

# Variations in the anatomy of the branches of an aortic arch — two cases

## Zmienność anatomiczna naczyń odchodzących od łuku aorty — opis dwóch przypadków

Mirosław Dziekiewicz<sup>1</sup>, Krzysztof Brzozowski<sup>2</sup>, Bernard Jaroń<sup>2</sup>, Marek Maruszyński<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of General, Oncological and Vascular Surgery, Military Institute of Health Service in Warsaw, Poland (Klinika Chirurgii Ogólnej, Onkologicznej i Naczyniowej Wojskowego Instytutu Medycznego w Warszawie)

<sup>2</sup>Department of Radiology and Laboratory of Intervention Radiology, Military Institute of the Health Service in Warsaw, Poland

(Zakład Radiologii i Pracownia Radiologii Interwencyjnej Wojskowego Instytutu Medycznego w Warszawie)

---

### Abstract

*Variations in the anatomy of the branches of the aortic arch (AA) are well known. But in ordinary surgical practice, being asymptomatic, most of these anatomical variations remain unrecognized. As vascular pathologies proceed affecting the innominate artery (IA) and/or its branches, including the left common carotid artery (CCA) and subclavian artery (SA) — they are noticed and detected.*

*In our paper, two cases of the origin of left CCA from IA are presented.*

**Key words:** aortic arch, innominate artery, left common carotid artery

### Streszczenie

*Zmienność anatomiczna pni odchodzących od łuku aorty jest znaczna. W codziennej praktyce w większości przypadków anatomiczne odmiany naczyń odchodzących od łuku aorty pozostają niewykryte. Ponadto najczęściej nie powodują one objawów klinicznych i dopiero patologie dotyczące pnia ramiennie-głowego i/lub jego odgałęzienia oraz tętnicy szyjnej wspólnej lewej i podobojczykowej pozwalają na ich rozpoznanie. W niniejszej pracy przedstawiono dwa przypadki chorych, u których rozpoznano odejście lewej tętnicy szyjnej wspólnej od pnia ramiennie-głowego.*

**Słowa kluczowe:** łuk aorty, pień ramiennie-głowy, tętnica szyjna wspólna lewa

---

### Introduction

The aortic arch gives off three branches from its horizontal part, in order of appearance originating: innominate artery (IA), left CCA and left SA, which is the last branch of the AA. The first one is the origin for right SA and CCA. The aortic arch shares common congenital abnormalities with its branches and pulmonary arteries [1, 2]. Some of them have specific clinical presentations just from the beginning, whereas others stay

### Wstęp

Główne pnie naczyniowe łuku aorty odchodzą od jego horyzontalnej części. Należą do nich: pień ramiennie-głowy (który oddaje prawą tętnicę podobojczykową i prawą tętnicę szyjną wspólną), lewa tętnica szyjna wspólna i lewa tętnica podobojczykowa. W naczyniach tych, łuku aorty i tętnicach płucnych ze względu na wspólne pochodzenie embriologiczne często występują wady rozwojowe [1, 2]. Niektóre z nich od samego początku po-

---

#### Address for correspondence (Adres do korespondencji):

Dr med. Mirosław Dziekiewicz, Klinika Chirurgii Ogólnej, Onkologicznej i Naczyniowej WIM  
ul. Szaserów 128, 00–909 Warszawa  
tel: (+48 22) 681 64 14, fax: (+48 22) 810 27 38  
e-mail: dziekiewicz@wp.pl

asymptomatic [3, 4]. Based on the example of congenital cardiopathy, which represents about 7 cases per 1000 births [5]. In this group of children, 30% of hard congenital abnormalities of the aortic arch branches are observed.

As we can see, variations in the anatomy of the branches of the aortic arch are considerable. Knowledge of this specific subject, particularly thinking about surgical strategy in the case of the aortic arch or its branches reconstruction necessity [6–8].

In this paper we present two cases of patients with a left CCA originating from IA. Both of them were found accidentally.

### Case report no 1

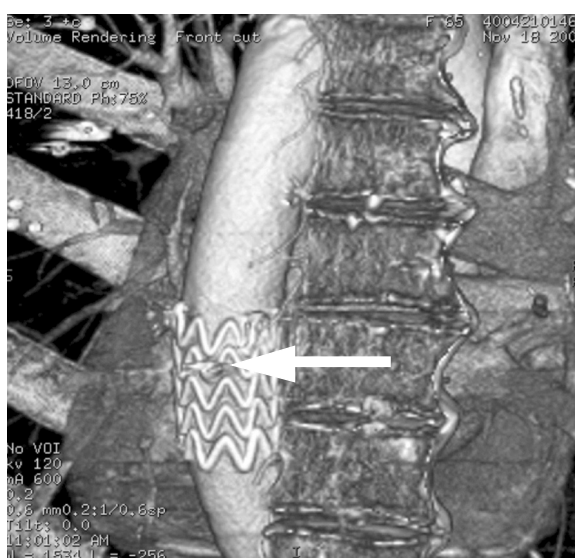
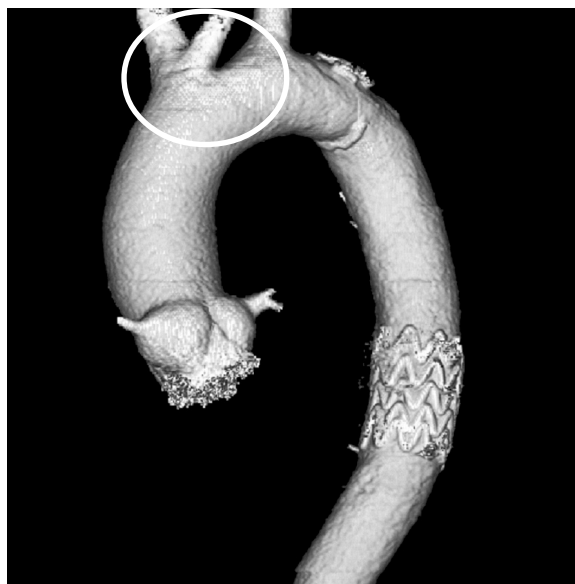
A 65-year-old woman, admitted to the Department of General, Oncological and Vascular Surgery of the Military Institute of Health Service in Warsaw, sustained a hunting gunshot wound of the chest. It was an incidental shot from 1.5 m. Pulse and blood pressure were equal in the upper and lower extremities and the carotid arteries too. After the accident, she was found to be awake, alert, and stable. Thoracic radiography on admittance revealed a left pneumothorax, treated immediately by intercostal catheter drainage with underwater seal, receiving suction drainage (up to 15 cm H<sub>2</sub>O pressure). The aortic arch and its major branches were interpreted as normal by the radiologist. First, debridement of the superficial wounds was performed. During following days of suction drainage, control of lung pneumatisation was carried out. We noticed that one bullet was fixed in the wall of the thoracic aorta on the level of Th8, and communicated directly with aorta blood flow. The suspicion was confirmed in CT (Computed Tomography). We decided to cover this place with a stent (Endograft Gore, 35 mm). Additionally, in the 3D CT we noticed a left CCA originating from IA (Figure 1).

### Case report no 2

A 65-year-old woman was admitted to our hospital suffering from right arm claudication. In 3D CT evaluating the aorta arch with its branches, occlusion of the right subclavian artery (SA) in the origin was revealed. Additionally, the takeoff of the left CCA originated directly from IA (Figure 2). Conservative therapy of critical limb ischaemia significantly augmented the effort tolerance of the right arm in the end.

### Discussion

The IA and left CCA share a common origin in 24% of individuals and originate from common ostium in 16

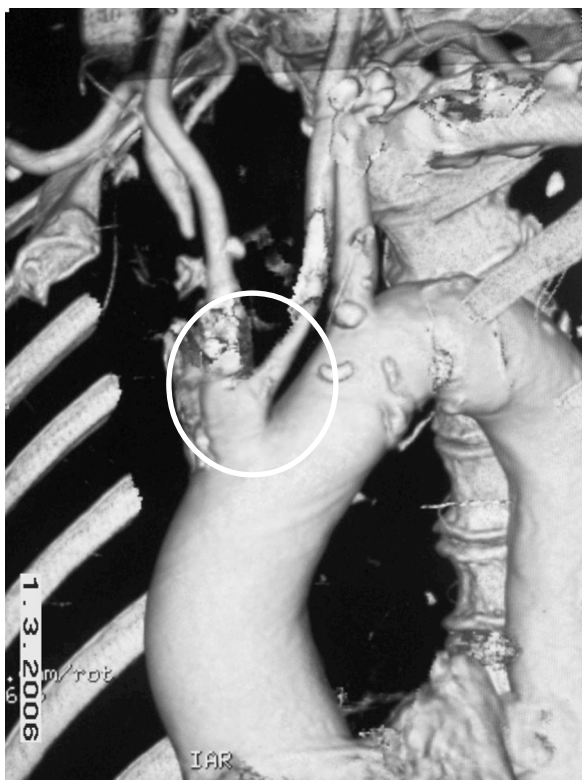


**Figure 1.** Case no 1. The left carotid artery originated from the innominate artery trunk. Below, the bullet in the aorta's wall covered by stent

**Rycina 1.** Przypadek 1 — odejście tętnicy szyjnej wewnętrznej lewej od pnia ramienno-głowego. Strzałka wskazuje pokryty stentem pocisk

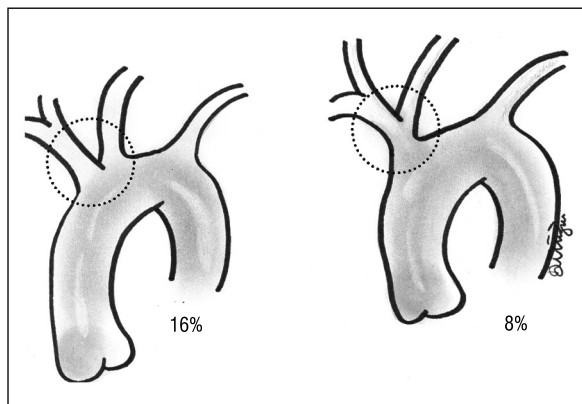
wodują poważne objawy, inne takich objawów nie wywołują, dlatego bardzo trudno jest określenie częstości ich występowania [3, 4]. Na przykład, kardiopatii wrodzonej, której częstość określa się na około 7 przypadków na 1000 urodzeń, towarzyszy 30% ciężkich anomalii rozwojowych pni odchodzących od łuku aorty [5].

Zmienność anatomiczna pni naczyniowych odchodzących od łuku aorty jest znaczna. Jej znajomość jest niezbędna, szczególnie w aspekcie wypracowywania strategii chirurgicznej, gdy konieczna jest rekonstrukcja samego łuku aorty i naczyń od niego odchodzących [6–8].



**Figure 2.** Case no 2. The left carotid artery originated from the innominate artery trunk

**Rycina 2.** Przypadek 2 — odejście tętnicy szyjnej wewnętrznej lewej od pnia ramiennie-głowowego



**Figure 3.** Common origin of left ICA and IA (left side), ICA originating from the trunk of IA (right side)

**Rycina 3.** Wspólne odejście tętnicy szyjnej wspólnej lewej i pnia ramiennie-głowowego (strona lewa) oraz odejście tętnicy szyjnej wspólnej lewej od pnia ramiennie-głowowego (strona prawa)

% of the population, and in 8% CCA emerge from the IA trunk (Figure 3) [7, 8]. The aorta arch branches are to the head and arms directed arteries. From an anatomo-

W niniejszej pracy przedstawiono dwa przypadki chorych, u których rozpoznano odejście lewej tętnicy szyjnej wspólnej od pnia ramiennie-głowowego.

### Przypadek I

Chorą w wieku 65 lat przyjęto do Kliniki Chirurgii Ogólnej, Onkologicznej i Naczyniowej WIM w Warszawie z powodu postrzału klatki piersiowej z myśliwskiej broni śrutowej. Strzał oddano z bliskiej odległości. W chwili przyjęcia chora była przytomna, jej stan ogólny był dobry, tętno na obwodzie we wszystkich typowych miejscach badania i na tętnicach szyjnych — wyczuwalne. W rentgenogramie klatki piersiowej rozpoznano lewostronną odemę płucną, którą odbarczono doraźnie za pomocą drenażu ssącego (15 cm słupa wody). Łuk aorty oraz naczynia od niego odchodzące nie były uszkodzone. U chorej konieczne było miejscowe opracowanie rany powierzchownej klatki piersiowej. W badaniu kontrolnym klatki piersiowej uwidoczniono pojedynczą śrucinę w ścianie aorty, na poziomie Th 8. Podjęto decyzję o pokryciu tego miejsca stentgraftem (Endograft Gore, 35 mm). W tomografii spiralnej uwidoczniono odejście lewej tętnicy szyjnej wspólnej od początkowego odcinka pnia ramiennie-głowowego (ryc. 1).

### Przypadek 2

Chorą w wieku 65 lat diagnozowano w Klinice Chirurgii Ogólnej, Onkologicznej i Naczyniowej WIM w Warszawie z powodu niskiej tolerancji wysiłku przez prawą kończynę górną. W tomografii spiralnej łuku aorty i odchodzących od niego naczyń stwierdzono odcinkową niedrożność prawej tętnicy podobojczykowej, a także wspólny pień tętniczy dający początek pniowi ramiennie-głowowemu i lewej tętnicy szyjnej wspólnej (ryc. 2). Po zastosowaniu leczenia zachowawczego przewlekłego niedokrwienia kończyn dolnych ustąpiły objawy chromania ze strony prawej kończyny górnej.

Obie pacjentki pozostają pod opieką Poradni Chorób Naczyń Wojskowego Instytutu Medycznego w Warszawie.

### Dyskusja

Wspólne odejście pnia ramiennie-głowowego i tętnicy szyjnej wspólnej lewej występuje u około 24% chorych. Spośród nich u 16% pacjentów pień ramiennie-głowowy i lewa tętnica szyjna wspólna dzielą wspólne odejście, a u 8% lewa tętnica szyjna wspólna odchodzi od pnia ramiennie-głowowego (ryc. 3) [7, 8].

Naczynia biorące początek od łuku aorty kierują się dogłównowo i do kończyn górnych. Pod względem anatomicznym dzielą się na segment piersiowy, przedni

mical point of view they share common segments: thoracic, anterior mediastinum and cervical [8]. Their common passage through introduced similar vascular pathologies is the most characteristic in this region e.g. occlusive changes, aneurisms and mixed pathologies [6]. Most of them are acquired. Arteriosclerosis is the most common pathology, and subsequently, inflammatory diseases (e.g. Takayashu, Horton, Behçet), embolisation, infectious (e.g. syphilitic or mycotic aneurysm), radiation-induced pathologies, mechanical causes (e.g. angulations, external compression), tumours and post-traumatic pathologies [8]. Exceptionally, secondary to the extravascular stroma diseases affecting connective tissue, muscular tissue and/or nervous tissue are observed (e.g. fibromuscular dysplasia, spontaneous dissection, neurofibromatosis) [8]. A distinct group is formed by the congenital variations; this means the anatomical abnormalities e.g. the retroesophageal SA [7, 8]. Such a large diversity of pathologies involving the branches of AA forms a particular challenge from a surgical point of view [9–11]. Next, the anatomical relations of proximal parts of these vessels improve additional aspects. Extrathoracic surgical interventions (e.g. transpositions, unilateral or cross-over by-passes) are able to remedy most local occlusive problems (subclavian or internal carotid artery (ICA)) principally in patients with a high operation risk. The more complicated cases e.g. occlusions of IA, multifocal obliterations and aneurisms of intrathoracic parts of these vessels require a sternotomy [7, 8]. Isolated exclusion from circulation of one of the ICA's in these cases can be impossible (see Figure 3). Temporary or permanent circulation by a minimum of one of these arteries is needed, depending on the efficiency of collateral circulation [6–8]. The presence of more complicated or disseminated changes affecting the aorta arch and/or its branches require an extracorporeal circulation with a circulation arrest in deep hypothermia [8, 11]. Surgical intervention of the arteries to the head brings neurological risks [7]. Some problems can be solved by endovascular procedures, except for cases with critical, multilocal occlusions and/or affecting long distance of the arterial lumen. In such cases endovascular treatment is not dedicated. Hybrid operations can be a good solution, connecting classical and endovascular surgical interventions [7, 8].

Knowledge of variations in the anatomy of the branches of the aortic arch is extremely important in the process of diagnosis of vascular pathologies and in working out a surgical strategy.

śródpiersiowy i segment szyjny [8]. Ich wspólny przebieg powoduje podobne zmiany naczyniowe, najbardziej typowe w tych okolicach, czyli zmiany okluzyjne, tętniaki oraz patologie mieszane [6]. Zwykle patologie naczyń w tych okolicach należą do zmian nabytych. Na pierwszym miejscu należy wymienić miażdżycę, w dalszej kolejności: choroby zapalne naczyń (choroba Takayashu, Hortona, Behçeta), zatorowość, choroby zakaźne (tętniaki), zmiany popromienne, przyczyny mechaniczne (zagięcia, ucisk z zewnątrz), guzowate lub urazowe [8]. Najbardziej obserwuje się zmiany wtórne do procesów toczących się w podścielisku okołonaczyniowym, czyli w tkance łącznej, mięśniowej i/lub nerwowej (dysplazja włóknisto-nerwowa, rozwarstwienia samoistne, nerwiako-włóknikowatość) [8]. Oddzielną grupę stanowią anomalie wrodzone, czyli odmiany anatomiczne (np. tętnica podobojczykowa zaprzetykowa) [7, 8]. Tak znaczna liczba procesów chorobowych, jakie mogą dotyczyć wymienionych naczyń, stanowi szczególnie interesujący aspekt z punktu widzenia chirurga.

Zagadnienie chirurgii naczyń odchodzących od łuku aorty jest pasjonującym i jednocześnie dużym wyzwaniem [9–11]. Po pierwsze, ze względu na różnorodność patologii naczyń występujących w tej okolicy, a po drugie, z powodu anatomicznego usytuowania proksymalnych odcinków pni tych naczyń. O ile interwencje poza klatką piersiową (transpozycje, pomosty jednostronne lub pomosty typu *cross-over*) pozwalają rozwiązać większość problemów okluzyjnych jednoczesnych (tętnica podobojczykowa i tętnica szyjna wewnętrzna) u chorych z dużym ryzykiem operacyjnym, to obecność tych zmian w pniu ramienno-głowym, ich wieloogniskowość, czy wreszcie tętniaki tych naczyń położone w klatce piersiowej wymagają wykonania sternotomii [7, 8]. Niestety czasowe zamknięcie przepływu przez jedną z tętnic szyjnych wewnętrznych (ryc. 3) u chorych z ich wspólnym odejściem jest niemożliwe. Należy więc zastosować czasowy bądź stały przepływ przez przynajmniej jedno z naczyń w zależności od ich drożności i wydolności krążenia obocznego [6–8]. Z kolei częste współistnienie zmian mieszanych dotyczących samego łuku aorty i pni od niego odchodzących łącznie stwarza konieczność zastosowania krążenia pozaustrojowego i zatrzymania krążenia w stanie głębokiej hipotermii [8, 11]. Wreszcie operacje na pozaczaskowych tętnicach mózgowych wiążą się z określonym ryzykiem neurologicznym [7]. Warto dodać również, że postęp obserwowany w leczeniu endowaskularnym stwarza nowe możliwości terapii, choć jest grupa chorych ze zwęże-

## References

1. Puchalski M, Minich L (2004) Abnormal aortic arch. *Pediatric Cardiol*, 6.
2. Bonnard A, Auber F, Fourcade L et al (2003) Vascular ring abnormalities: a retrospective study of 62 cases. *J Pediatr Surg*, 38: 539–543.
3. Cina C, Althani H, Pasenau J et al (2004) Kommerell's diverticulum and right-sided aortic arch: a cohort study and review of the literature. *J Vasc Surg*, 39: 131–139.
4. Schreiber C, Tsang V, Yates R et al (1999) Common arterial trunk associated with double aortic arch. *Ann Thorac Surg*, 68: 1850–1852.
5. Edwards J (1977) Anomalies of the aortic arch system. *Birth Defect*, 13: 47–83.
6. Kieffer E, Sabatier J, Koskas F et al (1995) Atherosclerotic innominate artery occlusive disease: early and long term results of surgical reconstruction. *J Vasc Surg*, 21: 326–337.
7. Berguer R, Kieffer E. *Surgery of the arteries to the head*. Chapter 10. Springer, New York 1999: 158–164.
8. Kieffer E. *Chirurgie des troncs supra-aortiques*. Chapitre 7. Editions AERCV, Paris 2003: 99–109.
9. Savory W (1856) Case of a young woman in whom the main arteries of both upper extremities, and of the left

niami krytycznymi i/lub wielomiejscowymi oraz ze zwężeniami na długich odcinkach, u których nie poleca się tego sposobu leczenia. Pewnym rozwiązaniem jest wykonywanie operacji hybrydowych łączących chirurgię klasyczną z wewnątrznaczyniową [7, 8].

Znajomość odmian anatomicznych naczyń odchodzących od łuku aorty jest niezwykle ważna przy analizie patologii naczyń oraz wypracowywaniu strategii postępowania chirurgicznego.

---

side of the neck, were throughout completely obliterated. *Me Chir Trans*, 39: 205.

10. Dodge-Khatami A, Tulevski II, Hitchcock JF et al (2002) Vascular rings and pulmonary arterial sling: from respiratory collapse to surgical cure, with emphasis on judicious imaging in the hi-tech era. *Cardiol Young*, 12: 96–104.
11. Korkola S, Tchervenkov C, Shum-Tim D (2002) Aortic arch reconstruction without circulatory arrest: review of techniques, applications, and indications. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatric Card Surg Ann*, 5: 116–125.