

©Borgis

*Tomasz Roman¹, Maciej Szajner¹, Krzysztof Pyra¹, Łukasz Świątłowski¹, Klaudia Karska¹, Anna Sojka², Tomasz Jargiełło¹, Małgorzata Szczerbo-Trojanowska¹

Wewnątrznaczyniowe leczenie przetok szyjno-jamistych

Endovascular treatment of carotid cavernous fistulas

¹Zakład Radiologii Zabiegowej i Neuroradiologii, Uniwersytet Medyczny, Lublin

Kierownik Zakładu: prof. dr hab. Małgorzata Szczerbo-Trojanowska

²Klinika Neurologii, Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny nr 4, Lublin

Kierownik Kliniki: prof. dr hab. Konrad Rejda

Słowa kluczowe

przetoka szyjno-jamista, embolizacja

Key words

carotid-cavernous fistula, embolisation

Streszczenie

Przetoki szyjno-jamiste są nieprawidłowymi połączeniami pomiędzy tętnicami szyjnymi i zatoką jamistą. Obecność tych połączeń skutkuje nadciśnieniem w obrębie żylnych naczyń drenażujących.

Rozwój technik wewnątrznaczyniowych w ostatnich latach doprowadził do uznania embolizacji jako metody pierwszego rzutu w leczeniu przetok szyjno-jamistych. Materiałami stosowanymi w leczeniu przetok szyjno-jamistych są spirale odczepialne oraz płynne środki embolizacyjne, takie jak n-BCA czy Onyx. Stosowane obecnie techniki leczenia obejmują dostęp przez tętniczy do przetoki, gdzie dostęp do zatoki jamistej uzyskiwany jest przez ubytek w ścianie tętnicy szyjnej wewnętrznej, bądź dostęp przezżylny, polegający na cewnikowaniu zatoki jamistej przez zatokę skalistą dolną, żyłę twarzową lub żyłę oczodołową górną. Wybór odpowiedniej strategii zależy każdorazowo od warunków anatomicznych danej przetoki oraz doświadczenia operatora. Techniczna i kliniczna skuteczność embolizacji przetok szyjno-jamistych jest wysoka.

Celem pracy jest przedstawienie trzech przypadków przetok szyjno-jamistych o różnej etiologii, leczonych wewnątrznaczyniowo w Zakładzie Radiologii Zabiegowej i Neuroradiologii Uniwersytetu Medycznego w Lublinie oraz zestawienie otrzymanych wyników z dostępnymi danymi z piśmiennictwa.

Summary

Carotid cavernous fistulas are incorrect connections between carotid arteries and cavernous sinus. Presence of such fistulas results with elevated blood pressure in cavernous sinus and draining vessels. Development of endovascular methods in recent years resulted with embolization becoming primary treatment approach for carotid cavernous fistulas. Embolization materials used for endovascular treatment of the fistulas are detachable coils and liquid agents such n-BCA and Onyx. Currently used treatment techniques include intraarterial approach, in which the cavernous sinus is catheterized through a tear in internal carotid artery wall, or transvenous approach, which consists in reaching the fistula through inferior petrosal sinus, facial vein or superior ophthalmic vein.

Choosing the treatment strategy depends on individual anatomical features and doctor's experience. Technical and clinical efficacy of carotid-cavernous fistula is high.

The objective of this article is to present three cases of these fistulas treated in Interventional Radiology and Neuroradiology Department, medical University of Lublin, along with brief literature analysis.

Adres/adres:

*Tomasz Roman
Zakład Radiologii Zabiegowej
i Neuroradiologii UM
ul. Jaczewskiego 8, 20-954 Lublin
tel. +48 (81) 724-41-54
tomek.gov@gmail.com

WSTĘP

Przetoki szyjno-jamiste są nieprawidłowymi połączeniami pomiędzy tętnicami szyjnymi i zatoką jamistą. Obecność tych połączeń skutkuje nadciśnieniem w obrębie żylnych naczyń drenażujących. Kliniczne znaczenie przetok jest bezpośrednim skutkiem wzrostu ciśnienia w zatoce jamistej, żyłach drenażujących, a także

odwróceniem w nich kierunku przepływu krwi. Nasilenie objawów związanych z występowaniem przetok szyjno-jamistych jest zależne od ich wielkości, umiejscowienia, szybkości przepływu krwi w ich obrębie oraz dróg drenażu żylnego (1). Klasycznymi objawami bezpośredniej, wysokoprzepływowej przetoki są nagłe pojawiające się: wytrzeszcz gałki ocznej, słyszalne

przez chorego szumy i przekrwienie spojówek. Objawy te występują jednocześnie jedynie u części chorych, mogą im także towarzyszyć: opadanie powieki (90%), obrzęk spojówek (90%) podwójne widzenie (50%), ból (25%), wzrost ciśnienia śródgałkowego, utrata wzroku (do 50%) (2).

Według klasyfikacji zaproponowanej przez Barrowa i wsp. wyróżnia się cztery typy przetok w zależności od obrazu angiograficznego. Przetoki typu A stanowią bezpośrednie połączenie pomiędzy tętnicą szyjną wewnętrzną i zatoką jamistą, zwykle o charakterze wysokoprzepływowym.

Przetoki pośrednie są przetokami opony twardej, zaopatrywanymi przez gałęzie oponowe tętnicy szyjnej wewnętrznej (typ B), tętnicy szyjnej zewnętrznej (typ C) bądź obydwu tętnic szyjnych (typ D). Najczęściej opisywanym typem przetok szyjno-jamistych typu pośredniego są przetoki o charakterze mieszanym (3).

Nieinwazyjna diagnostyka przetok szyjno-jamistych opiera się na tomografii komputerowej (TK), rezonansie magnetycznym (MR) i USG Doppler. W TK można zaobserwować wytrzeszcz gałki ocznej po stronie chorej, powiększenie mięśni zewnętrznych gałki ocznej, poszerzenie i nieregularny przebieg żyły ocznej górnej, powiększenie zatoki jamistej. Badanie to umożliwia także ocenę pod kątem urazu i obecności krwawiaków wewnątrzczaszkowych. Badanie MR umożliwia dodatkowo ocenę obecności obrzęku w obrębie oczodołu i zanik sygnału związany z przepływem w zmienionej przetokowo zatoce jamistej. W przypadkach zastoju w obrębie żył korowych i wzrostu ciśnienia śródczaszkowego można obserwować obrzęk mózgu oraz cechy krwawienia (4).

Cyfrowa angiografia subtrakcyjna pozostaje złotym standardem w diagnostyce przetok szyjno-jamistych, a także ich klasyfikacji i planowaniu do interwencji wewnątrzczaszkowej. Badanie to dostarcza informacji co do: rozmiaru i umiejscowienia przetoki, różnicowania typu bezpośredniego i pośredniego, obecności tętniaka odcinka jamistego tętnicy szyjnej wewnętrznej, obecności i nasilenia zespołu podkradania obwodowo od przetoki, oceny wydolności krążenia mózgowego, oceny drenażu żylnego z przetoki, uszkodzenia naczyń (rozwarstwienia, pourazowe pseudotętniaki) (5).

Celem pracy jest przedstawienie trzech przypadków przetok szyjno-jamistych o różnej etiologii, leczonych wewnątrzczaszkowo w Zakładzie Radiologii Zabiegowej i Neuroradiologii Uniwersytetu Medycznego w Lublinie oraz zestawienie otrzymanych wyników z danymi z piśmiennictwa.

Zabiegi wewnątrzczaszkowe mające na celu zamknięcie przetok szyjno-jamistych przeprowadzono w znieczuleniu ogólnym i pod kontrolą obrazu rentgenowskiego (aparatus angiograficznym Artis Zee Ceiling Biplane – Siemens Medical Solutions). Kwalifikację do zabiegu embolizacji przetoki szyjno-jamistej przeprowadzono każdorazowo na podstawie cyfrowej angiografii subtrakcyjnej. Decyzję o wyborze metody leczenia podejmowano zespołowo z udziałem specjalisty neurochirurga z doświadczeniem w leczeniu przetok szyjno-

-jamistych. Chorzy zostali poinformowani o wynikach kwalifikacyjnego badania angiograficznego, poznali możliwości leczenia i udzielili świadomej zgody na leczenie wewnątrzczaszkowe. Po zabiegach embolizacji przetok szyjno-jamistych zalecono wykonanie kontrolnego badania angiograficznego 6 miesięcy od zabiegu.

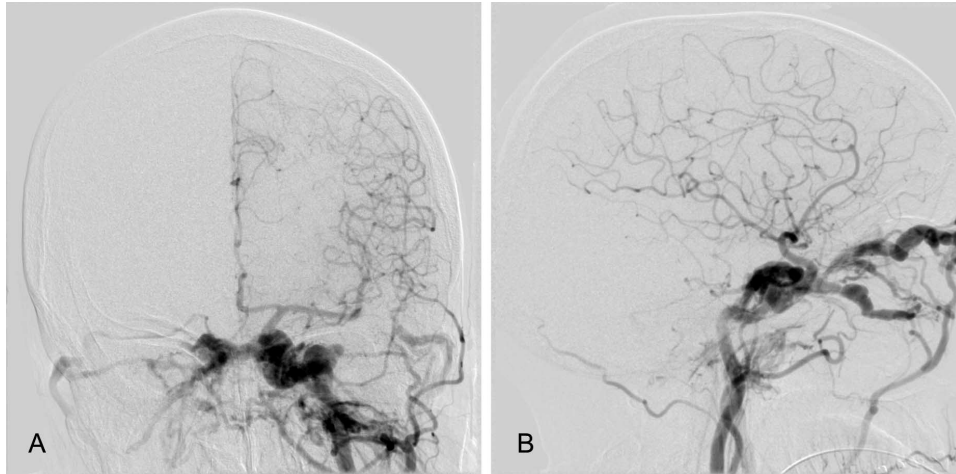
Przypadek 1

Kobieta lat 58 została przyjęta do oddziału neurologii z krwakiem okularowym obustronnym i objawami jednostronnego porażenia nerwów czaszkowych III i VI po przebytych przed kilkunastu dniami urazie głowy. Po częściowej resorpcji krwiaka obserwowano wytrzeszcz i przekrwienie lewej gałki ocznej wraz z opadaniem powieki. Chora zgłaszała ubytki w polu widzenia po stronie lewej oraz zawroty głowy i prawostronne osłabienie siły kończyn. W wykonanym badaniu angio-TK stwierdzono przetokę szyjno-jamistą. U chorej wykonano następnie badanie angiograficzne z nakłuciem prawej tętnicy udowej metodą Seldingera. W badaniu potwierdzono obecność przetoki szyjno-jamistej, zaopatrywanej jednostronnie przez tętnicę szyjną wewnętrzną, z odpływem do żył oczodołu, o charakterze wysokoprzepływowym, z widocznym osłabieniem zakontrastowania obszaru zaopatrywania tętnicy obwodowo od przetoki (ryc. 1A, B). Ze względu na nasilające się objawy neurologiczne zakwalifikowano chorą do leczenia wewnątrzczaszkowego w trybie pilnym. Cewnik 6 French MPC Envoy umieszczono w lewej tętnicy szyjnej wewnętrznej. Następnie przy pomocy mikroprowadnika Transend 14 umieszczono mikrocewnik Echelon 14 wewnątrz przetoki. Wprowadzono jedną spiralę odczepialną HydroSoft (Microvention). Kontrolna angiografia potwierdziła zmniejszenie przepływu środka cieniującego w obrębie przetoki (ryc. 2A, B). Do miejsca przetokowego podano mieszaninę histoacrylu i lipiodolu w stężeniu ok. 30%, uzyskując całkowite zamknięcie przetoki (ryc. 3A, B). Miejsce wkłucia do tętnicy biodrowej zewnętrznej prawej zaopatrzono przy pomocy urządzenia AngioSeal. Czas zabiegu – około 45 minut, łączna dawka promieniowania zarejestrowana w punkcie referencyjnym wyniosła 1823 mGy, co zostało odnotowane w dokumentacji medycznej. Nie obserwowano powikłań okołozabiegowych.

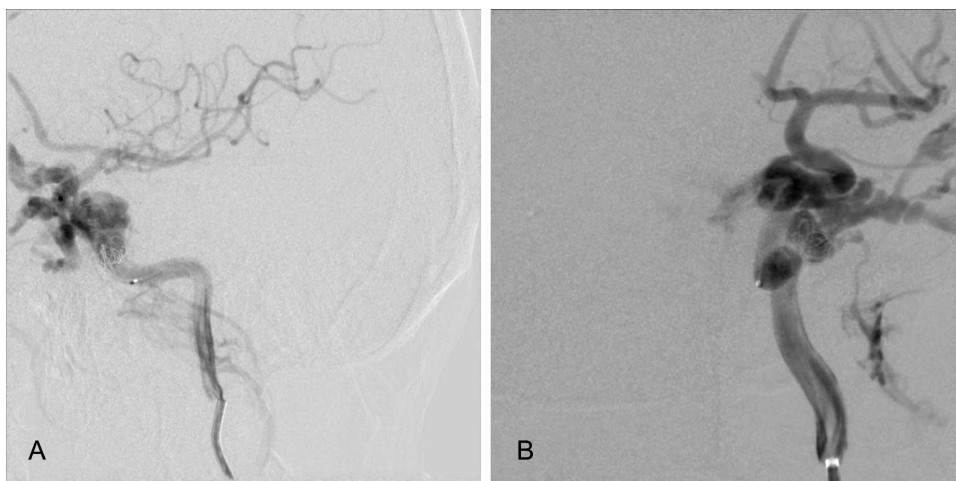
W pierwszej dobie po zabiegu obserwowano zmniejszenie się wytrzeszczu oraz przekrwienia gałki ocznej. Po 6 miesiącach od zabiegu wykonano kontrolne badanie angiograficzne, w którym potwierdzono skuteczność leczenia. Po tym okresie u chorej ustąpiło opadanie powieki, wytrzeszcz i przekrwienie gałki ocznej, a także prawostronne osłabienie siły kończyn. Utrzymywało się natomiast niewielkiego stopnia porażenie nerwów czaszkowych III i IV.

Przypadek 2

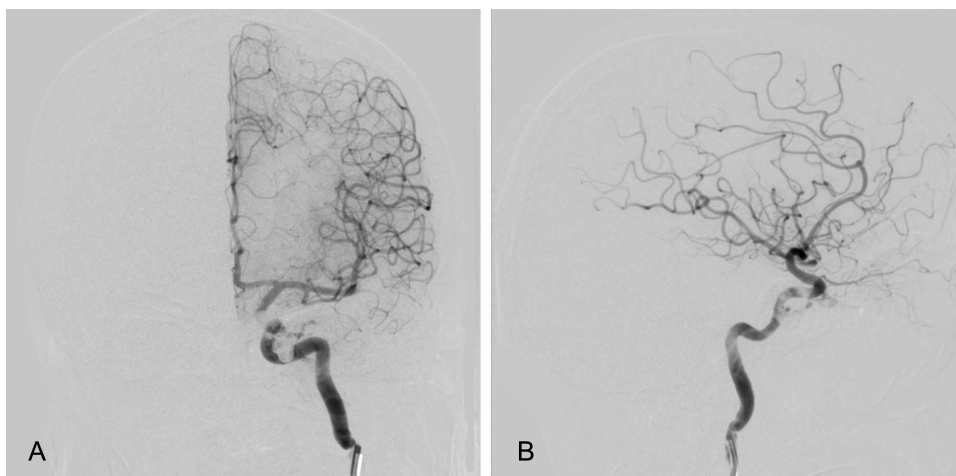
U 22-letniego chorego w badaniu angio-TK wykazano obecność tętniaka odcinka jamistego prawej tętnicy szyjnej wewnętrznej z podejrzeniem przetoki szyjno-jamistej. Chory zgłaszał okresowe bóle głowy



Ryc. 1. Angiograficzny obraz przetoki szyjno-jamistej, projekcje przednio-tylna (A) oraz boczna (B).



Ryc. 2. Kontrolne badanie angiograficzne w projekcji skośnej (A) i przednio-tylnej (B) po umieszczeniu spiral w obrębie przetoki szyjno-jamistej.



Ryc. 3. Kontrolna angiografia po embolizacji przetoki szyjno-jamistej potwierdza całkowite zamknięcie przetoki. Widoczny histoacryl w miejscu przetokowym, projekcje przednio-tylna (A) i boczna (B).

o zmiennym nasileniu, a także podwójne widzenie od około miesiąca. W wykonanym badaniu angiograficznym potwierdzono obecność tętniaka prawej tętnicy szyjnej wewnętrznej o wymiarach około 4 x 3,4 x 3,6 mm o stosunkowo wąskiej szyjule. Stwierdzono obecność połączenia przetokowego między workiem tętniaka a zatoką jamistą, z drenażem do żył

oczodołu. Zakwalifikowano chorego do leczenia wewnątrznaczyniowego. Do prawej tętnicy szyjnej wewnętrznej wprowadzono cewnik prowadzący 6 French MPC Envoy. Następnie przy pomocy mikroprowadnika Transend 14 umieszczono w worku tętniaka mikrocewnik Echelon 10. Do worka tętniaka wprowadzono 4 spirale odczepialne (HydroSoft, Deltapaq). Kontrolna

angiografia potwierdziła całkowite zamknięcie tętniaka wraz z przetoką szyjno-jamistą. Czas zabiegu wyniósł około 40 minut. Łączna dawka promieniowania w punkcie referencyjnym wyniosła 890 mGy. Nie obserwowano powikłań w trakcie zabiegu.

Bezpośrednio po embolizacji chory uskarżał się na ból głowy. Po kilku dniach ustąpiło podwójne widzenie. W miejscu nakłucia tętnicy udowej wytworzył się krwiak, który uległ samoistnej resorpcji. Kontrolne badania angiograficzne wykonane 6 i 18 miesięcy od zabiegu potwierdziły skuteczność leczenia tętniaka prawej tętnicy szyjnej wewnętrznej oraz przetoki szyjno-jamistej.

Przypadek 3

Mężczyzna lat 32 zgłosił się z objawami wytrzeszczu i przekrwienia lewej gałki ocznej, szumów usznych oraz podwójnego widzenia. W wywiadzie nie stwierdzono urazu głowy, mogącego prowadzić do powstania przetoki szyjno-jamistej. W wykonanym badaniu rezonansu magnetycznego z opcją naczyńniową stwierdzono jednak obecność przetoki. W badaniu angiograficznym potwierdzono jej obecność. Przetoka zaopatrywana była przez gałęzie oponowe lewych tętnic szyjnych wewnętrznej i zewnętrznej, o stosunkowo wolnej szybkości przepływu krwi. Ze względu na złożony charakter zaopatrywania przetoki, podjęto próbę embolizacji zatoki jamistej pod strony żyłnej. Cewnik 6 French MPC Envoy umieszczono w lewej tętnicy szyjnej wspólnej celem kontroli angiograficznej. Dostęp do układu żylnego uzyskano przez nakłucie żyły udowej prawej. Mikrocewnik Echelon 14 umieszczono w zatoce jamistej. Następnie wprowadzono 6 spiral odczepialnych do części przetokowej zatoki jamistej (HydroSoft, Deltapaq). Kontrolna angiografia uwidoczniła znacznie spowolniony przepływ przez leczoną przetokę. Celem jej całkowitego zamknięcia podano selektywnie mieszaninę histoacrylu i lipiodolu w stężeniu ok. 25%. Kolejna kontrolna angiografia potwierdziła zamknięcie przetoki.

Nie obserwowano powikłań okołozabiegowych. Czas zabiegu wyniósł ok. 2 godziny. W tym czasie zarejestrowano w punkcie referencyjnym dawkę promieniowania 2436 mGy, co odnotowano w dokumentacji medycznej.

Do momentu wypisu chorego ze szpitala obserwowano stopniowy zanik wytrzeszczu i przekrwienia gałki ocznej, a także zanik szumów usznych. Podwójne widzenie utrzymywało się przez około 2 miesiące od zabiegu. Po 6 miesiącach od zabiegu uzyskano angiograficzne potwierdzenie skuteczności leczenia.

DYSKUSJA

Urazowy mechanizm jest najczęstszą przyczyną powstawania typu bezpośredniego przetok szyjno-jamistych (6). Szacuje się, że ok. 20% przetok szyjno-jamistych typu A wg Barrowa nie jest bezpośrednio związanych z urazem i zalicza się je do przetok powstających spontanicznie (7). Wśród możliwych

przyczyn takiego formowania się przetok typu bezpośredniego wymienia się patologie prowadzące do osłabienia ściany tętnicy szyjnej wewnętrznej – obecność tętniaka bądź złożeń miażdżycowych zlokalizowanych w odcinku jamistym (8, 9). Czynnikiem predysponującym mogą być tu także zespół Ehlersa-Danlosa, dysplazja włóknisto-mięśniowa, *pseudoxanthoma elasticum*. Większość przetok szyjno-jamistych typu A jest zmianami wysokoprzepływowymi. W około 5% przypadków może nawet dochodzić do całkowitego braku kontrastowania się tętnicy szyjnej wewnętrznej powyżej miejsca przetokowego. W takich przypadkach tylko dzięki bardzo dobremu zaopatrzeniu od strony koła tętniczego Willisa nie obserwuje się ubytków neurologicznych (10, 11). Pourazowe przetoki szyjno-jamiste są zwykle jednostronne, obustronne ich występowanie szacuje się na 1-2% przypadków (2). Przetoki typu bezpośredniego rzadko zamykają się samoistnie i zwykle wymagają interwencji.

Przetoki szyjno-jamiste typu pośredniego (B, C, lub D wg Barrowa) są zmianami o stosunkowo wolnej szybkości przepływu. Najczęstszymi tętnicami zaopatrującymi te przetoki są gałęzie tętnic szczękowej, oponowej środkowej, gardłowej wstępującej, a także segmentalne gałęzie tętnicy szyjnej wewnętrznej (5). Przetoki tego typu najczęściej występują u kobiet po menopauzie. Nie jest znana dokładna przyczyna ich powstawania. Znane są przypadki ich rozpoznawania wśród noworodków, co mogłoby sugerować wrodzony charakter (12). Wśród czynników predysponujących do ich powstawania wymienia się: nadciśnienie tętnicze, cukrzycę, zakrzepicę zatoki jamistej, zapalenie zatok obocznych nosa oraz kolagenopatie. Uraz jest rzadziej wiązany w literaturze z ich powstawaniem.

Przetoki szyjno-jamiste mogą być leczone zachowawczo, neurochirurgicznie, radiochirurgicznie bądź na drodze embolizacji (13, 14). W przypadkach przetok pośrednich o niewielkiej szybkości przepływu można obserwować samowyleczenie się w części przypadków. W przypadku podjęcia decyzji o leczeniu zachowawczym, należy regularnie kontrolować ciśnienie śródgałkowe, przeprowadzać badanie wzroku, badanie neurologiczne i okresowo wykonywać badanie angiograficzne celem oszacowania czynników ryzyka.

Leczenie operacyjne przetok szyjno-jamistych było początkowo uznawane za podstawową metodę terapeutyczną. Metody operacyjne mogą okazać się skuteczne w leczeniu zarówno przetok bezpośrednich, jak i pośrednich, ich rola jest jednak współcześnie ograniczona ze względu na możliwość niecałkowitego zamknięcia przetoki przy wyższej częstotliwości powikłań niż leczenie wewnątrznacyniowe. Metody chirurgiczne mają swoje zastosowanie jako leczenie po niepowodzeniu embolizacji (6, 12, 15).

Leczenie radiochirurgiczne przy użyciu noża Gamma zostało eksperymentalnie ocenione przez kilka ośrodków, jako metoda wspierająca embolizację bądź samodzielna metoda leczenia. Mimo iż wstępne wyniki odnośnie bezpieczeństwa i skuteczności tej metody

są zachęcające, wymagany okres leczenia ok. 22 miesięcy dyskwalifikuje ją w leczeniu przypadków nagłych (16, 17).

Rozwój metod wewnątrznaczyniowych w ostatnich latach poskutkowało uznaniem embolizacji jako najskuteczniejszej metody leczenia przetok szyjno-jamistych. Stosowane obecnie techniki obejmują dostęp przetętniczny do przetoki, gdzie dostęp do zatoki jamistej uzyskiwany jest przez ubytek w ścianie tętnicy szyjnej wewnętrznej, bądź dostęp przezżylny, polegający na cewnikowaniu zatoki jamistej przez zatokę skalistą dolną, żyłę twarzową lub żyłę oczodołową górną. Technika dostępu przetętnicznego jest głównie stosowana w przypadkach przetok typu A wg Barrowa, może natomiast sprawić trudności w selektywnym zacewnikowaniu oponowych gałęzi zaopatrujących przetokę, często drobnych i o nieregularnym przebiegu. Identyfikacji wymagają naczynia tętnicze, zaopatrujące jednocześnie przetoki szyjno-jamiste i nerwy czaszkowe. Gałąź skalista tętnicy oponowej środkowej i gałęzie oponowe tętnicy gardłowej wstępującej często biorą udział w zaopatrywaniu przetok oraz zaopatrują nerwy czaszkowe VII i IX-XII (18). Istnieją doniesienia o większej częstości rekanalizacji i powikłań okołozabiegowych podczas stosowania wyłącznie dostępu przetętnicznego (19, 20), jednakże dostęp ten może okazać się jedynym możliwym do uzyskania wobec niekorzystnej anatomii odpływu żylnego. Dostęp przezżylny preferowany jest przy embolizacji przetok pośrednich, co zwiększa techniczną skuteczność i zmniejsza częstość powikłań (21, 22). Ograniczenia tej metody wynikają ze zmienności anatomii żylnego oraz ze zmienionych warunków hemodynamicznych.

Materiałami stosowanymi w leczeniu przetok szyjno-jamistych są spirale odczepialne oraz płynne środki embolizacyjne, takie jak n-BCA czy Onyx. Wybór odpowiedniej strategii zależy każdorazowo od warunków anatomicznych danej przetoki oraz doświadczenia operatora. Techniczna i kliniczna skuteczność embolizacji

przetok szyjno-jamistych jest wysoka. Ducret i wsp. (23) podsumowali w formie retrospektywnej 100 przypadków przetok leczonych na przestrzeni 17 lat. Skuteczność techniczna leczenia przetok bezpośrednich wyniosła 95%, zaś odsetek powikłań 8% przy 2% śmiertelności. Przetoki te leczono głównie przy pomocy balonów odczepialnych, a następnie spirali odczepialnych. Dostęp naczyniowy dobierano w zależności od przypadku.

Z kolei leczenie przetok typu pośredniego było skuteczne u 83% chorych, przy 8% odsetku powikłań i braku śmiertelności. W tej grupie preferowano dostęp przezżylny. Natychmiastowe zamknięcie przetoki obserwowano u 77% chorych (23). Pashapour i wsp. poddali analizie chorych leczonych z powodu przetok szyjno-jamistych dających objawy oczne. Poddano prospektywnej obserwacji 46 pacjentów leczonych wewnątrznaczyniowo. Strategią leczenia była przetętnicza embolizacja przy pomocy histoacrylu bądź przezżylnie zamknięcie zatoki jamistej przy pomocy spiral odczepialnych. Wszystkie przypadki cechowały się drenażem do żył oczodołu. W okresie kontrolnym około 17 miesięcy chorych objęto kontrolą angiograficzną i oceną kliniczną. Poprawę kliniczną uzyskano u 97,8%, nie odnotowano nawrotu dolegliwości. U jednego z pacjentów doszło do jatrogennego rozwarstwienia tętnicy szyjnej wewnętrznej i następnie do udaru niedokrwiennego (24).

WNIOSKI

Wewnątrznaczyniowe leczenie przetok szyjno-jamistych powinno być dostosowane każdorazowo do warunków anatomicznych oraz doświadczenia operatora w stosowaniu poszczególnych materiałów embolizacyjnych. Diagnostyka angiograficzna powinna być poprzedzona prawidłowo wykonanymi nieinwazyjnymi badaniami obrazowymi celem różnicowania i ewentualnej oceny etiologii powstania przetoki.

PIŚMIENNICTWO

- Connors JJ, Wojak JC: *Interventional Neuroradiology: Strategies and Practical Techniques*. WB Saunders Co., Philadelphia 1999: 215-226.
- Ringer AJ, Salud L, Tomsick TA: Carotid cavernous fistulas: anatomy, classification, and treatment. *Neurosurg Clin N Am* 2005; 16: 279-295.
- Ernst RJ, Tomsick TA: Classification and angiography of carotid cavernous fistulas. [In:] Tomsick TA (ed.): *Carotid cavernous sinus fistula*. Digital Education Publishing, Cincinnati 1997: 13-22.
- Meyers PM, Halbach VV, Dowd CF et al.: Dural carotid cavernous fistula: definitive endovascular management and long-term follow-up. *Am J Ophthalmol* 2002; 134: 85-92.
- Tjounmakaris SI, Jabbour PM, Rosenwasser RH: Neuroendovascular management of carotid cavernous fistulae. *Neurosurg Clin N Am* 2009; 20: 447-452.
- Gemmete JJ, Ansari SA, Gandhi DM: Endovascular techniques for treatment of carotid-cavernous fistula. *J Neuroophthalmol* 2009; 29(1): 62-71.
- Wanke I, Doerfler A, Stolke D, Forsting M: Carotid cavernous fistula due to a ruptured intracavernous aneurysm of the internal carotid artery: treatment with selective endovascular occlusion of the aneurysm. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2001 Dec; 71(6): 784-787.
- Korkmazer B, Kocak B, Tureci E et al.: Endovascular treatment of carotid cavernous sinus fistula: A systematic review. *World J Radiol* 2013 Apr 28; 5(4): 143-155.
- Pang D, Kerber C, Biglan AW, Ahn HS: External carotid-cavernous fistula in infancy: case report and review of the literature. *Neurosurgery* 1981; 8(2): 212-218.
- Koebbe CJ, Singhal D, Sheehan J et al.: Radiosurgery for dural arteriovenous fistulas. *Surg Neurol* 2005; 64: 392-398.
- Link MJ, Coffey RJ, Nichols DA, Gorman DA: The role of radiosurgery and particulate embolization in the treatment of dural arteriovenous fistulas. *J Neurosurg* 1996; 84: 804-809.
- Ozanne A, Pereira V, Krings T et al.: Arterial vascularization of the cranial nerves. *Neuroimaging Clin N Am* 2008; 18: 431-439.
- Kirsch M, Henkes H, Liebig T et al.: Endovascular management of dural carotid-cavernous sinus fistulas in 141 patients. *Neuroradiology* 2006; 48: 486-490.
- Elhamady MS, Wolfe SQ, Farhat H et al.: Onyx embolization of carotid-cavernous fistulas. *J Neurosurg* 2010; 112: 589-594.
- Kirsch M, Henkes H, Liebig T et al.: Endovascular management of dural carotid-cavernous sinus fistulas in 141 patients. *Neuroradiology* 2006; 48: 486-490.
- Morton RP, Tariq F, Levitt MR et al.: Radiographic and clinical outcomes in cavernous carotid fistula with special focus on alternative transvenous access techniques. *J Clin Neurosci* 2015; 11.
- Venkataramaiah S, Sriganesh K. Images in clinical medicine. Carotid cavernous fistula. *N Engl J Med* 2014; 371(19): 1832.

18. Ladner TR, Davis BJ, He L et al.: Transorbital superior ophthalmic vein sacrifice to preserve vision in ocular hypertension from aseptic cavernous sinus thrombosis. *BMJ Case Rep* 2014; 29.
19. Choi JY, Baek SH, Jung JM et al.: Teaching NeuroImages: Ocular bruit in carotid-cavernous sinus fistula. *Neurology* 2014; 83(7): e87-88.
20. Zanaty M, Chalouhi N, Tjoumakaris SI et al.: Endovascular treatment of carotid-cavernous fistulas. *Neurosurg Clin N Am* 2014; 25(3): 551-563.
21. Aralasmak A, Karaali K, Cevikol C et al.: Venous drainage patterns in carotid cavernous fistulas. *ISRN Radiol* 2014; 30: 760267.
22. Chiriac A, Iliescu BF, Dobrin N et al.: One-step endovascular treatment of bilateral traumatic carotid-cavernous fistulae with atypical clinical course. *Turk Neurosurg* 2014; 24(3): 422-426.
23. Ducruet AF, Albuquerque FC, Crowley RW, McDougall CG: The evolution of endovascular treatment of carotid cavernous fistulas: a single-center experience. *World Neurosurg* 2013; 80(5): 538-548.
24. Pashapour A, Mohammadian R, Salehpour F et al.: Long-Term Endovascular Treatment Outcome of 46 Patients with Cavernous Sinus Dural Arteriovenous Fistulas Presenting with Ophthalmic Symptoms. A Non-Controlled Trial with Clinical and Angiographic Follow-up. *Neuroradiol J* 2014; 27(4): 461-470.

otrzymano/received: 22.12.2014
zaakceptowano/accepted: 14.01.2015