

Anatomická úskalí katetrizace cestou vřetenní tepny

David Kachlík^{1,2}, Marek Koňářík¹, David Horák³, Ivo Bernat⁴, Václav Báča^{1,2}

¹Ústav anatomie, 3. lékařská fakulta, Univerzita Karlova v Praze

²Katedra lékařských a humanitních oborů, Fakulta biomedicínského inženýrství, České vysoké učení technické v Praze, Kladno

³Kardiologické oddělení, Kardiocentrum, Krajská nemocnice Liberec, a. s.

⁴Kardiologické oddělení I. interní kliniky, Fakultní nemocnice Plzeň

Diagnostické a léčebné katetrizační výkony na věnčitých cévách patří mezi nejčastější invazivní metody v kardiologii. Využití přístupu přes vřetenní tepnu (*arteria radialis*) je novější způsob s nižšími pooperačními riziky a větším pohodlím pacienta ve srovnání s přístupem stehenním. Ačkoli se téměř u jedné čtvrtiny pacientů vyskytují variace a anomálie na tepenném řečišti horní končetiny, téměř vždy se úspěšně podaří katetrizaci touto cestou požadovaný výkon na věnčitých tepnách dokončit. Základní učebnicové schéma v oblasti *arteria radialis* se vyskytuje v 86 % případů, v oblasti *arteria axillaris* pak pouze v méně než 50 % případů. Článek přináší podrobný popis anatomie hlavních tepen horní končetiny, kterými proniká vodič při katetrizaci cestou vřetenní tepny (tzv. radiální cestou), nástin jejich embryologie včetně nové teorie, díky které lze vysvětlit vznik všech druhů odchylek (variací) tepen v povodí *arteria radialis*, *ulnaris* et *brachialis*. Zevrubná znalost anatomie tepen horní končetiny je důležitá pro řešení nenadálých situací vzniklých během katetrizace cestou vřetenní tepny.

Klíčová slova: *arteria radialis*, radiální přístup, katetrizace, variace.

Anatomical difficulties of catheterization via *arteria radialis*

Diagnostic and catheterization procedures concerning the arteriae coronariae belongs to the most frequent invasive methods used in the cardiology. The radial approach (using the *arteria radialis*) is a recently introduced technique with lower post-operative risk and better comfort of the patient compared to the femoral approach. Although nearly one-fourth of the patients features variation and anomaly within the arterial network of the upper extremity, the catheterization via the *arteria radialis* and the planned intervention on the *arteriae coronariae* is almost always successful. The elementary textbook schema of the *arteria radialis* anatomy is present in 86 % of cases, of the *arteria axillaris* in less than 50 % of cases. The article reports on the detailed anatomical description of the principal arterial trunks of the upper limb, which are the conduit for the leading wire in the radial approach catheterization, introduction of their embryology including a new theory, helpful to clarify the origin of all types of abnormalities (variations) of the *arteria radialis*, *ulnaris* et *brachialis* and their branches. The thorough knowledge of the upper limb arteries anatomy is important for solving of sudden and unexpected situations during the radial approach catheterization.

Key words: *arteria radialis*, radial approach, catheterization, variation.

Interv Akut Kardiolog 2010; 9(2): 64–68

Úvod

V posledních dvou desetiletích se povědomí o vřetenní tepně (*arteria radialis*, AR) v klinické medicíně velmi rozšířilo, a to jednak díky užití AR jako cévního štěpu pro přemostění v oblasti věnčitého řečiště srdce s dobrým střednědobým udržením průchodnosti štěpu, jednak jako alternativního přístupu k perkutánním diagnostickým (od roku 1989) a intervenčním (od roku 1992) výkonům na věnčitých tepnách (1). Velkou výhodou tohoto přístupu oproti přístupu přes stehenní tepnu (*arteria femoralis*) je anatomické umístění přímo proti ploše vřetenní kosti (jež lze využít jako vhodný podklad při kompresi), minimální riziko lokálních krvácivých komplikací, poranění blízkých žil a nervů a vyšší pohodlí pacienta. Anatomie AR je z tohoto pohledu jedinečná (2). Nevýhodou je delší průpra-

va operátora a ještě do nedávné doby i omezení ve velikosti použitého instrumentária (1). Je zde i potenciální zvýšené riziko radiační zátěže katetrizujícího lékaře i pacienta (3). Počet neúspěchů při katetrizaci cestou vřetenní tepny se pohybuje mezi 1–5 % (4). Další možnou přístupovou tepnou je *arteria brachialis* (pažní tepna, AB) – zde však hrozí jednak nebezpečí poranění *nervus medianus*, který běží společně s tepnou, a jednak komplikace v zásobení předloktí a ruky při uzávěru pažní tepny (5). Lze použít i *arteria ulnaris*, která má průměr podobný vřetenní tepně; je však umístěna mírně hlouběji v distální třetině předloktí a její komprese je spojena s vyšším rizikem krvácení po výkonu.

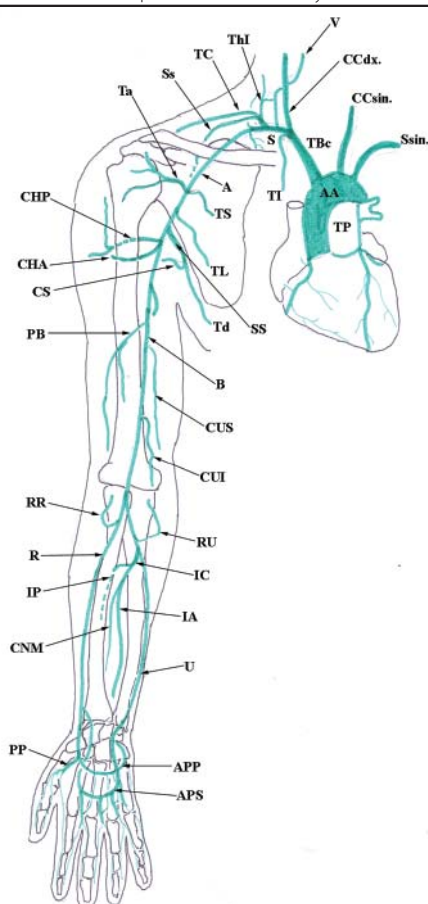
Popis a následné klinické využití informací jak z anatomických, tak z klinických zdrojů naráží na problém nejednotného terminologického

popisu. Jedna a tatáž variace je různými autory popisovaná různě, což vede k záměně a v konečném důsledku ke zbytečným ztrátám cenných informací.

Jednotlivé tepny a jejich základní anatomická charakteristika (obrázek 1)

Nejprve je nezbytné si připomenout anatomické rozměry tepen v oblasti třísla (*regio inguinalis et femoris anterior*), které jsou značně odlišné od rozměru tepen v oblasti distálního předloktí (*regio antebrachii anterior*). Stehenní tepna (*arteria femoralis*) je přístupná v proximální části přední strany stehna (*trigonum femorale*, dříve „fossa Scarpae major“), v níž je umístěna laterálně od žíly (výjimka na celém těle) ve vazivové po-

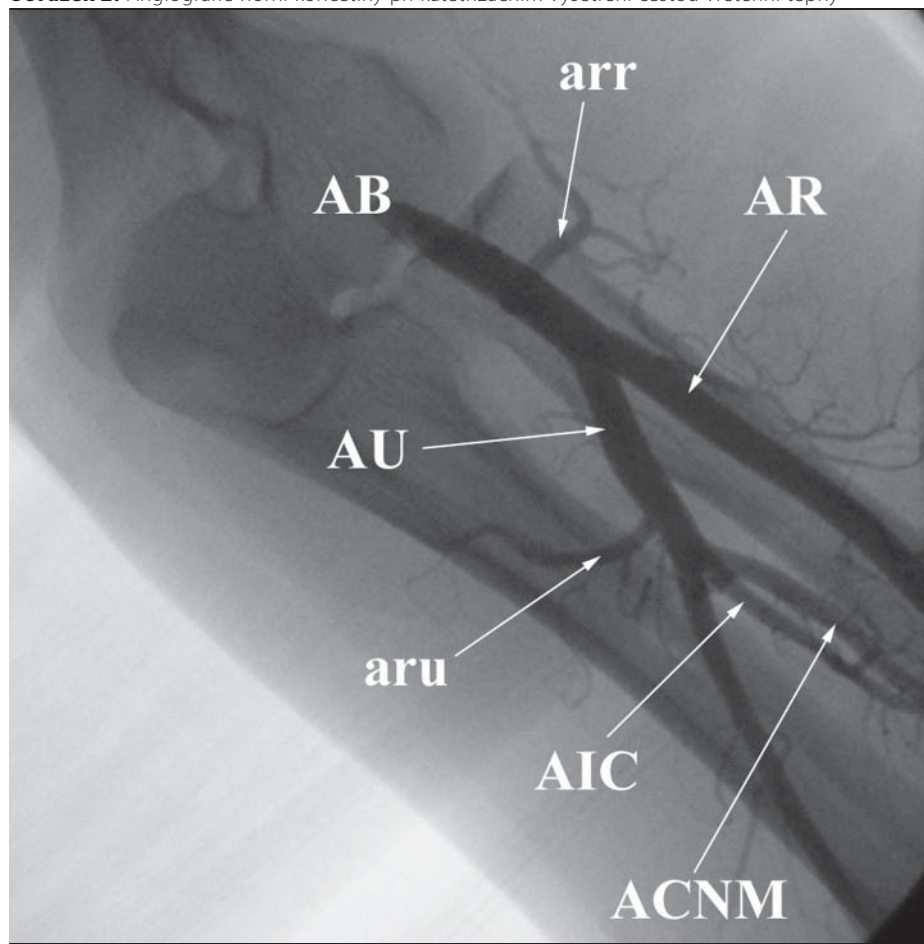
Obrázek 1. Schematický přehled učebnicového vzoru větvení tepen horní končetiny



Popisky: A – *arteria axillaris*; AA – *arcus aortae*; APP – *arcus palmaris profundus*; APS – *arcus palmaris superficialis*; B – *arteria brachialis*; CCdx. – *arteria carotis communis dextra*; CCSin. – *arteria carotis communis sinistra*; CHA – *arteria circumflexa humeri anterior*; CHP – *arteria circumflexa humeri posterior*; CNM – *arteria comitans nervi mediani*; CS – *arteria circumflexa scapulae*; CUI – *arteria collateralis ulnaris inferior*; CUS – *arteria collateralis ulnaris superior*; IA – *arteria interossea anterior*; IC – *arteria interossea communis*; IP – *arteria interossea posterior*; PB – *arteria profunda brachii*; PP – *arteria princeps pollicis*; R – *arteria radialis*; RR – *arteria recurrens radialis*; RU – *arteria recurrens ulnaris*; S – *arteria subclavia*; SS – *arteria subscapularis*; Ss – *arteria suprascapularis*; Ta – *arteria thoracoacromialis*; TBc – *truncus brachiocephalicus*; TC – *arteria transversa colli*; Td – *arteria thoracodorsalis*; Thl – *arteria thyroidea inferior*; TI – *arteria thoracica interna*; TL – *arteria thoracica lateralis*; TP – *truncus pulmonalis*; TS – *arteria thoracica superior*; U – *arteria ulnaris*; V – *arteria vertebralis*

chvě (v tzv. *canalis femoralis*). U dětí (8–15 let) je její průsvit průměrně $5,23 \pm 0,54$ mm, s rozptylem 3,48 až 6,11 mm (muži $7,8 \pm 1,7$ /ženy $6,2 \pm 1,2$), u dospělých mužů průměrně 9,8 mm (rozptyl 8,2 až 11,5 mm) a u dospělých žen průměrně 8,2 mm (rozptyl 6,8 až 10,1 mm) (6).

Arteria radialis
(vřetenní tepna, AR)

Obrázek 2. Angiografie horní končetiny při katetizačním vyšetření cestou vřetenní tepny

Angiogram zabírá oblast fossa cubiti, v níž se AB (*arteria brachialis*) dělí na AU (*arteria ulnaris*) a AR (*arteria radialis*). Jsou zde zachyceny 2 variace: odstup arr (*arteria recurrens radialis*) proximálně z AB (nikoli z AR jako v normě) a přítomnost široké ACNM (*arteria comitans nervi mediani*).

Popisky: AIC – *arteria interossea communis*; aru – *arteria recurrens ulnaris*

na zadní stranu předloktí a zde provázející *ramus profundus nervi radialis*. Těsně před zápěstím AU vydává *ramus carpalis dorsalis* pro zadní stranu zápěstí a ruky (7).

Výraz „*arteria cubitalis*“, který označoval krátký kmen AU od jejího vzniku rozdělením AB až po odstup *arteria interossea communis*, nebyl nikdy součástí platného latinského názvosloví a je považován za obsoletní.

Průsvit tepny těsně proximálně od zápěstí je $2,76 \pm 0,08$ mm (17) či 2,63 mm (2,5 až 2,8 mm) (15), což je o průměrně 0,7 mm méně než u AR. Duplexní sonografické vyšetření přineslo hodnoty průměrně 2,5 mm (rozptyl 1,5 až 3,5 mm) (15) a radiografické hodnoty jsou průměrně 3,1 mm (rozptyl 2,0 až 4,0 mm) (16). Na AU se vyskytuje méně anatomických variant, ale naopak více změn v průběhu nebo průsvitu (17).

Arteria brachialis (pažní tepna, AB)

Tato tepna je pokračováním *arteria axillaris* do vlastní horní končetiny. Začíná od dolního okraje *musculus pectoralis major*, probíhá nej-

prve mediálně od pažní kosti, ale postupně se stáčí ventrálně, až se dostane do střední čáry v úrovni interepikondylární čáry. Končí přibližně 1 cm distálně od loketního kloubu, v úrovni *collum radii*, rozvětvením na AR a AU. AB je v celém průběhu uložena povrchově, kryta pouze kůží a povrchovou a hlubokou povázkou; pouze v loketní jamce ji ventrálně překrývá jedna ze dvou úponových šlach *musculus biceps brachii* – *aponeurosis musculi bicipitis brachii* seu *lacertus fibrosus*. Ve svém průběhu ji přibližně v polovině paže zvolna přebíhá z laterální strany na mediální *nervus medianus*. Velmi vzácně může být překřížena vazivovým pruhem (*ligamentum Struthersi*) v oblasti variabilního *processus supracondylaris* (přítomný v méně než 1 % případů) nebo přímo utlačena tímto výběžkem (a vzniká pak úžinový syndrom AB či častěji úžinový syndrom *nervus medianus*) nebo častěji svalovými snopci některého ze svalů paže (*musculus coracobrachialis*).

AB ve svém průběhu vydává *arteria profunda brachii*, *arteria collateralis ulnaris superior et inferior* a menší svalové a kostní větve (7).

Průsvit AB je v oblasti proximálně od loketní jamky průměrně 5,4 mm (rozptyl 5,1 až 5,6 mm) (15). Přístup pažní tepnou má velké úskalí v blízkosti průběhu *nervus medianus* a jedinečnosti této tepny v zásobení distálních částí horní končetiny, proto je upřednostňován jen v případech nepoužitelnosti AR či AU (5). Problematické je i dosažení hemostázy po vytažení katétru či cévního zavaděče právě pro anatomické poměry v okolí tepny. Počty katetrizací z AB za poslední roky v České republice představují méně než 1 ‰ všech katetrizací.

Arteria axillaris (podpažní tepna, AA)

Patří mezi nejvariabilnější tepny v lidském těle. Její normotyp je popisován v rozmezích od 10 % do 65 % (18–20). AA je tepna arbitrárně začínající z *arteria subclavia* průchodem pod klíční kostí (někteří autoři uvádějí hranici v úrovni *musculus subclavius* (21), v úrovni 1. žebra (7, 19) či horního okraje *musculus pectoralis minor* (22), což je však nepřesné). Distální hranice tepny je vymezena v úrovni dolního okraje *musculus pectoralis major* (21, 23) (někteří autoři uvádějí dolní okraj *musculus teres major* (7, 19) nebo úroveň *collum chirurgicum humeri* (24, 25)) a tepna dále pokračuje pod názvem *arteria brachialis*. AA má obvykle šest hlavních velkých větví: *arteria thoracica superior*, *arteria thoracoacromialis*, *arteria thoracica lateralis*, *arteria circumflexa humeri posterior et anterior* a *arteria subscapularis*. (7, 26). Její průběh lze rozdělit na tři úseky podle vztahu k *musculus pectoralis minor*. První úsek se rozprostírá mezi vrcholem podpažní jámy a horním okrajem svalu (*pars suprapectoralis*), druhý probíhá skrytý za svaem (*pars retropectoralis*) a třetí úsek pokračuje distálně od dolního okraje svalu (*pars infrapectoralis*).

AA nemá významnější variace co se týče jejího průběhu a průsvitu, naopak její větve, jejich odstupy a tvorba různých kmenů patří mezi nejvariabilnější části tepenného řečiště lidského těla. Tyto variace mají však pro provedení katetrizace radiální cestou pramalou důležitost.

Arteria subclavia (podklíčková tepna, AS)

Pravá AS odstupuje z *truncus brachiocephalicus*, levá přímo z *arcus aortae*. Pro přesnost popisu je rozdělena na tři anatomické úseky: první úsek sahá až po mediální okraj *musculus scalenus anterior* (*pars intrascalenica*), druhý úsek (*pars interscalenica*) je ukryt právě za tímto svaem a odpovídá topografickému místu *fissura scalenorum*, v němž probíhá tepna kaudálně, opřená

v *sulcus arteriae subclaviae* o první žebro a kraniálně prochází celá nervová pletěň – *plexus brachialis*. Třetí úsek (*pars extrascalenica*) se rozkládá mezi laterálním okrajem svalu a průchodem pod klíčkem. AS vydává v prvním úseku *arteria vertebralis* (která může vzácně odstupovat přímo z *arcus aortae* – 3 % případů (27)), *arteria thoracica interna* a *truncus thyrocervicalis*; v druhém úseku *truncus costocervicalis* a ve třetím úseku variabilně *arteria dorsalis scapulae* (pokud tato není větví z *truncus thyrocervicalis*) (7).

Arcus aortae a truncus brachiocephalicus (srdečnicový oblouk a hlavopažní kmen)

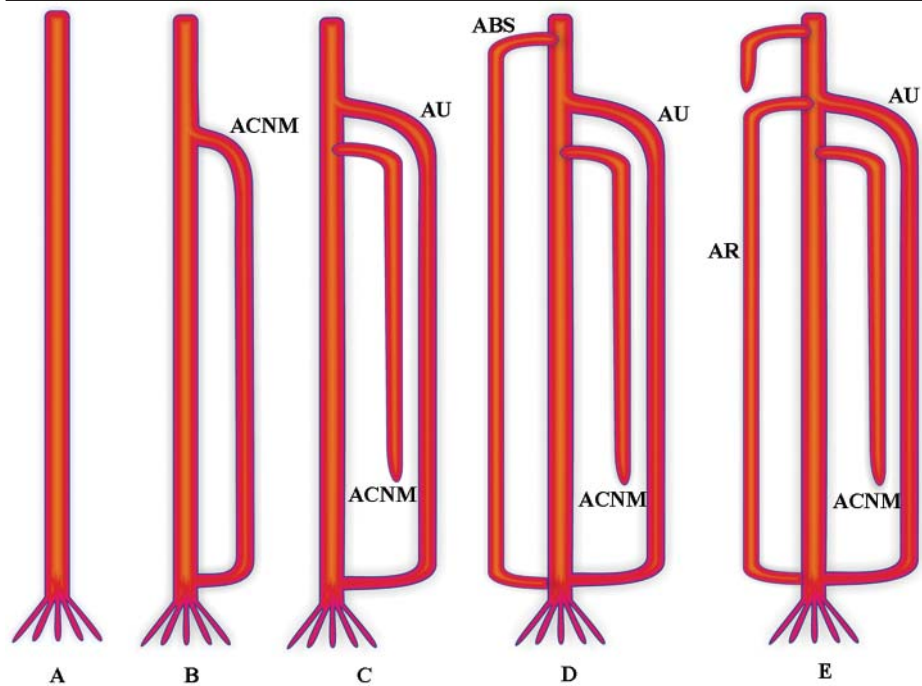
Srdečnicový oblouk je u savců levostranný, navazuje na *aorta ascendens* a z jeho konvexity odstupují tři velké větve: *truncus brachiocephalicus* (často nesprávně označován jako „*arteria anonyma*“; který probíhá vzhůru, laterálně a dozadu a po 4–5 cm se rozděluje na *arteria carotis communis dextra* a *arteria subclavia dextra* v úrovni *articulatio sternoclavicularis dextra*), *arteria carotis communis sinistra* a *arteria subclavia sinistra*. Z oblouku dále odstupují malé větve pro průdušky (nutritivní oběh plic) a další okolní orgány v mezihrudí, vzácně i *arteria thyroidea ima* pro štítnou žlázu (2 % případů (28)).

Embryologie

Pro pochopení výskytu variací tepen horní končetiny a šíře jejich druhů je třeba stručně zmínit jejich vývoj. Vývojem AA se zabýval Singer, který podal první vysvětlení vzniku ABS a podobných variací (29). Z následných prací pak vznikla široce přijímaná teorie definovaného systému: z *aorta dorsalis* vstupuje do pupene vyvíjející se končetiny vlásečnicová pletěň a rozvíjí se zároveň s růstem pupene v distálním směru, jak končetina postupně roste. Posléze se z ní vytvoří jen jeden kmen, *arteria axialis*, který zásobuje celou končetinu i koncovou vlásečnicovou pletěň (7, 30–34). Z této osové tepny, která představuje budoucí AA, AB a *arteria interossea anterior*, vznikají pučením („*sprouting*“) postupně jednotlivé předloketní tepny: nejprve *arteria comitans nervi mediani* a pak i AU a AR (obrázek 3).

Ukázalo se však, že tato teorie nedokáže vysvětlit všechny druhy variací tepen paže a předloktí, například vysoký odstup *arteria ulnaris* (čili *arteria brachioulnaris* a *arteria brachioulnaris superficialis*). Tento problém vyřešil Rodriguez-Niedenführ ve své práci „*Development of the arterial pattern in the upper limb of staged human embryos: normal development and anatomic*

Obrázek 3. Schematický přehled starší vývojové teorie dle Singera (29)



Hlavní osovou cévou je *arteria axialis*, která představuje budoucí AA (*arteria axillaris*), AB (*arteria brachialis*) a *arteria interossea anterior*, a z níž postupně vznikají pučením předloketní tepny: nejprve ACNM (*arteria comitans nervi mediani*), pak AU (*arteria ulnaris*), poté ABS (*arteria brachialis superficialis*) a z ní nakonec v oblasti předloktí AR (*arteria radialis*).

Obrázek 4. Schematický přehled nové vývojové teorie dle Rodriguez-Niedenführ (35)



Je utvářena jednotvárná trojrozměrná vlásečnicová pletěň, která se rozpíná do končetiny, široce se rozvětví v proximodistálním směru souběžně s diferenciací okolního mezenchymu v kosti a zároveň dochází ve stejném směru ke tvorbě tepenné stěny a vzniku konečných tepenných kmenů.

Popisky: AA – *arteria axillaris*; AB – *arteria brachialis*; AIA – *arteria interossea anterior*; AR – *arteria radialis*; AS – *arteria subclavia*; AU – *arteria ulnaris*; H – *humerus*; R – *radius*; U – *ulna*.

variations“ (35). Nová teorie mluví rovněž o vlásečnicové síti, která vstoupí do základu horní končetiny. Je utvářena jednotvárná trojrozměrná vlásečnicová pletěň (36, 37), která se rozpíná do končetiny jak angiogenezí, tak i *in-situ* diferenciací mezodermové tkáně do endotelových buněk (38). Tato pletěň se široce rozvětví v proximodistálním směru (a na předloktí se zadopřední polaritou) souběžně s diferenciací okolního mezenchymu. Zároveň dochází ve stejném směru ke tvorbě tepenné stěny a vzniku konečných tepenných kmenů (obrázek 4). A tak zůstavením, rozšířením a diferenciací vlásečnic, které by jinak zůstaly vlásečnicemi nebo by do-

konce zanikly, mohou vzniknout tepny, které pak rozeznáváme jako variace. Tato teorie je schopná vysvětlit i zbylé variace, jako je například *arteria brachioulnaris* nebo *arteria brachioulnaris superficialis*.

Pro úplnost je níže uveden stručný nástin vývoje hlavních tepen horní končetiny včetně časového údaje:

- 28. den (4–6 mm dlouhý zárodek): *arteria axialis* se odděluje z *aorta dorsalis* a dosahuje základu vyvíjející se končetiny.
- 33. den (7–9 mm dlouhý zárodek): je vytvořená AS a AA, *arteria axialis* pokračuje a prorůstá skrz neurální plotnu (budoucí *plexus*

brachialis), která se tím rozdělí na přední a zadní část. Periferní části vyvíjejících se tepen mají charakter vlásečnicové sítě (39).

- 41. den (11–14 mm dlouhý zárodek): je vytvořena AA, AB a *arteria profunda brachii*. AR a AU existují jako jasně vymezené kmeny pouze v jejich proximálních úsecích (40).
- 50. den (18–28 mm dlouhý zárodek): většina struktur horní končetiny získává definitivní charakter, lehce lze rozeznat ABS, která distálně pokračuje jako AR, což vytváří embryologický základ pro variace typu *arteria brachioradialis* a *arteria brachioradialis superficialis*. Distální úsek AR si na rozdíl od AU pořád zachovává vlásečnicový charakter.
- 52. den (22–24 mm dlouhý zárodek): všechny struktury horní končetiny mají definitivní charakter, ABS v oblasti *fossa cubiti* anastomózuje s AB a AR se stává dominantní tepnou na předloktí (29, 35).

Klinicky jsou tyto vývojové odchylky v uspořádání hlavních kmenů čili variace odstupů AR a AU velmi často spojeny s dalšími změnami, a to v průsvitu a zejména v průběhu (zvlnění) – 52 % případů (4).

Závěr

Přestože lze u 23 % pacientů prokázat některou z anatomických variací na řečišti AR, AB, AA nebo AS, je téměř 99 % z nich nakonec úspěšně katetrizováno cestou vřetenní tepny. Jedná se o velmi bezpečný zákrok dokonce i u pacientů s dokumentovanou anatomickou variací. Následné závažné krvácivé komplikace jsou na rozdíl od stehenní tepny velmi vzácné. Vřetenní přístup k věnčným tepnám není proto v současnosti jen alternativou stehenního přístupu, ale vzhledem k nesporným výhodám se stává stále častěji metodou první volby.

Literatura

1. Agostoni P, Biondi-Zoccai GG, de Benedictis ML, et al. Radial versus femoral approach for percutaneous coronary diagnostic and interventional procedures; systematic overview and meta-analysis of randomized trials. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 349–356.
2. Kiemeneij F, Larrman GJ, Odekerken D, Slagboom T, van der Wieken R. A randomized comparison of percutaneous transluminal coronary angioplasty by the radial, brachial and femoral approaches: The access study. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 1269–1275.
3. Branny M, Indrák J, Černý J, Vodzinská A, Nykl I, Januška J. Radiální přístup pro koronární angiografii a perkutánní koronární intervenci. *Interv Akut Kardiol* 2008; 7: 60–64.
4. Valsecchi O, Vassileva A, Musumeci G, et al. Failure of transradial approach during coronary interventions: anatomic considerations. *Catheter Cardiovasc Interv* 2006; 67: 870–878.
5. Hildick-Smith DJ, Ludman PF, Lowe MD, et al. Comparison of radial versus brachial approaches for diagnostic coronary angiography when the femoral approach is contraindicated. *Am J Cardiol* 1998; 81: 770–772.
6. Sandgren T, Sonesson B, Ahlgren R, Länne T. The diameter of the common femoral artery in healthy human: influence of sex, age, and body size. *J Vasc Surg* 1999; 29: 503–510.
7. Gabella G. Arteries of the limbs and cardiovascular system. In: Williams PL, ed. *Gray's Anatomy*, 38th ed. London: Churchill Livingstone, 1999: 1537–1539.
8. McCormack LJ, Cauldwell EU, Anson J. Brachial and antebrachial arterial patterns. *Surg Gynecol Obstet* 1953; 96: 43–53.
9. Lo TS, J Nolan E, Fountzopoulos M, et al. Radial artery anomaly and its influence on transradial coronary procedural outcome. *Heart* 2009; 95: 410–415.
10. Shima H, Ohno K, Michi K, Egawa K, Takiguchi R. An anatomical study on the forearm vascular system. *J Cranio-Maxillofac Surg* 1996; 24: 293–299.
11. Yan G. Forearm free skin flap transplantation. *Chung Hua I Hsueh Tsa Chin* 1981; 61: 139–141.
12. Foucher G, van Genechten F. A compound radial artery forearm flap in hand surgery: an original modification of the Chinese forearm flap. *Br J Plast Surg* 1984; 37: 139–148.
13. Yokoyama N, Takeshita S, Ochiai M, et al. Anatomic variations of the radial artery in patients undergoing transradial coronary interventions. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000; 49: 357–362.
14. Yoo BS, Yoon J, Ko JY, et al. Anatomical consideration of the radial artery for transradial coronary procedures: arterial diameter, branching anomaly and vessel tortuosity. *International J Cardiol* 2005; 101: 421–427.
15. Hearle M, Hafner HM, Dietz K, et al. Vascular dominance in the forearm. *Plast Reconstr Surg* 2003; 111: 1891–1898.
16. Riekkinen HV, Karkola KO, Kankainen A. Radial artery is larger than the ulnar. *Ann Thorac Surg* 2003; 75: 882–884.
17. Vassilev D, Smilkova D, Gil R. Ulnar artery as access site for cardiac catheterization: anatomical considerations. *J Interv Card* 2008; 21: 56–60.
18. Lippert H, Pabst R. Arterial variations in man. München: J. F. Bergmann, 1985: 71–73.
19. Thorek P. Anatomy in Surgery In: Superior extremity – axillary and pectoral region. 2nd ed. Philadelphia: J. B. Lippincott, 1951: 673–675.
20. Weathersby HT. Anomalies of brachial and antebrachial arteries of surgical significance. *South Med J* 1956; 49: 46–49.
21. Langer K von, Toldt C. *Lehrbuch der systematischen und topographischen Anatomie*. Wien: Braumüller, 1897.
22. Robinson A. The Blood vascular system – Arteries of the upper limb. In: Walls EW, ed. *Cunningham's textbook of anatomy*. 10th ed. London: Oxford University Press, 1923: 885–893.
23. Konarik M, Knize J, Baca V, Kachlik D. Superficial brachioradial artery (the radial artery originating from the axillary artery): a case-report and its embryological background. *Folia Morphol* 2009; 68: 174–178.
24. Lusza G. *Röntgenanatomie des Gefäßsystems*. Budapest: Johann Ambrosius Barth, 1972.
25. Krajina A, Hlava A. *Angiografie*. Hradec Králové: Nukleus, 1999.
26. Adachi B. *Das Arteriensystem der Japaner*. Kyoto: Maruzen, 1928: 285–356.
27. Bergman RA, Afifi AK, Miyauchi R (1992–2004). *Illustrated encyclopedia of human anatomic variation: opus II: Cardiovascular system: Arteries: Upper Limb*. [available on the Internet].
28. Kachlik D, Temerova E, Baca V. Variations of dorsalis pedis artery and arcuate artery. *Surg Radiol Anat* 2007; 29: 470.
29. Singer E. Embryological pattern persisting in arteries of the arm. *Anat Rec* 1933; 55: 403–409.
30. Lippert H, Pabst R. Arterial variations in man. München: J. F. Bergmann, 1972: 71–73.
31. O'Rahilly R, Müller F. *Human Embryology and Teratology*. New York, NY: Wiley-Liss, 1992: 245–249.
32. Schmidt HM, Lanz U. *Chirurgische Anatomie der Hand*. Stuttgart: Hippokrates, 1992.
33. Larsen WJ. *Human embryology*. New York, NY: Churchill-Livingstone, 1993.
34. Carlson BM. *Human embryology & developmental biology*, 2nd ed. St Louis: Mosby, 1999: 202–204.
35. Rodríguez-Niedenführ M, Burton GJ, Deu J, Sanudo JR. Development of the arterial pattern in the upper limb of staged human embryos: normal development and anatomic variations. *J Anat* 2001; 199: 407–417.
36. Feinberg RN, Noden DM. Experimental analysis of blood vessel development in the avian wing bud. *Anat Rec* 1991; 231: 136–144.
37. Aizawa Y, Isogai S, Izumiya M, Horiguchi M. Morphogenesis of the primary arterial trunks of the forelimb in the rat embryos: the trunks originate from the lateral surface of the dorsal aorta independently of the intersegmental arteries. *Anat Embryol* 1999; 200: 573–584.
38. Brand-Saberi B, Seifert R, Grim M, Wilting J, Kuhlewein M, Christ B. Blood vessel formation in the avian limb bud involves angioblastic and angiogenic growth. *Dev Dynam* 1995; 202: 181–194.
39. Lengele B, Dhem A. Unusual variations of the vasculonervous elements of the human axilla report of three cases. *Arch Anat Hist Embr Norm et Exp* 1989; 72: 57–67.
40. Rodríguez-Baeza A, Nebot J, Ferreira B, et al. An anatomical study and ontogenetic explanation of 23 cases with variations in the main pattern of human brachio-antebrachial arteries. *J Anat* 1995; 187: 473–479.

Článek přijat redakcí: 1. 12. 2009

Článek přijat k publikaci: 2. 2. 2010

MUDr. David Kachlík, Ph.D.

Ústav anatomie, 3. lékařská fakulta,
Univerzita Karlova v Praze
Ruská 87, 100 00 Praha 10
david.kachlik@lf3.cuni.cz