

# Małoinwazyjne leczenie tętniaków tętnicy podobojczykowej jako skuteczny i bezpieczny sposób leczenia pacjentów z licznymi obciążeniami, na przykładzie doświadczeń zespołu Oddziału Chirurgii Naczyń z Pododdziałem Zabiegów Endowaskularnych Szpitala im. Jana Pawła II w Krakowie

Minimally invasive treatment of subclavian artery aneurysms as an effective and safe method of treatment in patients with multiple burdens, on the example of experience of the team from Vascular Surgery Department with Endovascular Procedures Unit of the John Paul II Hospital in Krakow

**Krzysztof Wołkowski, Andrzej Brzychczy, Mariusz Trystuła, Tomasz Drązkiewicz**

Oddział Chirurgii Naczyń z Pododdziałem Zabiegów Endowaskularnych, Szpital im. Jana Pawła II w Krakowie (Vascular Surgery Department with Endovascular Procedures Unit of the John Paul II Hospital in Krakow)

## Streszczenie

Autorzy przedstawiają przegląd doniesień dotyczących objawów, rozpoznawania, rokowania i leczenia tętniaków tętnicy podobojczykowej, które stanowią 0,13–0,5% wszystkich tętniaków tętnic obwodowych. Tętniaki tętnicy podobojczykowej najczęściej przebiegają bezobjawowo, pozostając długo nierozpoznane, lub mogą być przyczyną uciążliwych dolegliwości, pomyłek diagnostycznych i poważnych zagrożeń. Znaczna część tętniaków nawet bezobjawowych tętnicy podobojczykowej wymaga leczenia zabiegowego. Po wykryciu tętniaka tętnicy podobojczykowej należy również poszukiwać tętniaków w innych lokalizacjach, które współistnieją w 33–47%. Na podstawie własnych obserwacji przedstawiono możliwości skutecznego i bezpiecznego postępowania terapeutycznego, w tym metod wewnątrznaczyniowych, w szczególności w grupie chorych z istotnymi obciążeniami.

**Słowa kluczowe:** tętniak, tętniak tętnicy podobojczykowej, leczenie wewnątrznaczyniowe

Chirurgia Polska 2014, 16, 2, 74–83

## Abstract

The authors present a review of literature concerning symptoms, diagnosis, prognosis and treatment of subclavian artery aneurysms, which constitute 0.13–0.5% of all peripheral arterial aneurysms. Usually, they are asymptomatic and remain undiagnosed for a long time or may cause troublesome symptoms, diagnostic errors and serious threats. A large part of even asymptomatic subclavian artery aneurysms require surgical treatment. Once detected, the presence of subclavian artery aneurysm should incline to look for aneurysms in other locations, as they coexist in 33–47%. Based on our observations, we have presented the possibilities of an effective and safe therapeutic approach, including endovascular methods, particularly in patients with significant burdens.

**Key words:** aneurysm, subclavian artery aneurysm, endovascular treatment

Polish Surgery 2014, 16, 2, 74–83

## Epidemiologia i patogeneza występowania tętniaka tętnicy podobojczykowej

Tętniaki tętnicy podobojczykowej (TTP) są rzadko spotykane wśród wszystkich tętniaków tętnic obwodowych. Tętniaki prawdziwe tętnicy podobojczykowej stanowią od 0,13% [1] do 0,5% [2] spośród wszystkich tętniaków tętnic obwodowych.

Ze względu na lokalizację tętniaki tętnicy podobojczykowej możemy rozróżnić na wewnętrzne i zewnętrzne. Inny podział lokalizacji to umiejscowienie w zakresie tętnicy podobojczykowej: proksymalnie — 39%, w części środkowej — 25% i dystalnie 24% [3]. Tętniaki umiejscowione w części proksymalnej częściej pękają, umiejscowione dystalnie częściej powodują epizody zakrzepowo-zatorowe [4]. Tętniaki tętnicy podobojczykowej mogą przebiegać bezobjawowo, najczęściej pozostają długo nierozpoznane, zwłaszcza w umiejscowieniu wewnątrzskatkowym TTP [5]. W przypadku tętniaków objawowych TTP mogą być przyczyną uciążliwych dolegliwości i poważnych zagrożeń, takich jak:

- ból w górnej części klatki piersiowej, szyi [6] i ramienia [7];
- niedokrwienie kończyny spowodowane wykrępieniem tętniaka lub zatorowością obwodową [8];
- ucisk na sąsiedztwo, w tym:
  - ucisk na nerwy, w tym na splot barkowy z osłabieniem siły mięśniowej i zaburzeniami czucia [9]; na sploty współczulne, dając objawy zespołu Hornera [10–12], zespołu Raynaud; na nerw kraniowy wsteczny, powodując chrypkę [13–15], która może ustępować po leczeniu [6] lub nie [5],
  - ucisk na żyły, skutkujący zastojem żylnym kończyny górnej,
  - ucisk na drogi oddechowe, powodujący duszność, krwioplucie [16], kaszel, co nawet przez rok może naśladować infekcję dróg oddechowych, zmuszając do leczenia przeciwzapalnego przy nierozpoznanym TTP [17],
  - ucisk na przełyk powodujący dysfagię [14, 18–20] w tym krwotok z przetoki tętniczo-przełykowej [21];
- niedokrwienie ośrodkowego układu nerwowego (OUN), przez zarzucanie wsteczne skrzeplin (atakja móżdżkowa) [8, 22],
- tętniacy guz okolicy nadobojczykowej [23],
- pęknięcie (w tym *hemothorax*) od 19% [7, 24, 25] do 53% [26], rozwarstwienie 20% [27],
- towarzyszący zespół podkradania tętnicy kręgowej [28].

Tętniaki tętnicy podobojczykowej mogą osiągać duże rozmiary, nawet do 10 cm średnicy, zajmując w RTG znaczną część pola płucnego [13, 29].

U pacjentów z TTP mogą współwystępować tętniaki o innych lokalizacjach [30] stwierdzone w 33 do 47% przypadków [31]. Stąd też każdorazowo po wykryciu TTP należy przeprowadzić postępowanie diagnostyczne w tym kierunku. U pacjentów z nadciśnieniem tętniczym i asymetrią ciśnienia na kończynach górnych lub deficytem tętna w obrębie kończyn górnych do dolnych, należy

## Epidemiology and pathogenesis of subclavian artery aneurysm

Subclavian artery aneurysms are rare among all peripheral arterial aneurysms. True subclavian artery aneurysms comprise from 0.13% [1] to 0.5% [2] of all peripheral aneurysms.

Due to the location, subclavian artery aneurysms can be classified into: inside the rib cage and out-of-cage. Another division is the location in relation to the subclavian artery: proximal — 39%, the middle part — 25%, and distal — 24% [3]. Aneurysms located in the proximal part are more likely to rupture, while distal location often causes thromboembolic events [4]. Asymptomatic subclavian artery aneurysms — most often remain undiagnosed for a long time, especially in the inside the rib cage location [5]. Symptomatic aneurysms can cause troublesome symptoms and serious threats, such as:

- pain in the upper chest, neck [6] and arm [7],
- limb ischemia caused by clotting of aneurysm or peripheral embolism [8],
- compression of the neighbourhood,
- compression of the nerves, including:
  - the brachial plexus with the muscle weakness and impaired sensory [9], of the sympathetic plexi giving the symptoms of Horner's syndrome [10–12] or Raynaud syndrome, the compression of the recurrent laryngeal nerve causing hoarseness [13–15], which may be reversible upon treatment [6] or not [5],
  - compression of the vein resulting in venous stasis within the upper limb,
  - compression of the airways causing shortness of breath, hemoptysis [16], cough, which can mimic a respiratory tract infection even for a year. This forces the application of anti-inflammatory therapy with undiagnosed subclavian artery aneurysm [17],
  - compression of the oesophagus causing dysphagia [14, 18–20], including haemorrhage from arterio-oesophageal fistula [21],
- ischemia of the CNS by throwing back the thrombi (cerebellar ataxia) [8, 22],
- pulsating mass of the supraclavicular region [23],
- rupture (including hemothorax) from 19% [7, 24, 25] to 53% [26], dissection 20% [27],
- accompanying vertebral artery steal syndrome [28].

Subclavian artery aneurysm can reach large sizes of up to 10 cm in diameter, occupying a large part of the pulmonary field on an X-ray [13, 29].

In patients with subclavian artery aneurysm, lesions may coexist in other locations [30] from 33% to 47% [31], therefore, each time after detection of subclavian artery aneurysm, a diagnostic procedure must be carried out in this direction. In patients with arterial hypertension, asymmetry of the pressure within the upper limbs or pulse deficit in the upper limbs compared to the lower limbs, we should exclude coarctation of the aorta and its complication in the form of subclavian artery aneurysm and vice versa — it is justified to exclude coarctation in patients with subclavian artery aneurysm [32].

wykluczyć koarktację aorty i jej powikłanie w postaci TTP i odwrotnie — u pacjentów z TTP uzasadnione jest wykluczenie koarktacji [32].

Do najczęstszych przyczyn TTP należą:

- miażdżyca (zmiany miażdżycowe w obrębie tętnic kończyn górnych), najczęściej u mężczyzn powyżej 60. roku życia [11, 33–36], TTP umiejscowione mogą być obustronnie, częściej jednak po stronie prawej [36];
- urazy [37] — lokalizacja głównie poza klatką piersiową;
- zespół górnego otworu klatki piersiowej (TOS) (75% TTP zewnątrzskłatkowych [38] — TTP występują u 1,1% pacjentów z TOS [39], najczęściej u ludzi młodych, głównie wskutek występowania żebra szyjnego [40];
- infekcje (gruźlica, kiła) 15% [8], grzybica, na przykład w przypadku obniżonej odporności, głównie u pacjentów z neutropenią [41] — w tej grupie pacjentów TTP może gwałtownie powstawać nawet w obserwacji jednomiesięcznej [35]; przyczynami TTP mogą być również inne infekcje bakteryjne, na przykład zapalenie wsierdzia powodowane MRSA (*methicillin resistant staphylococcus aureus*) [16];
- wrodzone: ARSA (*aberrant right subclavian artery*) — *arteria lusoria* [21, 42], występuje u około 0,2–2,0% populacji [27, 43] i została opisana po raz pierwszy w 1794 roku przez Bayforda. U 33–38% pacjentów z ARSA występuje dysfagia, większość pacjentów pozostaje jednak bezobjawowa [21]. Przyczyną TTP może być też *cystic medial necrosis* [33, 34, 36];
- genetyczne: zespół Marfana, zespół Turnera, zespół Recklinghausena [7];
- choroba Takayasu [29];
- jatrogenne — np. po wkłuciu cewnika do dializ do żyły centralnej [9, 44], po drenażu opłucnej pseudotętniak [45], po zabiegach wewnątrznaczyniowych, na przykład po plastyce zwężenia tętnicy podobojczykowej z implantacją stentu i odległym uszkodzeniem ściany, po złamaniu stentu [31].

## Rozpoznawanie i leczenie tętniaków tętnicy podobojczykowej

Tętniaka tętnicy podobojczykowej najczęściej rozpoznaje się przypadkowo u pacjentów bezobjawowych lub w trakcie diagnostyki innych schorzeń, stwierdzając nieprawidłowy obraz RTG klatki piersiowej. Inne badania to USG doppler, angio-TK, angiografia rezonansu magnetycznego i badanie inwazyjne — angiografia. Historia naturalna TTP jest mało poznana. Wysoka śmiertelność związana z pęknięciem i wykrwawieniem odnotowywana jest niezależnie od wielkości tętniaka [46], dlatego uzasadnione jest podjęcie leczenia, a nie jedynie obserwacji. Tętniaki związane z obecnością ARSA mają skłonność do pęknięcia, ze śmiertelnością do 50% [24, 42]. Brak doniesień dokumentujących ścisłą zależność między wielkością absolutną tętniaka i ryzykiem pęknięcia [10]. Uzasadnione wydaje się jednak leczenie także bezobjawowych TTP, ze względu na tendencję do wzrostu oraz wzrostu ryzyka pęknięcia [47], zatorowości i zakrzepicy, także niezależnie od wielkości tętniaka [3, 48]. Powiększanie się tętniaka

The most common causes of subclavian artery aneurysm include:

- atherosclerosis [atherosclerotic plaques in the arteries of the upper limbs] — most common in men over 60 years of age [11, 33–36]. Subclavian artery aneurysm can be placed on both sides, but more often on the right side [36];
- injuries [37] — location mostly outside the chest;
- thoracic outlet syndrome (TOS) (75% of out-of-cage subclavian artery aneurysms) [38] — subclavian artery aneurysm occurs in 1.1% of patients with TOS [39], mostly in young people, mainly due to the presence of a cervical rib [40];
- infections (tuberculosis, syphilis) 15% [8], mycosis, e.g. in immunocompromised patients, particularly those with neutropenia [41] — in this group of patients subclavian artery aneurysm may suddenly arise even at 1-month follow-up [35], subclavian artery aneurysm may also be caused by other bacterial infections, e.g. endocarditis caused by MRSA (*methicillin resistant staphylococcus aureus*) [16];
- congenital: ARSA (*aberrant right subclavian artery*) — *arteria lusoria* [21, 42], occurs in approximately 0.2–2.0% of the population [27, 43] and for the first time was described in 1794 by Bayford. 33–38% of ARSA patients demonstrated dysphagia, but the majority remains asymptomatic [21]. Subclavian artery aneurysm may be also caused by cystic medial necrosis [33, 34, 36],
- genetic: Marfan syndrome, Turner syndrome, Recklinghausen syndrome [7],
- Takayasu's disease [29],
- iatrogenic — after an introduction of a dialysis catheter into the central vein [9, 44], pseudoaneurysm after pleural drainage [45], after endovascular procedures, e.g. subclavian artery stenosis angioplasty with stent implantation and distal damage to the wall, after breaking a stent [31].

## Diagnosis and treatment of subclavian artery aneurysms

Subclavian artery aneurysm is most commonly diagnosed incidentally in asymptomatic patients or during the diagnosis of other diseases, by noting the abnormal chest X-ray. Other tests include Doppler ultrasound, Angio-CT, magnetic resonance angiography and invasive tests — angiography. The natural history of subclavian artery aneurysm is poorly understood. High mortality associated with the rupture and bleeding is reported regardless of the aneurysm size [46], therefore, it is reasonable to undertake treatment and not merely observation. ARSA-related aneurysms tend to rupture with the mortality rate up to 50% [24, 42]. There are no reports documenting the close relation between the absolute aneurysm size and the risk of rupture [10] — it also seems appropriate to treat asymptomatic subclavian artery aneurysms due to the tendency for growth, increased risk of rupture [47], embolism and thrombosis, also regardless of the size of aneurysm [3, 48]. The expansion of subclavian artery aneurysm may also be the reason for increased com-

tętnicy podobojczykowej może być również powodem narastającej kompresji sąsiednich struktur [5]. Raportowane tempo wzrostu średnicy tętniaka tętnicy podobojczykowej wynosi od 0,42 cm/rok [49] do 1,31 cm/rok [50].

W przypadku leczenia chirurgicznego ryzyko śmierci sięga 6–8%, a powikłania 25–30% [24, 25, 51, 52]. Należy pamiętać również o możliwości występowania tętniaków w innych miejscach, co dotyczy 33–47% przypadków i dodatkowo wpływać może na wzrost śmiertelności w przypadku pęknięcia [51].

## Leczenie chirurgiczne tętniaków tętnicy podobojczykowej

**Leczenie operacyjne (zabiegi klasyczne):** pierwsze proksymalne podwiązanie tętnicy podobojczykowej z powodu TTP wykonał Smyth w 1864 roku [53]; z punktu widzenia powodzenia zabiegu może ono jednak nie wystarczyć, a w dalszym przebiegu choroby dochodzić może do dalszego powiększania się tętniaka i jego pęknięcia [54]. O pierwszym zabiegu resekcyjnym z wszczepieniem przeszczepu naczyniowego zakończonym sukcesem doniósł Bahnson w 1953 roku [55]. W przypadku klasycznych zabiegów operacyjnych wykorzystuje się dojścia chirurgiczne poprzez pośrodkową sternotomię (prawa tętnica podobojczykowa) [5], lewostronną przednio-boczną torakotomię (lewa tętnica podobojczykowa, *arteria lusoria*) [43], lewostronną tylną-boczną torakotomię [56], cięcie nadobojczykowe [13], sternotomię z przedłużeniem na cięcie nadobojczykowe [10, 57], cięcie nad i podobojczykowe [23], dojście z wycięciem obojczyka [37]. W przypadku gdy tętnica podobojczykowa jest wydłużona i tętniak zlokalizowany jest obwodowo, można wykonać zabieg klasyczny z wycięciem i zespoleniem koniec do końca [23], uzupełniając go, o ile to konieczne, o usunięcie przyczyny TTP, w tym usunięcie żebra szyjnego, czy też pierwszego żebra w przypadku TOS [40]. W przypadku gdy TTP pozostaje w łączności z łukiem aorty może być konieczna wymiana całego łuku aorty [57]. Rekonstrukcje można wykonać anatomiczne lub poza anatomiczne: rekonstrukcja szyjno-podobojczykowa pod postacią transpozycji lub przeszczepu naczyniowego [23], czy też przeszczep od aorty wstępującej do tętnicy podobojczykowej.

**Leczenie wewnątrznacyniowe** [9, 42, 58–61]. Do leczenia wewnątrznacyniowego z implantacją stentu krytego konieczna jest dostępność prawidłowego segmentu naczynia w celu zakotwiczenia stent-graftu, który to segment w odcinku zarówno proksymalnym, jak i dystalnym nie zawsze jest osiągalny z punktu widzenia anatomicznego i szerokości naczyń. Inną opcją leczenia, obliteracja wewnątrznacyniowa w odcinku proksymalnym i dystalnym, może okazać się postępowaniem niewystarczającym [62]. Raportowano przypadki niedokrwienia kończyny, pojawiające się w miesiąc po obliteracji, wymagające wykonania by-passu szyjno-podobojczykowego [62]. Standardowo stosuje się dojście przez tętnicę udową [37], zaletą jest, że przy tym dojściu można użyć różnych rozmiarów introduktorów [37], alternatywnym dojściem jest dojście przez tętnicę ramienną.

pression of adjacent structures [5] — the reported growth rate of subclavian artery aneurysm diameter ranges from 0.42 cm/year [49] to 1.31 cm/year [50].

For the surgical treatment, the risk of mortality reaches 6–8% and the risk of complications — 25–30% [24, 25, 51, 52]. We should also keep in mind the possibility of co-existence of aneurysms in other places, which concerns 33% to 47% of cases, and can further increase mortality in case of rupture [51].

## Surgical treatment of subclavian artery aneurysms

**Surgical treatment (classic treatments):** the first proximal subclavian artery ligation due to subclavian artery aneurysm was performed in 1864 by Smyth [53], as for the success of the operation, it might still not be enough because in the further course of the disease, aneurysm can still grow and rupture [54]. The first successful resection treatment with vascular graft implantation was reported in 1953 by Bahnson [55]. The conventional surgical procedures use the surgical access through midline sternotomy (the right subclavian artery) [5], left-sided anterolateral thoracotomy (the left subclavian artery, *arteria lusoria*) [43], left-sided posterior-lateral thoracotomy [56], supraclavicular cutting [13], sternotomy with an extension to the supraclavicular incision [10, 57] over and subclavian cutting [23], an access with the clavicle excision [37]. When the subclavian artery is elongated and aneurysm is located peripherally, we can apply a classic cut followed by end to end anastomosis [23], and supplement it, if necessary, with the removal of the cause of subclavian artery aneurysm, including the excision of a cervical rib or the first rib in the case of TOS [40]. When subclavian artery aneurysm is connected to the aortic arch, it may be necessary to replace the entire aortic arch [57]. Reconstructions can be performed in an anatomical way or beyond anatomy: carotid-subclavian reconstruction in the form of transposition or a vascular graft [23], or a transplant from the aorta to the subclavian artery.

**Endovascular treatment** [9, 42, 58–61]. Endovascular treatment with stent implantation requires a proper vessel segment in order to anchor a stent-graft. Both in the proximal and distal end this segment is not always reachable from the view of anatomy and the width of the vessel. Another treatment option, intravascular obliteration in the proximal and distal part, may be insufficient [62] — there have been cases of ischemic limbs which appeared, e.g., a month after obliteration and required cervico-subclavian by-pass [62]. Normally, the surgery uses an access through the femoral artery [37]; the advantage is that this access allows of the use of different introducer sizes [37], an access through the brachial artery is an alternative.

**Hybrid treatments** [14–16, 30, 47, 63] — an endovascular procedure can be a life-saving surgery before the crucial open surgery, e.g. at stopping bleeding with an endovascular balloon, for example during bleeding from arterio-esophageal fistula caused by aneurysm in the course of ARSA [21]. In other situations, we may consider hybrid

**Zabiegi hybrydowe** [14–16, 30, 47, 63]. Procedura wewnątrznaczyniowa może być postępowaniem ratującym życie przed zasadniczą operacją otwartą, na przykład przy zatrzymaniu krwawienia balonem wewnątrznaczyniowym podczas krwotoku z przetoki tętniczo-przełykowej, będącej wynikiem tętniaka w przebiegu ARSA [21]. W innych sytuacjach rozważyć można zabiegi hybrydowe polegające na przykład na założeniu stent-graftu w odcinku proksymalnym, obliteracji tętniaka tętnicy podobojczykowej i wykonaniu by-passu szyjno-podobojczykowego dystalnie. W przypadku tętniaka związanego z istnieniem ARSA można w niektórych przypadkach zobliterować wewnątrznaczyniowo proksymalny odcinek tętnicy podobojczykowej, podwiązać jej dystalny odcinek i wykonać by-pass szyjno-podobojczykowy [19]. Można również podjąć próbę wyłączenia tętnicy podobojczykowej poprzez przykrycie jej ujścia stent-graftem aortalnym oraz obliterację części dalszej, a następnie wykonanie przeszczepu szyjno-podobojczykowego [42]. Kolejną opcją jest wszczepienie stent-graftu do pnia ramienno-głowego i prawej tętnicy szyjnej wspólniej z podwiązaniem dystalnym tętnicy podobojczykowej i by-passem szyjnopodobojczykowym [47].

## Opisy przypadków

W opisie przypadków przedstawiamy trzy przypadki mężczyzn z tętniakiem lewej tętnicy podobojczykowej w wieku średnio 69 lat (od 68 do 72 lat) leczonych na Oddziale Chirurgii Naczyń od marca 2012 roku. U wszystkich chorych stwierdzono miażdżycową etiologię TTP równocześnie z jej wielomiejscową manifestacją w naczyniach różnej wielkości (aorta piersiowa, brzuszna, naczynia wieńcowe, tętnice szyjne, mózgowie, tętnice kończyn dolnych). Wszyscy pacjenci w prezentowanym materiale nie mieli jawnych klinicznie objawów obecności TTP, rozpoznanie ustalano przypadkowo w trakcie diagnostyki innych schorzeń w tym pulmonologicznych, wykonując RTG klatki piersiowej, TK klatki piersiowej, angio-TK. U dwóch pacjentów (66%) TTP nie był jedyną lokalizacją tętniaka, towarzyszył w jednym przypadku tętniakowi piersiowo-brzuszemu (odcinek nadnerkowy 44 mm, odcinek podnerkowy 48 mm), w drugim przypadku pacjent przeżył operację wszczepienia protezy prostej z powodu tętniaka aorty brzusznej cztery lata wcześniej, w przypadku trzecim tętniak tętnicy podobojczykowej miał charakter jedynej stwierdzonej lokalizacji.

U wszystkich pacjentów przeprowadzono małoinwazyjne leczenie wewnątrznaczyniowe, wszyscy bowiem zostali uprzednio zdyskwalifikowani od klasycznego leczenia operacyjnego z powodu zbyt dużego ryzyka okołoperacyjnego, które stwarzały liczne i ciężkie obciążenia wynikające ze schorzeń współtowarzyszących. Wymieniono je poniżej.

**Pacjent 1.** Choroba niedokrwienna serca, utrwalone migotanie przedsionków, nadciśnienie tętnicze, ubytek w przegrodzie międzyprzedsionkowej, stan po wszczepieniu protezy aortalnej prostej z powodu tętniaka aorty brzusznej, poszerzenie aorty wstępującej, przeżyty zawał

procedures, for example based on the use of a stent-graft in the proximal part, obliteration of subclavian artery aneurysm or distal construction of carotid-subclavian bypass. In the case of ASRA-related aneurysm, in some patients, we can perform endovascular obliteration of the proximal segment of the subclavian artery, ligate its distal part and perform carotid-subclavian by-pass [19]. We can also attempt to exclude the subclavian artery by covering its mouth with an aortic stent graft, obliteration of the distal part and then performing a carotid — subclavian transplant [42]. Another option is implanting a stent graft to the brachiocephalic trunk and the right common carotid artery with distal ligation of the subclavian artery and carotid-subclavian bypass [47].

## Case reports

In the description of cases, we present three men with left subclavian artery aneurysm at the mean age of 69 years (from 68 to 72 years old) treated in the Department of Vascular Surgery since March 2012. All patients had the atherosclerotic aetiology of subclavian artery aneurysm, simultaneously with its multiplace manifestation in the vessels of different sizes (thoracic aorta, abdominal aorta, coronary arteries, carotid arteries, cerebral arteries, arteries of the lower limbs). All patients in our material had no overt signs of subclavian artery aneurysm, so a diagnosis was made by chance during the diagnosis of other diseases, including pulmonary chest X-ray, chest CT, Angio CT. In two patients [66%], subclavian artery aneurysm was not the only location of aneurysm, as in one case it was accompanied by thoraco-abdominal aneurysm (supra-renal segment 44 mm, infra-renal segment 48 mm), in the second case, the patient underwent an operation of simple prosthesis implantation due to abdominal aortic aneurysm four years before, in the third case, subclavian artery aneurysm was identified as the only location.

All patients underwent the minimally invasive endovascular treatment, all were previously disqualified from the classic surgical treatment due to too high perioperative risk, which was posed by numerous and severe burdens caused by concomitant diseases listed below:

**Patient 1.** Ischemic heart disease, chronic atrial fibrillation, arterial hypertension, atrial septal defect, the condition after simple aortic prosthesis implantation due to abdominal aortic aneurysm, widening of the ascending aorta, the history of infarction of the left hemisphere with motor aphasia and right-sided paresis, the history of infarction of the right hemisphere (three months before the procedure), hypothyroidism after the treatment with radioiodine, type II diabetes, emphysema.

**Patient 2.** Thoracoabdominal aneurysm — the descending aorta (supra-renal segment 44 mm, infra-renal segment 48 mm), the history of stroke of the left hemisphere, mixed aphasia due to non-critical carotid atherosclerosis, arterial hypertension, lower limbs obliterative atheromatosis with intermittent claudication due to bilateral obstruction of the superficial femoral arteries, right renal artery stenosis with cirrhosis of the kidney, hypercholesterolemia.

lewej półkuli mózgu z afazją motoryczną i niedowładem prawostronnym, przebyty zawał prawej półkuli mózgu (trzy miesiące przed procedurą), niedoczynność tarczycy po leczeniu radiojodem, cukrzyca typu drugiego, rozemna płuc.

**Pacjent 2.** Tętniak piersiowo-brzuszy aorty zstępującej (odcinek nadnerkowy 44 mm, podnerkowy 48 mm), przebyty udar lewej półkuli mózgu z afazją mieszaną z powodu niekrytycznych zmian miażdżycowych tętnic szyjnych, nadciśnienie tętnicze, miażdżycza zarostowa tętnic kończyn dolnych z chromaniem przestankowym z powodu obustronnej niedrożności tętnic udowych powierzchownych, zwężenie tętnicy nerkowej prawej z marskością nerki, hipercholesterolemia.

**Pacjent 3.** Stan po bilobektomii płuca prawego z powodu raka płuca (12 lat przed procedurą), stan po pomostowaniu aortalno-udowym, przewlekły nikotynizm (20 papierosów na dobę przez 40 lat), poszerzenie łuku aorty.

Średni wymiar tętniaka wyniósł 28,6 mm (od 23–34 mm), średnia długość leczonego segmentu to 33,6 mm (27–44 mm). We wszystkich przypadkach jako standardowy dostęp wykorzystano tętnicę udową prawą. W jednym przypadku z powodu wydłużenia i skręcenia aorty piersiowej oraz zmian miażdżycowych w tętnicach udowych użyto dostępu ramiennego lewostronnego. Średni czas procedury to około jedna godzina, średnia podaż kontrastu wyniosła około 120 ml, a średni czas hospitalizacji 4 dni (według niektórych doniesień przy otwartej procedurze sięgać może nawet 22 dni) [18]. W przedstawionym materiale w każdym z przypadków wykorzystano stent kryty Advanta (Atrium), uzyskując każdorazowo pełne powodzenie techniczne udokumentowane badaniem angiograficznym. Średni czas obserwacji to około 26 miesięcy — w okresie obserwacji nie zanotowano powikłań. U wszystkich chorych w wykonanych ambulatoryjnie kontrolnych badaniach angio-TK potwierdzono prawidłową fiksację stentów krytych, jak również prawidłowe przepływy w tętnicach podobojczykowych i zachowaną drożność tętnic kręgowych. Średnicę tętniaków, jak również ich długość oraz wymiary wykorzystanych stentów krytych przedstawiono w tabeli 1. Obrazy angiograficzne i angio-TK poszczególnych przypadków (pacjenci 1–3) przedstawiono na rycinach 1–9.

## Podsumowanie

Tętniaki tętnicy podobojczykowej są rzadko spotykane wśród tętniaków tętnic obwodowych, a potencjalne poważne powikłania skłaniają do rozważania leczenia chirurgicznego lub wewnątrznaczyniowego u każdego chorego z tętniakiem tętnicy podobojczykowej. Leczenie wewnątrznaczyniowe powinno być leczeniem z wyboru

**Pacjent 3.** State after bilobectomy of the right lung because of lung cancer (12 years before the procedure), state after aortic-femoral bypass surgery, chronic cigarette smoking (20 cigarettes a day for 40 years), widening of the aortic arch.

The average size of aneurysm was 28.6 mm (from 23–34 mm), the average length of the treated segment was 33.6 mm (27–44 mm). In all cases, the right femoral artery was used as a standard access. In one case, we used the left-hand shoulder access due to elongation and twisting of the thoracic aorta and atherosclerotic lesions in the femoral arteries. The mean time of the procedure was about 1 hour, the mean supply of contrast was approximately 120 mL and the mean length of hospital stay was 4 days (according to some reports at the open procedure it was, e.g., 22 days) [18]. In the presented material, in each case we used the Advanta covered stent (Atrium) to achieve full technical success each time, which is documented by angiography. The mean follow-up time is approx. 26 months there were no complications during the observation. In all patients, outpatient Angio CT examinations confirmed the correct fixation of the covered stents as well as the correct flow in the subclavian arteries and the preserved patency of the vertebral arteries. The diameter of aneurysm as well as the length and dimensions of the covered stents are shown in table 1. Angiographic images and angio CT in individual cases (patients 1–3) are shown in figures 1–9.



Rycina 1. Tętniak tętnicy podobojczykowej, rekonstrukcja, angio-TK  
Figure 1. Subclavian artery aneurysm, angio-CT reconstruction

Tabela 1. Wymiary tętniaków tętnicy podobojczykowej lewej oraz zastosowane stenty kryte

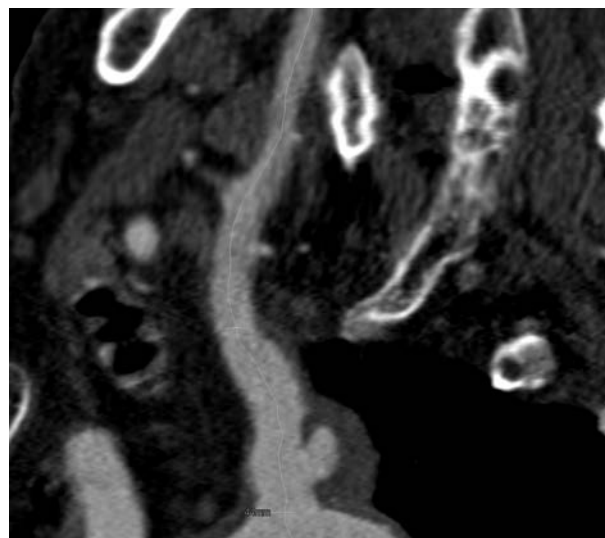
Table 1. Dimensions of the left subclavian artery aneurysms and the used covered stents

Wymiar LSA/LSA dimension	Długość/Length	Dostęp naczyniowy/Vascular access	Stent kryty/Covered stent
34	44	RFA	Advanta 10/59 mm [Atrium]
23	27	LBA	Advanta 10/59 mm [Atrium]
29	30	RFA	Advanta 8/59 mm [Atrium]



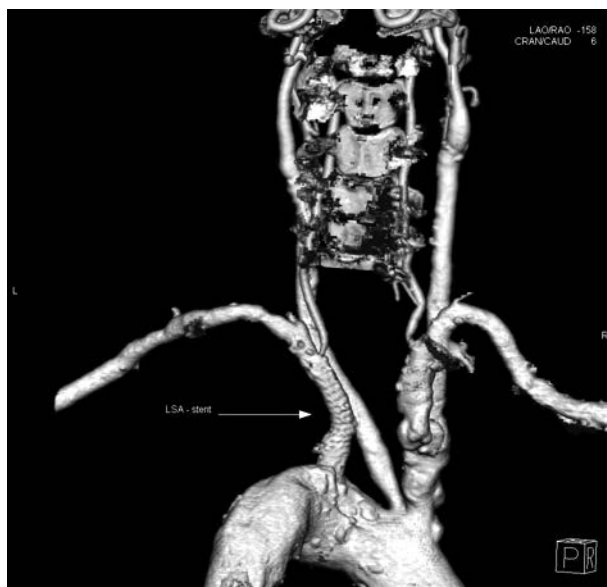
Rycina 2. Tętniak lewej tętnicy podobojczykowej (LSA) (ten sam pacjent, co na rycinie 1)

Figure 2. Left subclavian artery (LSA) aneurysm (a patient from Figure 1)



Rycina 4. Rekonstrukcja obrazu angio-TK, tętniak lewej tętnicy podobojczykowej (LSAA) w przekroju podłużnym

Figure 4. Angio-CT reconstruction, left subclavian artery aneurysm (LSAA) in the longitudinal cross-section



Rycina 3. Stent w lewej tętnicy podobojczykowej, skuteczne wyłączenie tętniaka lewej tętnicy podobojczykowej (LSAA) (ten sam pacjent, co na rycinie 1)

Figure 3. A stent in the left subclavian artery, effective excluding left subclavian artery aneurysm (LSAA), a patient from Figure 1



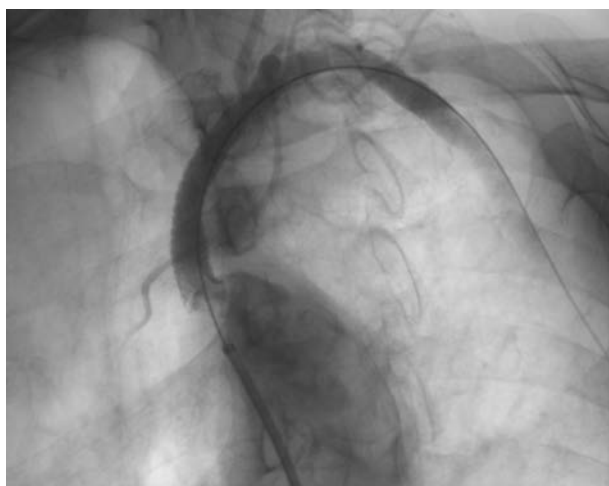
Rycina 5. Duży tętniak lewej tętnicy podobojczykowej

Figure 5. A large aneurysm of the left subclavian artery (LSA)

## Summary

Subclavian artery aneurysms are rare among peripheral arterial aneurysms. The potentially serious complications incline to consider surgical or endovascular therapy in any patient with subclavian artery aneurysm. Endovascular therapy should be the treatment of choice in favourable anatomy, since the short time of the procedure and return to the normal activity are evident advantages of endovascular treatment. The possibility of endovascular treatment often allows to avoid extensive surgery with the use of extracorporeal circulation method, which makes the procedure less burdensome

przy sprzyjającej anatomii, a krótki czas procedury i powrotu do normalnej aktywności są zdecydowanymi zaletami leczenia wewnątrznaczyniowego. W przypadkach gdy możliwe jest zastosowanie leczenia wewnątrznaczyniowego, pozwala ono niejednokrotnie uniknąć rozległego zabiegu z zastosowaniem krążenia pozaustrojowego, czyniąc metodę mniej obciążającą, w porównaniu z pacjentem leczonym tradycyjnie, a wymagającego takiej techniki zabiegu. Stosując leczenie endowaskularne unika się równocześnie ryzykownego preparowania tkanek,



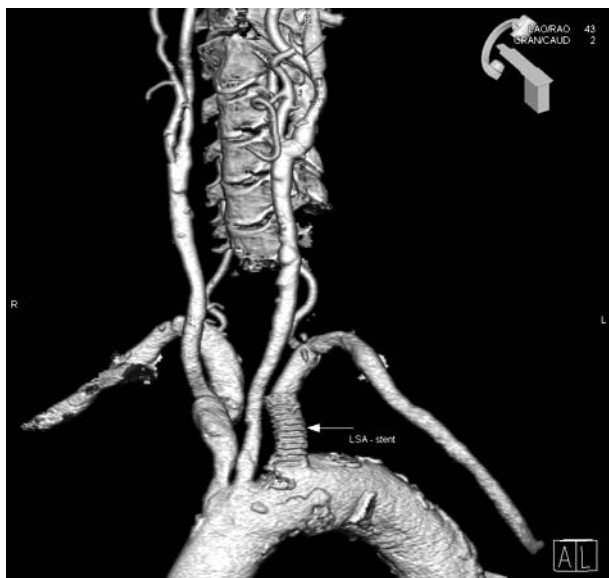
Rycina 6. Obraz śródoperacyjny wyłączenia stentem krytym tętniaka lewej tętnicy podobojczykowej (LSAA) (ten sam pacjent, co na rycinie 1)

Figure 6. An intraoperative image presenting the exclusion of left subclavian artery aneurysm (LSAA) using a covered stent (a patient from Figure 1)



Rycina 8. Przekrój podłużny lewej tętnicy podobojczykowej (LSA) ze stentem krytym wyłączającym tętniak lewej tętnicy podobojczykowej (LSAA) (ten sam pacjent, co na rycinie 5)

Figure 8. Longitudinal cross-section of left subclavian artery (LSA) with a covered stent excluding left subclavian artery aneurysm (LSAA) (a patient from Figure 5)



Rycina 7. Rekonstrukcja obrazu wyłączenia tętniaka lewej tętnicy podobojczykowej (LSAA) stentem krytym (ten sam pacjent, co na rycinie 5)

Figure 7. Reconstruction of the image presenting exclusion of left subclavian artery aneurysm (LSAA) using a covered stent (a patient from Figure 5)



Rycina 9. Obraz śródoperacyjny wewnątrznacyniowego wyłączenia tętniaka lewej tętnicy podobojczykowej (LSAA) (ten sam pacjent, co na rycinie 5)

Figure 9. An intraoperative image of the endovascular exclusion of left subclavian artery aneurysm (LSAA) (a patient from Figure 5)

w którego trakcie może dojść do uszkodzenia ważnych struktur, na przykład żyły podobojczykowej, splotu barkowego, nerwów obwodowych, czy też zwiększonej utraty krwi w przypadku pourazowych tętniaków rzekomych [10, 64]. Rozwój technologiczny oraz coraz skuteczniejsze zaopatrzenie tętniaków tętnicy podobojczykowej za pomocą metod wewnątrznacyniowych powodują stały wzrost liczby zabiegów w zakresie leczenia TTP. Tylko w zakresie pourazowych tętniaków tętnicy podobojczykowej, zaopatrzenie wewnątrznacyniowe tej patologii wzrosło z 1,4% w latach 1988–2000 do 39,2% w latach 2000–2012

compared to the patient treated in a traditional manner but in need of such treatment. Using the endovascular treatment allows to avoid risky tissue preparation, which can cause damage to important structures, such as the subclavian vein, brachial plexus, peripheral nerves, or increased blood loss in the case of traumatic pseudoaneurysms [10, 64]. The development in technology and the increasing effective treatment of subclavian artery aneurysms using endovascular methods result in a steady increase in the number of treatments of subclavian artery aneurysms. Only in post-traumatic subclavian artery aneurysms, endovascular treatment of this pathology has increased from 1.4% in the years 1988–2000 to 39.2% between 2000 and 2012 [37]. The



[37]. Wzrost liczby zabiegów metodą wewnątrznaczyniową z towarzyszącym rozwojem instrumentarium będzie sprzyjał doskonaleniu procedury, czyniąc ją bezpieczniejszą i bardziej dostępną dla obciążonych pacjentów, którzy byłiby dyskwalifikowani od tradycyjnego, otwartego sposobu leczenia.

## Piśmiennictwo (References)

1. Dent TL, Lindenauer SM, Ernst CB *et al.* Multiple arteriosclerotic arterial aneurysms. *Arch Surg.* 1972; 105: 338–344.
2. Lawrence PF, Gazak C, Bhirangi L *et al.* The epidemiology of surgically repaired aneurysms in the United States. *J Vasc Surg.* 1999; 30: 632–640.
3. Vierhout BP, Zeebregts CJ, van den Dungen JJ *et al.* Changing profiles of diagnostic and treatment options in subclavian artery aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2010; 40: 27–34.
4. Mizoguchi H, Miura T, Inoue K, Iwata T, Tei K, Horio Y. Surgical reconstruction for intrathoracic aneurysm originating from proximal part of the right subclavian artery. *Ann Vasc Dis.* 2012; 5: 194–198
5. Bin HG, Kim MS, Kim SC, Keun JB, Lee JH, Kim SS. Intrathoracic aneurysm of the right subclavian artery presenting with hoarseness: a case report. *J Korean Med Sci.* 2005; 20: 674–676.
6. Lida M, Hata H, Kimura H. A case of atherosclerotic aneurysm of the right subclavian artery with the right axillary arterial stenosis and enlargement of the ascending aorta. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2011; 17: 599–602.
7. Tatebe S, Asami F, Shinohara H, Okamoto T, Kuraoka S. Ruptured aneurysm of the subclavian artery in a patient with von Recklinghausen's disease. *Circ J.* 2005; 69: 503–506.
8. Lin CM. Left subclavian artery aneurysm secondary to syphilitic arthritis presenting with a right ischemic cerebellar infarction. *Neurol India* 2009; 57: 344–346.
9. Kosmadakis G, Pappas P, Gobou A, Smirloglou D, Michail S. Severe upper extremity polyneuropathy due to inferior brachial plexus compression as a result of left subclavian artery pseudoaneurysm. *Saudi J Kidney Dis Transpl.* 2012; 23: 1028–1031.
10. Bukhari HA, Saadia R, Hardy BW. Urgent endovascular stenting of subclavian artery pseudoaneurysm caused by seatbelt injury. *Can J Surg.* 2007; 50: 303–304.
11. Hallett JW, Mills JL, Earnshaw J, Reekers JA. *comprehensive vascular and endovascular surgery.* Mosby, London 2004: 485–489.
12. Windfuhr JP, Schubert D, Remmert S. Aneurysm of the subclavian artery. An unusual cause of dysphagia. *HNO.* 2004; 52: 1097–1102
13. Mechchat A, El Hammoumi MM, El Mesnaoui A, Lekehal B, Bensaïd Y. Giant aneurysm of the right intra thoracic sub-clavian artery presenting as a dysphonia. *Pan Afr Med J.* 2011; 9: 39.
14. Morisaki A, Hirai H, Sasaki Y, Hige K, Bito Y, Suehiro S. Aorto-oesophageal fistula after endovascular repair for aberrant right subclavian artery aneurysm. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2014; 20 (suppl.): 790–793.
15. Roh YN, Park KB, Do YS, Kim WS, Kim YW, Kim DI. A hybrid operation in a patient with complex right subclavian artery aneurysm. *J Korean Surg Soc.* 2012; 82: 195–199.
16. Brown HA, Aruny JE, Elefteriades JA, Sumpio BE. Subclavian aneurysm presenting with massive hemoptysis: a case report and review of the literature. *Int J Angiol.* 2013; 22: 69–74.
17. Zhan B, Zhang S, Shao Y. Operation for huge subclavian artery aneurysm: a case report. *J Thorac Dis.* 2010; 2: 117–120.
18. Alvarez JR, Quiroga SJ, Nazar AB, Comendador MJ, Carro GJ. Aberrant right subclavian artery and calcified aneurysm of Kommerell's diverticulum: an alternative approach. *J Cardiothorac Surg.* 2008; 3: 43.
19. Kedora J, Grimsley B, Pearl G. Endovascular treatment of an aberrant right subclavian artery aneurysm with use of the Zenith iliac plug. *Proc (Bayl Univ Med Cent).* 2009; 22: 144–145.
20. Kokotsakis I, Harling L, Anagnostakou V, Tassopoulos D, Charitos C, Ashrafian H, Athanasiou T. Single-stage surgical repair in a complex case of aberrant right subclavian artery aneurysm and common carotid trunk. *J Cardiothorac Surg.* 2013; 8: 112.
21. Takahashi S, Okada K, Orihashi K, Sueda T. Arterio-oesophageal fistula caused by aberrant right subclavian artery aneurysm. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2013; 16: 920–922.
22. Pairolero PC, Walls JT, Payne WS, Hollier LH, Fairbairn JF. Subclavian-axillary artery aneurysms. *Surgery* 1981; 90: 757–763.
23. Tabata S, Saito H, Takizawa M, Imagawa T. Atherosclerotic aneurysm of the right subclavian artery: report of a case. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2007; 13: 139–142.
24. Austin EH, Wolfe GW. Aneurysm of aberrant subclavian artery with a review of the literature. *J Vasc Surg.* 1985; 2: 571–577.
25. Olivencia Peña L, Ros Vidal R, Carrasco de Andracs D. Aberrant right subclavian artery aneurysmal rupture. *Endovascular treatment.* *Med Intensiva.* 2012; 36: 594–595.
26. Ciná CS, Althami H, Pasenau J, Abouzahr L. Kommerell diverticulum and right-sided aortic arch : a cohort study and review of the literature. *J Vasc Surg.* 2004; 39: 131–139.
27. Kouchoukos NT, Masetti P. Aberrant subclavian artery and Kommerell aneurysm : Surgical treatment with a standard approach. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007; 133: 888–892.
28. Buljan K, Buljan V, Hegedu L *et al.* Subclavian fusiform aneurysm causing partial subclavian steal syndrome. Case report. *Med Ultrason.* 2014; 16: 75–77.
29. Colvine K, Gerber I, McQueen F. Clinical image: Takayasu arthritis presenting with subclavian aneurysm. *Arthritis Rheum.* 2006; 54: 382.
30. Resch TA, Lyden SP, Gavin TJ *et al.* Combined open and endovascular treatment of a right subclavian artery aneurysm: a case report. *J Vasc Surg.* 2005; 42: 1206–1209.
31. Math RS, Shankarappa RK, Dwarakaprasad R, Karur S, Bhairappa S, Jayan JPP, Manjunath CN. Multiple fractures with pseudoaneurysm formation in a subclavian artery stent. *Circulation* 2011; 23: e602–e604.
32. Liu X, Li Z, He Y, Gu X, Han J, Wang L. Right subclavian artery aneurysm: a rare complication of coarctation of the aorta. *Tex Heart Inst J.* 2012; 39: 290–291
33. Akasaka T, Mitsuishi T, Nakajima H, Suzuki R, Shimizu S. Aneurysm of the subclavian artery associated with Turner's syndrome: successful surgical treatment. *J Cardiovasc Surg.* 1989; 30: 945–949.
34. Applebaum RE, Caniano DA, Sun CC, Azizkhan RA, Queral LA. Synchronous left subclavian and axillary artery aneurysms associated with melorheostosis. *Surgery* 1986; 90: 249–252.
35. Bansal RP, Gupta P, Sharma LM. Giant intrathoracic mycotic aneurysm of left subclavian artery. *Indian J Med Paediatr Oncol.* 2010; 31: 83–85.
36. Dougherty MJ, Calligaro KD, Savarese RP, DeLaurentis DA. Atherosclerotic aneurysm of the intrathoracic subclavian artery; a case report and review of the literature. *J Vasc Surg.* 1995; 21: 521–529.

37. Assenza M, Centonze L, Valesini L, Campana G, Corona M, Modini C. Traumatic subclavian arterial rupture: a case report and review of literature. *World J Emerg Surg.* 2012; 7: 18.
38. Rutherford RB. *Vascular surgery.* 6<sup>th</sup> edition. W.B. Saunders, Philadelphia 2005: 1552–1557.
39. Utikal P, Bachleda P, Kocher M, Novotny J, Drac P. Aneurysm of the subclavian artery. *Acta Univ Palacki Olomuc Fac.* 1999; 142: 107–109.
40. Tam K, Seneviratne K, Pathak R, Jayatunga A. An acutely ischemic hand in a young adult due to subclavian artery aneurysm (SAA) caused by a cervical rib: a case report. *Cases J.* 2008; 4: 140.
41. Visrutaratna P, Charoenkwan P, Saeteng S. Mycotic aneurysm of the left subclavian artery: CT findings. *Singapore Med J.* 2006; 47: 77–79.
42. Rispoli P, Varetto GF, Conforti M, Tallia C, Rossato D, Gandini G. Hybrid treatment of aberrant subclavian artery aneurysm. Case report. *J Cardiovasc Surg. (Torino)* 2011; 52: 735–737.
43. Godlewski J, Widawski T, Michalak M, Kmieć Z. Aneurysm of the aberrant right subclavian artery — a case report. *Pol J Radiol.* 2010; 75: 47–50.
44. Guilbert MC, Elkouri S, Bracco D *et al.* Arterial trauma during central venous catheter insertion: case series, review and proposed algorithm. *J Vasc Surg.* 2009; 49: 1363.
45. Malyar NM, Brock FE. Giant subclavian artery pseudoaneurysm after pleural drainage puncture. *Circulation* 2012; 125: e365–e366.
46. Argotte AF, Giron F, Bilfinger TV. Bilateral subclavian artery aneurysms with pseudocoarctation of the aorta. Case report and review of the literature. *J Cardiovasc Surg. (Torino)* 1998; 39: 747–750.
47. Van Leemput A, Maleux G, Heye S, Nevelsteen A. Combined open and endovascular repair of a true right subclavian artery aneurysm without proximal neck. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2007; 6: 406–408.
48. Clagett GP. Upper extremity aneurysm. In: Rutherford PB (ed). *Vascular surgery.* 5th edition. W.B. Saunders, Philadelphia 2000: 1356–1369.
49. Hogg JP, Dominic AJ, Counselman RL, Hurst JL. Expanding aneurysm of aberrant right subclavian artery. Case report and imaging evaluation. *Clin Imaging* 1997; 21: 195–199.
50. Takagi H, Mori Y, Umeda Y, Fukumoto Y, Yoshida K, Shimokawa K, Hirose H. Proximal left subclavian artery aneurysm presenting hemoptysis, hoarseness and diplopia: repair through partial cardiopulmonary bypass and perfusion of the left common carotid artery. *Ann Vasc Surg.* 2003; 17: 461–463.
51. Coselli JS, Crawford ES. Surgical treatment of aneurysms of the intrathoracic segment of the subclavian artery. *Chest* 1987; 91: 704–708.
52. Esposito RA, Khalil I, Galloway AC, Spencer FC. Surgical treatment for aneurysm of aberrant subclavian artery based on a case report and a review of the literature. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1988; 95: 888–891.
53. Thomas V. Intrathoracic aneurysm of the innominate and subclavian arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1972; 63: 461–471.
54. McCann RI. Basic data related to peripheral artery aneurysms. *Ann Vasc Surg.* 1990; 4: 411–414.
55. Bahnson HT. Definitive treatment of saccular aneurysms of the aorta with excision of sac and aortic sutures. *Surg Gynecol Obstet* 1953; 96: 383–402.
56. Niino T, Unosawa S, Shimura K. Intrathoracic left subclavian artery aneurysm: report of a case. *Ann Vasc Dis.* 2012; 5: 82–84.
57. Ito H, Kurazumi H, Sakata K, Koabayashi Y. Successful surgical treatment of right subclavian artery aneurysm with a hypoplastic left vertebral artery using temporary cerebral perfusion to prevent cerebral ischemia. *Ann Vasc Dis.* 2011; 4: 60–63.
58. Davidian M, Kee ST, Kato N, Semba CP, Razavi MK, Mitchell RS, Dake MD. Aneurysm of an aberrant right subclavian artery: treatment with PTFE covered stentgraft. *J Vasc Surg.* 1998; 28: 335–339.
59. Kasirajan K, Matteson B, Marek JM, Langsfeld M. Covered stents for true subclavian aneurysms in patients with degenerative connective tissue disorders. *J Endovasc Ther.* 2003; 10: 647–652.
60. Leong CR, Solaimanzadeh I, Rosca M, Siegel D, Giangola G. Embolization of an aberrant right subclavian artery aneurysm with Amplatzer vascular plug without bypass. *Int J Angiol.* 2012; 21: 237–240.
61. Veraldi GF, Furlan F, Tasselli S. Endovascular repair of intrathoracic left subclavian artery aneurysm with stent grafts: report of a case and review of the literature. *Chir Ital.* 2005; 57: 355–359.
62. Hoppe H, Hohenwalter EJ, Kaufman JA, Petersen B. Percutaneous treatment of aberrant right subclavian artery aneurysm with use of the Amplatzer septal occluder. *J Vasc Interv Radiol.* 2006; 17: 889–894.
63. Harding GE, Kribs SW, Forbes TL. Hybrid open and endovascular therapy for a proximal subclavian artery aneurysm. *Vascular* 2008; 16: 236–238.
64. Renger RJ, de Bruijn AJ, Aarts HC *et al.* Endovascular treatment of a pseudo-aneurysm of the subclavian artery. *J Trauma* 2003; 55: 969–971.

**Adres do korespondencji (Address for Correspondence):**

lek. Krzysztof Wolkowski  
 Oddział Chirurgii Naczyń z Pododdziałem Zabiegów Endowaskularnych  
 Szpital im. Jana Pawła II  
 ul. Prądnicka 80, 31–100 Kraków  
 tel.: 608 290 738  
 e-mail: k.wolkowski@poczta.onet.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 17.12.2014 r.