původní práce

Atypický odstup a. vertebralis sinistra – náhodný pitevní nález a výskyt v populaci

Variablity of the left vertebral artery – accidental autopsy finding and prevalence arch in the population

Lada Eberlová[1,3], Hynek Mírka[2,3], Petr Hošek[3], David Škarda[1], David Štěpánek[1,4]

[1]Ústav anatomie LF UK, Plzeň
[2]Klinika zobrazovacích metod LF UK a FN, Plzeň
[3]Biomedicínské centrum LF UK a FN, Plzeň
[4]Neurochirurgická klinika LF UK a FN, Plzeň

Přijato: 15. 12. 2021

Korespondenční adresa:
MUDr. Lada Eberlová, Ph.D.
Ústav anatomie LF UK
Karlovarská 48, 301 00 Plzeň
e-mail: lada.eberlova@lfp.cuni.cz

Konflikt zájmů: žádný.

Práce vznikla za finanční podpory Specifického výzkumu UK č. 260535.

Poděkování
Děkujeme sl. Lence Jetlebové za grafické zpracování schémat.

Hlavní stanovisko práce
Atypické větvení aortálního oblouku jsme prokázali u 5,3 % pacientů. U mužů s anomálií levého aortálního oblouku nebo a. vertebralis sinistra lze očekávat variabilní výši vstupu a. vertebralis dextra do foramen processus transversi (FPT), u obou pohlaví vstup levé a. vertebralis do FPT C5.

SOUHRN

Eberlová L, Mírka H, Hošek P, Škarda D, Štěpánek D. Atypický odstup a. vertebralis sinistra – náhodný pitevní nález a výskyt v populaci

Cíl: V návaznosti na náhodný pitevní nález jsme hodnotili prevalenci podobných nálezů u pacientů hospitalizovaných ve FN Plzeň.

Metodika: V kohortě 570 pacientů (228 žen, 342 mužů; věk 26–87 let) jsme z CT angiografií mozkových tepen hodnotili prevalenci a typ anomálního větvení aortálního oblouku (AO). Hodnocen byl i nález na těle dárce při anatomické pitvě.

Výsledky: Všechny aortální oblouky byly levostranné. Z 30 nálezů (odpovídá prevalenci 5,3 %) se nejčastěji vyskytoval přímý odstup a. vertebralis sinistra (AVS) mezi a. carotis communis sinistra a a. subclavia sinistra, tato konfigurace odpovídala i našemu pitevnímu nálezu. U pacientů s atypií aortálního oblouku vstupovala a. vertebralis do foramen processus transversi (FPT) nejčastěji na úrovni C5 vlevo (73,3 %) a C6 vpravo (73,3 %). V závislosti na pohlaví jsme v této kohortě prokázali signifikantně vyšší variabilitu průběhu pravé AV (AVD) u mužů, u žen byly vstupy AVD výhradně v úrovni C6. AVS vstupovala u obou pohlaví nejčastěji do foramen processus transversi C5.

Závěr: Anomálie levostranného aortálního oblouku jsme prokázali u 5,3 % pacientů, často

Major statement
Atypical branching of the aortic arch was proved in 5.3% of patients. In males with annomaly of the left aortic arch or of the left vertebral artery, variable level of entrance of the right vertebral artery into the foramen transversarium (FT) needs to be expected. In both sexes, the left vertebral artery usually enters the FT of C5.

SUMMARY

Eberlová L, Mírka H, Hošek P, Škarda D, Štěpánek D. Variablity of the left vertebral artery – accidental autopsy finding and prevalence in the population

Aim: Based on an accidental autopsy case, the prevalence of similar findings in patients hospitalized at the University Hospital in Pilsen was evaluated.

Methods: In a cohort of 570 patients (228 females, 342 males; age 26–87 years), the prevalence and type of atypical branching of the aortic arch (AO) were evaluated with the use of CT angiography. An accidental finding in the donor body within the anatomical autopsy was assessed.

Results: All the aortic arches were left. Of the 30 findings (corresponds to a prevalence of 5.3%), the most frequently found configuration was the left vertebral artery arising between the left common carotid artery and the left subclavian artery, which also corresponded to the autopsy finding. In patients with atypical AO, the vertebral artery (VA) entered the foramen transversarium (FT) most often at the level of C5 on the left (73.3%) and C6 on the right (73.3%). Depending on sex, we significantly higher variability in the course of right VA was found in men. In women, the right VA pierced FT C6 most often. The left VA entered predominantly the FT of C5 in both sexes.

byly doprovázeny atypickým průběhem a. vertebralis. U těchto pacientů vstupovala levá AV nejčastěji do FPT C5. U mužů s anomálním větvením aortálního oblouku nebo atypií levé AV byla výše vstupu pravé AV do FPT značně variabilní.

Klíčová slova: anomálie aortálního oblouku, atypická a. vertebralis, foramen processus transversi.

Conclusions: Atypical branching of the aortic arch was found in 5.3%, and was often accompanied with an atypical course of the vertebral arteries. In these patients, the left VA most often entered FT C5, on the right in women it entered exclusively C6. Therefore, in men with anomalous aortic arch or atypia of the left VA, it is necessary to take into account a considerable variability in the course of the right VA as well.

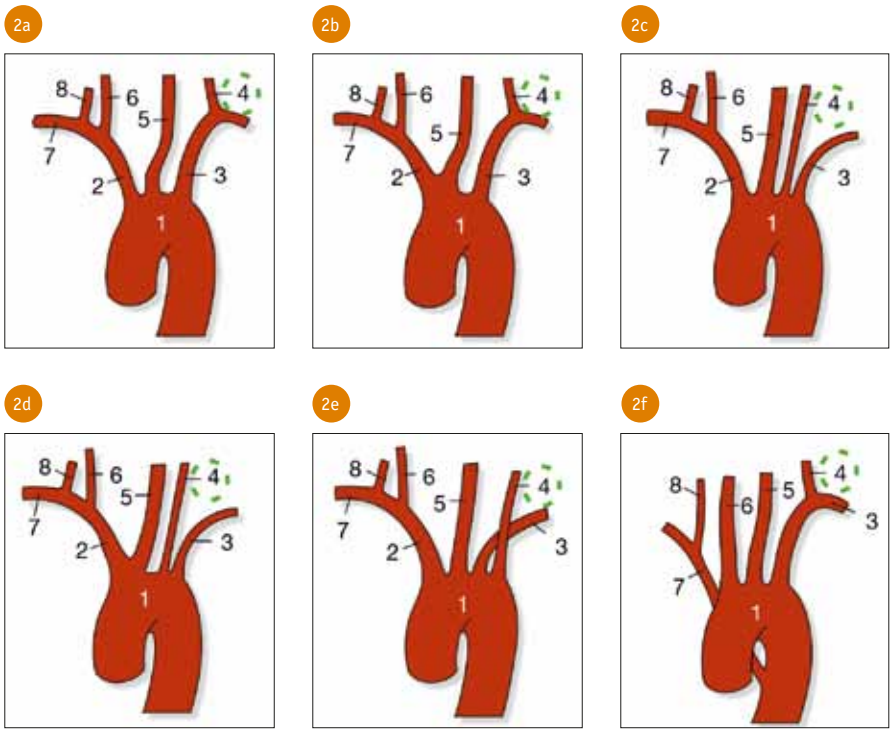
Key words: aortic arch anomaly, aberant vertebral artery, foramen transversarium.

ÚVOD

Podnětem naší studie byla analýza náhodného nálezu anomálního odstupu a. vertebralis sinistra (AVS) při anatomické pitvě (obr. 1). A. vertebralis (AV) je obvykle první a nejmohutnější větví a. subclavia. Normální AV odstupuje oboustranně z a. subclavia před fissura scalenorum (1a, 2a). Běží kraniálně kanálem tvořeným otvory v příčných výběžcích krčních obratlů nejčastěji v rozsahu C6–1. Po esovitém průběhu v oblasti mezi lební bází a C1 prorůží membrana atlantooccipitalis, v místě pontomedulárního přechodu se obě AV spojují a vytvářejí nepárovou a. basilaris. Ta běží po pons Varoli, na jeho konci

1 **Větve arcus aortae, pitevní nález** – a. carotis communis (1), a. subclavia sinistra (2), a. vertebralis sinistra (šipka)

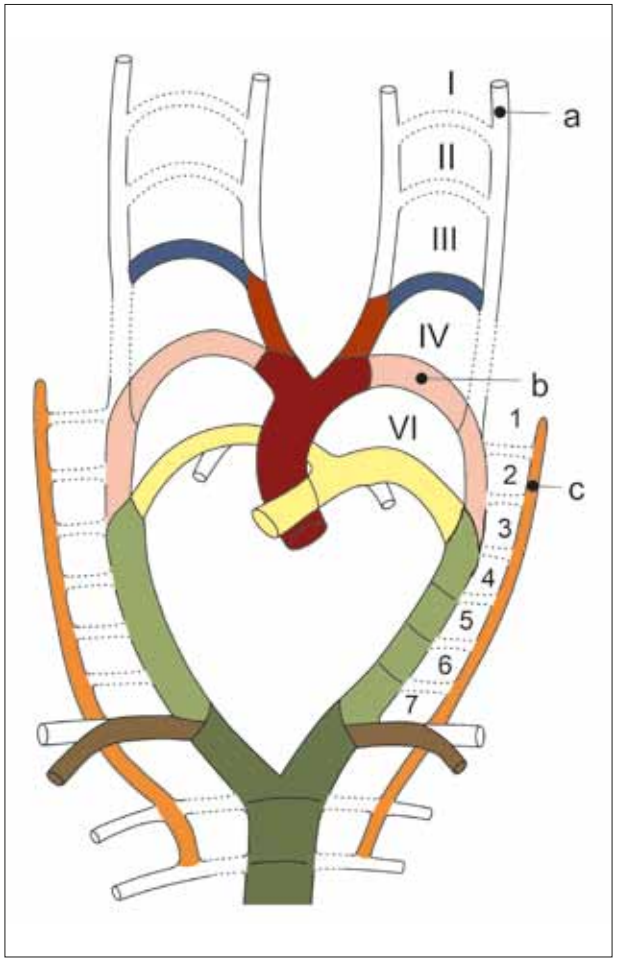
Branches of the aortic arch, autopsy finding – common carotid artery (1), left subclavian a. (2), left vertebral artery (arrowhead)



2 **Větvení aortálního oblouku (a) a jeho nejčastější anomálie (b–d)** (upraveno podle Jinkinse (4a))

Branching of the aortic arch (a) and its most common anomalies (b–d) (according to Jinkins (4a))

1 – arcus aortae, 2 – truncus brachiocephalicus, 3 – a. subclavia sinistra, 4 – a. vertebralis sinistra, 5 – a. carotis communis sinistra, 6 – a. carotis communis dextra, 7 – a. subclavia dextra, 8 – a. vertebralis dextra



3 **Vývoj aortálních oblouků** (upraveno podle Standring et al. (1b)) – aorta dorsalis (a), arcus aortae sinister quartus (b), arcus aortae (I–VI), a. intersegmentalis (1–7), a. vertebralis (c)

Development of the aortic arches (according to Standring et al. (1b)) – aorta dorsalis (a), 4th aortic arch (b), aortic arch (I–VI), intersegmental a. (1–7), vertebral a. (c)

bifurkuje do a. cerebri posterior a cestou r. communicans posterior vstupuje do Willisova okruhu. AV je klíčová pro zásobení míchy i mozku. Z každé odstupuje intrakraniálně jedna a. cerebelli inferior posterior (PICA), která zásobuje část mozečku a oblongaty, včetně vestibulárních jader. AV běží na krku v tzv. prevertebrálním prostoru (3), její extrakraniální průběh lze rozdělit na čtyři části (2a, 4b): V1 (volný segment) – od místa odstupu AV k 1. příčnému výběžku, kterým prochází; V2 (intervertebrální segment) – v kanálu tvořeném příčnými výběžky krčních obratlů do C3; V3 (atlasová klička) – od C3 k lební bázi; V4 (intrakraniální segment).

Vývoj oblouku aorty (AO) a jejích větví (obr. 2) je komplikovaný (5, 6), spojený s postupným vývojem a regresí primitivních cév, žaberních oblouků a sklerotomů. Oblast definitivního aortálního oblouku mezi a. carotis communis sinistra a a. subclavia sinistra se vyvíjí ze 4. aortálního oblouku vlevo, vpravo dává 4. oblouk vznik a. subclavia dextra. Schéma vývoje aortálních oblouků (obr. 3) známé z embryologických učebnic z konce 4. týdne embryogeneze je značně zavádějící (1b, 6) – aortální oblouky se totiž nevyskytují současně a 5. oblouk u člověka zcela zaniká. Samotná a. vertebralis vzniká v 5. a 6. týdnu embryogeneze aa. intersegmentales 1–6, které v původním počtu 30 vybíhají z dorzální aorty do somitů, v hrudní a břišní části dávají vznik parietálním větvím descendentní aorty (obr. 3). Na rozdíl od údajů uváděných v běžných anatomických učebnicích (1a) je variabilita průběhu a. vertebralis značná (7, 8), atypický odstup a. vertebralis spojený s aberantním větvením aortálního oblouku je častější vlevo – prevalence je odhadována na 4–8 % (2b, 4b, 7).

METODIKA

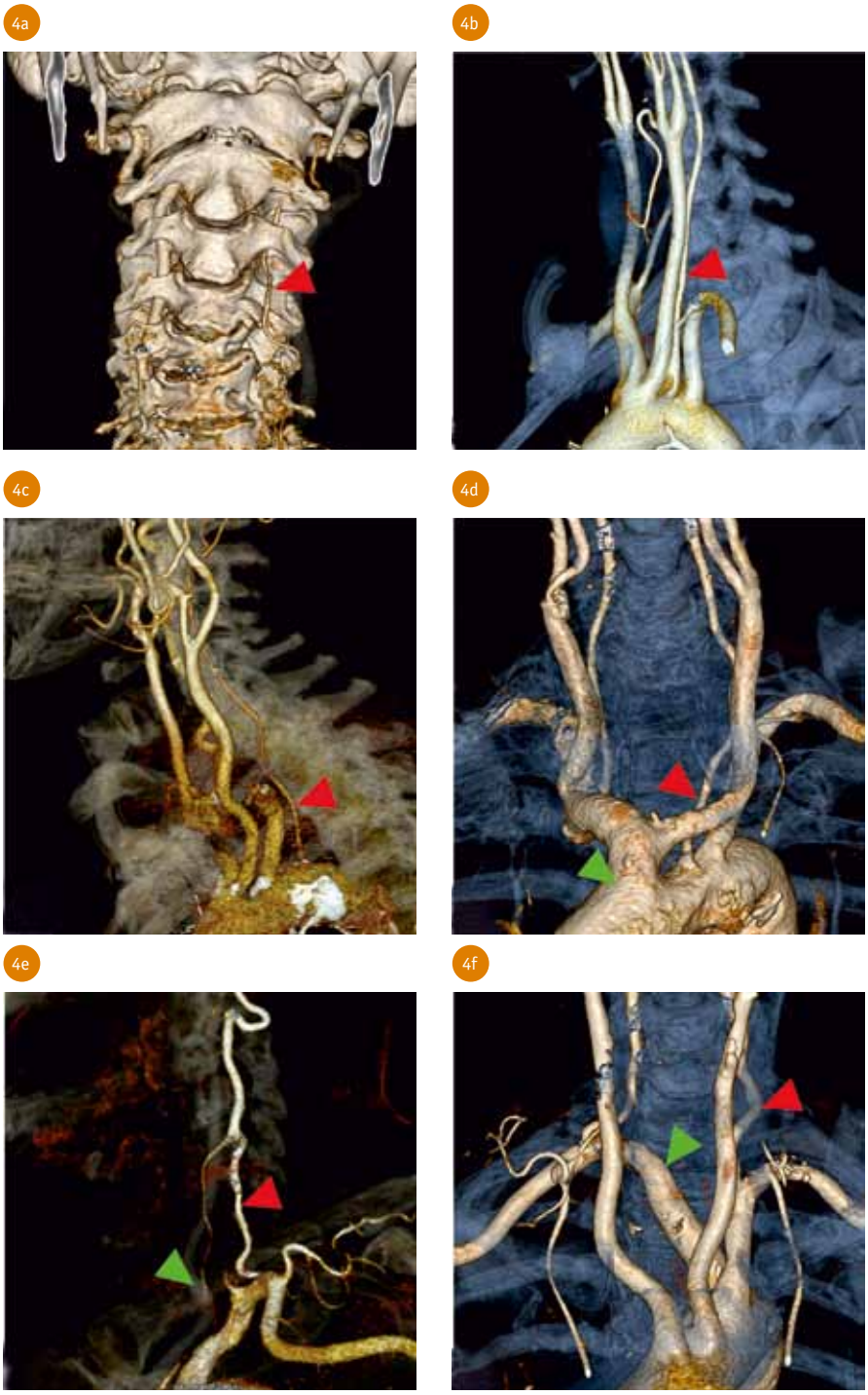
Hodnotili jsme:

1. tělo pitvané při anatomické pitvě na LF v Plzni – muž, 74 let (viz obr. 1)
2. CT skeny 570 pacientů pořízené na Klinice zobrazovacích metod FN v Plzni (228 žen, 342 mužů; věk 26–87 let). Pro zařazení variet aortálního oblouku byla použita klasifikace podle Jinkinse (4a) (viz obr. 2). U atypického větvení AO jsme hodnotili úroveň vstupu a. vertebralis dextra a sinistra do foramen processus transversi (FPT).

Tab. 1 **Prevalence anomálního oblouku aorty**

Tab. 1 **Anomalous aortic arch prevalence**

Typ	Muži	Ženy	Celkem	prevalence v kohortě 570 pacientů	% výskytu mezi atypiemi
typ C	11	14	25	4,4 %	83,3 %
typ D	2	0	2	0,4 %	6,7 %
typ E	1	0	1	0,2 %	3,3 %
typ F	1	1	2	0,4 %	6,7 %
celkem	**15**	**15**	**30**	**5,3 %**	



4 **CT-angiografie, větve aortálního oblouku** – červená šipka – a. vertebralis sinistra; zelená šipka – společný odstup tr. brachiocephalicus a a. carotis communis sinistra (d), duplicitní AV (e), a. lusoria (f)

CT-angiography, aortic arch branches – red arrow head – left vertebral artery; green arrow head – common course of the brachocephalic trunk and the left common carotid artery (d), VA doubled (e), a. lusoria (f)

Pro statistickou analýzu byly použity Pearsonův chí-kvadrát test a Fisherův přesný test (9).

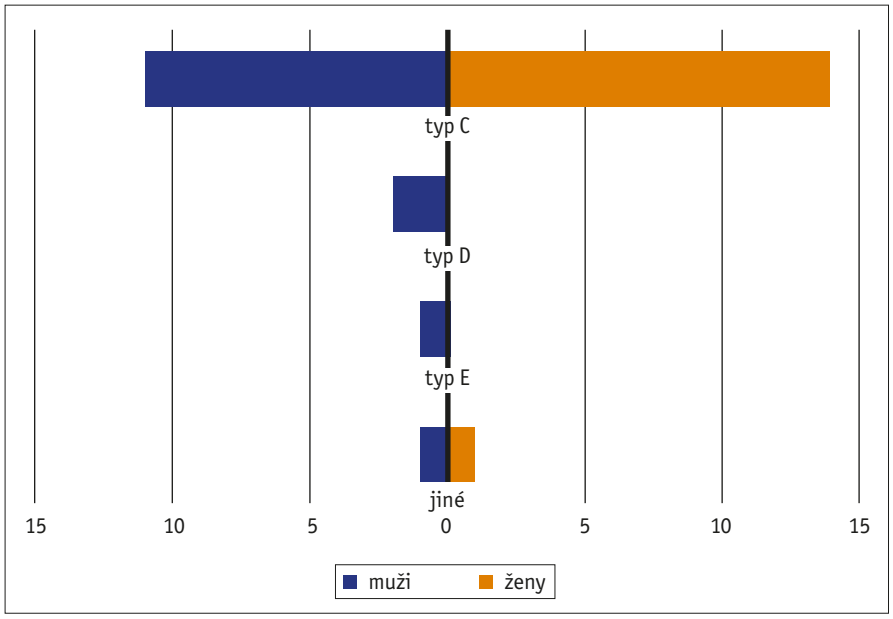
VÝSLEDKY

Pitva ukázala odstup a. vertebralis sinistra přímo z arcus aortae, mezi a. carotis communis sinsitra a a. subclavia sinistra, což odpovídá konfiguraci variety C (viz obr. 1, 2c a 4b). AV dextra odstupovala normálně z a. subclavia dextra. Z CT angiografií 570 pacientů bylo 30 nálezů anomálního větvení aortálního oblouku, což odpovídá prevalenci 5,3 % (tab. 1). Všechny aortální oblouky byly levostranné. Nejčastěji (83,3 %) se při CT angiografii vyskytovala varieta typu C, varieta B nalezena nebyla (obr. 4, 5a). U jednoho pacienta byla nalezena duplicitní AVS (obr. 4e), kdy dominantní AV1 odstupovala z a. subclavia sinistra, drobnější AV2 z arcus aortae. U pacientů s anomálním větvením levostranného AO jsme prokázali signifikantně vyšší variabilitu vstupu do FPT u pravé AV u mužů ($p = 0,002$), u žen byly vstupy pravé AV pouze v úrovni C6 (obr. 5). AVS vstupovala u obou pohlaví nejčastěji do FPT C5.

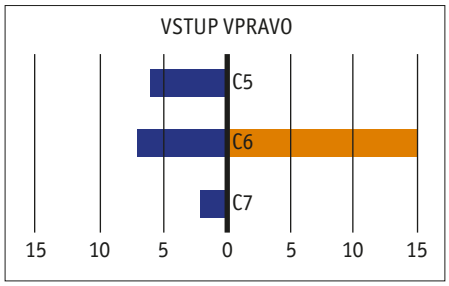
DISKUSE

A. vertebralis se vyznačuje velkým množstvím variet či anomálií, z nichž většina se vyskytuje vlevo a je asymptomatická (10, 11). Jejich znalost je důležitá nejen pro intervenční radiologii a chirurgii, ale i pro diferenciální diagnostiku běžných onemocnění, jako jsou cefalea nebo vertebrobazilární insuficience. Byly popsány anomálie šířky a délky AV, anomálie průběhu nebo perzistence primitivních tepen (10–16). Dříve publikovaný odhad 4–8 % prevalence variety C v populaci (2b, 4b, 7) (viz obr. 2) potvrzují i naše výsledky – 5,3% výskyt v naší kohortě spadá do 95% intervalu spolehlivosti (9)Poruchy vývoje mezi 4. až 6. týdnem embryogeneze mohou mít za následek vznik akcesorní nebo zdvojené a. vertebralis. Zatímco akcesorní AV (11, 12) znamená výskyt dvou stejnostranných, paralelně běžících vertebrálních tepen, zdvojená (duplicitní) AV je kratší a odstupuje odlišně (obr. 4e) – vzniká na základě perzistující a. intersegmentalis.

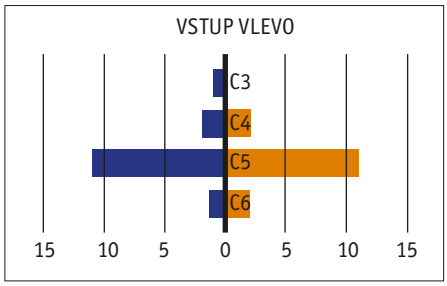
5a



5b



5c



5 Zastoupení konfigurací (a) a průběh AV ve vztahu k pohlaví (b, c)
Prevalence of particular configurations (a) and course of VA in relation to sex (b, c)

Z důvodu rozdílné závažnosti nálezů je potřeba rozlišovat zdvojenou (nebo i vícečetnou) od fenestrované AV (13–15). Fenestrovaná a. vertebralis je významně vzácnější, častěji se vyskytuje v intrakraniální části. V krční oblasti sice imituje obraz duplicitní AV, avšak fenestrovaná céva neopouští kanál transverzálních výběžků. Histologický nález ukazuje strukturální změny ve stěně tepny, proto může být fenestrovaná AV místem vzniku aneuryzmatu nebo disekce (15).

Znalost průběhu tepny a jejího vztahu vůči páteři může hrát velmi významnou roli při některých chirurgických výkonech vedených předním přístupem. Zcela zásadní je znalost průběhu tepen u krčních vertebrektomií, kde předpokládáme odstranění příčných výběžků, ale také při operacích páteřních nádorů, které mohou extendovat paravertebrálně. AV zde může být odtlačena při průběhu vně FPT nebo zavzata do nádoru při fixovaném průběhu v rámci páteře. Při nádorem změněné morfologii operačního pole musí být chirurg ohledně průběhu tepny dobře informován, neboť poranění může vést nejen k extenzivní krevní ztrátě, ale i významnému neurodeficitu v rámci iatrogenní ischemické cévní mozkové léze.

ZÁVĚR

Variety krční části a. vertebralis jsou často spojeny s atypiemi větvení aortálního oblouku. Jejich znalost je v klinické praxi důležitá nejen pro správnou diagnostiku, ale také snížení rizik intervenčních výkonů. Naše výsledky ukázaly 5,3% prevalenci anomálního větvení levého aortálního oblouku, nejčastější konfigurací byl odstup AVS mezi a. carotis communis sinistra a a. subclavia sinistra. U těchto pacientů vstupovala levá AV do foramen processus transversi obvykle do FPT C5 (73,3 %). Pravá AV vstupovala u všech žen do FPT na úrovni C6, u mužů jsme prokázali signifikantně vyšší variabilitu průběhu. Proto je u mužů s anomálním větvením aortálního oblouku nebo atypií krčního úseku levé AV nutné počítat také s variabilitou úrovně vstupu pravé AV do foramen processus transversi. U obou pohlaví lze ve stejné skupině pacientů očekávat vstup AVS do FPT C5.

Přehled zkratek a pojmů

AO arcus aortae
AV arteria vertebralis
AVD a. vertebralis dextra
AVS arteria vertebralis sinsitra
FPT foramen processus transversi

aberantní céva – nadpočetná céva s atypickým průběhem
akcesorní céva – nadpočetná céva souběžná s normální cévou
anomální struktura – výraznější odchylka od normy, která může nositeli činit potíže
malformace – tvarové změny vzniklé na podkladu vrozené vývojové vady
varieta – vrozená nebo dědičná odchylka od normy, která se vyskytuje bez klinických obtíží

LITERATURA

1. **Standring S.** Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice. 41st ed. China: Elsevier Limited 2016; 458(a), 600(b).
2. **Tubbs RS, Shoja MM, Loukas M.** Bergman's Comprehensive Encyclopedia of Human Anatomic Variation. John Wiley & Sons 2016; 487(a), 506–508(b).
3. **Mikšík L, Lisý J, Polášková P, et al.** Anatomie hlubokých krčních prostorů. Ces Radiol 2014; 68(3): 195–200.
4. **Jinkins JR.** Atlas of Neuroradiologic Embryology, Anatomy, and Variants. Lippincott Williams & Wilkins 2000; 277(a), 330(b).
5. **Yuan S-M.** Aberrant Origin of Vertebral Artery and its Clinical Implications. Braz J Cardiovasc Surg 2016; 31(1): 52–59.
6. **Sadler TW.** Langmanova lékařská embryologie. Praha: Grada Publishing 2011; 210–214.

7. **Yamaki K, Saga T, Hirata T.** Anatomical study of the vertebral artery in Japanese adults. Anat Sci Int 2006; 81(2): 100–106.
8. **Zibis A, Mitrousias V, Galanakis N, et al.** Variations of transverse foramina in cervical vertebrae: what happens to the vertebral artery? Eur Spine J 2018; 27(6): 1278–1285.
9. **Agresti A, Coull BA.** Approximate Is Better than „Exact" for Interval Estimation of Binomial Proportions. Am Stat 1998; 52(2): 119–126.
10. **Giuffrè R, Sherkat S.** The vertebral artery: developmental pathology. J Neurosurg Sci 1999; 43(3): 175–189.
11. **Bordes SJ, Iwanaga J, Zarrintan S, et al.** Accessory Vertebral Artery: An Embryological Review With Translation from Adachi. Cureus 2021; 13(2): e13448. doi: 10.7759/cureus.13448.
12. **Gailloud P.** Vertebral artery triplication. Surg Radiol Anat SRA 2019; 41(7): 841–843.
13. **Polguj M, Podgórski M, Jędrzejewski K, Topol M, Majos A.** Fenestration and duplication of the vertebral artery: the anatomical and clinical points of view. Clin Anat N Y N 2013; 26(8): 933–943.
14. **Ozpinar A, Magill ST, Davies JM, et al.** Vertebral Artery Fenestration. Cureus 2015; 7(1): e245. doi: 10.7759/cureus.245
15. **Sim E, Vaccaro AR, Berzlanovich A, et al.** Fenestration of the extracranial vertebral artery: review of the literature. Spine 2001; 26(6): E139–142.

NABÍDKA PRÁCE V DRÁŽĎANECH

Naše společnost MVZ pro nukleární medicínu a zobrazovací diagnostiku

hledá do týmu

lékaře specialistu v oboru nukleární medicíny

od 1. 7. 2022, na plný, nebo částečný úvazek

Spolupracujeme přímo s fakultní nemocnicí Carl Gustav Carus Dresden a nabízíme kompletní spektrum diagnostiky nukleární medicíny.

požadujeme:
- vzdělání – lékař specialista pro nukleární medicínu
- aprobaci z německého jazyka
- plynulá znalost německého jazyka (úroveň C1)
- vysoká míra svědomitosti, motivace a spolehlivosti
- dobré komunikativní a organizační dovednosti

nabízíme:
- pravidelné školení a další vzdělávání s finanční podporou
- atraktivní pracovní místo s mnohostranným spektrem pracovních úkolů
- spolupráci uvnitř angažovaného kompetentního týmu, v dobré a přátelské pracovní atmosféře
- rovnováhu mezi soukromým (rodinným) a pracovním životem
- sídlo v atraktivní lokalitě s bohatým kulturním a volnočasovým vyžitím
- zajímavé finanční ohodnocení

Vaši přihlášku zašlete prosím na adresu:
MVZ Nuklearmedizin und bildgebende Diagnostik am UKD
Dr. med. D. Faulhaber
Fetscherstr. 74
01307 Dresden nebo emailem: d.faulhaber@nuklearmedizin-dd.de