

Tratamiento de aneurismas cerebrales con diversores de flujo a través de la muñeca. Serie de casos y nota técnica.

Ypa P.,¹⁻² Doroszuk G.,¹⁻² Leyes MP.,¹ Goland J.¹⁻²

1. Hospital El Cruce "Nestor Kirchner". Florencio Varela, Provincia de Buenos Aires.

2. Sanatorio Anchorena San Martín. San Martín, Provincia de Buenos Aires.

RESUMEN

Objetivo: Describir una serie de casos en los que se realizó tratamiento de aneurismas cerebrales con diversores de flujo a través de la muñeca con técnica coaxial.

Materiales y métodos: Se analizaron las bases de datos de dos instituciones de todos los aneurismas cerebrales tratados con diversores de flujo entre enero de 2019 y julio de 2021. Se describen las características y la localización de los aneurismas tratados a través de la muñeca, y se describe la técnica utilizada.

Resultados: En el período estudiado se implantaron 29 diversores de flujo en 28 pacientes, de los cuales 22 fueron a través de la muñeca; 7 fueron a través de abordaje femoral, y hubo un caso de cruce de abordaje (crossover). De los 22 casos tratados por la muñeca, 16 fueron mujeres y la edad promedio fue de 53 años (rango 33-70 años). Un paciente fue tratado dos veces, debido a falla en el primer tratamiento (aneurisma gigante permeable un año después de haber sido tratado con divisor de flujo y coils). Se realizaron 11 procedimientos a través de abordaje radial derecho, 2 por abordaje radial distal derecho, 4 por abordaje radial izquierdo, 3 por abordaje cubital derecho, y 2 por abordaje radial bilateral. En 5 casos se trató de aneurismas múltiples; 6 fueron aneurismas grandes, 2 gigantes, y 3 disecantes. Un aneurisma había sido previamente tratado con coils en agudo, y dos pacientes habían sido previamente tratados con diversores de flujo. 14 de los aneurismas tratados estaban ubicados en el circuito anterior, de los cuales 10 estaban en el territorio de la arteria carótida interna izquierda, y 8 aneurismas ubicados en el circuito posterior. Se utilizó introductor arterial 6 Fr. En los aneurismas del circuito anterior se cateterizó la arteria portadora con un catéter diagnóstico Simmons II 5 fr, y se realizó intercambio por el catéter de acceso distal. En los aneurismas del circuito posterior se cateterizó la arteria portadora del aneurisma directamente con un catéter de acceso distal sobre una guía hidrofílica. En todos los casos se utilizó la técnica coaxial en forma directa con el catéter de acceso distal, excepto en dos casos en los cuales ante la necesidad de implantar diversores de flujo mayores a 5mm de diámetro en territorio carotídeo se utilizó la técnica triaxial (vaina y catéter de acceso distal). Los catéteres de acceso distal utilizados fueron: Navien 6 Fr (18 casos), Fargo Max 6Fr (2 casos) y Catalyst 5 (2 casos). Los dispositivos utilizados fueron: 14 Pipeline, 2 FRED, 2 DERIVO, y 4 SILK. En todos los casos se obtuvo el soporte suficiente para navegar y liberar el divisor de flujo en la posición planificada. No hubo complicaciones durante los procedimientos, ni en relación al sitio de punción. Los pacientes fueron dados de alta entre las 24 y 48 hs. Ningún paciente presentó déficit neurológico agregado y la mortalidad fue 0%.

Conclusiones: Se describe una serie de casos de aneurismas cerebrales tratados con diversores de flujo a través de la muñeca con técnica coaxial. Constituye la serie de casos más grande tratados con diversores de flujo con esta técnica.

INTRODUCCIÓN

El abordaje a través de la muñeca, ya sea por punción radial, radial distal o cubital, es cada vez más utilizado por los neurointervencionistas, tanto para procedimientos diagnósticos como terapéuticos. El tratamiento endovascular de aneurismas cerebrales con stent divisor de flujo representa un desafío técnico particular. Por tratarse de dispositivos rígidos es necesario contar con un soporte adecuado, que permita la navegación y liberación precisa. Este objetivo generalmente se consigue a través de un abordaje femoral (ATF), con un sistema triaxial, que implica la colocación de una vaina de gran calibre (generalmente entre .086" y .088") en el origen de la arteria portadora, y un catéter de acceso distal (CAD), generalmente 6 F, que se ubica a nivel intracerebral, tan distal como sea necesario.

No obstante, el ATF puede tener complicaciones, particularmente cuando se utilizan sistemas de gran calibre

en pacientes que se encuentran recibiendo doble esquema de antiagregación, como es el caso de los diversores de flujo. El abordaje radial (ATR) tiene menos complicaciones, reduce los costos de los procedimientos y la estadía hospitalaria, y es mejor tolerado por los pacientes¹.

Presentamos esta serie de pacientes portadores de aneurismas cerebrales no rotos, que fueron tratados con stent divisor de flujo a través de la muñeca, con técnica coaxial con CAD.

MÉTODOS

Diseño del trabajo

Es un estudio descriptivo, retrospectivo. Revisamos las bases de datos de dos centros. Colectamos los datos demográficos de los pacientes tratados con stent divisor de flujo entre enero de 2019 y julio de 2021 (30 meses), así como los estudios angiográficos y la técnica utilizada en el tratamiento.

TABLA 1. UBICACIÓN DE LOS ANEURISMAS

N°	Edad	Género	Localización Del Aneurisma
1	45	M	Comunicante posterior derecho grande
2	58	F	Cavernoso derecho grande
3	47	F	Múltiples: 2 oftálmicos, 1 hipofisario superior izquierdos
4	65	M	Basilar gigante
5	65	M	Basilar gigante
6	47	F	Pica izquierdo
7	63	F	Paraclinoideo izquierdo
8	61	M	Vertebro pica derecho disecante
9	45	F	Múltiples. Oftálmico y dos cavernosos izquierdos
10	65	M	Cerebeloso superior derecho
11	70	F	Comunicante posterior izquierdo grande
12	45	M	Disecante cervical pre petroso izquierdo
13	43	M	Múltiples. Paraclinoideo y coroideo izquierdos
14	46	F	Múltiples. Oftálmico izquierdo
15	50	F	Hipofisario superior izquierdo
16	33	F	Oftálmico derecho
17	39	F	Paraclinoideo izquierdo
18	67	F	Unión vértebro basilar derecho grande
19	45	F	Disecante segmento v4 izquierdo
20	52	F	Fusiforme gigante segmento v4 izquierdo
21	62	F	Segmento oftálmico derecho
22	54	F	Múltiples. Paraclinoideo grande y oftálmico pequeño izquierdos

Técnica

Todos los pacientes recibieron doble esquema de antiagregación 7 días previos al procedimiento (aspirina 100 mg y clopidogrel 75 mg diarios). El tratamiento se realizó bajo anestesia general. Colocamos la muñeca ligeramente hiperextendida, sobre un realce. Infiltramos el sitio de punción con lidocaína. Luego de colocar el introductor 6 F administramos una dosis de 100 microgramos de nitroglicerina y 10.000 UI de heparina intra arterial.

En los casos de punción radial izquierda, el operador se ubicó del lado izquierdo del paciente para realizar la punción, y una vez colocado el introductor, el miembro superior izquierdo fue flexionado a nivel del codo y rotado internamente, de manera que la muñeca izquierda apoye a nivel de la ingle derecha, para poder trabajar desde el lado derecho del paciente.

Si la arteria portadora era la arteria carótida derecha o izquierda, utilizamos un catéter diagnóstico Simmons 5 F, realizamos el cateterismo selectivo de la arteria carótida externa correspondiente, y realizamos intercam-

bio con una guía 0.035" de 260 cm por el CAD. Si el vaso portador era la arteria vertebral derecha o izquierda, punzamos la arteria radial ipsilateral, y cateterizamos selectivamente la arteria directamente con el CAD sobre una guía hidrofílica 0.035" de 180 cm.

Los CAD utilizados fueron Navien 6 F (81.8%), Fargo Max 6 F (9%) y Catalyst 5 F (9%). En dos casos utilizamos sistema triaxial por decisión previa (en un caso vaina Destination 7F con un Catalyst 5 F, y en el otro vaina Shuttle 6 F con un Navien 6 F); fueron casos en los que implantamos dispositivos de más de 5 mm de diámetro con mayor riesgo de fricción en la navegación del mismo. (Tabla 2)

Una vez ubicado el CAD en la posición planificada, se ascendió el microcateter correspondiente al dispositivo elegido. El stent divisor de flujo fue navegado y liberado según la técnica habitual.

Finalizado el procedimiento, se retiró el introductor radial sin revertir la anticoagulación. Se realizó un vendaje compresivo, que se mantuvo durante un período de

TABLA 2. SISTEMAS UTILIZADOS

N°	Abordaje	Catéter guía	Microcateter	Diversor
1	Radial Distal Der	Navien 6	Neuroslider 27	Derivo 4 X 20
2	Radial Distal Der	Navien 6	Marksman	Pipeline Flex Shield 4 X 20
3	Radial Der	Navien 6	Marksman	Pipeline Flex Shield 4.25 X 16
4	Radial Bilateral	Destination Y Catalyst5 F	Vasco 25	Silk 5.5 X 40
5	Radial Izq	Fargo Max 6 Fr	Phenom 27	Pipeline Flex Shield 5 X 35
6	Radial Izq	Fargo Max 6 Fr	Vasco 21	Silk 3.5 X 20
7	Radial Der	Navien 6	Phenom 27	Pipeline Flex Shield 4 X 20
8	Radial Der	Navien 6	Phenom 27	Pipeline Flex Shield 3.75 X 30
9	Cubital Der	Navien 6	Phenom 27	Pipeline Flex Shield 4 X 20
10	Radial Der	Navien 6	Phenom 27	Pipeline Flex Shield 3 X 20
11	Cubital Der	Navien 6	Phenom 27	Pipeline Flex Shield 4 X 20
12	Radial Der	Vaina Shuttle 6 Y Navien 6	Vasco 25	Silk 5 X 40
13	Radial Der	Navien 6	Headway 27	Fred 4/17/23
14	Cubital Der	Navien 6	Headway 27	Fred 4 X 18
15	Radial Der	Navien 6	Phenom 27	Pipeline Flex Shield 4 X 20
16	Radial Der	Navien 6	Phenom 27	Pipeline Flex Shield 3.5 X 20
17	Radial Der	Navien 6	Phenom 27	Pipeline Flex Shield 4 X 20
18	Radial Bilateral	Navien 6	Marksman	Pipeline Flex Shield 3.75 X 30
19	Radial Izq	Catalyst 5	Phenom27	Pipeline Flex Shield 3.5 X 20
20	Radial Izq	Navien 6	Phenom27	Pipeline Flex Shield 4 X 35
21	Radial Der	Navien 6	Neuroslider 27	Derivo 4 X 20
22	Radial Der	Navien 6	Vasco 21	Silk 4 X 20

una hora, seguido de 24 hs de vendaje no compresivo. El paciente tenía permitido sentarse y deambular, evitando realizar esfuerzos con la mano que tenía el vendaje.

RESULTADOS

En el período estudiado se implantaron 29 diversores de flujo en 28 pacientes, de los cuales 22 fueron a través de la muñeca; 7 fueron a través ATF, y hubo un caso de cruce de abordaje (crossover). De los 22 casos tratados por la muñeca en 20 casos se utilizó técnica coaxial para acceder al vaso portador del aneurisma; 16 fueron mujeres y la edad promedio fue de 53 años (rango 33-70 años). Un paciente fue tratado dos veces, debido a falla en el primer tratamiento (aneurisma gigante permeable un año después de haber sido tratado con diversor de flujo y coils). Se realizaron 11 procedimientos a través de ATR derecho, 2 por abordaje radial distal derecho, 4 por ATR izquierdo, 3 por abordaje cubital derecho, y 2 por ATR bi-

lateral. En 5 casos se trató de aneurismas múltiples; 6 fueron aneurismas grandes, 2 gigantes, y 3 disecantes. Un aneurisma había sido previamente tratado con coils en agudo, y dos pacientes habían sido previamente tratados con diversores de flujo. 14 de los aneurismas tratados estaban ubicados en el circuito anterior, de los cuales 10 estaban en el territorio de la arteria carótida interna izquierda, y 8 aneurismas ubicados en el circuito posterior.

No hubo complicaciones durante los procedimientos, ni en relación al sitio de punción. Los pacientes fueron dados de alta entre las 24 y 48 hs. Ningún paciente presentó déficit neurológico agregado y la mortalidad fue 0%.

DISCUSIÓN

El ATR para los procedimientos endovasculares disminuye las complicaciones relacionadas al sitio de punción y los costos de la estadía hospitalaria¹. En algunos centros, como los nuestros, se ha convertido en la vía de elección

para la mayoría de los casos².

En el año 2017 Goland et al. publicaron una serie de 40 pacientes con aneurisma cerebral tratados por ATR, de los cuales 5 fueron tratados con stent diversor de flujo sin presentar complicaciones³. En 2018 Snelling et al. publicaron su experiencia en ATR para diferentes tipos de intervenciones terapéuticas en un período de tres años². Realizaron 105 procedimientos, entre los que se incluyeron 29 casos de trombectomía mecánica y 33 aneurismas, entre otros. Reportaron crossover hacia ATF en 7 casos, y complicaciones menores relacionadas al sitio de acceso en 2.85%. Concluyeron que el ATR es posible y seguro para la mayoría de los procedimientos de neurointervencionismo. El mismo año se publicó un estudio multicéntrico, retrospectivo, de 49 pacientes con aneurisma cerebral que fueron tratados con stent diversor de flujo por ATR; en 39 casos el procedimiento fue exitoso (en 8 pacientes el motivo de la falla fue la tortuosidad de los vasos, y en 2 fue el vasoespasmio de la arteria radial). En la mayoría de los casos de esta serie utilizaron sistema triaxial 088" (31%) o cuatriaxial (31%) con sistema 071" o 072", y sólo en 18% utilizaron únicamente CAD. No tuvieron complicaciones neurológicas ni en relación al sitio de punción⁴.

En 2020 se publicó un estudio de aneurismas cerebrales tratados con diversores de flujo a través de la muñeca que incluyó 74 pacientes; en 71 el procedimiento fue exitoso, y en 3 hubo crossover hacia ATF (4.1%). En la mayoría de los casos, utilizaron sistema triaxial (catéter guía, catéter de acceso distal y microcatéter)⁵.

Un estudio retrospectivo de dos centros comparó el ATR con el ATF para el tratamiento de aneurismas cerebrales no rotos de circuito anterior con stent diversor de flujo, en el período 2016-2018¹⁰. Todos los procedimientos fueron realizados con técnica triaxial (29 ATR, 57 ATF, 3 crossover). El diversor de flujo fue exitosamente implantado independientemente del abordaje; en ATR no hubo complicación en el sitio de punción, en ATF hubo 5,2% de complicaciones hemorrágicas en el sitio de punción, incluyendo un hematoma retroperitoneal. La dosis de radiación no fue significativamente diferente entre ambos abordajes, y la estadía hospitalaria fue de un día en ATR, y de 3 días en ATF.

Recientemente publicado en 2021, un estudio de Srinivasan VM et al.⁷ describe su serie de 12 casos de diferentes patologías del circuito posterior tratadas por ATR con técnica coaxial, utilizando sólo CAD (Catalyst 5 F o 6 F). Lograron el éxito técnico en 11 de 12 casos (92%), y concluyen que la técnica coaxial con CAD por vía transradial para circuito posterior, otorga el soporte equivalente al sistema triaxial, evitando la utilización de catéteres rígidos y de gran calibre.

Una ventaja del ATR es la posibilidad de cateterizar los vasos supraaórticos en pacientes con arco aórtico complejo. Generalmente el acceso a la arteria vertebral a través de la muñeca es directo^{6,7}. En pacientes añosos con arco aórtico tipo 3, el ATR es más favorable que el ATF para acceder a la arteria carótida derecha^{8,9}. El arco aórtico bovino también resulta más favorable para el acceso a la arteria carótida izquierda por ATR, directamente con la guía, sin necesidad de armar el Simmons. La arteria subclavia derecha aberrante puede representar una dificultad anatómica para el ATR derecho, pero no excluye la posibilidad de realizar la embolización cerebral por esta vía¹⁶. La tortuosidad de las arterias en sus segmentos cervicales, y el ángulo agudo entre el tronco braquiocéfálico y el origen de la arteria carótida primitiva izquierda pueden ser un desafío al momento de progresar la guía, que generalmente puede ser resuelto avanzando lentamente uno a uno la guía y el catéter; la inspiración forzada (maniobra de Valsalva) también es un recurso útil en estos casos.

En nuestros centros utilizamos hace varios años el ATR como primera elección para la mayoría de los tratamientos. En base a esa experiencia, pudimos comprobar que el CAD navega más fácilmente por los vasos intracraneales sin necesidad de vainas para su soporte. Los CAD tienen una estructura proximal rígida fusionada con una porción distal flexible, lo que permite ubicarlos en las arterias intracerebrales de manera segura, ya que son muy poco traumáticos. Sin embargo, por ATF, el CAD debe ser utilizado dentro de una vaina rígida, de lo contrario corre riesgo de herniarse en el arco aórtico. En cambio, a través del ATR el CAD tiene mayor estabilidad, ya que está contenido dentro de arterias de menor diámetro en comparación con el ATF, y además evita atravesar la arteria aorta descendente, donde el catéter queda más libre y sin apoyo^{2,17,18}. De esta manera, por ATR el camino es más corto y menos tortuoso, con menos riesgo de herniación del catéter. Una vez que el CAD es ubicado en el segmento petroso de la arteria carótida interna, generalmente ya es posible navegar el microcatéter y el dispositivo diversor de flujo.

En esta serie presentamos 22 casos de tratamiento endovascular con stent diversor de flujo para aneurismas cerebrales de diferentes localizaciones (Tabla 1) a través de la muñeca, y describimos la técnica coaxial con CAD, que fue posible utilizaren 20 de los casos (90%). Esta técnica evita la utilización de vainas de gran calibre, lo que disminuye el riesgo de vasoespasmio radial y carotídeo, disminuye el costo del procedimiento, y otorga el soporte equivalente a un sistema triaxial por ATF, lo que la convierte en una técnica muy eficiente. El ATR permite retirar el introductor arterial sin necesidad de re-

vertir la anticoagulación, favoreciendo la deambulaci3n temprana del paciente.

CONCLUSI3N

El abordaje por la mu1eca con cat3ter de acceso distal nos permiti3 realizar el tratamiento endovascular de

aneurismas cerebrales con diversores de flujo con t3cnica coaxial.

Presentamos esta serie de casos de 20 aneurismas tratados por ATR con t3cnica coaxial que constituye la serie m1s grande de implantaci3n de diversores de flujo con esta t3cnica al momento de la presentaci3n.

BIBLIOGRAFÍA

- Li Y, Chen SH, Spiotta AM, Jabbour P, Levitt MR, Kan P, Griessenauer CJ, Arthur AS, Osbun JW, Park MS, Chalouhi N, Sweid A, Wolfe SQ, Fargen KM, Dumont AS, Dumont TM, Brunet MC, Sur S, Luther E, Strickland A, Yavagal DR, Peterson EC, Schirmer CM, Goren O, Dalal S, Weiner G, Rosengart A, Raper D, Chen CJ, Amenta P, Scullen T, Kelly CM, Young C, Nahhas M, Almallouhi E, Gunasekaran A, Pai S, Lanzino G, Brinjikji W, Abbasi M, Dornbos Iii D, Goyal N, Peterson J, El-Ghanem MH, Starke RM. Lower complication rates associated with transradial versus transfemoral flow diverting stent placement. *J Neurointerv Surg.* 2021 Jan;13(1):91-95. doi: 10.1136/neurintsurg-2020-015992. Epub 2020 Jun 2. PMID: 32487766; PMCID: PMC7708402.
- Snelling BM, Sur S, Shah SS, Caplan J, Khandelwal P, Yavagal DR, Starke RM, Peterson EC. Transradial Approach for Complex Anterior and Posterior Circulation Interventions: Technical Nuances and Feasibility of Using Current Devices. *OperNeurosurg (Hagerstown).* 2019 Sep 1;17(3):293-302. doi: 10.1093/ons/opy352. PMID: 30496537.
- Goland J, Doroszuk GF, Garbugino SL, Ypa MP. Transradial approach to treating endovascular cerebral aneurysms: Case series and technical note. *SurgNeurol Int.* 2017 May 10;8:73. doi: 10.4103/sni.sni_393_16. PMID: 28584676; PMCID: PMC5445653.
- Chen SH, Snelling BM, Shah SS, Sur S, Brunet MC, Starke RM, Yavagal DR, Osbun JW, Peterson EC. Transradial approach for flow diversion treatment of cerebral aneurysms: a multicenter study. *J Neurointerv Surg.* 2019 Aug;11(8):796-800. doi: 10.1136/neurintsurg-2018-014620. Epub 2019 Jan 22. PMID: 30670622.
- Kühn AL, Satti SR, Eden T, de Macedo Rodrigues K, Singh J, Massari F, Gounis MJ, Puri AS. Anatomic Snuffbox (Distal Radial Artery) and Radial Artery Access for Treatment of Intracranial Aneurysms with FDA-Approved Flow Diverters. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2021 Mar;42(3):487-492. doi: 10.3174/ajnr.A6953. Epub 2021 Jan 14. PMID: 33446501; PMCID: PMC7959415.
- Raz E, Shapiro M, Buciu R, Nelson PK, Nossek E. Radial Artery Access for Treatment of Posterior Circulation Aneurysms Using the Pipeline Embolization Device: Case Series. *Oper Neurosurg (Hagerstown).* 2019 Oct 1;17(4):340-347. doi: 10.1093/ons/opy378. PMID: 30668769.
- Srinivasan VM, Cotton PC, Burkhardt JK, Johnson JN, Kan P. Distal Access Catheters for Coaxial Radial Access for Posterior Circulation Interventions. *World Neurosurg.* 2021 May;149:e1001-e1006. doi: 10.1016/j.wneu.2021.01.048. Epub 2021 Jan 21. PMID: 33484884.
- Peitz GW, Kura B, Johnson JN, Grandhi R. Transradial Approach for Deployment of a Flow Diverter for an Intracranial Aneurysm in a Patient with a Type-3 Aortic Arch. *J Vasc Interv Neurol.* 2017 Oct;9(5):42-44. PMID: 29163748; PMCID: PMC5683025.
- Dietrich C, Hauck GH, Valvassori L, Hauck EF. Transradial access or Simmons shaped 8F guide enables delivery of flow diverters in patients with large intracranial aneurysms and type III aortic arch: technical case report. *Neurosurgery.* 2013 Sep;73(1 Suppl Operative):onsE111-5; discussion 115-6. doi: 10.1227/NEU.0b013e31827e0d67. PMID: 23190630.
- Khandelwal P, Majmundar N, Rodriguez GJ, Patel P, Dodson V, Singla A, Khatri R, Gupta V, Sheriff F, Vellipuram A, Cruz-Flores S, Maud A. Dual-center study comparing transradial and transfemoral approaches for flow diversion treatment of intracranial aneurysms. *Brain Circ.* 2021 May 29;7(2):65-70. doi: 10.4103/bc.bc_38_20. PMID: 34189348; PMCID: PMC8191526.
- Zalocar LAD, Doroszuk G, Goland J. Transradial approach and its variations for neurointerventional procedures: Literature review. *SurgNeurol Int.* 2020 Aug 15;11:248. doi: 10.25259/SNI_366_2020. PMID: 32905334; PMCID: PMC7468190.
- Kühn AL, de Macedo Rodrigues K, Singh J, Massari F, Puri AS. Distal radial access in the anatomical snuffbox for neurointerventions: a feasibility, safety, and proof-of-concept study. *J Neurointerv Surg.* 2020 Aug;12(8):798-801. doi: 10.1136/neurintsurg-2019-015604. Epub 2020 Jan 8. PMID: 31915209.
- Goland J, Doroszuk G. Transradial approach for endovascular diagnosis and treatment of ruptured cerebral aneurysms: A descriptive study. *Surg Neurol Int.* 2019 May 10;10:87. doi: 10.25259/SNI-44-2019. PMID: 31528425; PMCID: PMC6744807.
- Goland J, Domitrovic L, Doroszuk G, Garbugino S, Ypa P. Distal radial approach for neurointerventional diagnosis and therapy. *Surg Neurol Int.* 2019 Nov 1;10:211. doi: 10.25259/SNI_410_2019. PMID: 31768291; PMCID: PMC6826296.
- Goland J, Doroszuk G, Ypa P, Leyes P, Garbugino S. Outpatient treatment of cerebral aneurysms: A case series. *Surg Neurol Int.* 2020 Nov 18;11:400. doi: 10.25259/SNI_569_2020. PMID: 33274113; PMCID: PMC7708966.
- Goland J, Doroszuk GF. Transradial Approach to Cerebral Aneurysm Occlusion in a Patient with an Aberrant Right Subclavian Artery: A Case Report. *Am J Case Rep.* 2021 Jun 26;22:e931443. doi: 10.12659/AJCR.931443. PMID: 34172695; PMCID: PMC8244373.
- Layton KF, Kallmes DF, Cloft HJ. The radial artery access site for interventional neuroradiology procedures. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2006 May;27(5):1151-4. PMID: 16687562; PMCID: PMC7975721.
- Nohara AM, Kallmes DF. Transradial cerebral angiography: technique and outcomes. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2003 Jun-Jul;24(6):1247-50. PMID: 12812964; PMCID: PMC8149003.