

Streszczenie:

Występowanie niepękniętych tętniaków mózgu wśród całej populacji szacuje się na ok. 3,2%. Do przyczyn powstania tętniaków naczyń mózgowych zalicza się: defekt budowy ściany naczynia, wiek starszy, płeć żeńską, choroby współtowarzyszące, występowanie tętniaka w rodzinie oraz używki. Wyróżnia się m.in. tętniaki workowate, wrzecionowate, rozwarstwiające, rzekome, blood-blister, mykotyczne. Najwięcej tętniaków w krążeniu przednim odnotowuje się kolejno na tętnicy łączącej przedniej, tętnicy środkowej mózgu, tętnicy szyjnej wewnętrznej. W krążeniu tylnym najczęściej tętniaków znajduje się na tętnicy podstawnej, kręgowej oraz tętnicy tylnej dolnej mózdzku. Analizując tętnicę szyjną wewnętrzną, powstało wiele klasyfikacji tej tętnicy. Do najbardziej popularnych i najczęściej stosowanych należą te, przedstawione przez Fischera, Gibo i Bouthilliera. Fischer wprowadził podział ICA na 4 odcinki a Bouthillier na 7 segmentów. Do czynników ryzyka pęknięcia tętniaka naczyń mózgowych zalicza się: lokalizację w krążeniu tylnym, duży rozmiar, wiek powyżej 50 lat, używki. Najbardziej charakterystycznym objawem pęknięcia tętniaka jest krwawienie podpajęczynówkowe. Ok. 40% pacjentów, u których wystąpił SAH umiera w ciągu 30 dni od momentu wystąpienia krwawienia a 50% pacjentów jest w różnym stopniu niepełnosprawna. W celu zdiagnozowania tętniaka wykonuje się cyfrową angiografię subtrakcyjną (DSA) oraz nieinwazyjne badania obrazowe: badanie angioKT oraz badanie angioMR.

Do pewnego momentu, zabiegi neurochirurgiczne były jedyną opcją leczenia. Od roku 1953 nastąpił rozwój leczenia wewnątrznaczyniowego, który obejmuje użycie spiral, stentów, w tym stentów zmieniających kierunek przepływu krwi (flow-diverter - FD), balonów remodelingowych oraz systemów embolizacyjnych. Stenty typu flow-diverter dedykowane są leczeniu niekrwawiących oraz krwawiących tętniaków naczyń mózgowych, od małych po olbrzymie, o szerokiej szyi, o trudnej morfologii. Jedną z największych zalet stentów typu flow-diverter jest odbudowa błony naczynia macierzystego.

Do potencjalnych powikłań związanych z leczeniem za pomocą spiral i FD można zaliczyć: powikłania zakrzepowo-zatorowe, zamknięcie światła sąsiedniej gałęzi, pęknięcie tętniaka, opóźnione pęknięcie tętniaka, zwężenie w stencie, apozycję urządzenia, zły dobór rozmiaru stentu, powikłania związane ze złym rozłożeniem stentu, powikłania krwotoczne, udar.

Do celów rozprawy należało: ustalenie wskazań do leczenia pacjentów z niepękniętymi tętniakami naczyń mózgowych za pomocą spiral i stentów zmieniających kierunek przepływu krwi, ewaluacja poziomu skuteczności i bezpieczeństwa leczenia pacjentów z niepękniętymi tętniakami tętnicy szyjnej wewnętrznej w odcinku C5-C7 przy użyciu spiral i stentów kierunkujących przepływ krwi – flow diverter, ocena ryzyka powikłań związanego z zastosowaniem spiral i flow-diverterów w leczeniu tętniaków segmentów C5-C7 ICA, weryfikacja wyników odległych leczenia pacjentów z tętniakami ICA odcinka C5-C7 za pomocą spiral i stentów typu flow diverter.

Materiał badania stanowiło 80 pacjentów z niekrwawiącymi tętniakami tętnicy szyjnej wewnętrznej odcinka C5-C7, u których zastosowano leczenie wewnątrznaczyniowe przy użyciu stentów typu flow-diverter oraz spiral. U 39 chorych (49%) zastosowano metodę leczenia stentem kierunkującym przepływ krwi, zaś u 41 (51%) użyto klasycznych spirali. W obu grupach kobiety były liczniej reprezentowane niż mężczyźni (80% w całej badanej grupie oraz odpowiednio 85% w grupie stentów i 76% w grupie spiral). W przypadku lokalizacji, w grupie pacjentów, u których później zastosowano stent, dominowała lokalizacja LICA (61% osób), u pozostałych 39% pacjentów występowała lokalizacja RICA. Z kolei, grupa pacjentów ze spiralami miała nieznacznie większy odsetek pacjentów z lokalizacją RICA (51% pacjentów). Odcinki C5 oraz C6 występowały częściej w grupie stentów niż spiral: odcinek C5 w 21% przypadków dla grupy stentów i tylko u 5% pacjentów w grupie spiral ($p = 0,045$), zaś

odcinek C6 u 72% osób w grupie stentów oraz 27% w grupie spiral ($p < 0,001$). Odcinek C7 z kolei był zdecydowanie częstszy w grupie spiral: 73% osób w porównaniu do 23% dla grupy stentów ($p < 0,001$). Również typ tętniaka istotnie różnicował obie grupy ($p < 0,001$). Tętniaki workowate występowały u 93% pacjentów z grupy spiral i tylko 62% z grupy stentów. W grupie stentów częstsze z kolei były tętniaki dwukomorowe (30%), które nie pojawiały się w grupie spiral. Ostatnim rozważanym parametrem była wielkość tętniaka mierzona przedziałowo, dla której nie stwierdzono istotnych różnic między grupami. W obu grupach dominowały tętniaki średnie (10 - 15 mm) – odpowiednio 58% i 63% pacjentów dla grup stentów i spiral.

U ponad połowy pacjentów (56%) zastosowano stent typu P64. Drugim najczęściej stosowanym był SILK (31% pacjentów). Inne stenty (PIPELINE, FRED, SURPASS) były stosowane w pojedynczych przypadkach.

W grupie pacjentów leczonych za pomocą stentu, u 4 pacjentów (11%) pojawiły się problemy techniczne w trakcie zabiegu, w dwóch przypadkach były to problemy z wprowadzeniem stentu, w jednym przypadku nieprawidłowe rozprężenie i w 1 przypadku przemieszczenie stentu. U 78% pacjentów nie było potrzeby stosowania dodatkowego sprzętu w trakcie zabiegu; u 16% zastosowano remodeling, u 5% stent. Patrząc z kolei na wynik embolizacji w kontroli odległej (średnio po 10 mies.), u 71,8% pacjentów z FD obserwowane całkowite wyłączenie tętniaka z krążenia, u 7,7% zakontrastowanie resztkowe szyi a częściowy napływ do kopuły tętniaka u 15,4%. Kontrola odległa wykazała zwężenie w stencie u 10% chorych, zwężenie za stentem (5%), migrację stentu (5%) oraz brak efektu u 5% materiału klinicznego. Dodatkowo, u 5% chorych pojawiły się powikłania zakrzepowozatorowe, a także powikłania związane z embolizacją innego tętniaka. U 8% osób stwierdzono obecność SAH lub zwolniony przepływu przez tętnicę oczną.

Wśród zaobserwowanych problemów technicznych przy zabiegu z użyciem spiral (15% pacjentów), najczęstsza była protruzja spiral (3 pacjentów), wcześniejsza próba wszczępienia stentu (2 pacjentów) oraz wykrzepiony stent do remodelingu (1 osoba) i przerwanie ściany tętniaka (1 osoba). Konieczność zastosowania dodatkowego sprzętu objęła remodeling balonowy (41% pacjentów), stent (23%) oraz tymczasowy stent do remodelingu naczyń Comaneci (5%). Patrząc na wynik embolizacji bezpośrednio po zabiegu, całkowite wyłączenie tętniaka z krążenia miało miejsce w 70% przypadków, zakontrastowanie częściowe kopuły tętniaka u 18%, zaś resztkowa szyja u 13% pacjentów. W kontroli odległej (średnio po 8 mies.) całkowite wyłączenie tętniaka z krążenia zaobserwowano u 80,6% pacjentów, resztkową szyję u 12,9% pacjentów a częściowe zakontrastowanie kopuły tętniaka u 6,4%.

Wyniki odległe wskazują na wysoką skuteczność oraz bezpieczeństwo leczenia niepękniętych tętniaków naczyń mózgowych odcinka C5-C7 ICA za pomocą spiral i flow-diverterów, z możliwością uzyskania całkowitego wykrzepnięcia tętniaka. Co więcej, ryzyko powikłań jest niewielkie.

8. Summary:

The incidence of unruptured intracranial aneurysms is estimated at 3,2% worldwide. The main causes of the occurrence of intracranial aneurysms are: a defect to the vessel wall structure, elderly age, female sex, co-existing diseases, family history of aneurysms, drug usage. There are various types of aneurysms including: saccular, fusiform, dissecting, pseudoaneurysms, blood blister-like, mycotic aneurysms. The most common locations of intracranial aneurysms are the following arteries of the anterior circulation: anterior

communicating artery, middle cerebral artery and internal carotid artery. In the posterior circulation, the most common locations of aneurysms are: basilar artery, vertebral artery and posterior inferior cerebellar artery. Taking into consideration the internal carotid artery, there has been a few classification systems presented by now. The most widely used are the ones introduced by Fischer, Gibo and Bouthillier. Fischer divided ICA into 4 segments and Bouthillier into 7 segments. Aneurysm rupture risk factors include: posterior circulation, large size, age over 50, drug usage. The most characteristic symptom of the aneurysm's rupture is subarachnoid hemorrhage. Around 40% of patients with SAH dies during 30 days from the incident and about 50% of patients is disabled. In order to diagnose the intracranial aneurysm, digital subtraction angiography (DSA), angioCT and angioMR are performed.

Some time ago, the only treatment option for intracranial aneurysms was neurosurgical clipping. Since 1953, there has been fast development in endovascular treatment of intracranial aneurysms, including introduction of coils, stents (comprising flow-diverters), remodeling balloons and embolization systems. Flow-diverting stents are intended for treatment of unruptured and ruptured intracranial aneurysms; for small, medium, large and giant aneurysms; for complex cases, e.g. wide-necked aneurysms. One of the biggest assets of flow-diverting stents is the parent vessel reconstruction.

Embolisation-related complications encompass: thromboembolic events, adjoining branch occlusion, aneurysm rupture, delayed aneurysm rupture, in-stent stenosis, device aposition, ill-fitting stent size, phlebothrombosis, blood vessel damage or rupture, embolic material displacement, ischemic complications, stroke.

The aims of the study were to establish indications for endovascular treatment of C5-C7 ICA aneurysms using coils and flow-diverting stents, to evaluate the safety and effectiveness of the treatment, to estimate potential complications connected with the treatment and to analyze the follow-up results in order to assess the treatment appropriately.

The group comprised 80 patients with unruptured intracranial aneurysms of C5-C7 ICA segments treated with coils and flow-diverting stents. 39 patients (49%) were treated with stents and 41 patients (51%) with coils.

There were more women than men (80% in the whole group, 85% in the group of stents and 76% in the group of coils). Most common location of aneurysms in the stent group was LICA (61%) and RICA (51%) in the coil group. Aneurysms of C5-C6 segments were more common in the stent group. Twenty one percent of patients had an aneurysm of C5 segment in the stent group, while in the coil group only 5% of patients had the aneurysm in C5 segment ($p = 0,045$). The aneurysms of C6 segment were present in 72% of patient in the group of stents and in 27% of patients in the group of coils ($p < 0,001$). Aneurysms of C7 segment were more common in the group of coil embolization (73%) comparing to the stent embolization group ($p < 0,001$). Saccular aneurysms were found in 93% of patients in the coil group and in 62% of patients in the stents group ($p < 0,001$). Thirty percent of patients treated with stents had biventricular aneurysms, which were not present in patients treated with coils. Most of patients had medium-size aneurysms (10-15 mm), including 58% of patients treated with stents and 68% of patients treated with coils.

More than a half of patients have had the treatment performed with the use of p64 (56%). SILK was used in 31% of patients and PED, FRED and SURPASS were used in single cases.

The overall complication rate in the group of flow-diverting stents embolization was 11%, including problems with the stent introduction in 2 patients, problems with the stent employment in 1 patient and stent migration in 1 patient. In 78% of cases there was no need to use any additional devices, in 16% of patients balloon remodeling was used and in 5% of patients additional stent was used. Complete occlusion was noted in 6% of patients. Distant follow-up revealed in-stent stenosis in 10% of patients, stent migration in 5% of patients, no effects in 5% of patients. In addition, thromboembolic events occurred in 5% of patients,

complications connected with another aneurysm embolisation, SAH in 8% of patients and slower flow through the ophthalmic artery.

The overall complication rate in the group of coil embolization was 15%, including coil protrusion in 3 patients, previous attempt of flow-diverter implantation in 2 patients, stent thrombosis in 1 patient and damage to the aneurysm wall in 1 patient. In 41% of patients balloon remodeling was conducted, in 23% of patients a stent was used and in 5% of patients embolization system Comaneci was used. Complete occlusion rate just after the procedure was 70%, partial contrast material in the aneurysm sac was 18% and residual neck was observed in 13% of patients. In the long-term follow-up (after 8 months), complete occlusion rate was 80,6%, partial contrast material in the aneurysm sac was noted in 12,9% of cases and residual neck in 6,4% of patients.

Follow-up results indicate high efficiency and safety of treatment of intracranial aneurysms of C5-C7 ICA using coils and flow-diverting stent, allowing for a complete occlusion. In addition, the treatment is characterized by a low rate of complications.