mediterráneas, vascas y asiáticas. Su relación con haplotipos y posible componente genético es discutido.

En sus etapas iniciales, suele manifestarse como una lesión vascular con infiltración neutrofílica transmural. Se cree que el primer evento es la activación de las células presentadoras de antígeno posterior a daño endotelial producido por antígenos desconocidos (posiblemente glicoproteínas del tabaco). Se producen reacciones humorales y celulares que generan oclusión trombótica de los vasos, restringido a la capa íntima de las arterias, lo que define la enfermedad como una endarteritis, resultado de la infiltración de la íntima por células T, que causan su oclusión y que consiste en el hallazgo patognomónico de la enfermedad.

Histológicamente se genera una serie de cambios a nivel arterial dependiendo la fase de progresión de la enfermedad:

- En su etapa aguda existe una panvasculitis dentro de las pequeñas y medianas arterias (1-5 mm de diámetro) y de las venas superficiales, generación de trombos arteriales con microabscesos.

Tabla 1. Criterios diagnósticos de Shionoya en enfermedad de Buerger

Criterios diagnósticos de Shionoya
Antecedente de tabaquismo
Inicio de la enfermedad antes de los 50 años de edad
Oclusiones arteriales infrapoplíteas
Cualquier compromiso en los miembros superiores o flebitis migratoria
Ausencia de factores de riesgo ateroescleróticos diferentes al tabaquismo

- En la fase subaguda existe una organización progresiva de los trombos oclusivos, la recanalización parcial o desaparición de los microabscesos y el depósito de factores de complemento y de inmunoglobulinas a lo largo de la lámina elástica.
- Finalmente, en la fase crónica, los trombos oclusivos se reorganizan, existe importante vascularización de la capa media, fibrosis perivascular, mientras que existe una preservación de la arquitectura de las paredes de los vasos en todas sus etapas.

La enfermedad se suele presentar sobre la tercera o cuarta décadas de la vida, manifestándose en forma de claudicación o con lesiones necrosantes digitales que pueden evolucionar a la gangrena y precisar amputación. Igualmente afecta a venas superficiales de tobillos y pies, y origina tromboflebitis superficiales.

Diagnóstico

El diagnóstico es predominantemente clínico. Deben considerarse factores como la presencia de isquemia, necrosis o ulceraciones en la región distal de las extremidades, antecedente de tabaquismo, edad entre 30 y 50 años, utilizando criterios de exclusión como arteriosclerosis, enfermedad autoinmune, estado de hipercoagulabilidad o traumatismo.

Suelen utilizarse los criterios de Shionoya (Tabla 1) para el diagnóstico, aunque el estándar de oro continúa siendo la histopatología, con la demostración de células gigantes en la periferia de un trombo.

Tratamiento

En su tratamiento es imprescindible el abandono del tabaco. La enfermedad de Buerger mejora radicalmente con ello, y es, por tanto, la piedra angular.

Por desgracia, la mayoría de estos pacientes son grandes fumadores de difícil deshabituación. El resto de los procedimientos, como simpatectomía, terapia con prostaglandinas y otras renacientes opciones terapéuticas son elementos secundarios de eficacia variada.

Cuando ya existe compromiso isquémico de las extremidades, la abstinencia del tabaquismo suele ser por sí sola una medida insuficiente para aliviar el dolor en reposo y lograr la cicatrización de las heridas, por lo que deben establecerse otras medidas de tipo médico, quirúrgico o inclusive endovasculares para restaurar de manera adecuada el flujo sanguíneo requerido para la preservación de la extremidad.

Su pronóstico es relativamente bueno con el abandono del tabaco. En caso contrario, su evolución implica la amputación de las extremidades inferiores e incluso dedos de la mano. De acuerdo con la literatura, existe un riesgo de amputación mayor del 25% a los 5 años, del 38% a los 10 años y del 46% a los 20 años².

En la actualidad, a las opciones terapéuticas no invasivas se ha agregado el tratamiento con prostaglandinas en infusión intravenosa (p. ej., alprostadil 60-120 mcg/día por vía intravenosa por al menos 28 días), que mejora sustancialmente el estado de Rutherford en los pacientes con enfermedad de Buerger, disminuye el dolor y evita amputaciones mayores³. Estas maniobras generalmente se reservan para isquemias críticas no revascularizables.

La terapia endovascular con angioplastia transluminal percutánea ha tomado auge en recientes fechas como una opción terapéutica válida en pacientes con Buerger. En algunas series se evidencian resultados favorables, con una tasa de éxito a los 12 meses de hasta el 86.7% en salvamento de extremidades (LSR, *limb salvage rate*) y de hasta 66.7% en la mejora de la sintomatología, con una baja tasa de complicaciones, por lo que hoy en día resulta un procedimiento seguro y eficaz para la preservación de las extremidades⁴.

Resultados

En la **tabla 2** resumimos las series de casos más extensas disponibles en la literatura de intervención por vía endovascular. Esta alternativa terapéutica mínimamente invasiva se ha expandido en los últimos años y, actualmente, centros con experiencia significativa lo recomiendan como la primera opción de tratamiento.



Figura 1. Necrosis irreversible en dorso de pie derecho.

Discusión

A continuación presentamos el caso de un hombre de 31 años con isquemia crítica de la extremidad, tratado de manera exitosa con angioplastia simple poplíteo-tibial.

Presentación de un caso exitoso y revisión de la literatura que apoya al tratamiento endovascular como una alternativa válida en el tratamiento de la enfermedad de Buerger.

Presentación de caso

Paciente de sexo masculino de 31 años, previamente sano. Tabaquismo positivo, índice tabáquico de 6. Acude al mes de evolución, con necrosis irreversible de los dedos y dorso del pie en el miembro pélvico derecho (Fig. 1), y dolor isquémico en reposo.

A la exploración física se aprecia necrosis digital de los cuatro primeros dedos, pulsos femorales presentes y adecuados de manera bilateral, y pulsos poplíticos y distales ausentes. Al Doppler de onda continua, en el miembro pélvico derecho, pobre flujo poplítico y ausencia de flujos distales, con índices tobillo-brazo de 0.2, derecho, y 0.6, izquierdo. Sin otros hallazgos de importancia.

En los estudios de laboratorio destacaron leucocitosis de $14.4 \cdot 10^3/\mu\text{l}$ y trombocitosis de $546 \cdot 10^3/\mu\text{l}$. Un ultrasonido Doppler dúplex arterial confirmó ausencia de flujo a partir de la arteria poplítea, sin aparente recanalización distal. Con estos hallazgos, se opta por ofrecer manejo endovascular.

En la sala de hemodinamia, se realiza acceso ecoguiado anterógrado femoral común. La angiografía

Tabla 2. Resumen de las características clínicas y resultados de las series de casos en la literatura

Autor	Año	Número de pacientes	Edad	Género	Signos/síntomas	Tratamiento	Seguimiento	Resultados
Ghoneim BM	2019	39	25-30	N/A	N/A	Endovascular	12 meses	86.7% LSR
Kim DH	2018	44	40 ± 9.6	43 masculino	Claudicación severa e isquemia crítica	Endovascular	29 meses	83.3% LSR al año y 67.9% LSR a los 3 años
Yuan L	2014	2	N/A	Masculino	N/A	Endovascular	12 meses	100%
Stoner MC	2016	58	38 (21-50)	55 masculino, 3 femenino	Cianosis, dolor, gangrena	15 quirúrgico, 4 endovascular, 33 simpatectomía lumbar, 8 simpatectomía torácica	12	20% requirió amputaciones
Kawarada	2013	1	38	Femenino	Infección de herida con pérdida de tejido, dolor severo, occlusión total femoropoplitea	Endovascular	5 meses	Cicatrización completa
Graziani L	2012	20	41.7 ± 1.7	Masculino	Isquemia crítica	Endovascular	23 meses	95% LSR
Yuan L	2014	9	35 (24-47)	Masculino	Claudicación severa, dolor en reposo, úlceras isquémicas	Endovascular	20.9 meses	100% LSR
Aragón Sanchez J	2012	1	41	Masculino	Isquemia crítica, dolor en reposo, úlcera del primer ortejo	Endovascular	21 meses	100% LSR
Kawarada O	2014	1	NA	Masculino	Falla de bypass	Endovascular	12 meses	100% LSR
Jun HJ	2014	1	NA	Masculino	Dolor en reposo, cianosis	Endovascular	12 meses	100% LSR
Kawarada O	2015	1	NA	Masculino	Isquemia crítica	Endovascular	12 meses	100% LSR
Lavie G	2015	1	19	Masculino	Dolor, cianosis	Endovascular	9 meses	100% LSR
Kilickesmez O	2015	1	44	Masculino	Claudicación intermitente, dolor severo	Endovascular	6 meses	100% LSR
Saravana K	2015	3	Na	Masculino	Isquemia crítica	Endovascular	12 meses	100% LSR
Kaçınmaz Fehmi	2016	1	42	Masculino	Dolor en reposo y úlceras	Endovascular	12 meses	100% LSR
Lee JH	2016	1	NA	Masculino	Isquemia crítica	Endovascular	12 meses	100% LSR
Choi-Young	2016	1	47	Masculino	Dolor y úlcera	Endovascular	12 meses	100% LSR
Tomohiko Taniguchi MD	2017	1	26	Masculino	Dolor en reposo y ulceración	Endovascular	12 meses	100% LSR
Kawarada O	2017	20	25 ± 8	16 masculino 4 femenino	Isquemia crítica y claudicación	Endovascular	45 meses	100% LSR
Ye K	2017	75	25-40	Masculino	Isquemia crítica	Endovascular	3 años	92.9% LSR
Tang J	2017	30	46 (42-51.5)	Masculino	Isquemia crítica	Endovascular	24 meses	100% LSR
Li FQ	2016	13	45 (36-53)	Masculino	Isquemia crítica	Endovascular	46 meses	63.9% LSR
Hafezi S	2017	13	NA	Masculino	Dolor en reposo, úlcera isquémica y gangrena	Endovascular	6 meses	92% LSR

LSR: limb salvage rate.

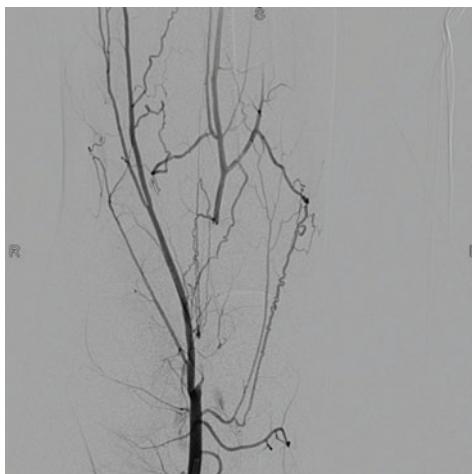


Figura 2. Oclusión completa de la arteria poplítea, P2 y P3. Colaterales «en tirabuzón». No se identifican los orígenes de las arterias tibiales.



Figura 3. Colaterales en tobillo, sin documentar adecuados vasos de salida en el pie.

diagnóstica corrobora oclusión total crónica de la arteria poplítea en su segunda y tercera porciones (P2, P3) (Fig. 2), y de tres vasos tibiales, sin identificar adecuados vasos de salida (Fig. 3). Adicionalmente, se documentan colaterales «en tirabuzón», características (aunque no patognomónicas) de esta patología.

Utilizando guía hidrofílica 0.014 y catéter de soporte, se exploró la arteria tibial anterior, sin lograr franquear oclusiones hasta el pie. Se realizaron intentos no exitosos de acceso retrógrado ecoguiado pedio y tibial posterior. Finalmente, se decide realizar angioplastia simple de la arteria tibial anterior y de la arteria poplítea. Se realiza angiografía de control, en la que se verifica reclutamiento de colaterales previamente no observadas (Fig. 4) y se detecta disección segmentaria de la arteria poplítea y tronco tibioperoneo no limitante de flujo.

Al día siguiente y en el contexto de la infección sistémica, se realiza amputación transmetatarsiana en guillotina, sin complicaciones, verificando una adecuada perfusión del lecho cruento (Fig. 5). Se maneja en el postoperatorio con rivaroxabán 10 mg cada 24 horas por vía oral, cilostazol 100 mg vía oral y ácido acetilsalicílico 100 mg cada 24 horas por vía oral. Se egresa al paciente sin complicaciones.

Seis meses después de la revascularización, el paciente continúa con evolución satisfactoria de la herida, sin recidiva del dolor, con adecuada granulación y sin reincidencia del dolor isquémico (Fig. 6). A la realización de Doppler de onda continua en miembros pélicos se obtiene un índice tobillo -brazo de 0.6 derecho y de 0.6 izquierdo.



Figura 4. Recanalización de la arteria poplítea, con recoil de su porción proximal y estenosis residual significativa del tronco tibioperoneo. Abundante reclutamiento de colaterales.

En el caso en cuestión, la ausencia de vasos de salida durante la angiografía inicial y la imposibilidad de ganar acceso ni anterógrado ni retrógrado conferían, en opinión nuestra, un pronóstico sombrío al paciente. La presencia de estenosis largas, fibróticas y de difícil recanalización subrayan la limitación en el armamento endovascular para el tratamiento de esta y otras arteritis fibróticas (p. ej., enfermedad de Takayasu), cuya fisiopatología está exenta de ateroesclerosis. Esto complica el manejo intervencionista, ya que la mayoría de los dispositivos actuales han sido



Figura 5. Amputación transmetatarsiana en guillotina, sin sangrado pulsátil, pero con adecuada viabilidad del tejido y microperfusión.



Figura 6. Adecuada evolución, con granulación completa y cicatrización cutánea.

diseñados y probados en estenosis ateroesclerosas. La incapacidad de recanalizar la arteria por vía subintimal y las características duras y poco elásticas de las arterias afectadas recuerdan más a las estenosis de venas centrales que a un padecimiento arterial puro.

A pesar de un resultado técnico cuestionable, la evolución clínica de nuestro paciente nos impulsó a reportar nuestra experiencia y a revisar la literatura, en donde centros de alto volumen presentan a la terapia endovascular como una opción atractiva de tratamiento.

La terapia endovascular con angioplastia transluminal percutánea es una opción terapéutica efectiva en pacientes con enfermedad de Buerger. En estudios

recientes se han documentado resultados favorables, con una tasa de éxito al año de hasta el 86.7% en salvamento de extremidades (LSR) y 66.7%, de igual manera. En el caso de nuestro caso clínico, logró realizarse salvamento de la extremidad afectada con una remisión completa de la sintomatología, así como mejora en la calidad de vida de nuestro paciente, el cual hasta este momento no ha presentado complicaciones.

Conclusión

La enfermedad de Buerger es una entidad poco frecuente, que requiere un alto índice de sospecha. La necrosis distal es una manifestación clínica grave, que obligará a ofrecer tratamiento invasivo. En nuestro caso, la realización de dilataciones con balón demostró ser efectiva en la resolución de síntomas a 6 meses de seguimiento, con una adecuada evolución clínica a pesar de no haber reconstituido flujo lineal hasta el pie.

A manera comparativa se incluye en la tabla 2 los principales casos tratados de manera exitosa con terapia endovascular⁵⁻²⁶.

Por lo tanto, «es importante enfocarnos en las opciones de tratamiento que han demostrado resultados prometedores y óptimos en instituciones de tercer nivel de atención como la terapia endovascular»²⁷. El tratamiento endovascular debe considerarse dentro de las primeras opciones terapéuticas para esta compleja patología.

Agradecimientos

Al Servicio de Angiología de Centro Médico IS-SEMYM Toluca Arturo Rojas Montiel por todas las facilidades para llevar a cabo el presente documento.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento de ningún tipo.

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 han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

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

Bibliografía

- Ahmet RA, Durdu Serkan D. Thromboangiitis obliterans. En: Cronenwett JL, Wayne JK, Rutherford RB, Abou-Zamzam AM, Abularrage CJ, Ali AF, editors. Rutherford's Vascular Surgery. 8.^a ed. 2014. p. 1167.
- Cooper LT, Tse TS, Mikhail MA, McBane RD, Stanson AW, Ballman KV. Long-term survival and amputation risk in thromboangiitis obliterans (Buerger's disease). *J Am Coll Cardiol.* 2004;44:2410-1.
- Karles-Ernotte AJ, Bermúdez-Posada A, Rincón-Sánchez HM, Padilla Castro AT, Drews Eiger K, Novoa-Leal M, et al. Efecto terapéutico del alprostadil en pacientes con isquemia crítica terminal de los miembros inferiores. *Rev Colomb Cardiol.* 2017;24(1):60-5.
- Ghoneim BM, Karmota AG, Abuhadema AM, Shaker AA, Abdelmawla HM, Nasser MM, et al. Managment of Buerger's Disease in endovascular era. *Int J Angiol.* 2019;28(3):173-81.
- Kim DH, Ko YG, Ahn CM, Shin DH, Kim JS, Kim BK, et al. Immediate and late outcomes of endovascular therapy for lower extremity arteries in Buerger disease. *J Vasc Surg.* 2018;6:1769-77.
- Yuan L, Li Z, Bao J, Jing Z. Endovascular silverHawk directional atherectomy for thromboangiitis obliterans with occlusion of the popliteal artery. *Ann Vasc Surg.* 2014;4:1037-311-4.
- Stoner MC, Calligaro KD, Chaer RA, Dietzek AM, Farber A, Guzman RJ, et al. Reporting standards of the Society for Vascular Surgery for endovascular treatment of chronic lower extremity peripheral artery disease. *J Vasc Surg.* 2016;64(1):e1-e21.
- Kawarada O, Ayabe S, Yotsukura H, Nakaya T, Kanayama J, Harada K, et al. Subintimal angioplasty of lengthy femorotibial total occlusion in Buerger's disease. *J Endovasc Ther.* 2013;20(4):578-81.
- Graziani L. Endovascular management of Buerger disease. En: Dieter RS, Dieter RA Jr, Dieter RA III, eds. Endovascular Interventions: A Case-Based Approach. NewYork, NY: Springer; 2014. p. 703-30.
- Yuan L, Bao J, Zhao Z, Lu Q, Feng X, Jing Z. Clinical results of percutaneous transluminal angioplasty for thromboangiitis obliterans in arteries above the knee. *Atherosclerosis.* 2014;235(1):110-5.
- Aragon-Sánchez J, Rabellino M, Pulido-Duque J, Zander T, Gonzalez G, Maynar M. Endovascular treatment is a hope for patient with Buerger's disease and foot ulcer: case report. *Int J Low Extrem Wounds.* 2012;11(3):165-8.
- Kawarada O, Sakamoto S, Harada K, Ishihara M, Yasuda S, Ogawa H. Endovascular recanalization of failed distal bypass in Buerger's disease. *Cardiovasc Interv Ther.* 2014;29(3):266-9.
- Jun HJ. Endovascular revascularization for the obstruction afterpatch angioplasty in Buerger's disease. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;47(2):174-7.
- Kawarada O, Sakamoto S, Harada K, Noguchi T, Ogawa H, Yasuda S. Below-the-elbow intervention for Buerger's disease. *Cardiovasc Interv Ther.* 2015;30(4):385-9.
- Lavie G, Merdler I, Barenboim E, Nitecki SS. A young adult male with peripheral artery disease. *Acta Clin Belg.* 2015;70(1):65-8.
- Kilickesmez O, Oguzkurt L. Mechanical thrombectomy with Rotarex system in Buerger's disease. *J Clin Imaging Sci.* 2015;5:14.
- Saravana K, Tan YK, Kum S, Tang TY. The open retrograde approach as an alternative for failed percutaneous access for difficult below the knee chronic total occlusions—a case series. *Int J Surg Case Rep.* 2015;16:93-8.
- Kaçmaz F, Kaya A, Yazıcı A. Successful sequential drug eluting balloon angioplasty to chronic total occluded popliteal artery in a patient with thromboangiitis obliterans by PCR. *Anatol J Cardiol.* 2016;16(6):450-1.
- Lee JH, Ko YG, Choi D. Endovascular treatment of multilevel chronic total occlusion using a stent puncture technique in Buerger's disease. *Korean Circ J.* 2016;46(3):417-20.
- Choi CY, Park SH, Choi HY. Successful complex endovascular intervention for a patient with typical Buerger's disease. *Soonchunhyang Med Sci.* 2016;22(1):54-8.
- Taniguchi T, Higuchi T, Tazaki J, Saito N, Kimura T. Successful percutaneous transcatheter angioplasty of radial artery in thromboangiitis obliterans (Buerger's disease). *JACC Cardiovasc Interv.* 2017;10(22):e205-6.
- Kawarada O, Kume T, Ayabe S, Nakaya T, Nakai M, Nishimura K, et al. Endovascular therapy outcomes and intravascular ultrasound findings in thromboangiitis obliterans (Buerger's disease). *J Endovasc Ther.* 2017;24(4):504-15.
- Ye K, Shi H, Qin J, Yin M, Liu X, Li W, et al. Outcomes of endovascular recanalization versus autogenous venous bypass for thromboangiitis obliterans patients with critical limb ischemia due to tibioperoneal arterial occlusion. *J Vasc Surg.* 2017;66(4):1133-42.
- Tang J, Gan S, Zheng M, Jiang Y, Feng Y, Miao J. Efficacy of endovascular radiofrequency ablation for thromboangiitis obliterans (Buerger's disease). *Ann Vasc Surg.* 2017;42:78-83.
- Li FQ, Li L, He XW, Zhang MX, Wang W. Percutaneous trans-luminal angioplasty combined with intra-arterial thrombolysis to treat lower-extremity arterial occlusion in thromboangiitis. *Int Angiol.* 2016;35(5):440-5.
- Hafezi S, Modaghegh MS. Sympathetic denervation using endovascular radiofrequency ablation in patients with thromboangiitis obliterans (Buerger's disease). *Ann Vasc Surg.* 2017;45:336.
- Luna L, López Peña G, Cuen Ojeda C, García Alva R, Arzola LH, Hinojosa CA. Surgical and endovascular interventions in patients with rheumatological disease with vascular compromise. *Rev Mex Angiol.* 2020;48(3):30-4.