

Univerzita Karlova
3. lékařská fakulta

Dizertační práce

Praha, 2022

MUDr. Jakub Miletín

Univerzita Karlova

3. lékařská fakulta

Dizertační práce

Klinická anatomie tepen palce a prvního meziprstního prostoru

Clinical Anatomy of the Arteries of the Thumb and the First Web
Space

Školitel: prof. MUDr. David Kachlík, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Nesouhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 30.12.2022

Jakub Miletín

Podpis

Identifikační záznam:

MILETÍN, Jakub. *Klinická anatomie tepen palce a prvního meziprstního prostoru [Clinical Anatomy of the Arteries of the Thumb and the First Web Space]*. Praha, 2022.

Počet stran: 114

Počet příloh: 3

Typ závěrečné práce. Univerzita Karlova, 3. lékařská fakulta, Ústav Anatomie 2. a 3. LF UK 2022. Prof. MUDr. David Kachlík, Ph.D.

Klíčová slova: Anatomie; Tepny; Palec; Ruka; Chirurgie ruky; Plastická chirurgie; Rekonstrukční chirurgie; Replantace; Mikrochirurgie; Anatomy; Arteries; Thumb; Hand; Hand Surgery; Plastic Surgery; Reconstructive Surgery; Replantation; Microsugery.

Poděkování

Děkuji své ženě Evě a svému školiteli a příteli Davidovi. Bez nich by tato práce nikdy nevznikla. Dále patří poděkování těm, kteří se podíleli na mém výzkumu na téma anatomie tepen ruky: Václavovi Báčovi, Heleně Dvořákové, Alžbětě Kantorové, Izabele Pšenčíkové, Matějovi Krchovovi, Miroslavovi Belblovi, Erice Horváthové, Pavlovi Sekerkovi a Pavlovi Hejkalovi in memoriam. Děkuji svým učitelům Aleně Doubkové a Josefovi Stinglovi, že ve mně probudili zájem o anatomii, a nakonec rodičům za nikdy nekončící podporu.

Obsah

1. Teoretický úvod	10
1.1. Tepenné zásobení ruky	10
1.1.1. Arteria radialis.....	13
1.1.2. Ramus carpalis dorsalis.....	14
1.1.3. Arteria metacarpalis dorsalis prima.....	14
1.1.4. Arteria metacarpalis dorsalis secunda, tertia et quarta.....	15
1.1.5. Arteria princeps pollicis.....	15
1.1.6. Arteria radialis indicis.....	16
1.1.7. Arcus palmaris profundus.....	16
1.1.8. Arteriae metacarpales palmares.....	16
1.1.9. Rami perforantes	16
1.1.10. Arteria ulnaris	17
1.1.11. Arteriae digitales palmares communes et propriae.....	18
1.2. Tepenné zásobení kůže.....	19
1.3. Tepenné zásobení svalů ruky.....	21
1.4. Anastomózy	22
1.5. Arteria comitans nervi mediani manus / Arteria mediana persistens.....	22
1.6. Variace tepen ruky.....	26
1.7. Tepny palce ruky	35
1.8. Bezejmenná tepna palce ruky.....	38
2. Anatomie tepen palce a prvního meziprstního prostoru v klinické praxi	41
2.1. Ischemizující a amputační poranění ruky	42
2.2. Krytí defektů měkkých tkání.....	49
2.3. Laloky s nahodilým cévním zásobením	49
2.4. Laloky s definovaným cévním zásobením	50
2.5. Vzdálené laloky	52
2.6. Volné přenosy tkáňových celků.....	54
3. Cíle a hypotézy dizertace	57
4. Metody.....	58
4.1. Přehled a metaanalýza literatury	58
4.2. Bezejmenná tepna prvního meziprstního prostoru	59

4.3. Ultrazvukové vyšetření.....	62
5. Výsledky	67
5.1. Přehled.....	67
5.1.1. Tepny palce.....	69
5.1.2. Zdrojové cévy tepen palce.....	73
5.1.3. Dominance zdrojů v cévním zásobení palce.....	80
5.1.4. Anastomózy tepen palce.....	81
5.2. Bezejmenná tepna prvního meziprstního prostoru.....	83
5.3. Ultrazvukové vyšetření.....	88
5.4. Kazuistika.....	89
6. Diskuze	92
6.1. Tepny palce.....	92
6.2. Bezejmenná tepna.....	93
6.3. Ultrazvukové vyšetření.....	95
6.4. Limitace.....	96
7. Závěr	97
8. Shrnutí.....	98
9. Summary	99
10. Seznam použité literatury	100
11. Přílohy.....	112
11.1. Příloha 1 - Arterial Supply of the Thumb: Systemic Review, Miletín et al., 2017.....	112
11.2. Příloha 2 - Innominate variant artery in the first web space, Miletín et al., 2020.....	113
11.3. Příloha 3 - A plea for extension of the anatomical nomenclature: Vessels, Kachlík et al, 2021.....	114

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Variace <i>arcus palmaris superficialis completus</i>	27
Obrázek 2: Variace <i>arcus palmaris superficialis incompletus</i>	28
Obrázek 3: Variace <i>arcus palmaris profundus</i>	30
Obrázek 4: Variace propojení <i>arcus palmaris superficialis et profundus</i>	32
Obrázek 5: Variace <i>rete carpi dorsale</i>	34
Obrázek 6: Cévní zásobení dorzální strany prvního meziprstního prostoru (autorská kresba).	39
Obrázek 7: Amputace palce a ukazováku okružní pilou	43
Obrázek 8: Subtotální amputace palce a poranění prvního meziprstí okružní pilou.....	43
Obrázek 9: Amputace koncového článku palce sekerou při štípání dříví a stav po úspěšné replantaci.	44
Obrázek 10: Typická prstýnková skalpace.	45
Obrázek 11: Avulzní amputace palce v mezičláňkovém kloubu palce, včetně šlachy <i>musculus flexor pollicis longus</i> vytržené ze svalového břicha.....	46
Obrázek 12: Poranění ruky zábavnou výbušninou drženu v dlani (římská svíce).....	47
Obrázek 13: Poranění palce a ukazováku petardou drženu mezi prsty.	47
Obrázek 14: Poranění ruky výbuchem při vaření pervitinu	48
Obrázek 15: Rekonstrukce břicha palce Foucherovým lalokem.	51
Obrázek 16: Krytí poškození hrotu prostředníku tenarovým lalokem.....	53
Obrázek 17: Krytí poškození ukazováku cross finger lalokem z prostředníku.....	53
Obrázek 18: Krytí poškození hřbetu pravého předloktí způsobeného elektrickým proudem dviřkovým lalokem z břicha.	54
Obrázek 19: Rekonstrukce palce přenosem palce z nohy metodou trimmed toe	55
Obrázek 20: Krytí poškození hřbetu ruky tenkým anterolaterálním stehenním (ALT) lalokem.	56
Obrázek 22: Ultrazvukový nález bez přítomnosti variace.	63
Obrázek 24: Odstup pravostranné bezejmenné tepny v barevném dopplerovském ultrazvukovém zobrazení.....	64
Obrázek 25: Bezejmenná tepny v příčném řezu ultrazvukového zobrazení. A) Pravostranná. B) Levostranná.....	65
Obrázek 26: Hraniční ultrazvukový nález	66
Obrázek 27: Tepenné zásobení palce a zdroje cév – palmární pohled.....	67

Obrázek 28: Tepenné zásobení palce a zdroje cév – dorzální pohled	68
Obrázek 29: Větvení <i>arteria ulnaris</i> do tepen palce při <i>arcus palmaris superficialis incompletus</i>	70
Obrázek 30: Zdroje tepen palce rozdělené podle systémů	74
Obrázek 31: <i>Arteria comitans nervi mediani manus</i> zásobující palec	76
Obrázek 32: <i>Arteria radialis</i> vydávající <i>arteria metacarpalis dorsalis prima</i> a pokračující do <i>arcus palmaris profundus</i> uvnitř prostoru mezi <i>musculus interosseus dorsalis primus</i> a <i>caput transversum musculi adductoris pollicis</i>	78
Obrázek 33: <i>Ramus superficialis dorsalis arteriae radialis</i> jako dominantní zdrojnice tepenného zásobení palce. Z	80
Obrázek 34: Anastomózy tepen palce.....	83
Obrázek 35: Distribuce pozitivních a negativních nálezů podle (A) pohlaví a (B) strany.....	84
Obrázek 36: Distribuce jednotlivých typů a negativních zjištění.	85
Obrázek 37: Variabilní bezejmenná tepna. A) Typ 1; B) Typ 2; C) Typ 3; D) Typ 4.	87
Obrázek 38: Porovnání průměrných hodnot průsvitů cév dle typů (1–3).....	88
Obrázek 39: Pravostranná <i>arteria comitans nervi mediani manus</i> v příčném řezu ultrazvukového zobrazení.....	89
Obrázek 40: Levovostranná <i>arteria comitans nervi mediani manus</i> v příčném řezu ultrazvukového zobrazení.....	90
Obrázek 41: Možné využití bezejmenné tepny jako pediklové cévy reverzního ostrůvkového laloku při rekonstrukci palce (autorská kresba).....	95

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Zdroje <i>arteria digitalis ulnopalmaris pollicis</i> (UPDAT).	71
Tabulka 2: Zdroje <i>arteria digitalis radiopalmaris pollicis</i> (RPDAT).	72
Tabulka 3: Zdroje <i>arteria digitalis ulnodorsalis pollicis</i> (UDDAT).....	72
Tabulka 4: Zdroje <i>arteria digitalis radiodorsalis pollicis</i> (RDDAT).....	73
Tabulka 5: Dominance zdrojů	81

1. Teoretický úvod

1.1. Tepenné zásobení ruky

Tepenné zásobení ruky sestává ze dvou dlaňových tepenných oblouků (*arcus palmaris superficialis et profundus*) a jejich větví a také z hřbetní zápěstní sítě (*rete carpi dorsale*) a jejich větví. *Arcus palmaris superficialis* (povrchový dlaňový oblouk) je pokračování *arteria ulnaris* s napojením na větev z *arteria radialis*, zatímco *arcus palmaris profundus* (hluboký dlaňový oblouk) je naopak pokračováním *arteria radialis* s napojením na větev z *arteria ulnaris*.

Horní končetina je zásobována cestou *arteria subclavia* (podklíčková tepna), pravostranná je větví z *truncus brachiocephalicus*, zatímco levostranná je samostatnou větví přímo z *arcus aortae*. *Arteria subclavia* podbíhá klíční kost a vstupuje do podpažní jámy (*fossa axillaris*) již jako *arteria axillaris* (podpažní tepna), obklopená třemi svazky nervů pažní pleteně (*fasciculus medialis, lateralis et posterior plexus brachialis*). V úrovni dolního okraje podpažních řas (přední i zadní) a *collum chirurgicum humeri* se její název mění na *arteria brachialis* (pažní tepna). V podpažní jámě vydává obvykle šest větví, často začínajících jako různě uspořádané společné kmeny (Koňářík et al. 2020).

Arteria brachialis probíhá paží v *septum intermusculare brachii mediale* (provázená jednou nebo dvěma žilami) nejprve mediálně, kryta a posléze laterálně od *nervus medianus*, postupně se dostává ke střední čáře, mediálně od úponové šlachy *musculus biceps brachii* na vřetenní kost, a podbíhá její povrchovou úponovou *aponeurosis bicipitalis* (dříve *lacertus fibrosus*). Vstupuje do *fossa cubitalis* a v úrovni krčku vřetenní kosti, kryta *aponeurosis bicipitalis*, se rozviduje na koncové větve: *arteria radialis* a *arteria ulnaris*. Cestou vydává *arteria profunda brachii*, provázející do hloubi *nervus radialis* do *canalis radialis*, a dále drobné svalové větve a *arteria collateralis ulnaris superior et inferior*.

Arteria radialis (vřetenní tepna) je přímým pokračováním pažní tepny, avšak má užší průsvit, obvykle kolem 2,6 mm ± 0,6 mm (Yang 1981). Podbíhá *musculus brachioradialis* a vydává *arteria recurrens radialis* zpět k loketnímu kloubu. Sestupuje podél laterální strany předloktí, doprovázená párem slabých doprovodných žil (*venae radiales*). Tepna probíhá mediálně od

těla vřetenní kosti, postupně se však dostává před něj. Proximálně je vpředu překryta bříškem *musculus brachioradialis*, dále ve svém průběhu je však kryta pouze kůží, povrchovou a hlubokou fascií předloktí. Dorzálně je postupně v úzkém vztahu s úponovou šlachou *musculus biceps brachii*, bříškem *musculus supinator*, úponem *musculus pronator teres, caput radiale musculi flexoris digitorum superficialis*, bříškem *musculus flexor pollicis longus, musculus pronator quadratus* a distálním koncem vřetenní kosti, kde je snadné tepnu hmatat, stlačit nebo ji použít jako tepenný vstup pro katetrizaci. *Musculus brachioradialis* běží laterálně od cévy po celé její délce, *musculus pronator teres* se nachází mediálně od jejího proximálního úseku a úponová šlacha *musculus flexor carpi radialis* od jejího distálního úseku. *Ramus superficialis nervi radialis* probíhá laterálně od střední třetiny *arteria radialis* a více jejích drobných větví zásobuje nerv po celé jeho délce na dorzolaterální straně předloktí.

Arteria radialis vydává *arteria recurrens radialis* distálně od loketního kloubu. Odděluje od sebe *ramus superficialis nervi radialis* a *ramus profundus nervi radialis* a zabíhá pod *musculus brachioradialis* anastomózuje s *arteria collateralis radialis*, větví z *arteria profunda brachii*. Zásobuje okolní svaly, přispívá do *rete articulare cubiti* a může sloužit jako kolaterála při uzávěru distálního úseku pažní tepny. *Arteria radialis* dále vydává svalové větve (*rami musculares*) pro laterální část svalů přední skupiny a pro svaly boční skupiny předloktí.

Arteria ulnaris (loketní tepna) je silnější koncovou větví pažní tepny, začíná distálně od loketní ohybové rýhy v úrovni krčku vřetenní kosti a vstupuje do mediální strany předloktí v jeho proximální třetině, doprovázená párovými slabými doprovodnými žilami (*venae ulnares*). Nejprve leží na úponové části *musculus brachialis*, poté podbíhá *musculus pronator teres, musculus flexor carpi radialis, musculus palmaris longus* a *musculus flexor digitorum superficialis*. Posléze běží po bříšku *musculus flexor digitorum profundus*, mezi *musculus flexor carpi ulnaris* (mediálně) a *musculus flexor digitorum superficialis* (laterálně), krytá kůží a povrchovou a hlubokou fascií předloktí. Na zápěstí se tepna dostává povrchověji, má zde průsvit nepatrně slabší než vřetenní tepna (obvykle kolem 2,4 mm ± 0,8 mm (Yang 1981) a prochází prostřednictvím *canalis ulnaris* (Guyonův kanál) skrz *retinaculum musculorum flexorum*, laterálně od *nervus ulnaris* a *os pisiforme* do ruky. *Nervus medianus* běží nejprve mediálně od tepny, asi 2,5 cm distálně od štěrbiny loketního kloubu tepnu přebíhá a vstupuje

do *canalis pronatorius*. *Nervus ulnaris* sestupuje mediálně ve vztahu k distálním dvěma třetinám *arteria ulnaris*, jež zásobuje nerv po celé jeho délce, a senzitivní *ramus palmaris nervi ulnaris* ji doprovází až k zápěstí.

Arteria ulnaris vydává dvě větve k loketnímu kloubu: *arteria recurrens ulnaris anterior et posterior*. Přední běží mezi *musculus brachialis* a *musculus pronator teres* anastomózujíc s *arteria ulnaris colateralis inferior* z *arteria brachialis*, zadní prochází mezi začátky *musculus flexor digitorum profundus* a *musculus flexor digitorum superficialis* a stoupá mezi hlavami *musculus flexor carpi ulnaris* (v *canalis cubitalis*) společně s *nervus ulnaris* anastomózujíc s *arteria collateralis ulnaris inferior* a *arteria recurrens interossea*.

Arteria interossea communis (společná mezikostní tepna) je krátká silná větev z proximálního úseku *arteria ulnaris*. Vzniká distálně od *tuberositas radii* a vrací se zpět k proximálnímu okraji předloketní mezikostní blány, u níž se dělí na přední a zadní větev. *Arteria interossea anterior* (přední mezikostní tepna) sestupuje po přední ploše mezikostní blány společně s *nervus interosseus anterior* (větev z *nervus medianus*), překrytá přilehlými stranami *musculus flexor digitorum profundus* a *musculus flexor pollicis longus*. Krátce po svém vzniku obvykle vydává *arteria comitans nervi mediani (arteria mediana persistens)*, provázející stejnojmenný nerv, často až do dlaně spojující se s *arcus palmaris superficialis*. Svalové větve z *arteria interossea anterior* prorážejí mezikostní blánu pro zásobení svalů zadní skupiny předloktí a obou předloketních kostí. Tepna sestupuje až k *musculus pronator quadratus*, přispívá do *rete carpi palmare* a prochází skrz *hiatus distalis membranae interossee antebrachii* na zadní stranu předloktí. Zde anastomózuje s *arteria interossea posterior*, probíhá pod *retinaculum musculorum extensorum* společně se šlachami napínačů prstů ve čtvrtém kompartmentu a končí v *rete carpi dorsale*. Tři malé kožní větve zásobují kůži distální části laterálního okraje předloktí.

Arteria interossea posterior (zadní mezikostní tepna) vybíhá z *arteria interossea communis* a je obvykle slabší než její přední soukmenovkyně. Prochází dozadu mezi *chorda obliqua* a proximálním okrajem *membrana interossea antebrachii* (skrz *hiatus proximalis membranae interossee antebrachii*) mezi *musculus supinator* a *musculus abductor pollicis longus*. Sestupuje hluboko ve žlábkou mezi *musculus extensor carpi ulnaris* (mediálně) a malíkovou

složkou *musculus extensor digitorum*, v němž vydává vícero svalových větví a dále kožní větve (fasciokutánní perforátory) prostupující svalovou přepážkou mezi *musculus extensor carpi ulnaris* a *musculus extensor digiti minimi*. Zde se k tepně přidává *ramus profundus nervi radialis*, který po výstupu z *canalis supinatorius* přijímá název *nervus interosseus posterior* a běží po *musculus abductor pollicis longus*. Distálně tepna anastomózuje s koncovým úsekem *arteria interossea anterior* a končí v *rete carpi dorsale*.

Arteria interossea recurrens je větví počátečního úseku zadní mezikostní tepny a vzestupuje mezi *epicondylus lateralis humeri* a okovec, buď po povrchu nebo skrz *musculus supinator*, krytá *musculus anconeus*, anastomózuje s *arteria collateralis media* (větve z *arteria profunda brachii*), *arteria collateralis ulnaris superior et inferior* a *arteria recurrens ulnaris posterior*.

1.1.1. *Arteria radialis*

Na zápěstí přechází *arteria radialis* na hřbet ruky mezi *ligamentum collaterale carpi radiales* a šlachami *musculus extensor pollicis longus* a *musculus extensor pollicis brevis* (uloženými ve dvou samostatných šlachových pochvách, přičemž *musculus extensor pollicis brevis* sdílí šlachovou pochvu s *musculus abductor pollicis longus*). Je v úzkém styku s *os scaphoideum* a *os trapezium*, které tvoří dno ve *foveola radialis* (*fossa la tabatiere*; anatomical snuff-box), v níž je hmatný její tep (jamku přebíhají větve z *ramus superficialis nervi radialis* a přítoky do *vena cephalica*). Po průchodu pod šlachou *musculus extensor pollicis longus* vstupuje do prvního meziprstního prostoru (*spatium intermetacarpale primum*; first web space) na hřbetní plochu *musculus interosseus dorsalis primus*. Zde občas vydává bezejmennou větev (označovanou anglicky jako „distal superficial dorsal branch“) přebíhající úponové šlachy *musculus extensor carpi radialis longus et brevis*. Větve z *nervus cutaneus antebrachii lateralis* probíhají podél distálního úseku *arteria radialis*, jak se obtáčí kolem zápěstí.

V prvním meziprstním prostoru proráží koncový úsek *arteria radialis* mezi dvěma hlavami *musculus interosseus dorsalis primus* do hloubi a vstupuje do Guiotova prostoru mezi tento sval a *caput transversum muscoli adductoris pollicis*. Poté prochází mezi oběma hlavami *musculus adductor pollicis* do dlaně a u báze páté záprstní kosti anastomózuje s *ramus*

palmaris profundus arteriae ulnaris, čímž doplňuje *arcus palmaris profundus*.

Ramus carpalis palmaris (dlaňová zápěstní větev) odstupuje poblíž laterálního okraje *musculus pronator quadratus* a přebíhá mediálně přes povrch distálního konce vřetenní kosti v blízkosti zápěstí anastomózujíc pod šlachami flexorů prstů s *ramus carpalis palmaris arteriae ulnaris*. K této příčné anastomóze se připojují podélné větve z *arteria interossea anterior* a vratné větve z *arcus palmaris profundus* a *arcus radiocarpalis palmaris*, jenž zásobuje zápěstní kosti a okolí sestupnými větvemi.

Ramus palmaris superficialis odstupuje z *arteria radialis* těsně před jejím zákrutem kolem zápěstí. Proráží skrz svaly palcového valu (někdy je přebíhá), zásobuje je a obvykle anastomózuje s koncovým úsekem *arteria ulnaris* vytvářeje *arcus palmaris superficialis*.

1.1.2. *Ramus carpalis dorsalis*

Tato větev vybíhá hluboko pod šlachy obou natahovačů palce a rovněž jeho dlouhého odtahovače. Probíhá mediálně přes hřbetní povrch zápěstí pod šlachami ve šlachových pochvách anastomózujíc s *ramus carpalis dorsalis arteriae ulnaris* a také a s větvemi z *arteria interossea anterior et posterior*. Společně vytvářejí *arcus radiocarpalis dorsalis*. Oba zápěstní tepenné oblouky (*arcus radiocarpalis palmaris et dorsalis*) se nalézají blízko kosti a zásobují distální epifyzální části obou předloketních kostí. Tři *arteriae metacarpales dorsales* (*secunda* až *quarta*) pak pokračují z *rete carpi dorsale* („dorsal intercarpal arch“) po povrchu *musculus interosseus dorsalis secundus, tertius et quartus* a rozvidlují se na *arteriae digitales dorsales* pro přilehlé části prstů v rozsahu základního článku.

1.1.3. *Arteria metacarpalis dorsalis prima*

Tato první hřbetní záprstní tepna odstupuje z kmene vřetenní tepny na hřbetní ploše *musculus interosseus dorsalis primus* těsně před jejím zanořením mezi obě jeho hlavy. Téměř okamžitě se rozděluje na dvě *arteriae digitales dorsales* pro přilehlé strany palce a ukazováku (*arteria digitalis dorsalis pollicis medialis* a *arteria digitalis dorsalis indicis lateralis*) až po úroveň *articulatio interphalagea pollicis / interphalangea proximalis indicis*. Laterální strana palce je zásobována větví přímo z *arteria radialis*. Ve většině případů *arteria metacarpalis dorsalis*

prima probíhá v rámci fascie překrývající *musculus interosseus dorsalis primus* souběžně s druhou záprstní kostí. Příležitostně může probíhat zavzata do svalu, tedy intramuskulárně. Distálně anastomózuje s dorzálními větvemi z *arteria digitalis radiopalmaris indicis* v úrovni základního článku ukazováku.

1.1.4. *Arteria metacarpalis dorsalis secunda, tertia et quarta*

Druhá až čtvrtá hřbetní záprstní tepna vycházejí z *rete carpi dorsale*. V blízkosti svého odstupu anastomózuji s *arcus palmaris profundus* pomocí proximálních *rami perforantes* a v blízkosti jejich rozvidlení na *arteriae digitales dorsales* anastomózuji pomocí distálních *rami perforantes*, procházejících kolem krčků záprstních kostí, s *arteriae metacarpales palmares*. Rovněž anastomózuji ještě distálněji, na okraji meziprstních prostorů, s *rami perforantes dorsales* z *arteriae digitales palmares communes* (větvemi z *arcus palmaris superficialis*). Třetí a čtvrtá hřbetní záprstní tepna jsou mnohem slabší než první a druhá. Kožní větve z *arteriae metacarpales dorsales* zásobují kůži hřbetu ruky až po úroveň *articulatio interphalangea proximalis*. Na úrovni krčku druhé, třetí a čtvrté záprstní kosti vysílají přímou kožní větev, která se otáčí proximálně a zásobuje okrsek kůže mezi dvěma sousedními záprstními kostmi.

1.1.5. *Arteria princeps pollicis*

Arteria princeps pollicis (hlavní palcová tepna) odstupuje z *arteria radialis* v místě, v němž se tato stáčí do dlaně a vytváří *arcus palmaris profundus*. Sestupuje na dlaňovou plochu první záprstní kosti pod *caput transversum musculi adductoris pollicis* laterálně od *musculus interosseus palmaris primus*. U báze základního článku palce, v hloubce pod šlachou *musculus flexor pollicis longus*, se tepna dělí na dvě větve, které se objevují mezi mediálním a laterálním úponem *caput obliquum musculi adductoris pollicis* a probíhají po obou stranách palce (*arteria radiodorsalis pollicis medialis et lateralis*). Na dlaňovém povrchu koncového článku palce tvoří tyto větve *arcus pollicis* zásobující kůži a podkoží. *Arteria princeps pollicis* je tepnou vyživující první záprstní kost. Poslední vydání Grayovy anatomie již cituje naši práci o uspořádání a názvosloví tepen palce (Miletín et al. 2017; Standring 2021), ačkoli stále používá termín „*arteria princeps pollicis*“ – viz dále v kapitolách Výsledky a Diskuze.

1.1.6. *Arteria radialis indicis*

Arteria radialis indicis (ukazováková vřetenní tepna) je často větví z počátečního úseku *arteria princeps pollicis*, může odstupovat z *arcus palmaris superficialis* či z *arteria metacarpalis dorsalis prima*, nebo se může kombinovat s *arteria princeps pollicis* za vzniku *arteria metacarpalis palmaris prima*. Sestupuje mezi *musculus interosseus dorsalis primus* a *caput transversum musculi adductoris pollicis* a probíhá podél laterální strany ukazováku až k jeho špičce. Anastomózuje s *arteria digitalis indicis medialis*, *arteria princeps pollicis* a *arcus palmaris superficialis* na distálním okraji *caput transversum musculi adductoris pollicis*.

1.1.7. *Arcus palmaris profundus*

Arcus palmaris profundus (hluboký dlaňový oblouk) je tvořen anastomózou konce *arteria radialis* s *ramus palmaris profundus arteriae ulnaris*. Přebíhá báze záprstních kostí a mezikostní svaly, překrytý pomocí *caput obliquum musculi adductoris pollicis*, šlachami ohýbačů prstů a červovitými svaly.

1.1.8. *Arteriae metacarpales palmares*

Tři *arteriae metacarpales palmares* (dlaňové záprstní tepny) odstupují distálně z konvexity *arcus palmaris profundus* a probíhají po dlaňové ploše mezikostních svalů druhého až čtvrtého meziprstního prostoru a spojují se posléze s *arteriae digitales palmares communes* v úrovni meziprstních kožních řas. Tyto tepny vyživují druhou až pátou záprstní kost.

1.1.9. *Rami perforantes*

Tři *rami perforantes* jsou větvemi z *arcus palmaris profundus* a prorážejí druhý až čtvrtý meziprstní prostor mezi hlavami odpovídajícího *musculus interosseus dorsalis* anastomózující s *arteriae metacarpales dorsales*. *Rami recurrentes* odstupují z *arcus palmaris profundus* a míří proximálně k zápěstním kostem a jejich drobným kloubům a vazům, anastomózující s *rete carpi palmare*.

1.1.10. Arteria ulnaris

Na zápěstí je loketní tepna překryta kůží, fascií a *musculus palmaris brevis*. Leží mezi povrchovou a hlavní částí *retinaculum musculorum flexorum*, laterálně od *nervus ulnaris* a *os pisiforme*, uvnitř *canalis ulnaris* (malý zápěstní kanál; Guyonův kanál).

Ramus cutaneus dorsalis (hřbetní kožní větev) je konstantní prorážející tepna („dorsoulnar perforator“), odstupující 2–5 cm proximálně od *os pisiforme*, mířící distálně, doprovázející nervový *ramus cutaneus dorsalis nervi ulnaris* a vybíhá mezi šlachami *musculus flexor carpi ulnaris* a *musculus extensor carpi ulnaris*.

Ramus carpalis palmaris (dlaňová zápěstní větev) přebíhá distální část loketní kosti v hloubi pod šlachami *musculus flexor digitorum profundus* anastomózuje s *ramus carpalis palmaris arteriae radialis* za vzniku *arcus radiocarpalis palmaris*.

Ramus carpalis dorsalis (hřbetní zápěstní větev) vzniká těsně proximálně od *os pisiforme* a zahýbá se do hloubky ke šlaše *musculus flexor carpi ulnaris* a dosahuje na hřbetní plochu zápěstí, skrytý pod šlachami natahovačů v jejich šlachových pochvách. Zde anastomózuje s *ramus carpalis dorsalis arteriae radialis* za vzniku *rete carpi dorsale* (někdy ve formě *arcus carpi dorsalis*). V blízkosti svého odstupu vysílá malou větev podél mediální strany páté záprstní kosti (*arteria digitalis digiti minimi medialis*) pro zásobení mediální strany hřbetní plochy malíku.

Ramus palmaris profundus (hluboká dlaňová větev) je často zdvojený, odbočuje za *canalis ulnaris* do hloubky a probíhá mezi *musculus abductor digiti minimi* a *musculus flexor digiti minimi brevis*, skrz nebo v hloubi pod *musculus opponens digiti minimi*, anastomózuje s koncem *arteria radialis* za vzniku *arcus palmaris profundus*. Tepnu doprovází *ramus profundus nervi ulnaris*.

Arcus palmaris superficialis (povrchový dlaňový oblouk) je tvořen anastomózou konce *arteria ulnaris* (jež je jeho hlavní zdrojnicí) s *ramus palmaris superficialis arteriae radialis*. *Arteria ulnaris* vstupuje do dlaně společně s *nervus ulnaris*, povrchově od hlavního snopce

retinaculum musculorum flexorum a laterálně od *os pisiforme*, pokračuje mediálně od *hamulus ossis hamati* a pak se stáčí laterálně směrem do středu dlaně, aby vytvořila distálně konvexní oblouk na úrovni myšlené příčné čáry skrz distální okraj báze základního článku palce v plné extenzi. Povrchový oblouk zasahuje distálněji do dlaně než hluboký až téměř do úrovně příčné ohybové čáry kůže ruky zvané *sulcus transversus radialis* (*linea manus clausae*; *linea cephalica*) (Kachlík et al. 2015). Přibližně v jedné třetině případů tvoří oblouk pouze samotná loketní tepna (neúplný oblouk), v další třetině případů je doplněna z *ramus palmaris superficialis arteriae radialis* (úplný oblouk a učebnicové schéma) a v poslední třetině se spojuje s jinou s větví z *arteria radialis* (*arteria princeps pollicis* či její větví) nebo s *arteria comitans nervi mediani manus* (viz kapitola o variabilitě tepen ruky). *Arcus palmaris superficialis* je překryt pomocí *musculus palmaris brevis* a *aponeurosis palmaris*, přebíhá *musculus flexor digiti minimi brevis*, větve z *nervus medianus* (*nervi digitales palmares*) a šlachy dlouhých ohýbačů prstů včetně červovitých svalů.

1.1.11. *Arteriae digitales palmares communes et propriae*

Tři *arteriae digitales palmares communes* vznikají z konvexity *arcus palmaris superficialis* a probíhají po druhém až čtvrtém červovitém svalu (každá jednotlivě po příslušném přilehlém svalu). Každá z nich se spojuje s odpovídající *arteria metacarpalis palmaris* odstupující z konvexity *arcus palmaris profundus* a posléze se rozvidlí na dvě *arteriae digitales palmares propriae* (*medialis et lateralis*). Tyto potom probíhají po přilehlých stranách všech čtyř tříčlankových prstů, dorzálně od *nervi digitales*, mezi tzv. Graysonovými a Clelandovými vazy, anastomózující v blízkosti obou mezičlankových kloubů a také v podkoží konečků prstů. Každá *arteria digitalis palmaris propria* má dvě hřbetní větve (*ramus dorsalis*) anastomózující s příslušnou *arteria digitalis dorsalis* a živící měkké tkáně hřbetních části středního a koncového článku prstu, včetně nehtového lůžka a *matrix unguis*. *Arteria digitalis palmaris propria digiti minimi medialis*, tedy tepna pro mediální stranu malíku, vystupuje z *arcus palmaris superficialis* samostatně, krytá pomocí *musculus palmaris brevis*. *Arteriae digitales palmares* slouží k výživě všech tří kloubů prstů ruky (*articulatio metacarpophalangea*, *articulatio interphalangea proximalis et distalis*) a rovněž pro výživu všech tří článků prstů. Jsou hlavním zdrojem tepenné krve pro prsty, neboť *arteriae digitales dorsales* končí na úrovni *articulatio interphalangea proximalis* na zbylé články prstů již nedosahují.

Odstup *arteriae digitales palmares pollicis* je značně variabilní, jak bude rozebráno dále ve Výsledcích a Diskuzi této práce. Dle Grayovy anatomie mohou obě pocházet z *arteria princeps pollicis* nebo mohou vznikat samostatně z *arcus palmaris superficialis*. *Arteria digitalis palmaris pollicis medialis* může odstupovat z *arteria metacarpalis dorsalis prima*.

Koncové větve *arteriae digitales* přispívají k řadě tepenných obouků, které poskytují bohaté cévní zásobení pro distální prvky každého prstu. Tři příčné oblouky probíhající na hřbetní straně článků prstů anastomózuji mezi sebou a také s oblouky na dlaňové straně prstu. Povrchový oblouk se nachází na úrovni proximálního okraje nehtové ploténky a je zásobován především z *ramus dorsalis arteriae digitalis palmaris propriae*, jež začíná na úrovni středního článku. Proximální subungvální oblouk probíhá na úrovni lunuly a je zásobován koncovou větví *arteria digitalis palmaris propria*, jež se stáčí na hřbet koncového článku. Distální subungvální oblouk je uložen v nehtovém lůžku a je zásobován cévou ze hřbetu, jež odstupuje z místa soutoku anastomózy ve tvaru písmene H mezi koncovými částmi obou *arteriae digitales palmares propriae* a prochází z dlaňové na hřbetní strany prstu pod mezikostním vazem spojujícím proximální a distální části koncového článku.

1.2. Tepenné zásobení kůže

Kůži těla obecně zásobují drobné tepny prorážející z hloubky, obvykle jako větve svalových tepen, často přicházejí skrz přepážky mezi jednotlivými skupinami svalů nebo mezi jednotlivými svaly skrz fascie, proto jsou často v klinice nazývány jako septokutánní, muskulokutánní či fasciokutánní perforátory, vždy podle jejich uspořádání. Obecně jejich oficiální latinská terminologie bohužel chybí.

Angiozóm (*angiosoma*) je morfologická jednotka tvořená tkání kůže, podkoží, fascie, svalů a kostí, vyživovaná určitou tepnou a drénovaná určitou žílou. Celé lidské tělo se skládá ze 40 angiozómů (Brodmann 2013). Arteriozóm (*arteriosoma*) je taková morfologická jednotka zásobovaná jednou určitou tepnou a venozóm (*venosoma*) je stejná jednotka drénovaná jednou určitou žílou. V případě, že rozsah žilního odtoku je odlišný od tepenného zásobení angiozómu, morfologická jednotka se nazývá flebozóm (*phlebosoma*). Morfologická jednotka drénovaná povrchovými mízními cévami se pak nazývá lymfozóm (*lymphosoma*) a část kůže,

jíž nervuje jeden kožní nerv, pak dermatom (Kachlík et al. 2021).

Kůže přední plochy zápěstí je zásobována větvemi z *ramus palmaris superficialis arteriae radialis*, *arteria ulnaris* a příležitostně *arteria comitans nervi mediani*. Kůže palcového valu (tenaru) dostává tepennou krev malými prorážejícími větvemi z *ramus palmaris superficialis arteriae radialis* a *arteria princeps pollicis*, kůže malíkového valu (hypotenaru) pak z prorážejících větví z *arteria ulnaris*, z nichž některé procházejí skrz *musculus palmaris brevis*. Zbytek kůže dlaně je zásobován větvemi z *arteriae digitales palmares communes*, jež prorážejí *aponeurosis palmaris*, a větvemi z *arteria radialis indicis*. Kůže dlaňové strany prstů dostává krev z příslušné *arteria digitalis propria*. U koncového článku je mezi *arteriae digitales propriae* vytvořena tepenná anastomóza ve tvaru písmene H, z níž se v pulpě prstu rozbíhají kožní perforátory. Hluboké prstové žíly doprovázející *arteriae digitales propriae* jsou obvykle velmi slabé a často chybějí. Povrchové prstové žíly (*venae digitales palmares*) se postupně stáčíjí na hřbet ruky a odtékají do *rete venosum dorsale manus*.

Kůže hřbetu ruky je zásobována větvemi z tepenné pleteně rozprostírající se povrchově od *retinaculum musculorum extensorum*, do níž přispívá *arteria radialis*, včetně jejího *ramus carpalis dorsalis*, a dále *ramus carpalis dorsalis arteriae ulnaris* a větve z *arteria interossea anterior et posterior*. Krevní zásobení hřbetu ruky vzniká z podélných řad po čtyřech nebo pěti větvích z každé z *arteriae metacarpales dorsales*, které většinou vycházejí buď přímo z *arteria radialis*, nebo z *rete carpi dorsale*. Na úrovni krčků metakarpů, na níž *arteria metacarpalis dorsalis secunda, tertia et quarta* komunikují s větvemi z odpovídajících *arteriae digitales palmares communes*, vystupuje proximálně velká kožní prorážející větev, zásobující okrsek kůže hřbetu ruky a zápěstí. Krevní zásobení kůže hřbetu prstů vychází proximálně z koncových větví *arteriae metacarpales dorsales* (zásobujících oblast až k *articulatio interphalangea proximalis*) a také z dorzálních větví *arteriae digitales palmares*, které odstupují v úrovni každého článku prstu. Na úrovni koncového článku prstu jsou přítomné tři hřbetní tepenné oblouky, vydávající kožní větve: povrchový oblouk nad bází koncového článku a dva distální podnehtové (subungvální) oblouky. Kůže hřbetu palce je zásobována podélnými větvemi z *arteria princeps pollicis* a dorzálními větvemi z *arteriae digitales palmares*.

1.3. Tepenné zásobení svalů ruky

Musculus flexor pollicis brevis je zásobován z *ramus palmaris superficialis arteriae radialis* a větvemi z *arteria princeps pollicis* a *arteria radialis indicis*. *Musculus abductor pollicis brevis* je živěn z *ramus palmaris superficialis arteriae radialis* a často i samostatnou přímou větví z *arteria radialis* probíhající po laterální straně palce. *Musculus opponens pollicis* je zásobován z *ramus palmaris superficialis arteriae radialis* a větvemi z *arteria metacarpalis palmaris prima* (je-li přítomna), z *arteria princeps pollicis*, *arteria radialis indicis* a *arcus palmaris profundus*. *Musculus adductor pollicis* je vyživován z *arteria princeps pollicis* a *arteria radialis indicis* (někdy kombinovaná jako *arteria metacarpalis palmaris prima*) a větvemi z *arcus palmaris profundus*.

Musculus abductor digiti minimi a *musculus flexor digiti minimi brevis* jsou zásobovány z *ramus palmaris profundus arteriae ulnaris* a větvemi z ulnárního konce *arcus palmaris superficialis*, avšak mediální okraj malíku je zásobován z *arteria digitalis palmaris*. *Musculus opponens digiti minimi* je živěn z *ramus palmaris profundus arteriae ulnaris* a větvemi z ulnárního konce *arcus palmaris profundus*. *Musculus palmaris brevis* je zásobován větvemi z ulnárního konce *arcus palmaris superficialis*.

Musculi interossei palmares jsou vyživovány větvemi z *arcus palmaris profundus*, *arteria princeps pollicis*, *arteria radialis indicis*, *arteriae metacarpales palmares*, proximálními a distálními *rami perforantes* a z *arteriae digitales palmares communes et propriae*. Naopak *musculi interossei dorsales* jsou zásobeny větvemi z *arteriae metacarpales dorsales* (první až čtvrtý sval), *arteriae metacarpales palmares* (druhý až čtvrtý sval), přímo z *arteria radialis* (první sval), z *arteria princeps pollicis*, *arteria radialis indicis*, ze tří proximálních *rami perforantes* (větve z *arcus palmaris profundus*) a tří distálních *rami perforantes*. Jejich šlachy jsou živěny větvemi z *arteriae digitales palmares communes et propriae* a *arteriae digitales dorsales*.

Musculus lumbricalis primus et secundus jsou zásobovány z příslušné *arteria metacarpalis dorsalis* a *arteria digitalis dorsalis*, zatímco *musculus lumbricalis tertius et quartus* jsou vyživovány z *arteria digitalis palmaris communis secunda et tertia*, dále z *arteria digitalis*

dorsalis tertia et quarta a rovněž z jejich anastomóz s *arteriae digitales palmares*.

1.4. Anastomózy

Propojení řečišť jednotlivých tepenných kmenů a jejich větví na předloktí a v ruce jsou četná a dobře zmapovaná. Jedná se zaprvé o spoje na úrovni kmenů *arteria radialis* a *arteria ulnaris*, zadruhé o jejich koncové úseky ve formě *arcus palmaris superficialis et profundus* a zatřetí o spoje jejich větví na zápěstí, v ruce a na prstech. V poslední skupině se jedná také o *arcus radiocarpalis palmaris et dorsalis* a a tři skupiny *rami perforantes*.

1.5. Arteria comitans nervi mediani manus / Arteria mediana persistens

Tato tepna patří k nejvariabilnějším tepnám horní končetiny (Solewski et al. 2021).

Její vymezení bylo v minulosti hojně diskutováno, ale obecně je uznávána jako tepna doprovázející *nervus medianus* na předloktí (Standring 2016). Vzhledem ke složitému vývoji tepen na předloktí se u této cévy nejedná o mezistupeň ve vývoji, ale o tepnu, vykazující v dospělosti možnosti různého uspořádání (Koňářik 2020; Koňářik, et al. 2020).

- Typ A – tepna dosahuje pouze na předloktí (*arteria comitans nervi mediani; arteria comitans nervi mediani antebrachii*)
- Typ B – tepna běží po předloktí a skrze *canalis carpi* pokračuje do dlaně (*arteria comitans nervi mediani manus*)
- Typ C – tepna běží po předloktí a pokračuje do dlaně mimo *canalis carpi*, tedy povrchově, ventrálně od *retinaculum musculorum flexorum* (*arteria comitans nervi mediani manus superficialis*)
- Typ D – tepna začíná proximálněji, buď z *arteria brachialis* nebo dokonce z *arteria axillaris* a může pokračovat jakýmkoli z výše uvedených způsobů (*arteria brachiomediana*)
- Typ E – tepna začíná proximálněji, buď z *arteria brachialis* nebo dokonce z *arteria axillaris* a může pokračovat jakýmkoli z výše uvedených způsobů, avšak v loketní krajině probíhá povrchově od ohýbačů předloktí (*arteria brachiomediana superficialis*)

Typ A (*arteria comitans nervi mediani; arteria comitans nervi mediani antebrachii*) neboli předloketní (antebrachiální) typ se nalézá v populaci přibližně v 76 % podle klasické studie (Rodriguez-Niedenfuhr et al. 1999), podle nedávné meta-analýzy však pouze v 34,0 % případů (Solewski, et al. 2021) a někdy bývá považován za normu. Má však stranovou diskrepanci, o něco častěji se vyskytuje jednostranně (1,5 : 1), proto je výskyt na jedné končetině uváděn v 53 % případů. Odstupuje obvykle z *arteria interossea anterior*, může však začínat i proximálněji z *arteria ulnaris*. Má obvykle užší průsvit (0,3–2 mm) a končí v distální části předloktí. Buď se vyčerpává v obalu *nervus medianus* asi v polovině předloktí nebo se rozpadá na větvičky kolem šlach ohýbačů prstů. Průsvit kolísá při odstupu od 0,3 do 2 mm (Koňářík 2020; Koňářík, et al. 2020).

Typ B (*arteria comitans nervi mediani manus*) neboli dlaňový (palmární) typ se nalézá v populaci přibližně ve 20 % podle klasické studie (Rodriguez-Niedenfuhr, et al. 1999), podle nedávné meta-analýzy však pouze v 8,6 % případů (Solewski, et al. 2021). Má mnohem zřetelnější stranovou diskrepanci (4:1), jednostranně bývá popisován až v 12 % případů.

Data o výskytu jsou nesourodá a pohybují se mezi 1,5–50 % (Henneberg a George 1995; Koňářík 2020; Koňářík, et al. 2020; Rodriguez-Niedenfuhr, et al. 1999; Solewski, et al. 2021), což je dáno dvěma činiteli: ne příliš vysokým počtem zkoumaných končetin a nejednoznačným vymezením této variace. Tento typ začíná z trojitého větvení *arteria ulnaris* na vlastní kmen loketní tepny, *arteria comitans nervi mediani manus* a *arteria interossea communis*. Má obvykle širší průsvit (1,2–3 mm) a prochází skrz *canalis carpi* do dlaně s průsvitem 0,5–1 mm. Zde se buď stává zdrojnicí *arcus palmaris superficialis* (35 % případů) nebo pokračuje jako *arteria digitalis communis prima et secunda* (65 % případů) (Carry et al. 2018; Feigl et al. 2012). Tepna může v 41 % procházet skrz *nervus medianus* v proximální třetině předloktí (Koňářík 2020; Koňářík, et al. 2020).

Typ C (*arteria comitans nervi mediani superficialis*) je výjimečně vzácný, jeho odhadovaný výskyt je nižší než 0,2 % případů (Rodriguez-Niedenfuhr, et al. 1999).

Vznik *arteria comitans nervi mediani* velmi úzce souvisí s dvěma vývojovými teoriemi. Starší, navržená Singerem (Singer 1933) říká, že během vývoje zásobuje horní končetinu *arteria*

axialis, jíž pak představuje *arteria brachialis* na paži a *arteria interossea anterior* na předloktí. První z nich má tři hlavní větve: *arteria mediana, ulnaris et radialis*. Na začátku je *arteria mediana* hlavním zdrojem krevního zásobení distální části horní končetiny. Přestože je nejprve umístěna poměrně povrchně, dostává se do své konečné polohy mezi *musculus flexor digitorum superficialis* a *musculus flexor digitorum profundus* proximální migrací povrchového ohýbače prstů z dlaně směrem k předloktí. V osmém týdnu vývoje začíná *arteria mediana* regredovat a funkci hlavního zdroje prokrvení ruky a předloktí přebírají *arteria radialis et ulnaris* (Feintisch et al. 2017; Mrázková 1986). Pokud není regrese *arteria mediana* dokončena, popisujeme zbývající strukturu jako *arteria mediana persitens (arteria comitans nervi mediani)*.

Novější, navržená Rodríguez-Niedenführem et al. říká, že tepny horní končetiny se vyvíjejí z počáteční vlásečnicové pleteně, která se diferencuje proximodistálně v důsledku udržování a rozvoje určitých vlásečnic a regrese jiných. Nové tepny se mohou odlišit od cév, které by obvykle zůstaly vlásečnicemi nebo dokonce regredovaly. Variabilní (nekonstantní) tepny se vyskytují v případě perzistence a zvětšení takových cév. Na rozdíl od starší teorie může tato vysvětlit původ všech různých tepenných variací horní končetiny (Rodriguez-Niedenfuhr et al. 2003).

Carry et al. provedli studii ke stanovení výskytu *arteria comitans nervi mediani manus* v dětské populaci. Její přítomnost našli v 20,7 % (56/270) včetně vyšší přítomnosti mezi novorozenci ve srovnání s dospělými, a proto navrhli teorii, že *arteria mediana* může pokračovat v regresi i postnatálně. Tento názor je podpořen pozorováním, že se zvyšujícím se věkem zkoumaných dětí byla přítomnost této tepny méně pravděpodobná. Vzhledem k tomu, že byly sledovány pouze do úrovně zápěstí, nemůžeme v této studii určit typ nalezených *arteriae comitantes nervi mediani* (Carry, et al. 2018). Solewski et al. v nedávné meta-analýze potvrdili tyto závěry o postnatální regresi *arteria mediana*, neboť ve studiích týkajících se plodů a novorozenců/kojenců stanovili výskyt typu B mnohem vyšší, a to 30,2 %, popřípadě 18,6 % u postnatálních nálezů (Solewski, et al. 2021).

Nejnámějším chorobným stavem souvisejícím s *arteria comitans nervi mediani manus* je syndrom karpálního tunelu (Chalmers 1978). Podle různých autorů musí mít tato tepna průsvit

alespoň 2 mm (nebo dokonce 3 mm) a být spojená s dalšími patologickými stavy (trombóza, kalcifikace, aneuryzma), aby došlo k útlaku *nervus medianus* (Barfred et al. 1985; Chen et al. 2017) [1, 3]. Gassner et al. předložili názor, že *arteria comitans nervi mediani manus* s průsvitem přesahujícím 1,5 mm je u bezpříznakových pacientů vzácná, a tepna tedy musí mít průsvit podobný *arteria radialis* nebo *arteria ulnaris*, aby způsobila útlak nervu (Gassner et al. 2002). Solewski et al. navrhli zcela opačný dopad na vznik syndromu karpálního tunelu, poněvadž zjistili, že *arteria comitans nervi mediani manus* je více než třikrát pravděpodobnější v běžné populaci (8,6 %) než ve skupině pacientů chirurgicky léčených kvůli této chorobě (2,6 %). Samostatnou přítomnost tepny považovali za ochranný činitel proti rozvoji syndromu karpálního tunelu a vysvětlují, že tepna má zajistit udržitelnější krevní zásobení *nervus medianus* (Solewski, et al. 2021). K objasnění této nejednoznačnosti je však zapotřebí další výzkum.

Přítomnost *arteria comitans nervi mediani manus* může být spojena s jinými anatomickými variacemi. Jednou z nich je nález doprovodných *venae comitantes nervi mediani manus*. Podle Gassnera et al. může být přítomna jedna až tři doprovodné žíly o průsvitu 1–2,5 mm (Gassner, et al. 2002) a u 6 ze 100 zápěstí (6 %). Dalšími anatomickými variacemi spojenými s přítomností *arteria comitans nervi mediani manus* jsou *nervus medianus bifidus* a vysoké štěpení středního nervu. *Nervus medianus bifidus* je přeskupení nervu do oddělených svazků probíhajících laterálně a mediálně od tepny, avšak stále obalených společným perineuriem, které zahrnuje také *arteria comitans nervi mediani manus*. V případě vysokého štěpení *nervus medianus* mají oba svazky vlastní perineurální obal a tepna není zavzata ani v jednom z nich. Posledním typem vztahu mezi *nervus medianus* a *arteria comitans nervi mediani manus* je obvyklé nervové uspořádání a průběh s vychýleným postavením tepny. Tvzení, že *nervus medianus* je zranitelnější útlakem, a tedy náchylný k rozvoji syndromu karpálního tunelu, není v současnosti všemi autory přijímán (Chen, et al. 2017; Solewski, et al. 2021). Vzácnějším chorobným stavem spojeným s výskytem *arteria comitans nervi mediani* je syndrom pronátorového kanálu, tedy útlak *nervus medianus* mezi hlavami *musculus pronator teres* – uvnitř *canalis pronatorius* (Gainor a Jeffries 1987), a to za situace, v níž *arteria comitans nervi mediani* proráží *nervus medianus* v jeho proximální třetině na předloktí. Tato anatomická variace byla prokázána v 11–41 % případů výskytu tepny ((Rodriguez-Niedenfuhr, et al. 1999).

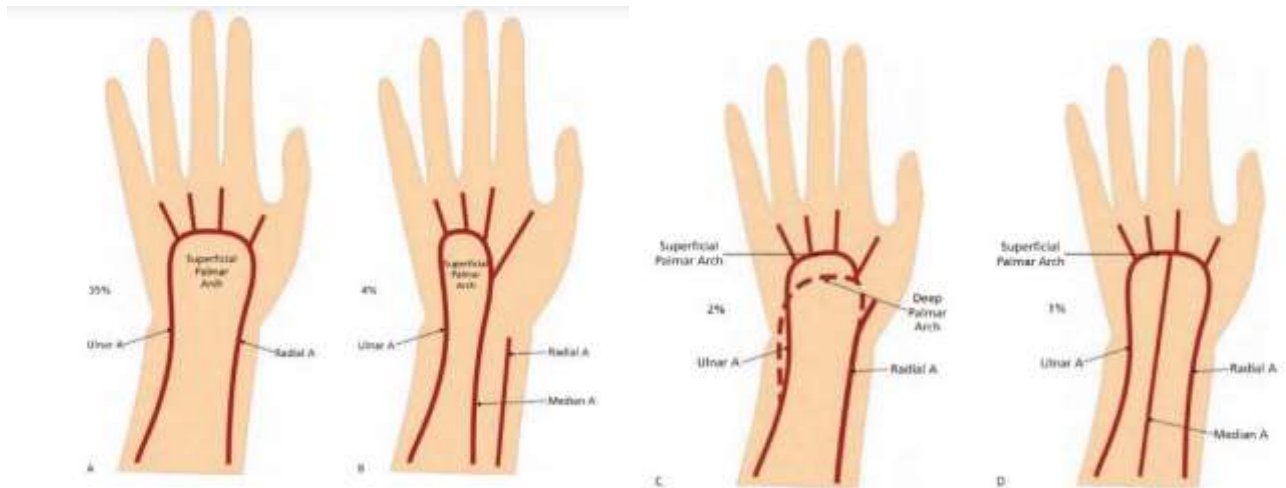
V neposlední řadě slouží *arteria comitans nervi mediani manus* jako silná kolaterála pro celou ruku a má tedy význam při postižení nebo uzávěru *arteria radialis a/nebo arteria ulnaris*.

1.6. Variace tepen ruky

Variace zásobení ruky a větvení jednotlivých tepenných kmenů a jejich větví jsou v ruce běžné a jsou předmětem četných publikací (Barbosa Sueiro 1916; Barbosa Sueiro 1917; Bergman et al. 1988; Ebner a Hammer 1988; Henle 1868; Jaschtschiniski 1897; Latarjet 1948; Maruyama 1944; McCormack et al. 1953; Mestdagh 1980; Poynter 1922; Schaefer et al. 1915; Schwalbe 1895; Schwalbe 1898; Tandler 1897; Weathersby 1955; Winslow 1883d).

Podle Lipperta a Pabsta (1985), založeného na mnoha předchozích kvalitních dílech (Adachi 1928a; Anson 1963; Coleman a Anson 1961; Dimtza 1956; Doscher et al. 1983; Edwards 1960; Kamienski a Barnes 1976; Lanz a Wachsmuth 1959; Libersa et al. 1982; Little et al. 1973; Mozersky et al. 1973; Pabst a Lippert 1968; Varro et al. 1978) existuje *arcus palmaris superficialis* jako úplný nebo uzavřený oblouk (*arcus palmaris superficialis completus*) v 42 % případů a naopak jako neúplný nebo otevřený oblouk (*arcus palmaris superficialis incompletus*) v 58 % případů (Lippert a Pabst 1985). Toto zjištění se dramaticky liší od studie Ikedy et al. (1988), kteří na základě své angiografické analýzy 220 kadaverózních rukou uvádějí, že úplný *arcus palmaris superficialis* se vyskytuje v 96,4 % případů a pouze 3,6 % povrchových dlaňových oblouků je neúplných (Ikeda et al. 1988). Podobně Al-Turk a Metcalf (1984) uzavírají, že *arcus palmaris superficialis* je úplný v 84 % a neúplný v 16 % případů (Al-Turk a Metcalf 1984). Ze závěru těchto studií vyplývá, že klasický učebnicový vzor se vyskytuje pouze v 35 % případů (Feigl, et al. 2012; Tubbs et al. 2016). (Obrázek1a). Ve 4 % případů však vzniká *arcus palmaris superficialis* z *arteria ulnaris* a z *arteria comitans nervi mediani manus*, vstupující do dlaně skrz *canalis carpi* podél *nervus medianus* (Obrázek 1b). V dalších 2 % případů odstupuje hluboká větev buď ze hřbetu ruky (z *rete carpi dorsale* nebo jeho zdrojnic) nebo z *arcus palmaris profundus*, komunikuje s *arteria ulnaris* a společně vytvářejí úplný *arcus palmaris superficialis* (Obrázek 1c). V méně než 1 % případů přispívají všechny tři tepny do

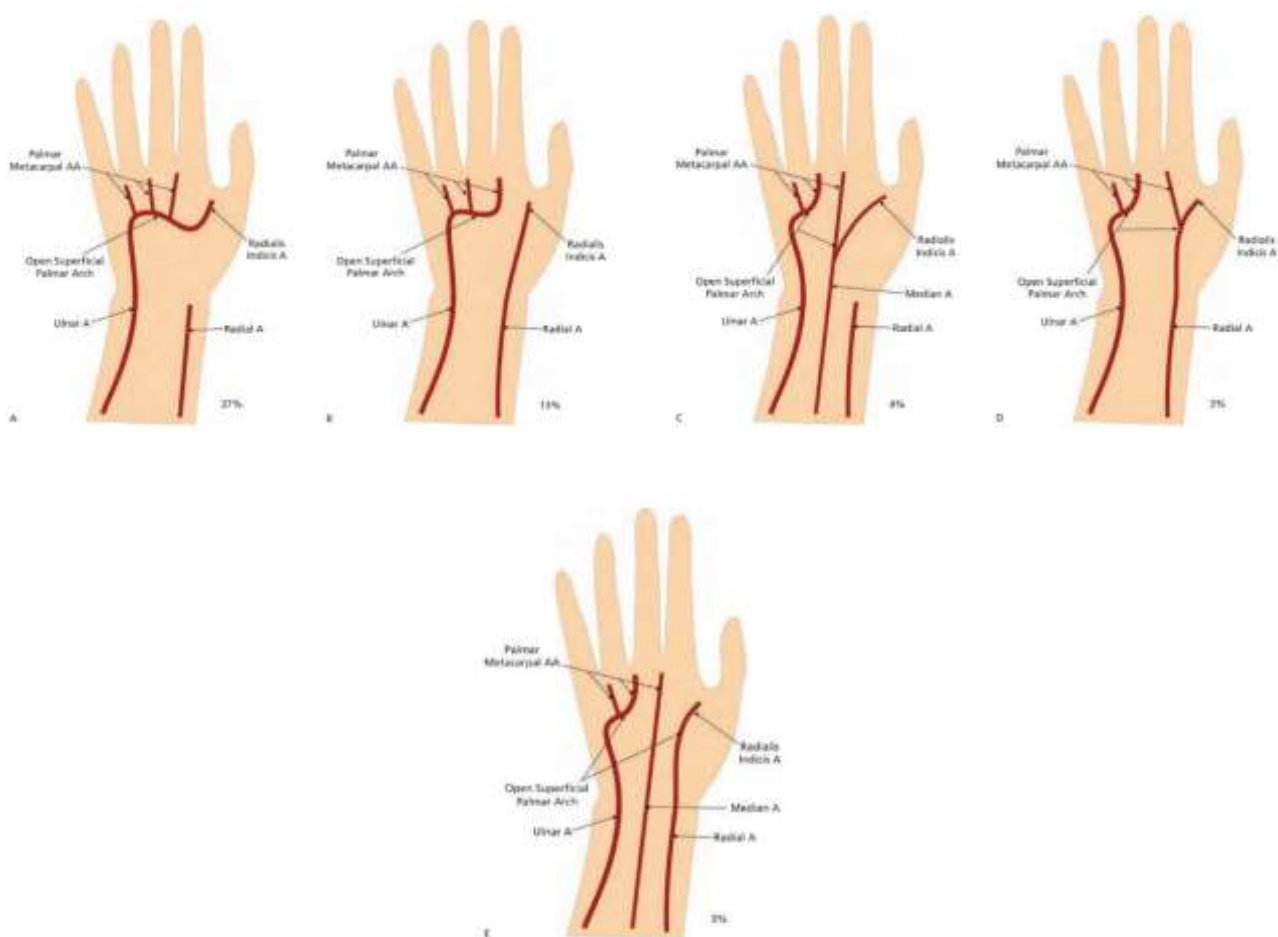
arcus palmaris superficialis (*arteria radialis*, *arteria ulnaris*, *arteria comitans nervi mediani manus*) (Obrázek 1d).



Obrázek 1: Variace *arcus palmaris superficialis completus*. Popisky: (a) klasické uspořádání úplného (uzavřeného) *arcus palmaris superficialis* (35 %); (b) *arteria ulnaris* a *arteria comitans nervi mediani* vytvářejí *arcus palmaris superficialis* (4 %) (c) *arteria ulnaris* a *ramus carpalis dorsalis arteriae radialis* nebo *arcus palmaris profundus* vytvářejí *arcus palmaris superficialis* (2 %); (d) *arteria ulnaris*, *radialis* et *comitans nervi mediani manus* přispívají všechny do *arcus palmaris superficialis* (1 %). Zkratky: Ulnar A – *arteria ulnaris*; Radial A – *arteria radialis*; Median A – *arteria comitans nervi mediani manus*; Superficial palmar arch – *arcus palmaris superficialis*; Deep palmar arch – *arcus palmaris profundus*. Převzato z Tubbs et al. (2016).

V případě *arcus palmaris superficialis incompletus* v 37 % odstupuje *arteria radialis indicis* a tři *arteriae metacarpales palmares* z koncového úseku z *arteria ulnaris* (Obrázek 2a). O tomto způsobu uspořádání se také zmiňují Vollala et al. (2009) v případě, v němž byl *arcus palmaris superficialis* zásobován výhradně z *arteria ulnaris*, bez jakéhokoli příspěví *arteria radialis* (Vollala et al. 2009). Baral et al. (2012) pozorovali toto uspořádání *arcus palmaris superficialis* v 31,3 % případů a ve 13 % v případů byla *arteria radialis indicis* koncovou větví z *arteria radialis* a tři *arteriae metacarpales palmares* vystupovaly z koncového úseku *arteria ulnaris* (Baral et al. 2012) (Obrázek 2b).

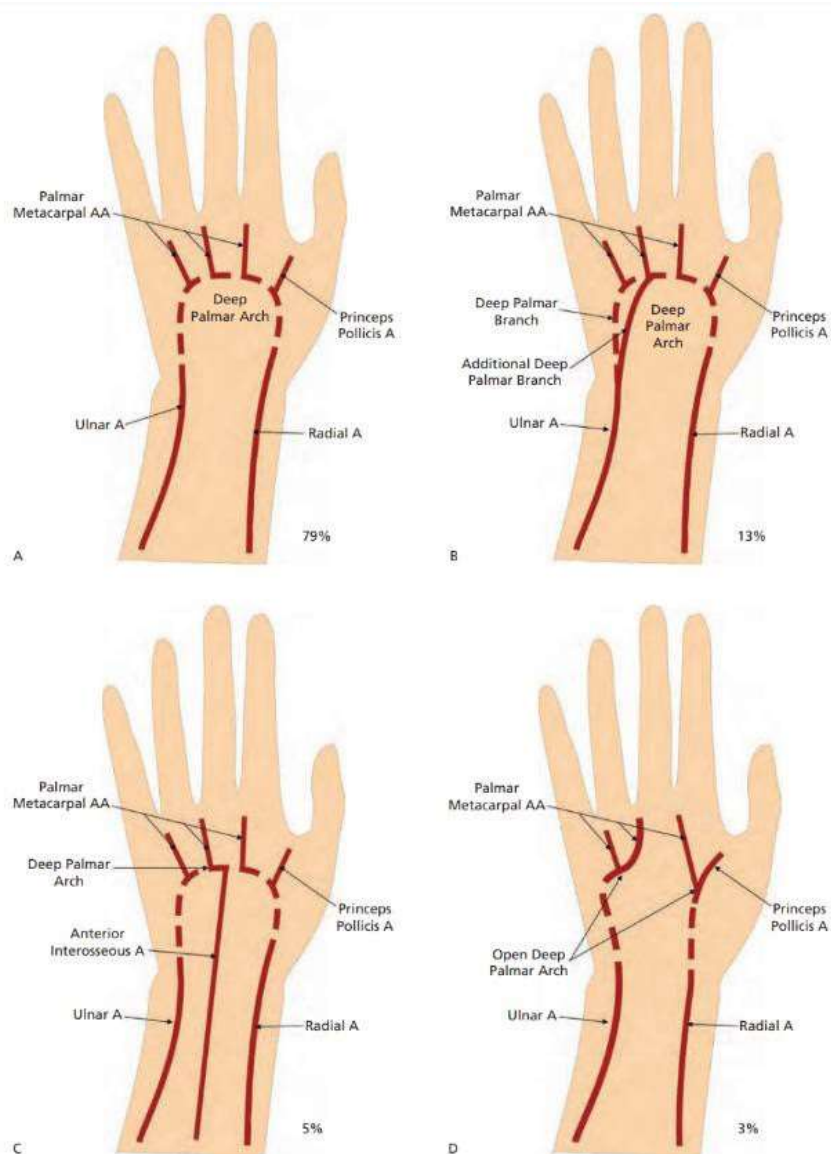
Ve 4 % případů končí *arteria comitans nervi mediani manus* jako *arteria radialis indicis* a *arteria metacarpalis palmaris prima* (laterální větev) a druhé dvě mediální větve (*arteria metacarpalis palmaris secunda et tertia*) vybíhají z *arteria ulnaris*, bez přispění *arteria radialis*. (Obrázek 2c).
 Ve 3 % případů *arteria radialis indicis* a *arteria metacarpalis palmaris prima* začínají z rozvidlení *arteria radialis*, zatímco druhé dvě mediální větve (*arteria metacarpalis palmaris secunda et tertia*) vybíhají z *arteria ulnaris* (Obrázek 2d). V 1 % případů vzniká *arteria radialis indicis* z *arteria radialis*, *arteria metacarpalis palmaris prima* z *arteria comitans nervi mediani manus* a *arteria metacarpalis palmaris secunda et tertia* z *arteria ulnaris* (Obrázek 2e).



Obrázek 2: Variace *arcus palmaris superficialis incompletus*. Popisky: (a) neúplný (neuzavřený) *arcus palmaris superficialis* (37 %); (b) *arteria radialis indicis* vychází z *arteria radialis* a ostatní větve odstupují z *arcus palmaris superficialis incompletus* (13 %); (c) *arteria*

comitans nervi mediani vydává *arteria radialis indicis* a *arteria digitalis palmaris communis prima* a další dvě *arteriae digitales palmares communes* odstupují z *arcus palmaris superficialis incompletus* (4 %); (d) *arteria ulnaris* vydává *arteria digitalis palmaris communis secunda et tertia*, zatímco *arteria radialis* vydává *arteria radialis indicis* a *arteria digitalis palmaris communis prima* (3 %); (e) *arteria ulnaris* vydává *arteria digitalis palmaris communis secunda et tertia*, *arteria comitans nervi mediani* vydává *arteria digitalis palmaris communis prima*, a *arteria radialis* vydává *arteria radialis indicis* (3 %). Zkratky: Ulnar A – *arteria ulnaris*; Radial A – *arteria radialis*; Median A – *arteria comitans nervi mediani*; Open superficial palmar arch – *arcus palmaris superficialis incompletus*; Palmar metacarpal AA – *arteriae digitales palmares communes*; Radial indicis A – *arteria radialis indicis*. Převzato z Tubbs et al. (2016).

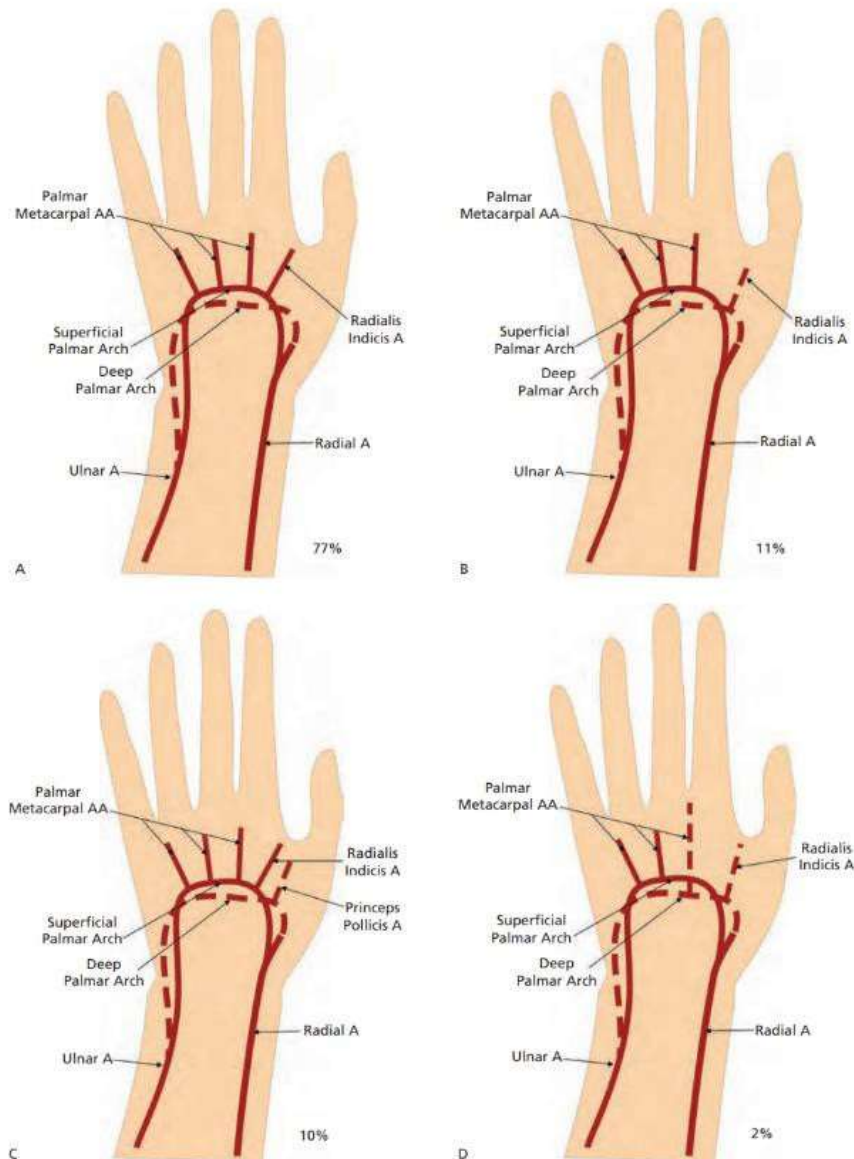
Podle Lipperta a Pabsta (1985), jež čerpali z mnoha děl (Adachi 1928a; Anson 1963; Coleman a Anson 1961; Dimtza 1956; Doscher, et al. 1983; Kamienski a Barnes 1976; Lanz a Wachsmuth 1959; Libersa, et al. 1982; Little, et al. 1973; Mozersky, et al. 1973; Varro, et al. 1978) lze *arcus palmaris profundus* klasifikovat do čtyř typů podle variabilního uspořádání jeho přítoků a způsobu odstupu jednotlivých větví. V 79 % má *arteria ulnaris* pouze jednu hlubokou větev (*ramus palmaris profundus*), která se spojuje s *arcus palmaris profundus* a oblouk pak vydává *arteria princeps pollicis* a tři *arteriae metacarpales palmares*, jak je klasicky popisováno v učebnicích (Lippert a Pabst 1985). (Obrázek 3a). Ve 13 % případů vystupují z *arteria ulnaris* dvě hluboké větve, jež obě přispívají do *arcus palmaris profundus* (Obrázek 3b). V 5 % případů do *arcus palmaris profundus* přispívají tři zdrojnice: *arteria interossea anterior*, *arteria radialis* a *arteria ulnaris* (Obrázek 3c). Pouze ve 3 % případů je *arcus palmaris profundus* neúplný/otevřený a *arteria radialis* a *ramus palmaris profundus arteriae ulnaris* vydává *arteriae metacarpales palmares* samostatně (Obrázek 3d).



Obrázek 3: Variace *arcus palmaris profundus*. Popisky: (a) *arteria ulnaris* má jen jednu hlubokou dlaňovou větev, která přispívá do *arcus palmaris profundus* (79 %); (b) *arteria ulnaris* vydává dvě hluboké dlaňové větve, které přispívají do *arcus palmaris profundus* (13 %); (c) *arcus palmaris profundus* je tvořen z *arteria ulnaris*, *radialis* et *interossea anterior* (5 %); (d) v případě *arcus palmaris profundus incompletus* vydává *arteria ulnaris* dvě větve (*arteria metacarpalis palmaris secunda et tertia*) a z *arteria radialis* odstupují *arteria princeps pollicis* a *arteria metacarpalis palmaris prima* (3 %). Zkratky: Ulnar A – *arteria ulnaris*; Radial A – *arteria radialis*; Median A – *arteria comitans nervi mediani manus*; Open deep palmar arch – *arcus palmaris profundus incompletus*; Palmar metacarpal AA – *arteriae palmares metacarpales*; Radial indicis A – *arteria radialis indicis*. Princeps Pollicis A – *arteria princeps pollicis*. Převzato z Tubbs et al. (2016).

Podle Ikedy et al. na základě rozboru 220 angiografií rukou, je *arcus palmaris profundus* úplný v 76,9 % případů (Ikeda, et al. 1988). Baral et al. uvádějí, že procento případů, v němž je *arteria radialis* jedinou zdrojnicí *arcus palmaris profundus*, je vzácné (0,9 %) (Baral, et al. 2012).

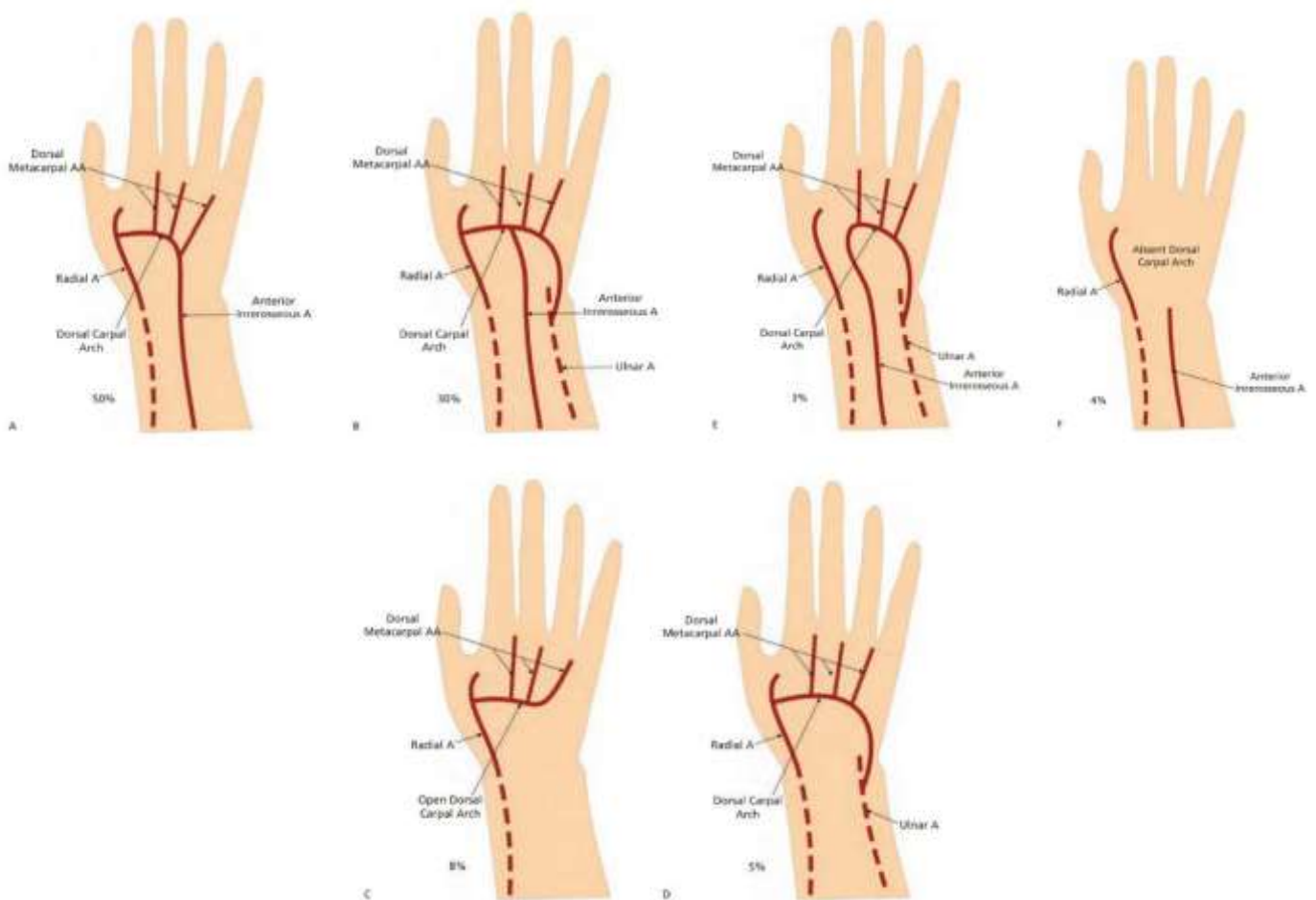
Podle Lipperta a Pabsta (1985) a předchozích děl (Adachi 1928a; Al-Turk a Metcalf 1984; Anson 1963; Edwards 1960; Lanz a Wachsmuth 1959; Libersa, et al. 1982) se klasické uspořádání, při němž *arcus palmaris superficialis* vydává *arteriae digitales palmares communes* a *arcus palmaris profundus* vysílá *arteriae metacarpales palmares* a obě soustavy se sbíhají a spojují a takto vzniklý krátký společný kmen se vzápětí rozpadá na *arteriae digitales palmares propriae*, se nachází pouze ve 30 % případů (Lippert a Pabst 1985). V 10 % případů mohou *arteriae metacarpales palmares* tvořit anastomózu přímo s odpovídajícími *arteriae digitales palmares propriae*. Ve většině případů (60 %) *arteriae metacarpales palmares* buď vytvářejí velmi slabou (nefunkční) anastomózu s *arteriae digitales palmares communes* či *arteriae digitales palmares propriae* nebo tato anastomóza vůbec není vytvořena a *arcus palmaris profundus* se tedy na cévním zásobení 2.–5. prstu vůbec nepodílí. Existuje několik různých druhů této variace, například v 77 % případů *arteria radialis indicis* a všechny tři *arteriae metacarpales palmares* vycházejí z *arcus palmaris superficialis* bez jakéhokoli příspěvku z *arcus palmaris profundus* (Obrázek 4a) a v 11 % případů *arteria radialis indicis* vybíhá z *arcus palmaris profundus* a všechny tři *arteriae metacarpales palmares* odstupují z *arcus palmaris superficialis* (Obrázek 4b). V 10 % případů *arteria princeps pollicis* vychází z *arcus palmaris profundus*, zatímco *arteria radialis indicis* a všechny tři *arteriae metacarpales palmares* vybíhají z *arcus palmaris superficialis* bez jakéhokoli příspěvku z *arcus palmaris profundus* (Obrázek 4c). Nakonec, ve 2 % případů *arteria radialis indicis* a *arteria metacarpalis palmaris prima* odstupují z *arcus palmaris profundus* a zbývající dvě *arteriae metacarpales palmares (secunda et tertia)* začínají z *arcus palmaris superficialis* (Obrázek 4d).



Obrázek 4: Variace propojení *arcus palmaris superficialis et profundus*. Popisky: (a) *arteria radialis indicis* a tři *arteriae digitales palmares communes* vycházejí z *arcus palmaris superficialis* bez přispění *arcus palmaris profundus* (77 %); (b) *arteriae digitales palmares communes* odstupují z *arcus palmaris superficialis* systému a *arteria radialis indicis* vybíhá z *arteria radialis* (13 %); (c) *arteria radialis indicis* a všechny tři *arteriae digitales palmares communes* vycházejí z *arcus palmaris superficialis* a *arteria princeps pollicis* odstupuje z *arcus palmaris profundus* (10 %); (d) *arteria radialis indicis* a *arteria digitalis palmaris communis prima* vycházejí z *arcus palmaris profundus*, přičemž *arteriae digitales palmares communes*

secunda et tertia odstupují z *arcus palmaris superficialis* (2 %). Zkratky: Ulnar A – *arteria ulnaris*; Radial A – *arteria radialis*; Median A – *arteria comitans nervi mediani manus*; Open superficial palmar arch – *arcus palmaris superficialis incompletus*; Palmar metacarpal AA – *arteriae digitales palmares communes*; Radial indicis A – *arteria radialis indicis*. Princeps Pollicis A – *arteria princeps pollicis*. Převzato z Tubbs et al. (2016).

Tepenné zásobení hřbetu ruky je podle Lipperta a Pabsta (1985) založeného na jiných dílech (Adachi 1928a; Anson 1963; Coleman a Anson 1961; Dimtza 1956; Doscher, et al. 1983; Lanz a Wachsmuth 1959; Varro, et al. 1978) konstantnější a bylo popsáno jen několik variací. V 50 % případů se *ramus carpalis dorsalis arteriae radialis* spojuje s *arteria interossea anterior* a společně vytvářejí *arcus carpi dorsalis* (Lippert a Pabst 1985) (Obrázek 5a). Ve 30 % do *arcus carpi dorsalis* přispívají *arteria interossea anterior*, *ramus carpalis dorsalis arteriae radialis* a *ramus carpalis dorsalis arteriae ulnaris* (Obrázek 5b). V 8 % případů je celý *arcus carpi dorsalis* pokračováním pouze z *ramus carpalis dorsalis arteriae radialis* (Obrázek 5c). Naopak, klasický učebnicový typ uspořádání a zdrojnic *arcus carpi dorsalis*, tedy živěný pomocí *ramus carpalis dorsalis arteriae radialis* a *ramus carpalis dorsalis arteriae ulnaris*, se vyskytuje se pouze v 5 % případů (Obrázek 5d). Ve 3 % případů se *ramus carpalis dorsalis arteriae ulnaris* spojuje s *arteria interossea anterior* a společně vytvářejí *arcus carpi dorsalis*, bez přispění větví z *arteriae radialis* (Obrázek 5e). Konečně ve 4 % případů jsou jak *arcus carpi dorsalis*, tak *arteriae metacarpales dorsales* nepřítomné a krev se na hřbet ruky dostává z dlaňových tepen (Obrázek 5f). Navzdory variabilitě krevního zásobení hřbetu ruky, Gajisin et al. uvádějí, že anatomický soubor na hřbetu ruky odpovědný za natahování prstů je dostatečný (Gajisin et al. 1983).



Obrázek 5: Variace rete carpi dorsale. Popisky: (a) *ramus carpalis dorsalis arteriae radialis* se spojuje s *arteria interossea anterior* a vytvářejí *arcus carpi dorsalis* (50 %); (b) *arteria radialis* a *arteria ulnaris* každá vydávají *ramus carpalis*, který se spojuje s *arteria interossea anterior* a společně vytvářejí *arcus carpi dorsalis* (30 %); (c) *arcus carpi dorsalis* není úplný a je tvořen pouze z *ramus dorsalis arteriae radialis* (8 %); (d) klasický případ, u něž je *arcus carpi dorsalis* tvořený z *ramus carpalis dorsalis arteriae radialis* a *ramus carpalis dorsalis arteriae ulnaris* (5 %); (e) *arcus carpi dorsalis* je tvořen z *arteria interossea anterior* a *ramus carpalis dorsalis arteriae ulnaris* (3 %); (f) úplné chybění *arcus carpi dorsalis* (4 %). Zkratky: Ulnar A – *arteria ulnaris*; Radial A – *arteria radialis*; Median A – *arteria comitans nervi mediani manus*; Open superficial palmar arch – *arcus palmaris superficialis incompletus*; Palmar metacarpal AA – *arteriae digitales palmares communes*; Radial indicis A – *arteria radialis indicis*. Princeps Pollicis A – *arteria princeps pollicis*. Převzato z Tubbs et al. (2016).

Ikeda et al. uvádějí, že *arteria princeps pollicis*, popřípadě *arteria metacarpalis prima*, chybějí v 2,4 % případů (Ikeda, et al. 1988). Earley (1986) navrhuje nepoužívat termíny *arteria princeps pollicis* a *arteria radialis indicis* vzhledem k jejich nepřesnosti a nesystematičnosti, zatímco Al-Turk a Metcalf (1984) je považují za v drtivé většině případů přítomné, avšak vykazující variabilitu v odstupu, uspořádání a četnosti (Al-Turk a Metcalf 1984; Earley 1986). Vollala et al. (2008b) pozorovali přítomnost malého tepenného okruhu při odstupu palce i v přítomnosti úplného povrchového dlaňového tepenného oblouku (Vollala et al. 2008a; Vollala et al. 2008b). Al-Turk a Metcalf (1984) popisují různé vzory uspořádání větvení tepen jedné ruky oproti druhé v 52 % případů, zatímco v 48 % případů jsou tyto vzory v obou rukou shodné (Al-Turk a Metcalf 1984). Vzácnou variaci popsali Jyoti et al. (2008), neboť našli v jedné ruce jak zdvojený *arcus palmaris superficialis*, tak zdvojený *arcus palmaris profundus*, všechny přibližně stejného průsvitu s příspěvkem do všech z *arteria radialis* a *arteria ulnaris* (Jyoti et al. 2008). Spinner et al. (1996) publikovali jedinečný případ, v němž *arteria digitalis palmaris communis* prorážela skrz *nervus digitalis palmaris proprius* a způsobovala útlak nervu s následným neurologickým deficitem (Spinner et al. 1996).

Obrazová dokumentace v této části práce byla převzata z Tubbs et al. (2016).

1.7. Tepny palce ruky

Palec se podílí na funkci ruky asi ze 40 % a ruka je tedy bez dostatečné funkce palce výrazně ochuzena o svoje možnosti (Strickland 1998). Proto je zachování nebo případná rekonstrukce palce jedním z nejdůležitějších témat v chirurgii ruky. Zevrubná anatomická znalost tepenného zásobení palce je nezbytná jak pro obnovu poškozených tkání palce, tak při rekonstrukční operaci. Chirurgům je třeba poskytnout jednotné a podrobné popisy cévního zásobení nejen palce, ale i blízkého okolí, včetně tepenných oblouků ruky a jejich variability a rovněž nabídnout jasnou, průhlednou a srozumitelnou terminologii cév. Bohužel aktuálně dostupné zdroje neposkytují ani tento popis ani takto jednoznačnou terminologii. Kromě názvů, průsvitů, anastomóz a variability je třeba popsat cévy ve vztahu k prvnímu meziprstnímu prostoru („first web space“) a také určit potenciál jednotlivých cév být zdrojnicemi tepenného zásobení palce

a rovněž jejich potenciální dominaci. Rovněž některé názvy je třeba zvážit, zejména termín „*arteria princeps pollicis*“, u něž se domníváme, že je zavádějící.

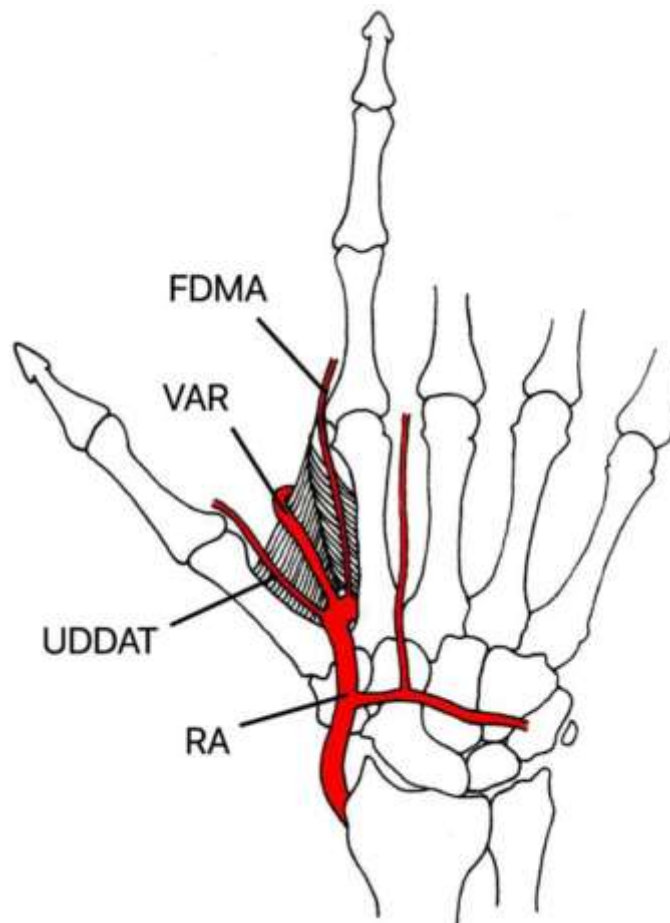
První autor, jenž věnoval celou monografii anatomii ruky, byl Charles Bell (Bell et al. 1833). Na konci 19. století a počátku 20. století se zájem o anatomické variace tepen ruky, včetně palce, začal zvedat. Z tohoto období připomínáme vynikající (a tehdy výjimečné) anatomické a chirurgické studie se zaměřením na tepny ruky autorů Tandlera (1897) a Jaschtschinskiho (1897) a hlavní díla zaměřená na variační anatomii, jako je „*Handbuch der Systematischen Anatomie des Menschen*“ (Henle 1868), „*Variations des artères du membre supérieur*“ (Dubreuil-Chambardel 1926) a „*Das Arteriensystem der Japaner*“ (Adachi 1928a), v nichž jsou tepny palce popsány v kapitolách týkajících se horních končetin. Mezi léty 1930 a 1980 se objevují konečně studie zaměřené na anatomii palcových tepen (Ames et al. 1993; Earley 1986; Parks et al. 1978), splňující požadavky rychle se rozvíjejících rekonstrukčních operací. Jejich popis malých cév se zaměřoval na důležitost každé cévy jako zdroje krevního zásobení palce a autoři se snažili sjednotit názvosloví. Dvě nejpozoruhodnější publikací této doby publikovali Murakami et al. (Murakami et al. 1969) a Coleman a Anson (Coleman a Anson 1961), jež poskytly jak velký vzorek zkoumaných palců, tak podrobné popisy. Na konci 20. a na začátku 21. století se objevilo výrazně méně článků zabývajících se klinickou anatomii cév ruky, včetně cév palce, často založených pouze na několika vzorcích, jako je studie Brunelliho a Gilberta (Brunelli a Gilbert 2001). Zajímavá studie Ikedy et al. využila moderní radiologické metody k vizualizaci cév na 220 rukou dárců (Ikeda, et al. 1988). Pro klinické aplikace anatomických dat je třeba také využít díla vlastních chirurgů (Kaplan a Spinner 1984; Schmidt a Lanz 2004).

Co se týče terminologie, je třeba poukázat na termín "*arteria princeps pollicis*", přítomný v oficiální anatomické nomenklatuře (*Basiliensia Nomica Anatomica – BNA*) v roce 1895 (His 1895), pochází z počátku 19. století (Meckel 1815). Jako synonymum se také používal termín „*arteria magna pollicis*“ (Bell, et al. 1833; Burns 1838; Richmond 1880; Smith 1835; Tiedemann 1822), většina autorů v 19. století uváděla oba termíny (Berres 1828; Bock 1840; Flood 1839; Harrison 1824; Von Behr 1847; Von Bierkowski 1825; Von Luschka 1865; Wilson a Goddard

1813), termín "ramus princeps pollicis" se uplatňoval jen zřídka (Quian 1828). Za zmínku stojí, že použití některých termínů se liší v původním textu autorů a jeho překladu do angličtiny – například francouzský originál Cruveilhierova atlasu tuto tepnu nezmiňuje (Cruveilhier 1834), ale anglický překlad od Pattisona obsahuje obě synonyma, uvádějící, že „magna vel princeps pollicis“ je častá, ale ne konstantní céva (Cruveilhier 1844). Latinsko-německý originál Tiedemanna používá obojí termíny (Tiedemann 1822), ale anglický překlad Knoxe uvádí pouze „arteria magna pollicis“ (Tiedemann 1835). Termín „arteria princeps pollicis“ je zmíněn v nejnovější verzi oficiální anatomické nomenklatury (Terminologia Anatomica – 1. i 2. verze) (FCAT 1998; FIPAT 2019) a v oficiálním názvosloví pro anatomii ruky, jež vydala Mezinárodní federace společností pro chirurgii ruky (IFSSH 2001). Nicméně autoři, jejichž studie se zaměřily na krevní zásobení palce, nejsou jednotné v určení tepny, která by se měla nazývat „arteria princeps pollicis“. Adachi a Hasebe (1928) tvrdí, že termín „arteria princeps pollicis“ je spíše synonymem pro *arteria metacarpalis palmaris prima* (Adachi 1928b). Tento názor byl přijat a reflektován v mnoha moderních anatomických učebnicích. Nicméně jiní autoři považují za nutné prokázat slovo „princeps“ ve názvu tepny („princeps“ ve významu „hlavní“). Podle Murakamiho et al. (1969) je „arteria princeps pollicis“ tepnou s největším průsvitem zásobující palmární tepny, které nejsou větvemi z *arcus palmaris superficialis* (Murakami, et al. 1969). Podle této definice by mohla být jako „arteria princeps pollicis“ označena *arteria metacarpalis dorsalis prima*. Parks et al. (1978) považují za „arteria princeps pollicis“ tepnu s největším průsvitem zásobující palcové tepny, jež je větví pouze z *arcus palmaris profundus* (Parks, et al. 1978), takže za ni může být vybrána silná *arteria metacarpalis palmaris secunda*. Někteří autoři tento termín zcela odmítají používat. Tandler opovrhne termínem „arteria princeps pollicis“ a argumentuje tím, že *arteria metacarpalis palmaris prima* není hlavním zdrojem tepenného zásobení pro palcové tepny, a tím i tento termín není oprávněný (Tandler 1897). Earley doporučuje tento termín úplně opustit (Earley 1986) a Ames et al. jej považují za zcela chybné označení (Ames, et al. 1993).

1.8. Bezejmenná tepna palce ruky

Důkladná znalost variací tepen palce ruky je klíčová pro chirurgy, kteří je používají při replantacích a jako pedikly pro místní laloky nebo jako příjmové (recipientní) cévy pro volné laloky. Přestože podrobná anatomie tepen ruky byla již uvedena výše, některé z těchto variací jsou stále nejasné a zaslouží si další výzkum. Ve vztahu k prvnímu meziprstnímu prostoru, umístěnému distálně od šlachy *musculus extensor pollicis longus*, vydává *arteria radialis* pro palec větev zvanou *arteria digitalis ulnodorsalis pollicis* a pro ukazovák větev zvanou *arteria metacarpalis dorsalis prima* (*arteria metacarpalis dorsalis secunda, tertia et quarta* vznikají z *rete carpi dorsale*). Poté se *arteria radialis* zanoří mezi hlavy *musculus interosseus dorsalis primus* a pokračuje do hluboké vrstvy dlaně. Těsně předtím, než *arteria radialis* vstoupí do prostoru mezi hlavy svalu, může z ní odstupovat poměrně silná větev, jež pak pokračuje distálně na dorzální ploše *musculus interosseus dorsalis primus*. Na úplném konci prvního meziprstního prostoru se obtočí kolem distálního okraje svalu zpět do dlaně, aby v ní vytvořila anastomózu s *arcus palmaris superficialis*. Dodnes tato tepna postrádá svůj oficiální anatomický název (FCAT 1998; FIPAT 2019) (Obrázek 6).



Obrázek 6: Cévní zásobení dorzální strany prvního meziprstního prostoru (autorská kresba).
 Zkratky: FDMA – *arteria dorsalis metacarpalis prima*; UDDAT – *arteria digitalis ulnodorsalis*;
 RA – *arteria radialis*; VAR – bezejmenná tepna

Jak klasické anatomické učebnice a atlasy (Lippert a Pabst 1985; Moore 1999; Standring 2016; Wachsmuth 2004), tak variační atlasy (Dubreuil-Chambardel, 1926; Bergman et al., 1996; Tubbs et al., 2016) zcela postrádají podrobný popis této tepny. Navíc ji nelze najít ani v učebnicích chirurgie zaměřených na ruku a její klinickou anatomii (Green et al. 2005; Mathes 2005). V některých učebnicích je variace viditelná v kresbách nebo obrázcích pitevního materiálu, ale v textu není zmíněna (Hafferl 1953; Jenkins a Hollinshead 1991). Adachi a Hasebe popisují obdobnou tepnu pouze jako pokračování variabilní „*arteria ante-brachialis dorsalis superficialis*“ a opomíjejí její existenci jako samostatné jednotky (Adachi 1928b). Thiel a Telger zmiňují tuto tepnu jako anastomózu mezi *arcus palmaris superficialis* a „*arteria*

princeps pollicis“ (Thiel a Telger 1997). Schmidt a Lanz popisují variaci *arteria digitalis ulnodorsalis pollicis* (ve své nomenklatuře jako „*dorsoulnaris*“), ale nezmiňují se o její anastomóze s *arcus palmaris superficialis* (Schmidt a Lanz 2004). První skutečný popis této tepny přináší až Murakami et al., kteří ji popisují jako prostřední větev z *arteria metacarpalis dorsalis prima*, jež byla nalezena v 22,6 % případů (14/62) a tvořila anastomózu s dlaňovými větvemi pro palec a ukazovák (Murakami, et al. 1969). Sherif na základě Murakamiho klasifikace uvádí obdobný výskyt (27 %), avšak pouze na vzorku 21 končetin a anastomózu s *arcus palmaris superficialis* neuvádí (Sherif 1994b). Pistre et al. našli tuto variaci na pěti končetinách z 29 (17 %) a popisují anastomózu s dlaňovými tepnami (Pistre et al. 2001). Bianchi rovněž přijímá Murakamiho popis větvení, ale nazývá tepnu jako *ramus centralis arteriae metacarpalis dorsalis primae* (Bianchi 2001). Murakami et al., Sherif a Bianchi et al. se shodují na tom, že větve z *arteria metacarpalis dorsalis prima* vystupují z *arteria radialis* převážně odděleně a nález společného kmene je výjimkou. Muyltermans uvádí, že se může jednat pouze o neobvyklý průběh *arteria metacarpalis dorsalis prima*, který lze nalézt asi u 10 % jedinců (Muyltermans a Hierner 2009). Browning tvrdí, že by se mohlo jednat o „*arteria princeps pollicis*“, ale neuvádí její výskyt (Browning a Morton 1955).

2. Anatomie tepen palce a prvního meziprstního prostoru v klinické praxi

Lidská ruka je dokonalým pracovním nástrojem a její trvalé poškození může výrazně snížit kvalitu života pacienta. Devastující poranění ruky jsou velmi častá především v produktivním věku a vyžadují komplexní léčbu vedoucí k rekonstrukci funkce ruky a pokud možno i přijatelnému vzhledu.

Zvláštní postavení v zachovné a rekonstrukční chirurgii ruky má palec. Již průkopník a zakladatel oboru chirurgie ruky Sterling Bunnell uvádí, že funkce palce představuje 50 % funkce celé ruky (Bunnell 1958). Těžko lze složitou funkci ruky takto jednoduše kvantifikovat, nicméně je zcela jednoznačné, že palec má coby jediný protistojný prst zcela zásadní úlohu ve všech formách úchopu, přičemž všechny jemné formy úchopu jsou bez něj nemožné. Není proto s podivem, že první mikrochirurgicky replantovaná část těla vůbec byl právě palec (Komatsu a Tamai 1968).

Výsadní roli palce mezi prsty podporuje i skutečnost, že ke slušnému úchopu nemusí být nijak zvlášť pohyblivý, stačí, aby byl přítomný, protistojný, v optimálním případě citlivý a měl zachován alespoň základní článek. Z toho důvodu je zachování, replantace nebo rekonstrukce palce vždy na místě, i když výsledek nebude srovnatelný se stavem před úrazem. Oproti tomu zhoršená funkce jednoho z tříčlankových prstů vede k jeho překážení ostatním funkčním. Proto je daleko větší nárok na bezchybný funkční výsledek u tříčlankových prstů a pokud tento nemůže být dosažen, bude pacient spíše profitovat z amputace. Toto samozřejmě neplatí u amputace více tříčlankových prstů (Chung et al. 2019).

Moderní rekonstrukční chirurgie je založená na přenosech vaskularizovaných tkáňových celků. S postupujícími znalostmi anatomie a fyziologie prokrvení tkání, jakož i s přibývajícimi zkušenostmi, zlepšující se technikou a v neposlední řadě i neustále se zdokonalujícím materiálem a instrumentáři se úroveň preparace posunuje k menším a menším průsvitům cév. Zatímco soustavná anatomie končí s popisem cév ruky u vlastních prstových tepen a žil (*arteriae et venae digitales propriae*) (Standring 2016), dnešní mikrochirurgové vyžadují přesnou znalost anatomie jejich větví včetně variací, anastomóz mezi nimi a především perforátorů, tedy věví, které odstupují skrz měkké tkáně do kůže, jejíž okresek vyživují. Takovou

oblast nazývá Saint-Cyr perforazómem (Saint-Cyr et al. 2009) a posunuje tak teorii angiozómů Taylora a Palmera na mikroskopickou úroveň (Taylor a Palmer 1987). Co se týče anatomických variací řečiště, neplatí, že stačí znát ty nejčastější. Jakákoli anomální céva může být využita k rekonstrukci stejně dobře (nebo dokonce lépe) jako cévy konstantní. Samozřejmě je naivní si myslet, že by měl chirurg znát všechny anatomické variace nazpaměť. Nezapomínejme ale, že rekonstrukční operace jsou většinou plánované a chirurg má dostatek času se na ně připravit včetně seznámení se s anatomíí.

Zevrubné znalosti anatomie cév ruky využije chirurg především při vyšetření a ošetření ischemizujících a amputačních poranění, krytí defektů měkkých tkání a rekonstrukcí celých prstů (především palce) nebo jejich částí přenosem tkáňových celků s vlastním cévním zásobením.

2.1. Ischemizující a amputační poranění ruky

Nejčastějšími ischemizujícími úrazy ruky jsou totální a subtotální amputace a skalpační poranění. Nedávná epidemiologická studie provedená na klinice plastické chirurgie ve Varšavě, jejíž výsledky lze bez větších pochyb vztáhnout i na českou populaci, udává, že každý čtvrtý úraz ruky je amputační. Nejčastěji amputovaným prstem bývá ukazovák ve 28 %, následován palcem ve 23 %, prsteníkem ve 21 % a malíkem v 17 % případů, naopak nejméně často amputovaným prstem je prostředník s 11 % (Debski a Noszczyk 2021). Toto je dáno jednak jeho polohou uprostřed vějíře prstů, v němž je chráněn před pohyblivými částmi strojů a motorem poháněných pracovních nástrojů a také nejdelší poměrnou délkou ve flexorové kaskádě, což předurčuje jeho ochranu při poranění ostrými nástroji držnými v ruce. Vzhledem k zaměření práce se budeme nadále věnovat především poraněním palce a prvního meziprstního prostoru.

Palec a ukazovák, a tedy i první meziprstí, jsou nejčastěji poraněnými částmi ruky při práci s okružní pilou (Obrázek 7).



Obrázek 7: Amputace palce a ukazováku okružní pilou.

Amputát ukazováku byl natolik poškozen, že nebyla možná jeho replantace, proto jsme přistoupili k heterotopické replantace, tedy na pahýl palce replantovali amputát ukazováku.

Typickým úrazem je subtotální amputace palce zářezem okružní pily do prvního meziprstního prostoru. Amputát komunikuje s rukou radiálním mostem, dlaňové nervově-cévní svazky bývají přerušeny, stejně tak šlacha dlouhého ohýbače palce. Kost bývá většinou zlomena v úrovni diafýzy první záprstní kosti. V závislosti na individuální anatomii, celkovém i místním stavu může být radiální most dostatečný k prokrvení periferní části postiženého prstu, často však bývá toto poranění ischemizující (Obrázek 8).



Obrázek 8: Subtotální amputace palce a poranění prvního meziprstí okružní pilou.

Úraz většinou vzniká při držení prkénka zachycením rukavice okružní pilou a následným vtažením ruky pod rotující kotouč. Na tomto místě považujeme za vhodné připomenout, že s okružní pilou, stejně jako s jinými nástroji s rotujícími částmi, se pracuje zásadně bez rukavic, s vyhrnutými rukávy, sepnutými dlouhými vlasy a bez šály či kravaty (Frank et al. 2010; Shields et al. 2011; Trybus et al. 2008).

Dalším archetypálním úrazem je amputace palce sekerou při štípání dřeva. Poraněna bývá vždy nedominantní ruka, amputační linie je šikmá, začíná distálně na ulnární straně koncového článku palce a pokračuje přes mezičlánekový kloub na základní článek palce radiálně. Ulnární část pahýlu je významně delší než radiální, tedy *arteria ulnaris*, přestože mívá silnější průsvit než *arteria radialis*, bývá přerušena natolik distálně, že je někdy její sešití v rámci replantace nemožné či nespolehlivé a nezbyvá než ponechat prokrvení palce sešitím slabší *arteria radialis* (Obrázek 9).



Obrázek 9: Amputace koncového článku palce sekerou při štípání dříví a stav po úspěšné replantaci.

Útěchou pro chirurga v tuto chvíli bývá, že narozdíl od poranění okružní pilou bývá amputační linie ostrá, bez zhmoždění tkání, a sešití (chirurgická anastomóza) se technicky dobře provádí a nemá sklon k trombóze v pooperačním průběhu. Ačkoli jediná dostupná publikovaná studie zabývající se amputacemi palce sekerou udává úspěšnou replantaci pouze v polovině případů, naše osobní zkušenost je optimističtější (Muir et al. 1997).

Skalpační poranění vzniká nejčastěji zachycením prstenu při pohybu, následuje avulze měkkých tkání s linií v místě prstenu a s exartikulací v *articulatio interphalangea distalis*. Je zřejmé, že nejčastěji postižený je prsteník levé ruky (Bamba et al. 2018) (Obrázek 10).



Obrázek 10: Typická prstýnková skalpace.

Tímto mechanismem bývá palec poraněn málokdy. Avulzní poranění někdy vidáme při úrazech válci nebo jinými těžkými stroji, údery rychle se pohybujícími pákami nebo zachycením palce do řetězu motorky při údržbě (Obrázek 11).



Obrázek 11: Avulzní amputace palce v mezičláňkovém kloubu palce, včetně šlachy *musculus flexor pollicis longus* vytržené ze svalového bříška.

Jiná situace je na západě USA, na němž bývá často popisována avulzní amputace palce lanem při chytání dobytka do lasa („rodeo thumb“). Úskalím ošetření avulzních poranění bývá rozsáhlé poškození *tunica intima* cév vzniklé jejich natažením při úrazu. Aby měla replantace naději na úspěch, musí být dlouhý úsek cév odstraněn a nahrazen žilním štěpem (Davis et al. 2021).

Posledním typickým úrazem, který popíšeme, je trauma vzniklé výbuchem předmětu uchopeného ve dlani nebo mezi prsty. Nejčastěji se jedná o zábavní pyrotechniku, ale setkáme se i s výbuchy vzniklými při práci v laboratoři, chemických pokusech či přípravě nelegálních látek. Morfologie úrazu záleží jednak na síle výbušniny, jednak na druhu úchopu, kterým byla držena. Pokud byla držena v zavřené pěstí, nacházíme poškození v dlani s poraněním všech paprsků, nejvíce však prvního a pátého (Obrázek 12), pokud mezi palcem a ukazovákem, bývají poraněny pouze tyto dva prsty.



Obrázek 12: Poranění ruky zábavnou výbušninou drženou v dlani (římská svíce).

Petarda bývá často držena tzv. klíčovým úchopem, tedy mezi palcem a radiálními plochami ukazováku a prostředníku, čemuž pak odpovídá poranění těchto prstů (Obrázek 13).



Obrázek 13: Poranění palce a ukazováku petardou drženou mezi prsty.

Láhev s chemikálií je pro změnu často držena za hrdlo obemknutím palce, ukazováku a prostředníku, znovu tedy vidíme poranění především těchto prstů, ale s větší mírou poškození prvního meziprstí (Obrázek 14).



Obrázek 14: Poranění ruky výbuchem při vaření pervitinu.

Mechanismus poranění odpovídá prudkému otevření a vyvrácení prstů směrem od úchopu. Kostra bývá postižena v úrovni základních článků nebo articulationes metacarpophalangeae, někdy záprstních kostí, šlachy ohýbačů bývají neporušené, krátké svaly ruky potřhané, nervy buď vytržené z proximálního větvení nebo protažené, cévy pak přetržené s dlouhou zónou poškozené *tunica intima*. Dorzální struktury postiženy nebývají. Kromě mechanické složky úrazu se ještě uplatňuje složka tepelná, tkáně jsou ožehnuty a špatně se hojí. Studie ze sousední země opět potvrzuje naše vlastní klinické zkušenosti (Giessler et al. 2006).

Ošetření ischemizujících poranění spočívá v obnovení prokrvení tkání mikrochirurgickým sešitím cév. U amputací hovoříme o replantaci, u ostatních ischemizujících úrazů o revaskularizaci. Při ostrých poranění bez zóny zhmoždění a poškození tkání lze cévy sešít přímo „anastomózou end-to-end“, jinak je nutno použít žilní štěp. Nejčastějšími odběrovými místy pro žilní štěpy jsou přední plocha distální části předloktí, palcový val (tenar), nárt nebo v případě nutnosti silného a dlouhého štěpu bérec (*vena saphena magna*). Ze zkušenosti i naší

anatomické studie (viz kapitola Výsledky) vyplývá, že u palce bývá silnější mediální tepna (*arteria digitalis ulnopalmaris*). Jejím hlavním zdrojem je nejčastěji *arteria metacarpalis palmaris prima*, méně často nacházíme jako dominantní zdroj dorzální systém (v případě vyvinuté nekonstatní bezejmenné tepny) nebo povrchový systém, ať už *ramus palmaris superficialis arteriae radialis*, *arcus palmaris superficialis* nebo *arteria comitans nervi mediani*, je-li přítomná. Vědom si těchto skutečností musí chirurg revidovat všechny tři systémy, především pokud nalezne hypoplastický hluboký systém. Sám autor jednou při replantaci palce našel jako dominantní tepnu *arteria digitalis ulnodorsalis pollicis* vycházející z *ramus superficialis dorsalis arteriae radialis*, kterou úspěšně použil k anastomóze a obnovení prokrvení amputovaného palce.

2.2. Krytí defektů měkkých tkání

Nejjednodušší metodou krytí defektů měkkých tkání je transplantace vlastní kůže. Kožní štěp nicméně potřebuje k přihojení dobře prokrvenou spodinu a výsledek většinou není příliš kvalitní kryt. Je necitlivý, snadno se odírá a jinak poraňuje a může se i kontrahovat. Tyto důvody jeho použití v chirurgii ruky značně omezují. Ve většině případů potřebujeme k rekonstrukci kvalitní dobře prokrvenou tkáň.

2.3. Laloky s nahodilým cévním zásobením

Tyto laloky spoléhají na výživu subdermálními a dermálními pleteněmi a nemají definovanou cévní stopku. Aby byla výživa dostatečná, je při plánování tvaru laloku třeba vždy dodržovat bezpečný poměr mezi šířkou a délkou laloku, který může být na ruce nejvíc 2:1, lépe však 1:1. Příklady těchto laloků jsou rotační lalok, transpoziční lalok, posuvný lalok, V-Y posun nebo Z-plastika, tedy technika prodloužení táhnoucí rány prohozením dvou transpozičních laloků (McGregor a Morgan 1973). Z modernějších metod jmenujme reverzní dorzální adipofasciální lalok, který, ač postrádá kožní ostrov, umožňuje přiložení kožního štěpu na poranění hřbetu prstů bez prokrvené spodiny (Al-Qattan 2001). Znalost cévního zásobení kůže perforátory

přinesla nové možnosti i v technice laloků, které svou výživou spolehají právě na výživu perforátory a od okolní kůže jsou zcela odříznuty. Jedná se o V-Y posun, který používáme v chirurgii ruky nejčastěji k řešení poranění hrotu tříčlankových prstů buď jedním (Atasoy et al. 1970) nebo dvěma laloky (Kutler 1974), popřípadě keystone lalokem (Behan 2003), nejnověji popsáním místním lalokem s nahodilým zásobením vůbec. Těžko už však lze v jeho případě mluvit o náhodném cévním zásobení, spočívá totiž v obříznutí velkého kožního ostrova s jeho částečným uvolněním od spodiny při zachování perforátorů, které ostrov vyživují (Behan 2003).

2.4. Laloky s definovaným cévním zásobením

Tyto laloky jsou zásobeny známými a pojmenovanými cévami, které tvoří tzv. stopku. Stopka může být buď kryta kůží nebo tvořena pouze vypreparovanými cévami, pak hovoříme o ostrůvkových lalocích.

Vzhledem k dobře vyvinutému cévnímu zásobení ruky a prstů tvořeného třemi tepennými systémy, které jsou propojeny anastomózami ve více úrovních, je ruka takřka ideální oblastí pro přenos tkáňových celků s definovaným cévním zásobením. Většinou totiž není ke škodě "obětovat" jednu tepnu s doprovodnými žilami jako stopku laloku, prokrvení periferních částí tím jen málokdy utrpí.

Mezi laloky s kožní stopkou obsahující definované cévní struktury patří například Mobergův lalok, tedy lalok, při kterém se posunuje celá palmární plocha palce a slouží jako náhrada za V-Y posuny, které jsou pro řešení poškození hrotu palce nevhodné vzhledem k jizvám zasahujícím do úchopu a možné poruše citlivosti (Macht a Watson 1980; Moberg 1964). Dalším takovým lalokem je Holevičův lalok (flag flap, racquet flap), vůbec první popsaný lalok se stopkou arteria metacarpalis dorsalis prima, který byl sice překonán dále zmíněnými vhodnějšími verzemi, nicméně stále nachází své uplatnění pro větší bezpečnost (Couceiro a Sanmartin 2014; Holevich 1963; Vilain a Dupuis 1973). Pagliei et al. popisují distálně stopkovaný lalok využívající nadbytek kůže hřbetu prvního meziprstí (Pagliei et al. 2003; Tezcan et al. 1997). Lim et al. pak uvádějí vynikající kosmetický i funkční výsledek při

rekonstrukci prstu pomocí spirálního laloku (Lim et al. 2008). Patří se zmínit i fillet flap, tedy lalok vzniklý odstraněním poškozeného svalového a kostního podkladu z prstu, jenž lze využít ke krytí poškození vedlejších prstů, meziprstí nebo hřbetu ruky (Kuntscher et al. 2001).

Ostrůvkové laloky zastupuje Littlerův neurovaskulární ostrůvkový lalok, sloužící k rekonstrukci bříška palce se zachovanou citlivostí přenosem části bříška čtvrtého prstu na stopce tvořené radiálním prstovým nervově-cévním svazkem (Littler 1956), výhodnou obměnou je doplnit anastomózu povrchové prstové žíly k prevenci městnání laloku (Xarchas et al. 2008). Poškození palmárního povrchu lze krýt laterálním ostrůvkem stopkovaným na prstových cévách při zachování průběhu nervu, lalok může být stopkovaný proximálně i distálně (Lai et al. 1989). Bakhach et al. tento lalok doplnili ještě V-Y posunem uvnitř ostrůvku a zvětšili tak jeho dosah, techniku nazvali Gigogne lalokem (Bakhach et al. 2009). Brunelli popsal ostrůvkový lalok stopkovaný distálně na *arteria digitalis ulnodorsalis pollicis* (Brunelli 1993; Brunelli et al. 1999), Moschella et al. později uvedli obdobu s užitím stopky *arteria digitalis radiodorsalis pollicis* (Moschella et al. 1996).

Další možností je Foucherův lalok stopkovaný na *arteria metacarpalis dorsalis prima*, kterým se dá dobře rekonstruovat ulnární hrana palce včetně bříška (Foucher a Braun 1979) (Obrázek 15).



Obrázek 15: Rekonstrukce bříška palce Foucherovým lalokem.

V pozdějších obměnách je popsán i přenos s doprovodnou větví *ramus superficialis nervi radialis* k dosažení citlivosti, případně je možné doprovodný nerv přetnout a našít (koaptovat) na pahýl nervu palce (Trankle et al. 2003). Tezcan et al. popsali pět laloků stopkovaných na námi popsané variabilně se vyskytující bezejmenné tepně s obráceným prouděním krve, využívajících přirozenou anastomózu s *arcus palmaris superficialis* (Tezcan, et al. 1997).

Moderní pojetí laloků s ohledem na perforátory se nevyhnulo ani rekonstrukční chirurgii ruky. Často jsou používané perforátorové laloky, které již nevyžadují přerušení hlavních (magistrálních) cév prstů, lalok je stopkován pouze na perforátoru a přetočen do místa poškození. Pro podobnost s listem vrtule je tento postup nazýván propeller flap (Basat et al. 2013; Mohan et al. 2016). Na perforátorech z arteriae metacarpales dorsales lze zvednout lalok z hřbetu meziprstí a přetočit jej na poškození daného prstu, tzv. Quabův lalok (Quaba a Davison 1990). Chen a Chiou využívají jako stopku pro svůj inervovaný bumerangový lalok přirozené anastomózy mezi palmárními a dorzálními cévami prstů (Chen a Chiou 2007).

2.5. Vzdálené laloky

Větší poškození často vyžadují přenos tkáně z anatomicky vzdálené oblasti. Laloky zůstávají stopkované v dárcovské oblasti a pacient má tak lalokem dočasně spojenou část s poškozením a část dárcovskou. Po vytvoření nového cévního zásobení se stopka laloku odpojí. I vzdálené laloky mohou mít nahodilé nebo definované cévní zásobení. Mezi laloky s nahodilým cévním zásobením patří tenarový (Obrázek 16), hypotenarový a dlaňový lalok, které využívají relativní nadbytek kůže ve dlani k rekonstrukci kůže bříšek prstů (pro palec je bohužel nemožné je použít) nebo crossfinger flap, kterým rekonstruujeme chybějící kožní kryt prstu lalokem z vedlejšího prstu (Cronin 1951) (Obrázek 16).



Obrázek 16: Krytí poškození hrotu prostředníku tenarovým lalokem.



Obrázek 17: Krytí poškození ukazováku cross finger lalokem z prostředníku.

Drobné vzdálené laloky spočívající ve spojování prstů s dlaní nebo mezi sebou jsou stále hojně používány i v dnešní mikrochirurgické době pro svou jednoduchost, spolehlivost a dobrou snášenlivost pacienty. Vzdálené laloky s nahodilým zásobením z břicha, hrudníku nebo končetin se nazývají dvířkové (Obrázek 18).



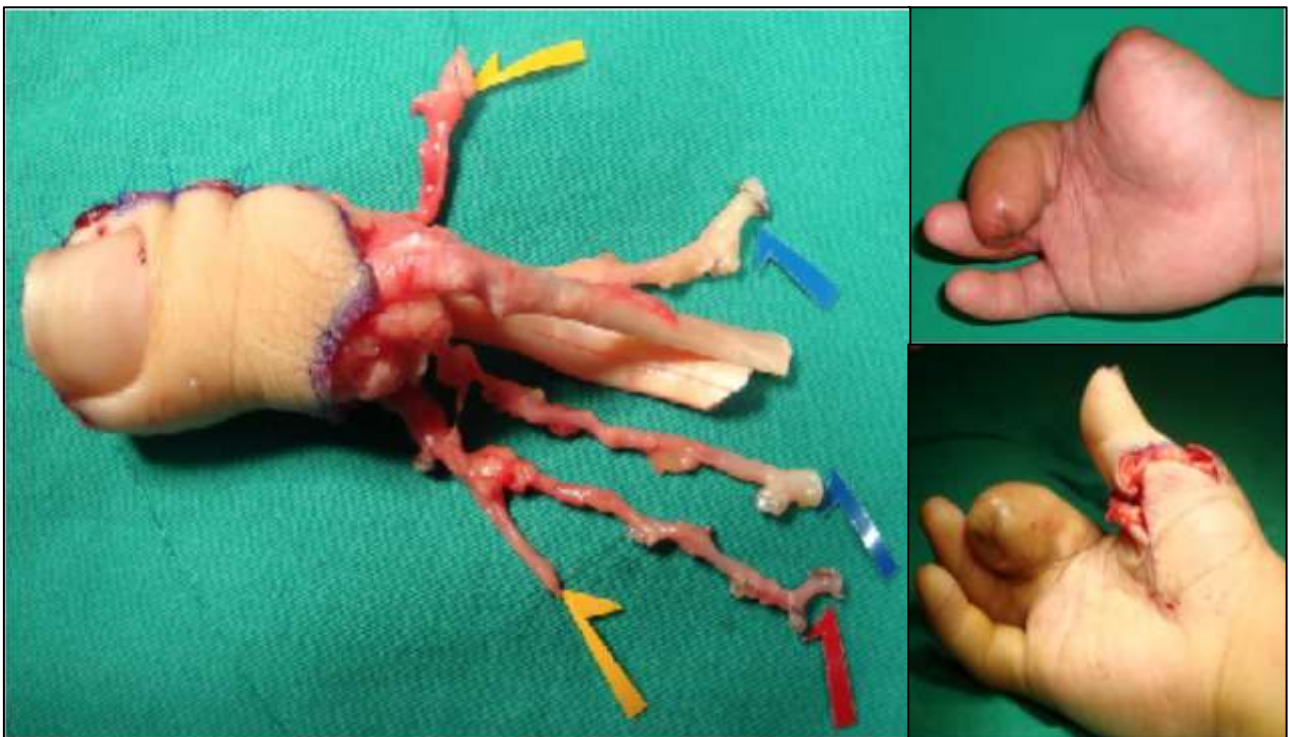
Obrázek 18: Krytí poškození hřbetu pravého předloktí způsobeného elektrickým proudem dvířkovým lalokem z břicha.

Typickým příkladem vzdáleného laloku s definovaným cévním zásobením užívaným pro poškození ruky je tříselný lalok stopkovaný na *vasa circumflexa ilium superficialia* (McGregor a Jackson 1972). Po dlouhá léta šlo o jedinečnou techniku, která umožňovala krýt rozsáhlá poškození ruky dostatkem kvalitní tkáně za cenu přišití ruky k tříslu na měsíc. Dnes je tato metoda na ústupu ve prospěch volných přenosů tkáně mikrochirurgickou technikou. Stále však jeví některé nesporné výhody, především možnost užití u úrazů s poškozením cév (například úrazy elektrickým proudem, pro které je charakteristické poškození *tunica intima* tepen se sklonem k trombóze anastomóz) a po definitivním zhojení i vynikajícím potenciálem pro další rozpojování či modelaci laloku, při kterých není třeba brát ohled na vyživující stopku.

2.6. Volné přenosy tkáňových celků

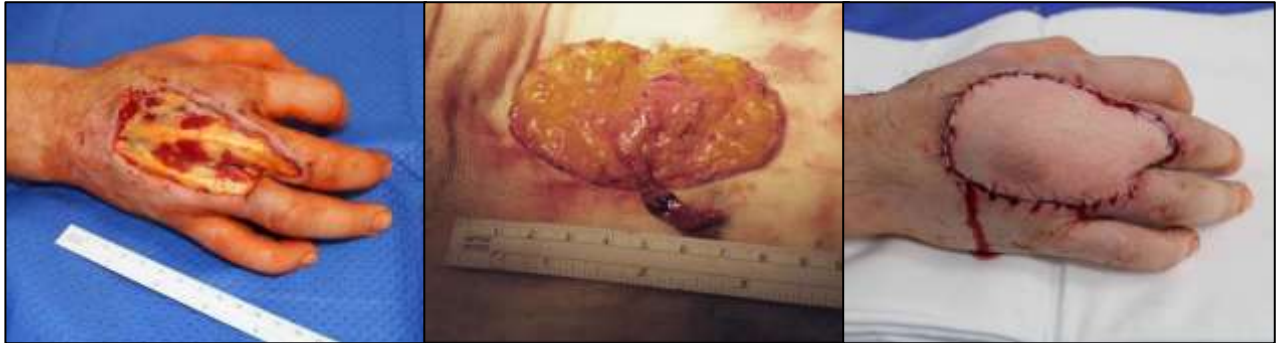
Technika mikrochirurgické cévní anastomózy otevřela nové možnosti v rekonstrukční chirurgii včetně chirurgie ruky. O znovupřipojení amputovaných částí (replantacích) a obnovení prokrvení periferních částí při ischemizujícím poranění (revaskularizacích) jsme již psali výše. Po zvládnutí techniky anastomózy se mikrochirurgové přesunuli od ošetřování cév

přerušených úrazem k přenosu tkáňových celků na definované cévní stopce, která je odpojena od dárcovské oblasti a znovu připojena k cévám v místě poškození. Tomuto způsobu rekonstrukce říkáme volný lalok. Jedny z vůbec prvních volných přenosů tkáňových celků na světě byly přenosy palce z nohy na místo chybějícího palce na ruce (TTT – toe-to-thumb transfer). První byl proveden v Číně již v roce 1965, ale nebyl publikován (Yang et al. 1977). Prvenství je tak přičítáno Cobbettovi, který provedl totéž o tři roky později (Cobbett 1969). Přenos prstce prošel v následujících letech vývojem k dosažení optimálního kosmetického i funkčního výsledku a snížení morbiditý dárcovské nohy. Technika trimmed toe zajistí štíhlejší palec (Obrázek 19), přenos druhého prstce má sice horší kosmetický výsledek, zato daleko menší postižení nohy (Henry a Wei 2010). Proto je u nás dávána přednost právě přenosu druhého prstce (Stupka 2007).



Obrázek 19: Rekonstrukce palce přenosem palce z nohy metodou trimmed toe.

Široké využití nacházejí volné laloky v krytí poškození měkkých tkání ruky, při využití moderních metod je možné zvednout perforátorové laloky tak tenké, aby byl výsledek kosmeticky přijatelný (Glass et al. 2022) (Obrázek 20).



Obrázek 20: Krytí poškození hřbetu ruky tenkým anterolaterálním stehenním (ALT) lalokem.

Výhodné jsou i perforátorové laloky, jejichž stopka může být zároveň využita k revaskularizaci periferních částí nebo replantaci amputátu, tzv. flow through laloky, představované typicky anterolaterálním stehenním (ALT) lalokem (Bullocks et al. 2006). Na prstech lze stejně použít žilní lalůčky z distální části předloktí (Honda et al. 1984).

Volné laloky jsou hojně užívány i v rekonstrukci kostry ruky, především pak osteokutánní lalok mediálního kondylu stehenní hosti (Quintero et al. 2020), pro rekonstrukci silně poškozených drobných kloubů ruky lze provést volný přenos *articulationes metatarsophalangeae*, tedy kloubů prstců (Tsai a Wang 1992).

Znalost anatomie tepenného řečiště ruky je klíčová i pro volné přenosy tkáňových celků, protože umožňuje zvolit vhodné příjmové cévy bez narušení často již poškozeného a omezeného prokrvení poraněné ruky.

3. Cíle a hypotézy dizertace

Hlavním cílem této práce je určit výskyt výše uvedených tepenných variací palce a přilehlých částí ruky pomocí dostatečné velikosti vzorků za využití klasické pitevní anatomické studie.

Dále je cílem předložit podrobný popis bezejmenné nekonstantní tepny přítomné na hřbetní straně prvního meziprstního prostoru a na základě toho navrhnout systematický název tepny, který by byl v souladu s Terminologia Anatomica (FCAT 1998).

Posledním cílem je určit, zda pomocí ultrazvuku dosáhneme podobných výsledků a zda je nekonstantní bezejmenná tepna snadno zobrazitelná pro klinické využití v rekonstrukční chirurgii.

4. Metody

4.1. Přehled a metaanalýza literatury

Aby bylo možné podrobně prozkoumat krevní zásobení palce, provedli jsme systematický přehled literatury. Tímto přístupem jsme prohledali databáze OVID, MEDLINE, SCOPUS a EMBASE. Jako klíčová slova byla použita „tepna princeps pollicis“, „arteria princeps pollicis“, „vaskularizace“, „palec“ a „vzorce arteriálního zásobení ruky“. Hesla byla zadána v angličtině. Takto bylo získáno 4 876 článků. Poté, co byla vyloučena nerelevantní sdělení, tedy kazuistiky, dopisy editorům a krátká sdělení, zůstalo ve výběru 84 prací. Po přidání databáze PubMed bylo získáno dalších 379 prací. Po porovnání vyhledávání bylo zjištěno několik duplikátů, jež byly odstraněny. Následně byla prostudována abstrakta všech zařazených prací a vyloučeny ty práce, které se nevěnovaly tématu. Po tomto roztřídění zbylo devět prací, které jsme zařadili do našeho přehledu. Protože databáze nezahrnovaly práce publikované před rokem 1926, bylo provedeno další podrobnější hledání a díky němu ještě byla zařazena práce Julia Tandlera (Tandler 1897) a další dvě práce z díla „Das Arteriensystem der Japaner“ (Adachi 1928b). Výsledných 11 prací bylo nakonec použito pro zpracování přehledu. Poté byly práce dále podrobněji studovány a zařazeny byly pouze ty, jež byly původními studii založenými na anatomické pitvě na kadaverózních končetinách a správně používané terminologii (Adachi 1928a; Brunelli a Gilbert 2001; Coleman a Anson 1961; Earley 1986; Foucher a Braun 1979; Parks, et al. 1978; Ramirez a Gonzalez 2012). Pouze jedna studie použila angiografii místo pitvy (Ikeda, et al. 1988). Jeden z hlavních důvodů vyloučení studií z první části našeho průzkumu byly nejasné popisy vzorků (Ames, et al. 1993; Jaschtschiniski 1897; Murakami, et al. 1969). Kazuistiky nebyly zahrnuty do konečného výběru i z toho důvodu, že cílem práce bylo mapování normální anatomie a nikoliv variací.

Ze studií zahrnutých v našem přehledu byla nejprve vytažena data týkající se výskytu každé jednotlivé tepny a její zdrojnice v prvním meziprstním prostoru. Data pro každou tepnu jsou uvedena v tabulkách v řadách podle autorů původní studie v **Příloze 1**. Nejprve byl spočítán

celkový vzorek složený z konkrétních velikostí jednotlivých vzorků pro každou jednotlivou tepnu. Poté, co byly získány vzorky pro každou jednotlivou tepnu, byla vypočítána procentuální možnost, že každá jednotlivá tepna prvního meziprstního prostoru byla zdrojnicí pro cévní zásobení palce. Žádná ze studií, které byly zahrnuty do přehledu, nezahrnovala všechny zmíněné tepny. Pro zachování správné velikosti vzorků a statistické významnosti byly přepočítány jednotlivé velikosti vzorků pro každou jednotlivou tepnu. Každý řádek v tabulce 1 představuje jeden konkrétní vzorek. Následně byla vypočítána procentuální četnost výskytu jednotlivých tepen v prvním meziprstním prostoru jako zdrojnic pro tepenné zásobení palce. Vzhledem k tomu, že každý jednotlivý vzorek byl značně specifický, každý řádek tabulky byl analyzován samostatně. Celkový součet tedy nutně nemusí být roven hodnotě 100 %. Navíc každá jednotlivá tepna může mít více než jednu zdrojnici.

Druhá část přehledu je soustředěna výhradně na původní studie a dominanci jednotlivých zdrojnic a byla zde vypočítána dominance jednotlivých zdrojnic pro tepenné zásobení palce. Vybrané studie byly prováděny pomocí anatomické pitvy na kadaverózních končetinách, terminologie použitá k popisu struktur byla zcela srozumitelná a bylo zřejmé, který zdroj byl dominantní (Ames, et al. 1993; Murakami, et al. 1969; Parks, et al. 1978; Tandler 1897). Stejně jako v první části byla vypočtena procentuální pravděpodobnost, s jakou byla daná tepna dominantní. Také jsme provedli podrobný literární přehled popisu toho, jak je palec zásobován, včetně obrazové dokumentace (**Příloha 1**). Po zhodnocení všech dostupných dat byl navržen nový a jednotný popis tepenného oběhu palce spolu s variacemi a anastomózami mezi tepnami. Naše zjištění jsme doplnili ilustracemi a dále fotografiemi z pitevního materiálu, které byly získány výhradně pro tuto studii (viz níže).

4.2. Bezejmenná tepna prvního meziprstního prostoru

Pro tento projekt bylo použito 503 kadaverózních končetin zemřelých dárců, které byly zapůjčeny z depozitáře Anatomického ústavu 3. lékařské fakulty a 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze, Anatomického ústavu Lékařské fakulty v Hradci Králové

a Anatomického ústavu Univerzity Palackého v Olomouci. Končetiny byly konzervovány pomocí klasické formaldehydové metody a byly uloženy v 66 % alkoholovém roztoku. Injekce do cév či jiné metody vedoucí ke zvýraznění cév nebyly použity. Náš vzorek tvořilo 133 kompletních dárcovských těl (266 jednotlivých končetin; 80 ženských a 53 mužských těl). Věk dárce v době smrti byl mezi 62 a 90 lety. Zbývajících 237 končetin bylo odděleno od trupu ještě před pitvou, a proto nebylo možné určit věk ani pohlaví dárce.

Byla provedena podrobná anatomická pitva studovaných končetin se zvláštním zaměřením na tepny prvního meziprstního prostoru. Provedli jsme esovitý řez prvním meziprstním prostorem a odtáhli jsme kožní lalok rozvěrákem. Poté byla vypreparována povrchová žilní síť, povrchové větve z *ramus superficialis nervi radialis* a konečně *arteria radialis* a její větve ležící na *musculus interosseus dorsalis primus*. Vždy byla také prohlédnuta plocha pod svalovou fascií kvůli dalším možným tepenným větvím. Pro každý vzorek byla zaznamenána data o stranovosti (levá nebo pravá horní končetina) a, pokud bylo možné, i pohlaví. Dále byly rozlišeny pozitivní a negativní nálezy.

Aby byl nález klasifikován jako pozitivní (Obrázek 21), musela být splněna následující kritéria:

- a) Tepna musela odstupovat z větvení *arteria radialis* předtím, než *arteria radialis* vstoupí mezi hlavy *musculus interosseus dorsalis primus*.
- b) Tepna prošla střední částí hřbetní plochy *musculus interosseus dorsalis primus*, aniž by se spojovala s první nebo druhou záprstní kostí, protože v daném místě mohou být nalezeny jiné tepny (*arteria digitalis ulnodorsalis pollicis* vede podél první záprstní kosti a *arteria metacarpalis dorsalis prima* probíhá podél druhé záprstní kosti).
- c) Ve svém distálním úseku tepna vytvořila anastomózu s *arcus palmaris superficialis*.



Obrázek 21: Pitevvní nález variabilní tepny. A) Pozitivní pitevvní nález. B) Detail anastomózy s řečištěm dlaně. Zkratky: ANA – anastomóza s palmárními systémy; FDMA – *arteria metacarpalis dorsalis prima*; UDDAT – *arteria digitalis ulnodorsalis pollicis*; RA – *arteria radialis*; SDBRA – *ramus superficialis dorsalis arteriae radialis*. I.MTC – první záprstní kost; II.MTC – druhá záprstní kost. Zdroj: Pitva provedená autorem [Barevný obrázek ve vysokém rozlišení je dostupný na wileyonlinelibrary.com].

Pokud byl zachycen pozitivní nález, byl zaznamenán společně se zdrojnicí větvení (buď se jednalo o kmen *arteria radialis* nebo jednu z jeho větví), dále o průběhu (zda probíhala na povrchu fascie *musculus interosseus dorsalis primus* nebo mezi svalem a fascií); a zda tepna vydala větve pro palec nebo ukazovák. Dále jsme změřili vnější průsvit cévy přesně 1 cm od větvení. Bylo použito digitální posuvné měřidlo.

Aby bylo možné data statisticky zhodnotit, byl nejprve vypočítán počet rukou, počet pravých a levých končetin a dále bylo identifikováno pohlaví. Specifické vzorce větvení byly počítány v procentech. Dále byl vypočítán poměr šancí k určení prediktivní hodnoty levé a pravé ruky pro pozitivní nález. Střední průsvit tepen, jejich průsvity v konkrétních vzorcích větvení a u obou pohlaví byly též vypočítány. Statistické testy byly provedeny v programu IBM SPSS. V konkrétních případech byla testována normalita distribuce pomocí *Shapirova-Wilkova* testu

a následně použity specifické statistické testy (neparametrický *Mannův-Whitneyův U test* a *ANOVA*).

Podrobněji viz **Příloha 2**.

4.3. Ultrazvukové vyšetření

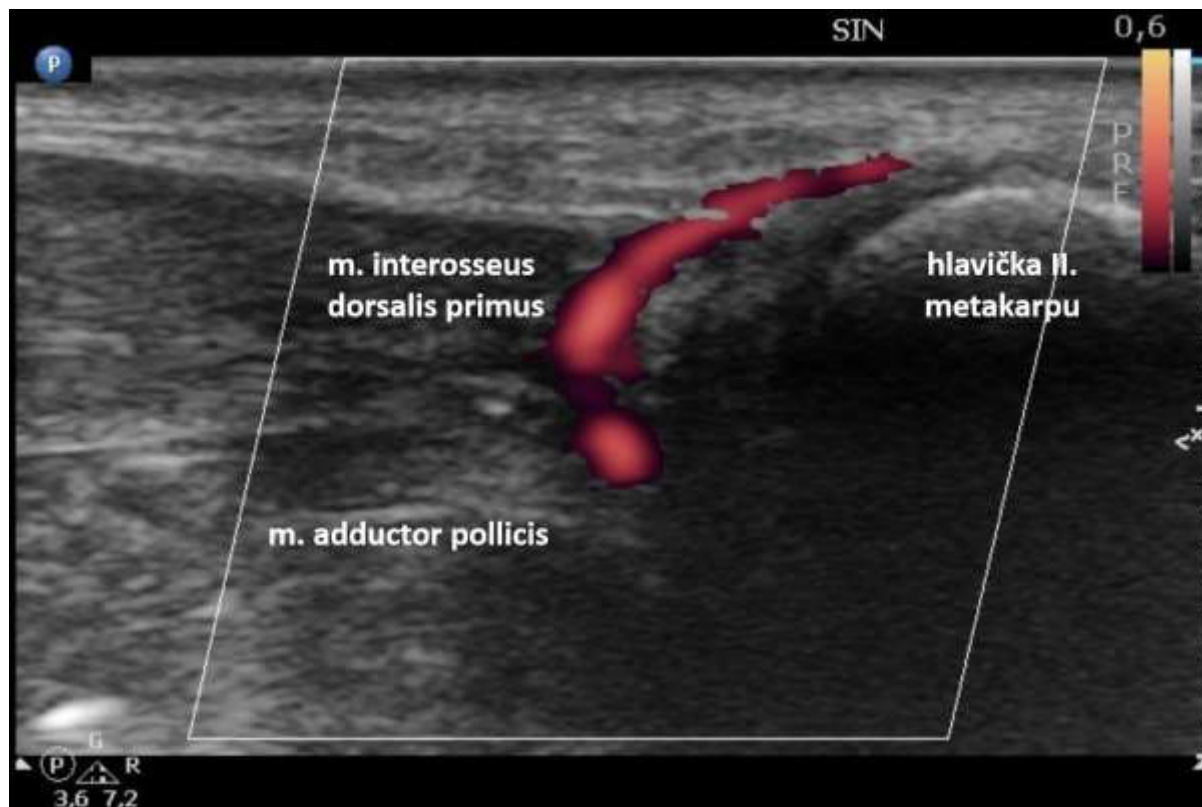
Výsledky získané z kadaverózní části studie jsou dostatečným morfologickým podkladem pro určení prevalence zkoumané variace. Avšak pro aplikaci takto získaných údajů do klinické praxe nebo klinického výzkumu je vhodné využít některé klasické diagnostické zobrazovací metody pro potvrzení těchto výsledků na živých dobrovolnících. Za nejvhodnější metodu považujeme ultrazvuk, neboť je neinvazivní, běžně dostupný a levný, tudíž jej lze snadno využít při klinickém vyšetření této cévy.

Do ultrazvukové studie variabilní tepny hřbetní strany prvního meziprstního prostoru byli zařazeni pouze zdraví dobrovolníci. Jednalo se o 126 dobrovolníků, tedy o 252 horních končetin, ve věku 10–33 let, z nichž bylo 77 žen a 49 mužů.

Dobrovolníci byly vyšetřeny na Radiodiagnostické klinice Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, na Radiodiagnostické klinice Fakultní nemocnice v Motole a na Ústavu anatomie 2. lékařské fakulty, pomocí přístrojů firmy Toshihy, Canon a LG, pomocí lineární sondy 3–12 MHz metodou CDI a CPA.

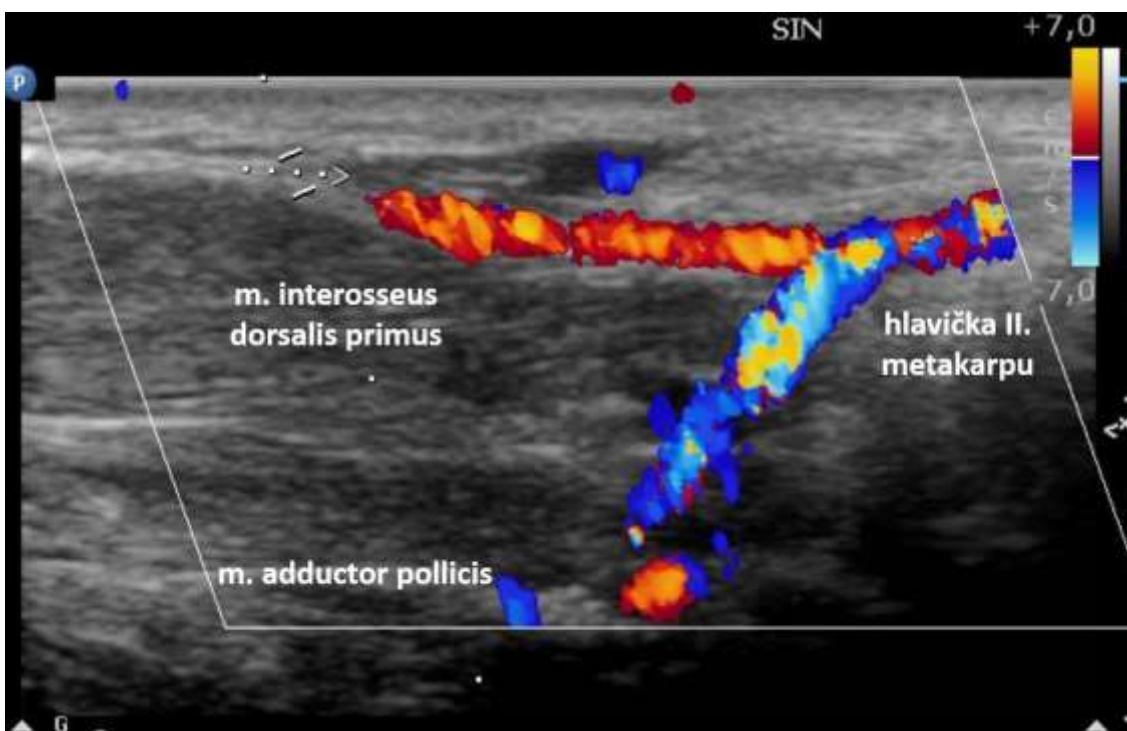
Jak před vyšetřením, tak i po něm, byla pohledem a pohmatem vyšetřena celá hřbetní strana prvního meziprstního prostoru, aby byla zjištěna možná korelace mezi pohmatovým a ultrazvukovým vyšetřením. Jak pohmatové vyšetření, tak ultrazvukové vyšetření vždy začalo v distální části předloktí nalezením kmene *arteria radialis*, po němž se pak postupovalo dále distálně do *foveola radialis* a dále laterodistálně na hřbet ruky do prostoru mezi *tendo musculi*

extensoris pollicis longi a *tendo primus musculi extensorum digitorum* (šlacha natahovače prstů pro 2. prst). Zde se proximálně *arteria radialis* zanořuje mezi hlavy *musculus interosseus dorsalis primus* (Obrázek 22).



Obrázek 22: Ultrazvukový nález bez přítomnosti variace.

Vlastní nekonstantní tepna, pokud byla přítomná, byla sledována distálně prvním meziprstním prostorem až k jeho distálnímu okraji, tedy ke kožní řase mezi odstupem palce a ukazováku (Obrázek 23 a 24).

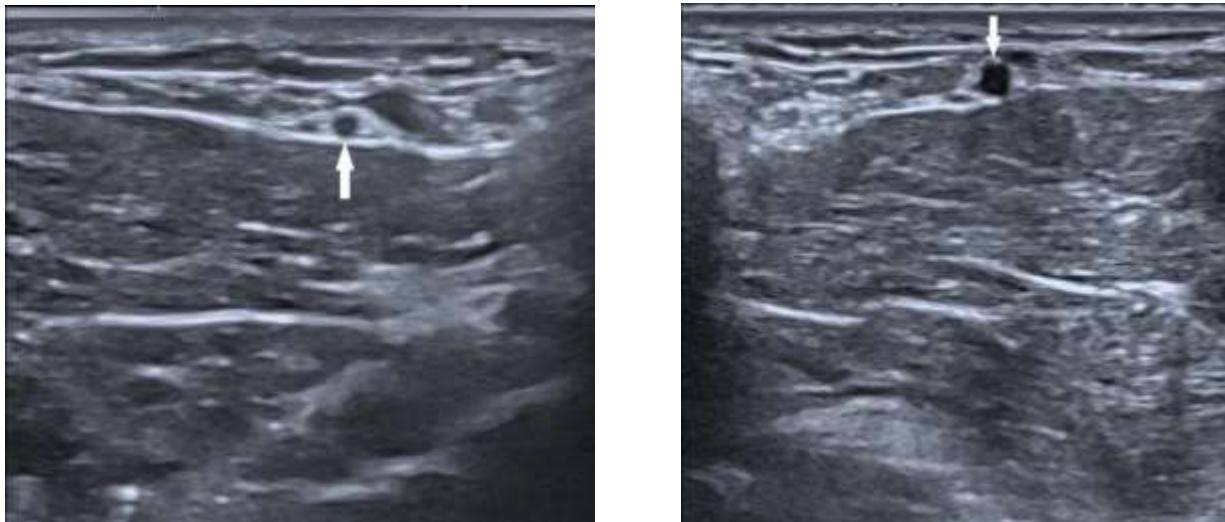


Obrázek 23: Pozitivní ultrazvukový nález.



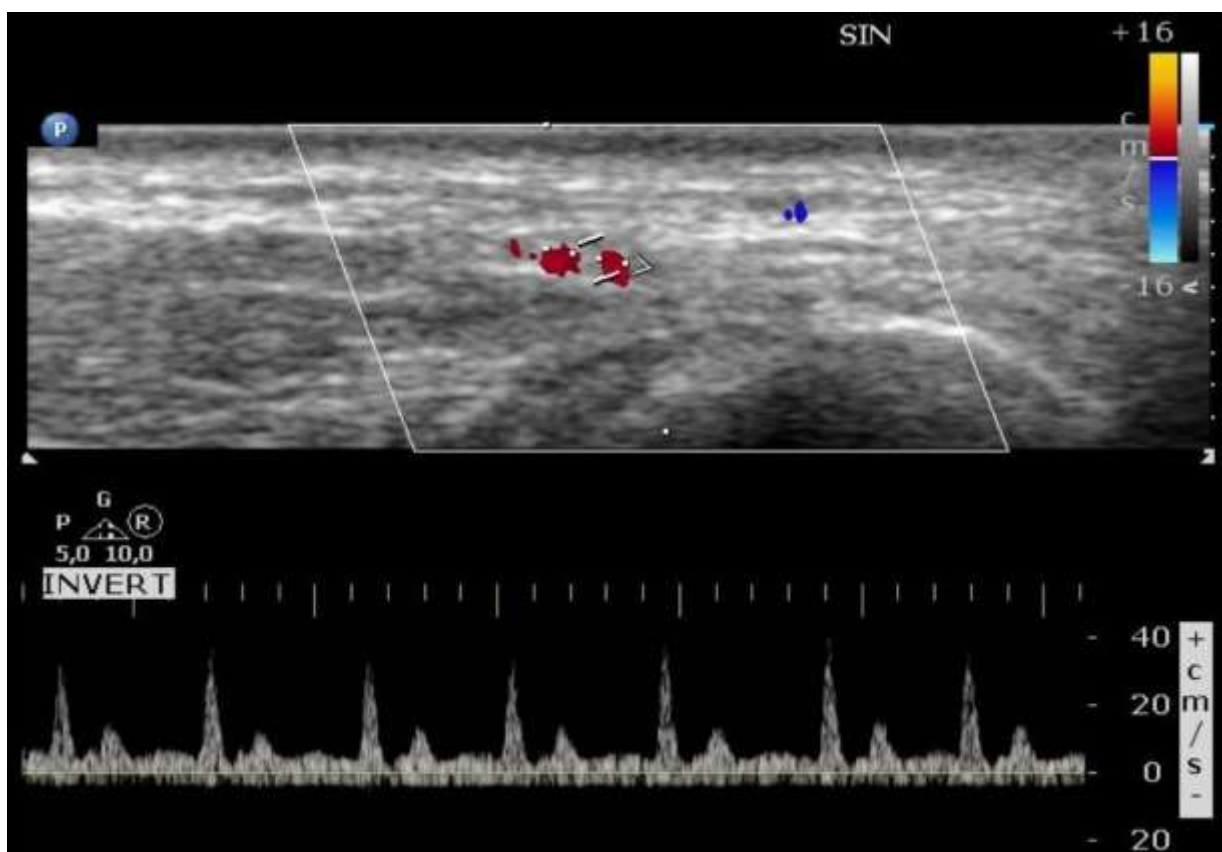
Obrázek 24: Odstup pravostranné bezejmenné tepny v barevném dopplerovském ultrazvukovém zobrazení. Bílá šipka – bezejmenná tepna; zelená šipka – arteria radialis.

V případě pozitivního nálezu byl změřen průsvit variabilní tepny (Obrázek 25).



**Obrázek 25: Bezejmenná tepny v příčném řezu ultrazvukového zobrazení. A) Pravostranná.
B) Levostranná**

V případě hraničního nálezu, kdy se zobrazoval dopplerovský signál, ale nebylo možné jednoznačně ozřejmit anatomii cévy, byl nález hodnocen jako negativní (Obrázek 26).

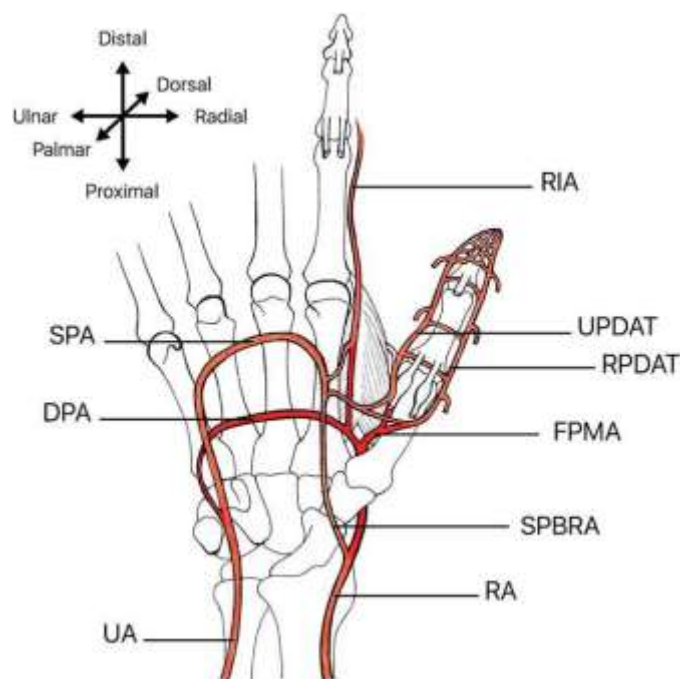


Obrázek 26: Hraniční ultrazvukový nález.

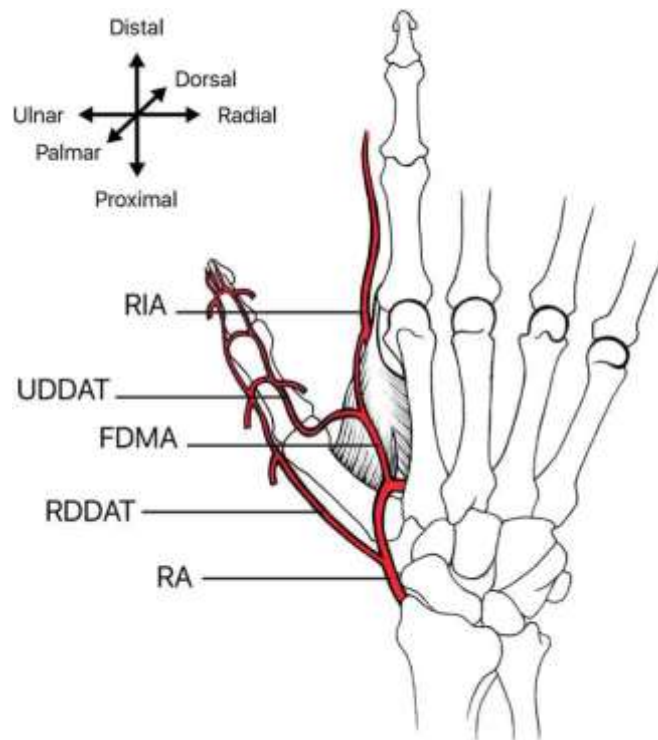
5. Výsledky

5.1. Přehled

Pro lepší srozumitelnost výsledků je další kapitola popisována vždy s krátkým přehledem anatomie tepenného systému dané oblasti ruky. Přehledné zobrazení poskytují obrázky 27 a 28.



Obrázek 27: Tepenné zásobení palce a zdroje cév – palmární pohled. Legenda: DPA – *arcus palmaris profundus*; FPMA – *arteria metacarpalis palmaris prima*; RPDAT – *arteria digitalis radiopalmaris pollicis*; UPDAT – *arteria digitalis ulnopalmaris pollicis*; RA – *arteria radialis*; RIA – *arteria radialis indicis*; SPA – *arcus palmaris superficialis*; SPBRA – *ramus palmaris superficialis arteriae radialis*; UA – *arteria ulnaris*. Zdroj: na základě atlasu Gray's Anatomy (41st Ed., 2016), upraveno dle výsledků [Barevný obrázek je ve vysokém rozlišení dostupný na wileyonlinelibrary.com].



Obrázek 28: Tepenné zásobení palce a zdroje cév – dorzální pohled. Legenda: RDDAT – *arteria digitalis radiodorsalis pollicis*; UDDAT – *arteria digitalis ulnodorsalis pollicis*; FDMA – *arteria metacarpalis dorsalis prima*; RA – *arteria radialis*; RIA – *arteria radialis indicis*. Zdroj: na základě atlasu Gray's Anatomy (41st Ed., 2016), upraveno dle výsledků [Barevný obrázek je ve vysokém rozlišení dostupný na wileyonlinelibrary.com].

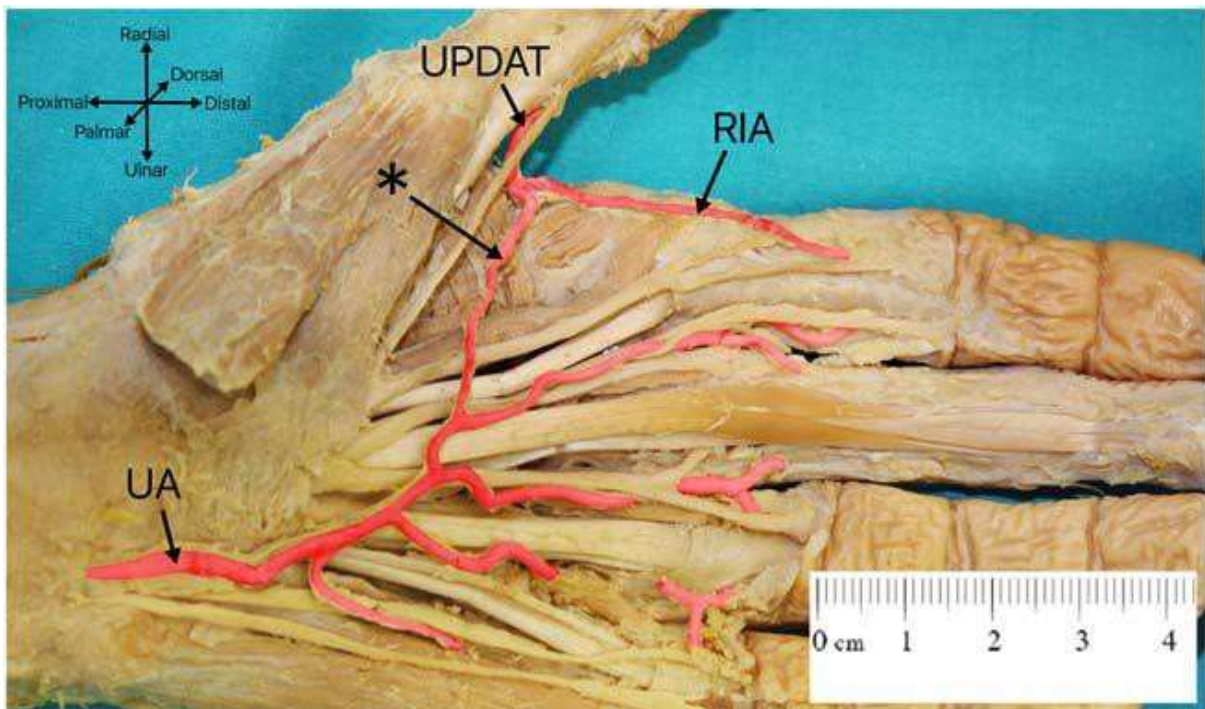
5.1.1. Tepny palce

Palec, stejně jako tříčlankové prsty, je zásobován ze čtyř tepen, dvě běží palmárně a dvě dorzálně.

Palcové prstové tepny probíhají podél nervů (větve z *nervus medianus*) v nervově-cévních (neurovaskulárních) svazcích. Dlaňové (palmární) tepny jsou silnější a delší a jsou téměř vždy přítomny, zatímco hřbetní (dorzální) tepny jsou slabší a kratší a jejich přítomnost není stálá. Zdrojové cévy (zdrojnice; mateřské tepny) všech těchto tepen jsou tepny dlaně a prvního meziprstního prostoru. Je běžné, že jedna tepna palce má více než jednu zdrojnicí.

Arteria digitalis ulnopalmaris pollicis (Ulnopalmar digital artery of thumb; UPDAT)

Tato céva byla nalezena v 99,63 % případů pitvaných preparátů a vykazovala také největší průsvit ze všech zkoumaných tepen, v průměru 1,1 mm (rozmezí 0,7–1,9 mm) (Ramirez a Gonzalez 2012). Ve většině případů byla UPDAT větví z *arteria metacarpalis palmaris prima* (63,15 %), dalšími zdrojnicemi byly z *arteria metacarpalis dorsalis prima* (20,54 %), *arteria ulnaris* (10,83 %) (Obrázek 29) a *arcus palmaris superficialis completus* (10 %).



Obrázek 29: Větvení *arteria ulnaris* do tepen palce při *arcus palmaris superficialis incompletus*. Zkratky: UPDAT – *arteria digitalis ulnopalmaris pollicis*; RIA – *arteria radialis indicis*; UA – *arteria ulnaris*; * – větve *arteria ulnaris* do cév palce. Zdroj: autorské pitvy [Barevný obrázek je ve vysokém rozlišení dostupný na wileyonlinelibrary.com].

V případě neuzavřeného *arcus palmaris superficialis* byla často zdrojnicí *arteria radialis*, což bylo pozorováno v 6,67 % případů. Byly zachyceny i další cévy, které byly zdrojnicemi pro UPDAT, jednalo se však o velmi vzácné situace. (Tabulka 1)

	Adachi, Hasebe	Brunelli, Gilbert	Coleman, Anson	Earley	Foucher, Braun	Ikeda et al.	Parks et al.	Ramirez, Gonzales	Velikost vzorku pro každou tepnu	Pozitivní nálezy	Výsledky
Velikost vzorku v každé studii	100	25	100	20	30	220	50	30	-	-	-
FPMA	31	16	-	11	-	158	40	25	445	281	63,15 %
Povrchový systém	27	6	-	7	-	31	-	30	395	101	25,57 %
UA	10	-	-	3	-	-	-	-	120	13	10,83 %
SPA	9	-	-	3	-	-	-	-	120	12	10,00 %
MA	1	-	-	0	-	-	-	-	120	1	0,83 %
SPBRA	7	-	-	1	-	-	-	-	120	8	6,67 %
FDMA	42	-	-	1	-	30	-	3	120	76	20,54 %
UDDAT	0	-	-	1	-	0	-	0	120	1	0,27 %
Chybějící	-	-	-	0	-	1	-	0	120	1	0,37 %

Tabulka 1: Zdroje *arteria digitalis ulnopalmaris pollicis* (UPDAT).

Zkratky: FDMA – *arteria metacarpalis dorsalis prima*; FPMA – *arteria metacarpalis palmaris prima*; RA – *arteria radialis*; SPA – *arcus palmaris superficialis*; UA – *arteria ulnaris*; MA – *arteria comitans nervi mediani manus*; SPBRA – *ramus palmaris superficialis arteriae radialis*; UDDAT – *arteria digitalis ulnodorsalis pollicis*.

***Arteria digitalis radiopalmaris pollicis* (Radiopalmar digital artery of thumb; RPDAT)**

RPDAT byla jen mírně variabilnější než UPDAT. Prevalence RPDAT byla 99,26 %, její průsvit se jevil užší (0,81 mm, rozmezí 0,4–1,8 mm) (Ramirez a Gonzalez 2012). Jako nejčastější zdrojnice byla popsána *arteria metacarpalis palmaris prima* (77,88 %), dále *arteria ulnaris* (14,29 %) a *ramus palmaris superficialis arteriae radialis* (10,86 %). Uzavřený *arcus palmaris superficialis* byl zdrojem pro RPDAT v 4,41 % případů. Ve 2,53 % případů byla RPDAT větví z *arteria metacarpalis dorsalis prima* (Tabulka 2).

	Adachi, Hasebe	Brunelli, Gilbert	Coleman, Anson	Earley	Foucher, Braun	Ikeda et al.	Parks et al.	Ramirez, Gonzales	Velikost vzorku pro každou tepnu	Pozitivní nálezy	Výsledky
Velikost vzorku v každé studii	100	25	100	20	30	220	50	30	-	-	-
FPMA	75	25	-	18	-	167	40	26	445	351	78,88 %
Povrchový systém	23	0	-	0	-	41	-	27	395	91	23,04 %
UA	5	0	-	0	-	-	-	20	175	25	14,29 %
SPA	6	0	-	0	-	-	-	-	145	6	4,14 %
MA	1	0	-	0	-	-	-	0	175	1	0,57 %
SPBRA	10	0	-	2	-	-	-	7	175	19	10,86 %
FDMA	0	0	-	0	-	10	-	0	395	10	2,53 %
Chybějící	-	-	-	0	-	2	-	0	280	2	0,71 %

Tabulka 2: Zdroje *arteria digitalis radiopalmaris pollicis* (RPDAT).

Zkratky: FDMA – *arteria metacarpalis dorsalis prima*; FPMA – *arteria metacarpalis palmaris prima*; RA – *arteria radialis*; SPA – *arcus palmaris superficialis*; UA – *arteria ulnaris*; MA – *arteria comitans nervi mediani manus*; SPBRA – *ramus palmaris superficialis arteriae radialis*.

***Arteria digitalis ulnodorsalis pollicis* (Ulnodorsal digital artery of thumb; UDDAT)**

Tato malá tepna s průsvitem 0,61 mm (rozmezí 0,2–1,2 mm) (Ramirez a Gonzalez 2012) byla nalezena v 83,39 % případů. Nejčastější zdrojnicí byla *arteria metacarpalis palmaris prima* (56,95 %), *arteria metacarpalis dorsalis prima* (20,62 %) a kmen *arteria radialis* (4,75 %).

V jednom případě byla silná UDDAT jediným zdrojem pro RPDAT (Earley 1986) (Tabulka 3).

	Adachi, Hasebe	Brunelli, Gilbert	Coleman, Anson	Earley	Foucher, Braun	Ikeda et al.	Parks et al.	Ramirez, Gonzales	Velikost vzorku pro každou tepnu	Pozitivní nálezy	Výsledky
Velikost vzorku v každé studii	100	25	100	20	30	220	50	30	-	-	-
FPMA	-	25	-	2	-	119	-	22	295	168	56,95 %
SPA	-	0	-	0	-	0	-	0	295	0	0 %
FDMA	-	0	-	6	3	58	-	0	325	67	20,62 %
RA	-	0	-	6	-	0	-	0	295	14	4,75 %
Chybějící	-25	0	-	6	-	43	-	0	295	49	16,61 %

Tabulka 3: Zdroje *arteria digitalis ulnodorsalis pollicis* (UDDAT).

Zkratky: FDMA – *arteria metacarpalis dorsalis prima*; FPMA – *arteria metacarpalis palmaris prima*; RA – *arteria radialis*; SPA – *arcus palmaris superficialis*.

Arteria digitalis radiodorsalis pollicis (Radiodorsal digital artery of thumb; RDDAT)

Nejslabší z palcových tepen s průsvitem 0,4 mm (rozmezí 0,1–0,9 mm) (Ramirez a Gonzalez 2012) byla popsána v 70,38 % případů. Obvykle se považuje za přímou větev z *arteria radialis*. Ve zkoumaném vzorku byla takto zachycena pouze v 15,19 % případech. Ve většině těchto případů byla zdrojnicí *arteria metacarpalis palmaris prima* (41,48 %). RDDAT může být také větví z *ramus palmaris superficialis arteriae radialis* nebo z *arcus palmaris superficialis* (celkem 5,19 %) nebo z RDDAT (2,96 %). Na rozdíl od ostatních výše zmíněných cév má RDDAT obvykle jen jeden zdroj (Tabulka 4).

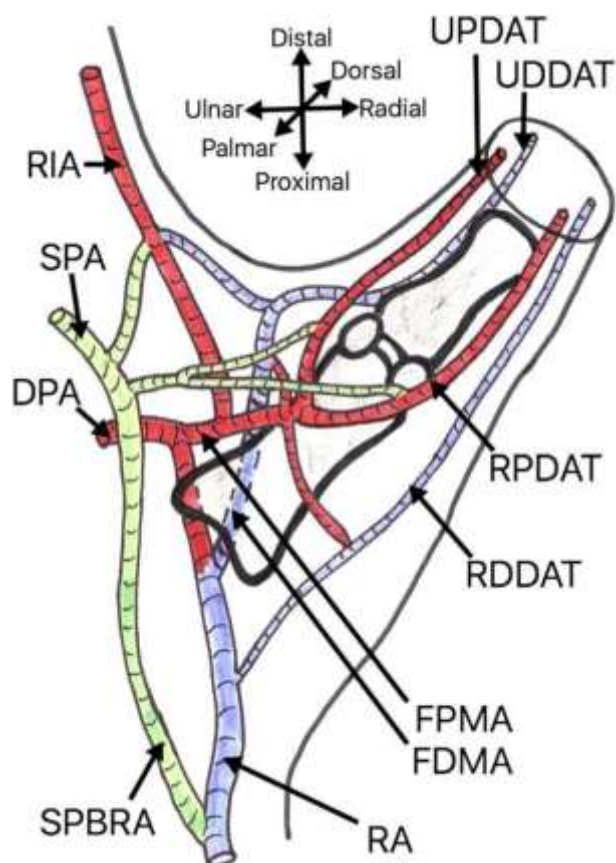
	Adachi, Hasebe	Brunelli, Gilbert	Coleman, Anson	Earley	Foucher, Braun	Ikeda et al.	Parks et al.	Ramirez, Gonzales	Velikost vzorku pro každou tepnu	Pozitivní nálezy	Výsledky
Velikost vzorku v každé studii	100	25	100	20	30	220	50	30	-	-	-
FPMA	-	-	-	-	-	112	-	0	270	112	41,48 %
SPA	-	-	-	-	-	14	-	0	270	14	5,19 %
FDMA	-	-	-	-	-	13	-	0	270	13	4,81 %
RA	-	-	-	14	-	7	-	20	270	41	15,19 %
RPDAT	-	-	-	0	-	0	-	8	270	8	2,96 %
Chybějící	-	12	17	6	-	80	-	2	395	117	29,62 %

Tabulka 4: Zdroje *arteria digitalis radiodorsalis pollicis* (RDDAT).

Zkratky: FDMA – *arteria metacarpalis dorsalis prima*; FPMA – *arteria metacarpalis palmaris prima*; RPDAT – *arteria digitalis radiopalmaris pollicis*; RA – *arteria radialis*; SPA – *arcus palmaris superficialis*.

5.1.2. Zdrojové cévy tepen palce

Tepny zásobující palec jsou větvemi tepen zásobujících ruku. Po důkladném prozkoumání materiálu navrhuje novou klasifikaci vzorce tepen ruky. S ohledem na jejich topografickou anatomii rozlišujeme tři tepenné systémy: a) povrchový palmární; b) hluboký palmární; a c) dorzální systém (Obrázek 30).



Obrázek 30: Zdroje tepen palce rozdělené podle systémů.

Zeleně – povrchový palmární systém (dominantní v 8,22 %); červeně – hluboký palmární systém (dominantní v 66,21 %); modře – dorzální systém (dominantní v 15,53 %). Popisky: DPA – *arcus palmaris profundus*; RDDAT – *arteria digitalis radiodorsalis pollicis*; UDDAT – *arteria digitalis ulnodorsalis pollicis*; FDMA – *arteria metacarpalis dorsalis prima*; FPMA – *arteria metacarpalis palmaris prima*; RPDAT – *arteria digitalis radiopalmaris pollicis*; UPDAT – *arteria digitalis ulnopalmaris pollicis*; RA – *arteria radialis*; RIA – *arteria radialis indicis*; SPA – *arcus palmaris superficialis*; SPBRA – *ramus palmaris superficialis arteriae radialis*.

a) Povrchový palmární systém

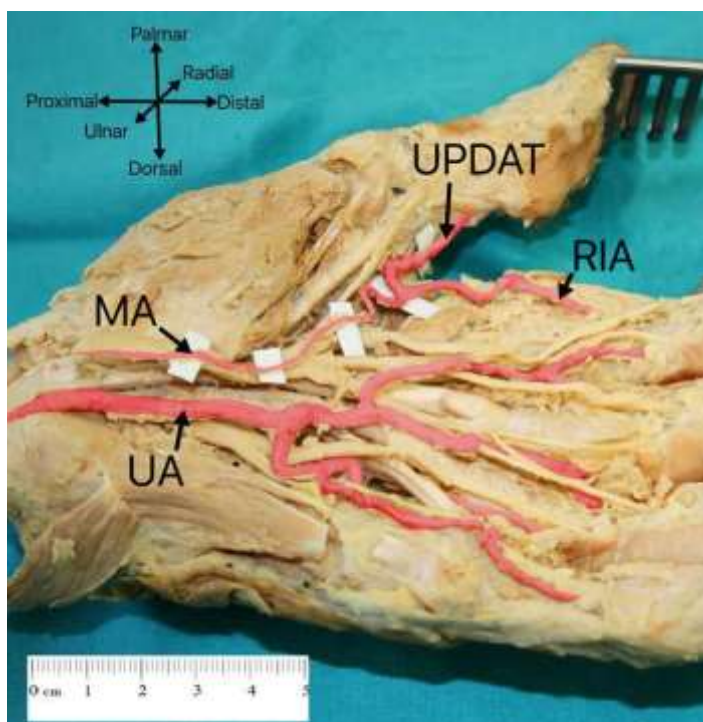
Povrchový palmární systém je tvořen převážně z *arteria ulnaris*, která po svém průběhu podél mediální strany předloktí prochází ventrálně od *retinaculum musculorum flexorum* do dlaně skrz *canalis ulnaris*, jenž se nachází přibližně na úrovni střední dlaňové rýhy. Poté vydává *arteriae digitales palmares communes* zásobující meziprstní prostory mezi trojčlankovými prsty (Standring 2016). Ve většině případů končí *arteria ulnaris* v prvním meziprstním prostoru, do nějž vydává pouze drobné koncové větve zásobující laterální část ukazováku

a palce (Lauth 1835; Luschka 1865; Meyer 1861; Walter 1789). Koncová větev pro palec se poté rozděluje do dvou větví, které se posléze spojí s UPDAT a RPDAT. V některých případech lze najít tři koncové větve z *arteria ulnaris*, jednu zásobující laterální stranu ukazováku a dvě zásobující palec (Murakami, et al. 1969). Tyto palcové tepny jsou slabé a v některých případech nejsou vůbec přítomny. Podle našeho systematického přehledu nikdy nepředstavují dominantní zdroj zásobení pro palec.

Ramus palmaris superficialis arteriae radialis může být také součástí povrchového palmárního systému. Odstupuje z *arteria radialis* proximálně od *processus styloideus radii* a pokračuje distálně směrem k palcovým svalům (Standring 2016). Ačkoli ve většině případů tato céva končí ve svalech palce, může být také zdrojnicí pro jiné cévy; podle našeho přehledu byla zdrojnicí pro UPDAT v 6,67 % případů, pro RPDAT v 10,86 % a pro RDDAT v 5,19 % případů. Ze třech prací, které popisují zdrojové cévy pro dorzální tepny palce, pouze Ikeda et al. určili povrchový palmární systém jako možný zdroj dorzálních tepen palce (Earley 1986; Ikeda, et al. 1988; Ramirez a Gonzalez 2012). Na rozdíl od jiných autorů Ikeda et al. použili angiografie k potvrzení těchto nálezů (Ikeda, et al. 1988). Neprovedli však následné rozdělení povrchového palmárního systému do jednotlivých tepen, použili pouze obecný termín „povrchový palmární oblouk“ jako zdroj pro výše uvedené tepny, bez ohledu na jeho úplnost/uzavřenost. *Ramus palmaris superficialis arteriae radialis* může být dominantní zdrojnicí tepenného zásobení palce. Podle našich zjištění je tomu tak v 7,69 % případů. Může anastomózovat s *arteria ulnaris*, společně pak vytvářejí *arcus palmaris superficialis*. Ačkoli je popisován jako konstatní učebnicový vzor, chybí asi u 18,7 % případů (Zarzecki et al. 2018), potažmo 32 % případů (Jaschtschiniski 1897). Pokud je vytvořen, pak vydává větve do prvního meziprstního prostoru, které zásobují laterální stranu ukazováku a palce (Lauth 1835; Luschka 1865; Meyer 1861; Walter 1789).

Vzorec větvení pro palec se však může lišit. Jedna tepna se může rozdělit na dvě samostatná větvení, podobně jako dříve zmíněný vzorec u *arteria ulnaris* (Murakami, et al. 1969). Tyto větve mohou být poměrně silné, takže je lze chápat jako dominantní zdrojnice pro prokrvení palce. Podle našeho přehledu k tomu došlo v 13,89 % případů. Navrhujeme, aby byl výraz „povrchový palmární systém“ používán jako obecný název pro *arteria ulnaris*, *ramus palmaris*

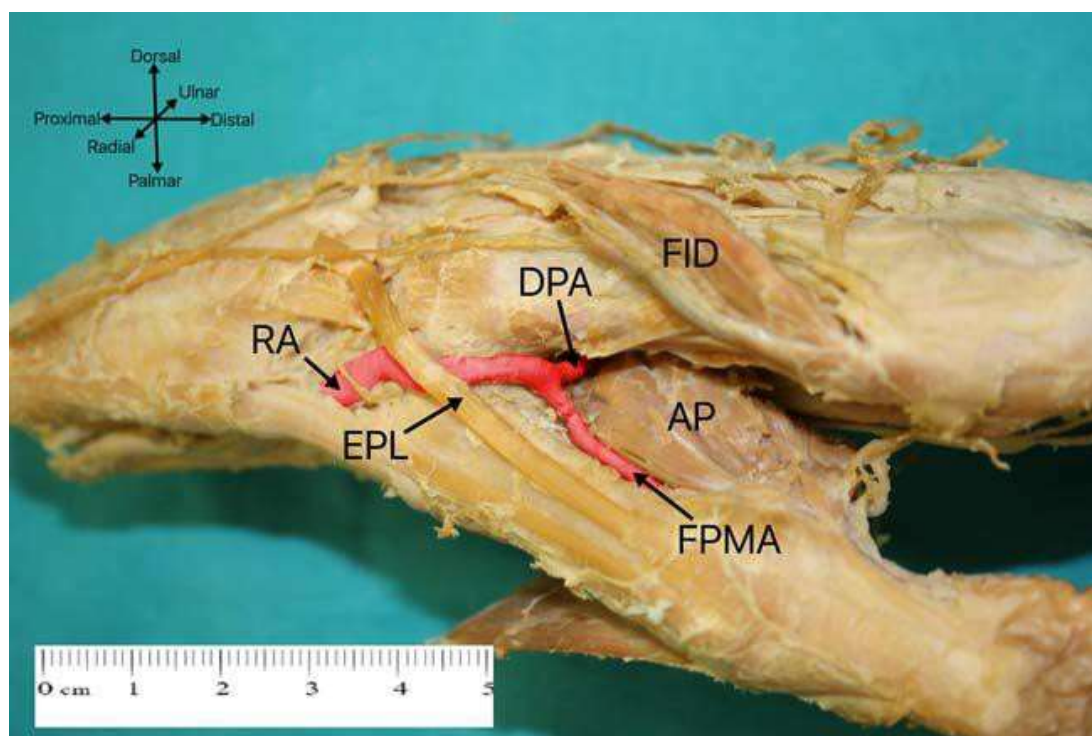
superficialis arteriae radialis a *arcus palmaris superficialis* bez ohledu na to, zda je *arcus palmaris superficialis* vytvořen. Nejen výše uvedené tepny, ale i *arteria comitans nervi mediani manus* může být zdrojem cévního zásobení palce (Adachi 1928a). Ačkoli se její přítomnost liší (v různých studiích bylo pozorováno 3–20 % případů), může být zdrojnící pro tepny palce (Kachlík 2016; Rodriguez-Niedenfuhr, et al. 1999). Podle závěrů našeho přehledu je *arteria comitans nervi mediani manus* zdrojovou tepnou pro UPDAT v 0,83 % a pro RPDAT v 0,57 % případů, nikdy však není dominantním zdrojovou tepnou palce (Obrázek 31).



Obrázek 31: Arteria comitans nervi mediani manus zásobující palec. Popisky: MA – *arteria comitans nervi mediani manus* / *arteria mediana persistens*; UPDAT – *arteria digitalis ulnopalmaris pollicis*; RIA – *arteria radialis indicis*; UA – *arteria ulnaris*.

b) Hluboký palmární systém

Hluboký palmární systém je tvořen převážně z *arteria radialis*, která přechází přes *processus styloideus radii* a *basis ossis metacarpi primi* (Standring 2016). Poté se zanořuje a probíhá mezi dvěma hlavami *musculus interosseus dorsalis primus*, vstupuje do bezejmenného (Guiotova) prostoru mezi *musculus interosseus dorsalis primus* a *caput transversum musculi adductoris pollicis* a pokračuje dál mediálně. Poté vstupuje mezi šlachy flexorů a záprstní kosti přibližně 1 cm proximálně od střední dlaňové rýhy. Nakonec utváří anastomózu s *ramus palmaris profundus arteriae ulnaris*, který vychází z *arteria ulnaris* uvnitř *canalis ulnaris*, což je základem *arcus palmaris profundus*. Na rozdíl od *arcus palmaris superficialis* je hluboký palmární oblouk téměř vždy úplný (Jaschtschiniski 1897). Vydává čtyři *arteriae metacarpales palmares*, které pokračují distálně. Z těchto čtyř tepen je první z nich nejsilnější a vychází z *arteria radialis* v Guiotově prostoru (Standring 2016). Bývá také zdrojem obou palmárních tepen zásobujících palec. Naše zjištění naznačují, že jde o zdroj pro UPDAT v 63,15 % a pro RPDAT dokonce v 78,88 % případů. Obvykle je dominantní zdrojnicí tepenného zásobení palce (64,84 %) (Obrázek 32).



Obrázek 32: Arteria radialis vydávající arteria metacarpalis dorsalis prima a pokračující do arcus palmaris profundus uvnitř prostoru mezi musculus interosseus dorsalis primus a caput transversum muscoli adductoris pollicis. Popisky: APM – musculus adductor pollicis; DPA – arcus palmaris profundus; EPLM – musculus extensor pollicis longus; FDIM – musculus interosseus dorsalis primus; FPMA – arteria metacarpalis palmaris prima; RA – arteria radialis. Zdroj: Vlastní pitvy autora [Barevný obrázek ve vysokém rozlišení je dostupný na wileyonlinelibrary.com].

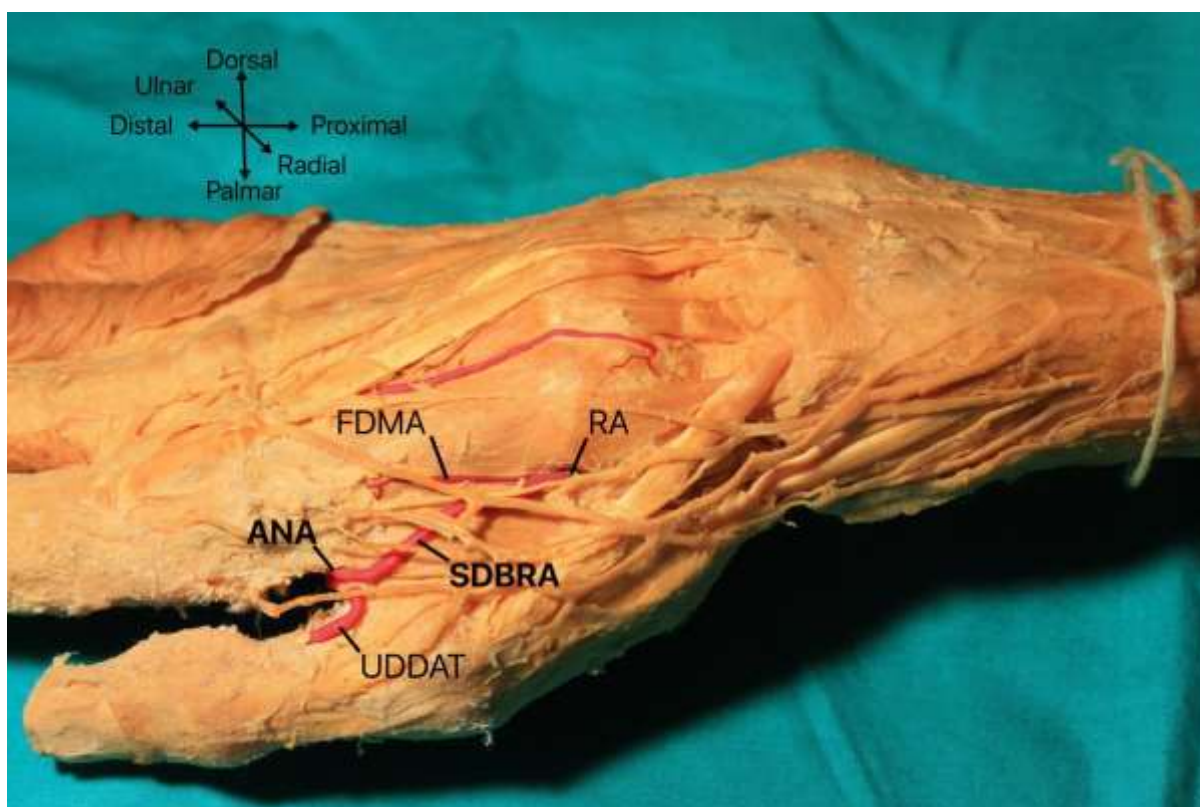
Arteria radialis indicis je větví z *arteria metacarpalis palmaris prima* a bývá silnější než odpovídající větev povrchového palmárního systému (Standring 2016).

Arteria metacarpalis palmaris secunda byla popsána jako potenciální zdrojnice pro palec, tyto tepny byly popsány ve dvou studiích (Ames, et al. 1993; Parks, et al. 1978). Obě studie tvrdí, že tato tepna je dominantní zdrojnicí krevního zásobení palce u malého počtu případů (celková pravděpodobnost dominance byla podle našeho přehledu asi 1,37 %). Na druhou stranu *arteria metacarpalis dorsalis prima* nebyla popsána v žádné studii, která analyzovala

potenciální zdroje cévního zásobení palce bez ohledu na dominanci, což bylo součástí našeho přehledu.

c) Dorzální systém

Dorzální systém je tvořen *arteria radialis* a *arteriae metacarpales dorsales*. *Arteria radialis* je často zdrojnicí pro RDDAT (15,19 %) a může být také zdrojnicí pro UDDAT (4,75 %). Mezi všemi hřbetními záprstními tepnami je pouze *arteria metacarpalis dorsalis prima* přítomna vždy a podílí se na prokrvení palce (de Rezende et al. 2004; Omokawa et al. 2005). Tato tepna může být také zdrojnicí každé z výše zmíněných čtyř tepen palce. Nejčastěji je zdrojem pro UDDAT (20,63 %) a UPDAT (20,54 %), vzácněji pro RDDAT (4,81 %) a RPDAT (2,53 % případů). Autoři často přímo popisují silnou větev vedoucí středem meziprstí anastomozující s tepnami palce, kterou popisujeme v naší studii a pojmenováváme jako *ramus superficialis dorsalis arteriae radialis* (SDBRA) (Obrázek 33).



Obrázek 33: *Ramus superficialis dorsalis arteriae radialis* jako dominantní zdrojnice tepenného zásobení palce. Zkratky: ANA – anastomóza s palmárními systémy; FDMA – *arteria metacarpalis dorsalis prima*; UDDAT – *arteria digitalis ulnodorsalis pollicis*; RA – *arteria radialis*; SDBRA – *ramus superficialis dorsalis arteriae radialis*. Zdroj: Pitva provedená autorem [Barevný obrázek ve vysokém rozlišení je dostupný na wileyonlinelibrary.com].

5.1.3. Dominance zdrojů v cévním zásobení palce

Dle našeho přehledu měla jedna tepna výrazně silnější průsvit než ostatní v 85,84 % případů. Nazvali jsme ji dominantní zdrojová tepna (ve shodě s autory původních prací). Výsledky přehledu dále ukazují, že nejčastější dominantní zdrojová céva pro tepny palce je *arteria metacarpalis palmaris prima* (64,84 %) a druhou nejčastější je pak *arteria metacarpalis dorsalis prima* (15,53 %). Povrchový palmární systém je dominantním zdrojem pouze v 8,22 % případů. Některé zmíněné studie také ne zcela jasně uvádějí, zda *arcus palmaris superficialis* byl či nebyl úplný/uzavřený (Ames, et al. 1993; Parks, et al. 1978). Nicméně z výsledků lze

usuzovat, že pokud není *arcus palmaris superficialis* uzavřený, *ramus palmaris superficialis arteriae radialis* může být dominantní zdrojovou cévou pro krevní zásobení palce (Ames et al. toto popisuje v 7,69 % případů), přičemž *arteria ulnaris* jí nikdy není. V 11,87 % případů byly průsvity pozorovaných tepen shodné, takže žádná tepna nebyla označena jako dominantní (viz Tabulka 5).

	Ames et al.	Murakami et al.	Parks et al.	Tandler	Velikost vzorku pro každou tepnu	Pozitivní nálezy	Výsledky
Velikost vzorku v každé studii	39	90	50	130	-	-	-
Hluboký palmární systém	7	-	40	95	219	145	66,21 %
FPMA	7	-	40	95	219	142	64,84 %
SPMA	0	-	3	0	219	3	1,37 %
Povrchový palmární systém	3	-	0	15	219	18	8,22 %
SPA	-	-	0	15	180	15	8,33 %
UA	0	-	-	-	39	0	0,00 %
SPBRA	3	-	-	-	39	3	7,69 %
Dorzální systém	3	18	7	20	309	48	15,53 %
FDMA	3	18	7	20	309	48	15,53 %
Bez dominance	26	-	0	0	219	26	11,87 %

Tabulka 5: Dominance zdrojů.

Zkratky: FPMA – *arteria metacarpalis palmaris prima*; FDMA – *arteria metacarpalis dorsalis prima*; MA – *arteria comitans nervi mediani manus*; SPA – *arcus palmaris superficialis*; SPBRA – *ramus palmaris superficialis arteriae radialis*; SPMA – *arteria metacarpalis palmaris secunda*; UA – *arteria ulnaris*.

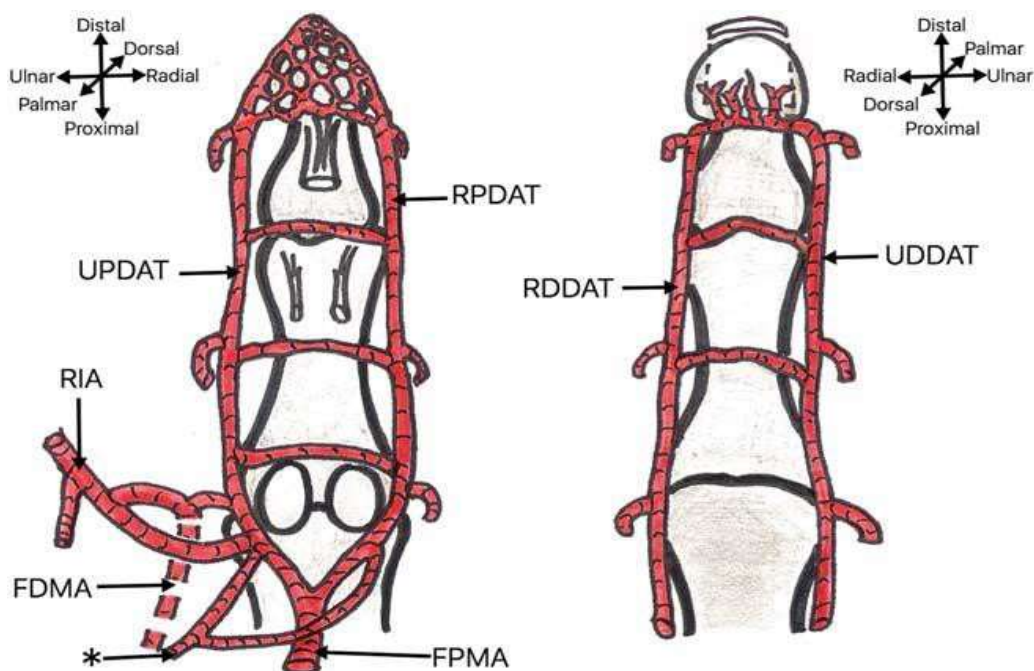
5.1.4. Anastomózy tepen palce

Všechny tepny palce jsou propojeny systémem anastomóz (Earley 1986; Ramirez a Gonzalez 2012). Tyto anastomózy poskytují kolaterální cévní zásobení a lze je nalézt jak mezi palmárními tepnami navzájem, tak také mezi oběma stranami ruky, tedy mezi palmárními a dorzálními tepnami. Podle Ramirez a Gonzaleze (2012), UPDAT a RPDAT tvoří anastomózu na bázi základního článku palce, distálně od sezamských kostí palce, uprostřed délky základního

článku palce a na bázi koncového článku palce proximálně od úponu šlachy *musculus flexor pollicis longus*. Malé větve vycházejí ze vzdálenější anastomózy a vstupují do *vinculum breve* šlachy *musculus flexor pollicis longus*. Tyto anastomózy lze najít pod šlachovou pochvou na palmární straně článků. Tepny končí na špičce palce, na níž tvoří bohatou síť umístěnou v dřeni palce. V této síti lze odhalit silnější anastomózu nacházející se ve středu článku distálně od úponu *musculus flexor pollicis longus*. Dále lze najít ještě distálněji probíhající koncové větve, spojující se ve tvaru písmene V.

Anastomózy UDDAT a RDDAT mohou být nalezeny asi v polovině délky základního článku palce a při *articulatio interphalangea pollicis*. Jsou umístěny v hloubce pod dorzální aponeurózou na dorzálním povrchu článku. Koncové větve dorzálních tepen se spojují dohromady asi v polovině délky koncového článku palce, distálně od místa úponu dorzální aponeurózy a proximálně od nehtové ploténky. Větve zásobující *matrix unguis* vycházejí z distální části aponeurózy.

Palmární a dorzální tepny palce jsou také vzájemně propojeny pomocí anastomóz. Proximální pár anastomóz se nalézá na úrovni *articulatio metacarpophalangea pollicis* a odpovídá distální sadě perforátorů propojujících palmární a dorzální tepenné řečiště ruky. Ostatní anastomózy se nacházejí v centrální oblasti jak základního, tak koncového článku (Obrázek 34).



Obrázek 34: Anastomózy tepen palce.

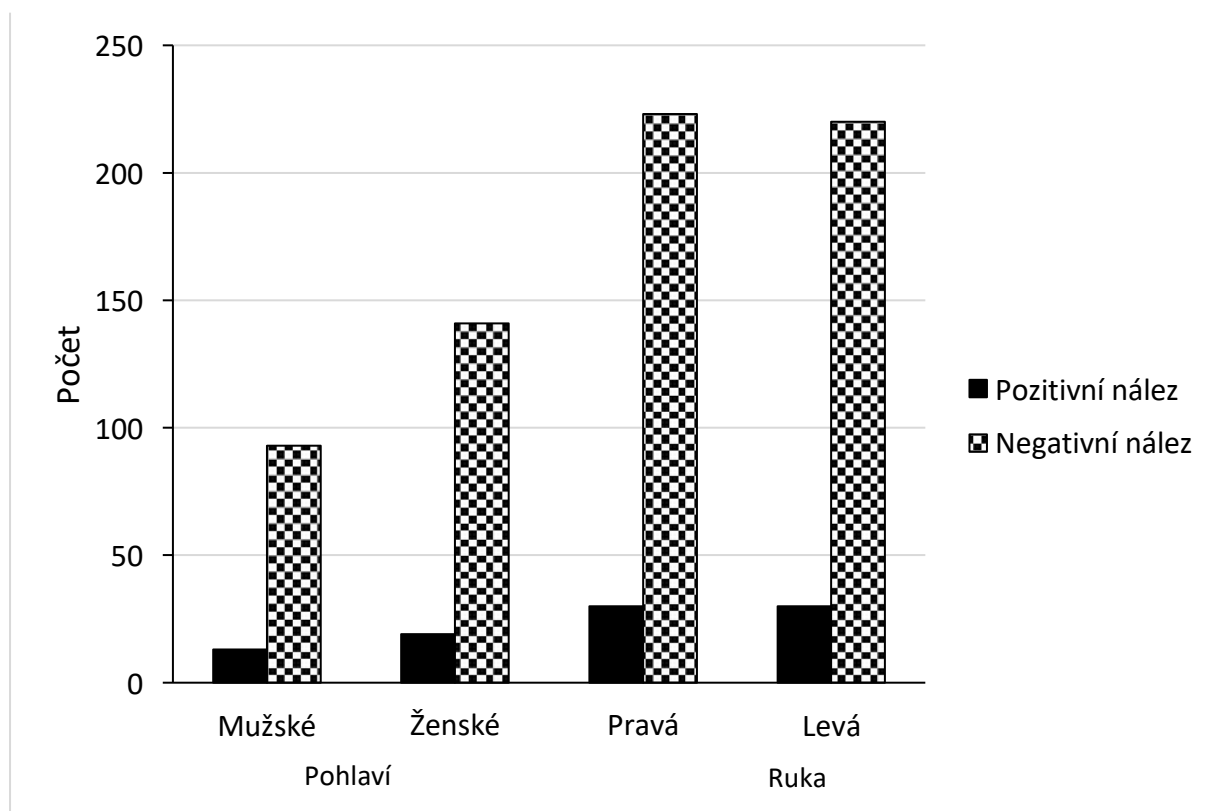
Zkratky: UPDAT – *arteria digitalis ulnopalmaris pollicis*; RPDAT – *arteria digitalis radiopalmaris pollicis*; UDDAT – *arteria digitalis ulnodorsalis pollicis*; RDDAT – *arteria digitalis radiodorsalis pollicis*; FPMA – *arteria metacarpalis palmaris prima*; FDMA – *arteria metacarpalis dorsalis prima*; RIA – *arteria radialis*; * – větve z povrchového palmárního systému. Zdroj: originální náčrt podle Ramireze a Gonzaleze (2012) [Barevný obrázek ve vysokém rozlišení je dostupný na wileyonlinelibrary.com].

V některých případech může velmi dobře vyvinutá anastomóza dokonce nahradit proximální kmen jedné z tepen palce. Ve většině případů se jedná o anastomózu mezi RPDAT a RDDAT. RPDAT je v tomto případě hlavní zdrojnicí, vyskytující se v 2,96 % případů (Ramirez a Gonzalez 2012).

5.2. Bezejmenná tepna prvního meziprstního prostoru

Ze všech 503 rukou byla v prvním meziprstního prostoru nalezena bezejmenná tepna u 60 z nich (11,93 %). V případě dostupnosti celého těla byly oboustranně pozitivní nálezy zachyceny pouze u dvou z 133 celých kadaverů (1,5 %). Obdobné procento pozitivních nálezů

bylo zachyceno u pravých i levých horních končetin (30 pozitivních záchytů z 250 u levých horních končetin a 30 pozitivních záchytů z 253 u pravých horních končetin). Nebyla zjištěna žádná prediktivní hodnota strany ruky, poměr šancí pro pozitivní nález na pravé horní končetině byl 1,01 (OR = 1,01) (Obrázek 35).

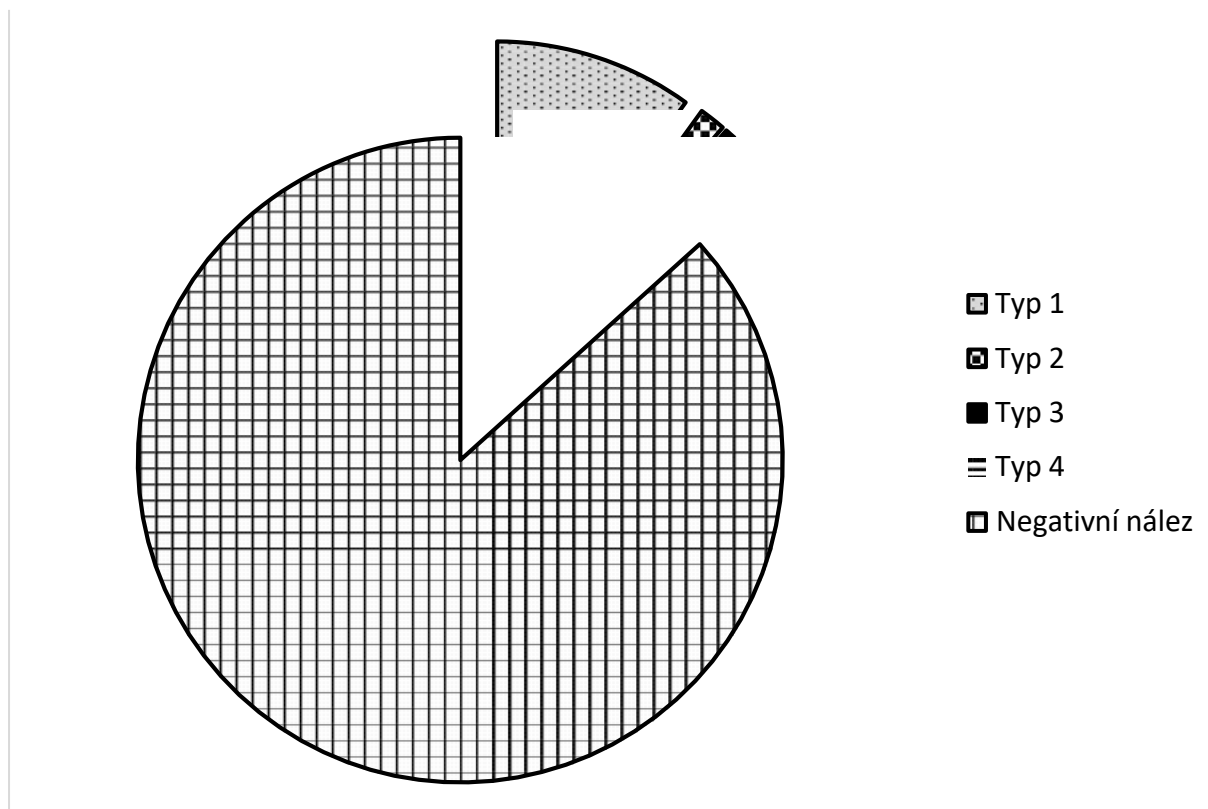


Obrázek 35: Distribuce pozitivních a negativních nálezů podle (A) pohlaví a (B) strany.

Naše výsledky nenaznačují vyšší výskyt pozitivních nálezů ve vztahu k pohlaví. Možnost, že pozitivní nález bude učiněn u muže, nebyla významná ($R = 0,96$). U mužů bylo zjištěno 13 pozitivních nálezů bezejmenné tepny oproti 93 negativním nálezům. Podobně u vzorků od dárek bylo zachyceno 19 pozitivních nálezů oproti 141 negativním nálezům (Obrázek 35).

Z celkového počtu 503 kadaverozních horních končetin byla většina nálezů negativních (436 rukou; 86,7 %). Bezejmenná tepna se většinou větvila přímo z *arteria radialis* v 57 případech (11,3 %)

a ve třech případech (0,6 %) z *arteria metacarpalis dorsalis prima*. V sedmi případech (1,4 %) vydávala bezejmenná tepna silnou větev pro palec (*arteria digitalis ulnopalmaris pollicis*), a tak se tato tepna stala dominantní zdrojnicí tepenného zásobení palce (Obrázek 36).

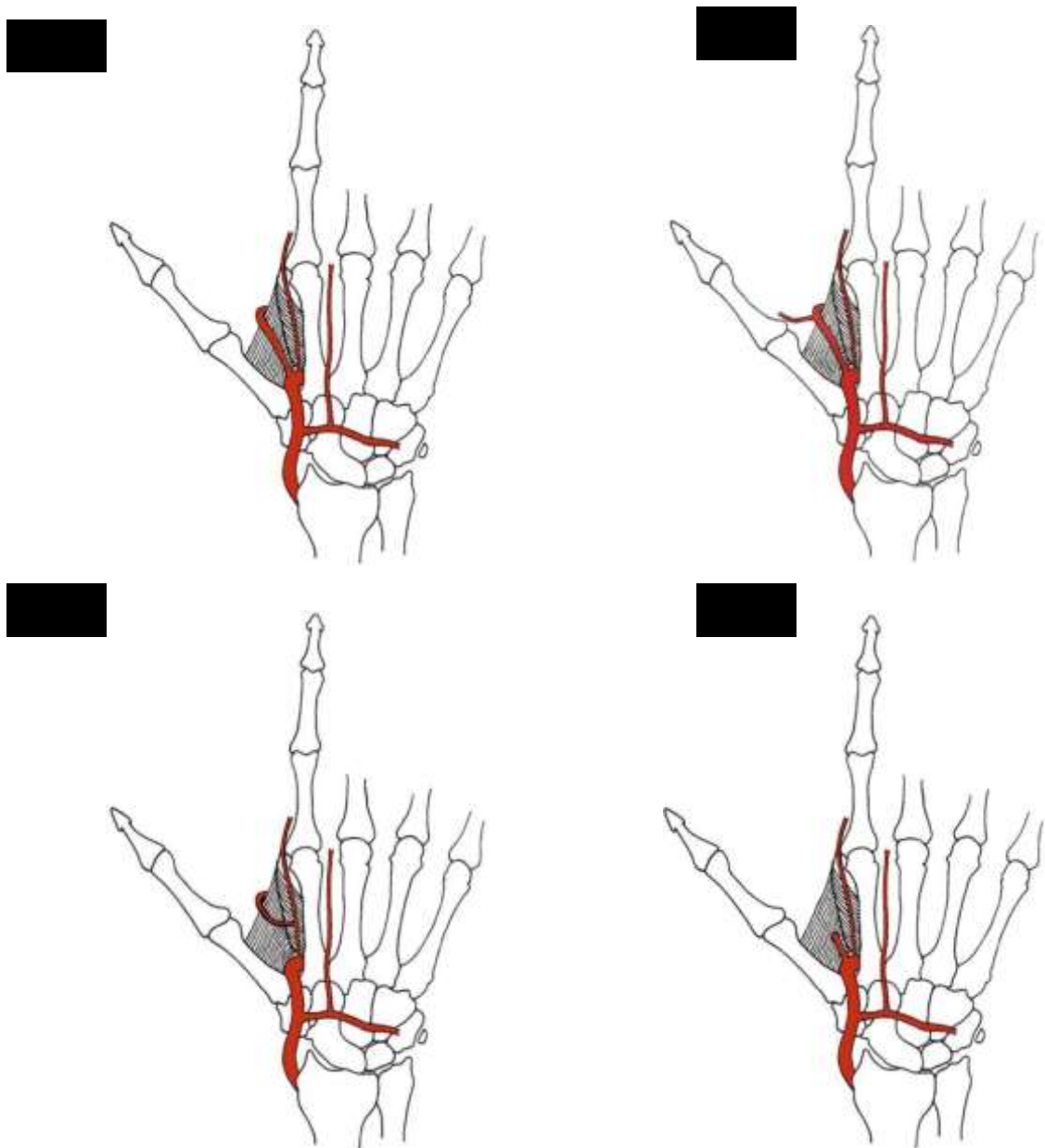


Obrázek 36: Distribuce jednotlivých typů a negativních zjištění.

Ve všech výše popsaných případech bylo zjištěno, že tepna prochází povrchově od fascie *musculus interosseus dorsalis primus*. Nebyla zachycena žádná tepna, která by procházela mezi fascií a svalovým bříškem.

S ohledem na systematickou anatomii jsme určili následující typy nekonstatní/variabilní bezejmenné tepny:

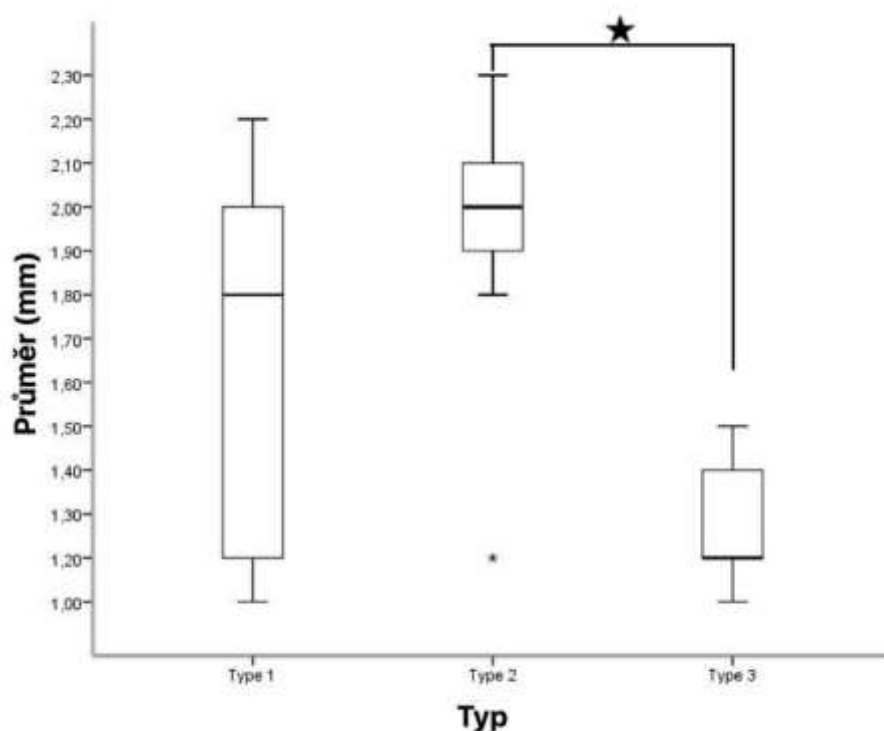
- **Typ 1:** Tepna se větví přímo z *arteria radialis* ještě předtím, než se zanoří mezi hlavy *musculus interosseus dorsalis primus*, a v jeho distální části se obtáčí kolem jeho okraje a vytváří anastomózu s *arcus palmaris superficialis* na palmární straně ruky (Obrázek 37A).
- **Typ 2:** Tepna se větví přímo z *arteria radialis* ještě předtím, než se zanoří mezi hlavy *musculus interosseus dorsalis primus*, a v jeho distální části se obtáčí kolem jeho okraje, vytváří anastomózu s *arcus palmaris superficialis* a vydává *arteria digitalis ulnopalmaris pollicis* (Obrázek 37B).
- **Typ 3:** Tepna vychází z *arteria metacarpalis dorsalis prima*, probíhá po povrchu *musculus interosseus dorsalis primus* a v distální části se obtáčí kolem jeho okraje primus vytvářejíc anastomózu s *arcus palmaris superficialis* na palmární straně ruky (Obrázek 37C).
- **Typ 4:** Tepna vychází z *arteria radialis*, probíhá po povrchu *musculus interosseus dorsalis primus*, na němž končí a nevytváří žádnou další anastomózu s *arcus palmaris superficialis*. Pro účely naší studie byl Typ 4 považován za negativní nález (Obrázek 37D).



Obrázek 37: Variabilní bezejmenná tepna. A) Typ 1; B) Typ 2; C) Typ 3; D) Typ 4.

U pozitivních nálezů (typy 1–3) byl měřen také průsvit tepny. Normalita distribuce byla testována *Shapiroým-Wilkovým* testem a nebyla potvrzena normální distribuce (df = 60; $p < 0,001$). Výsledný průsvit se pohyboval mezi 1 a 2,3 mm (medián = 1,8 mm; IQR = 0,8). Dále byl měřen průsvit s ohledem na konkrétní typ (typy 1–3, jak je definováno výše). Bylo zjištěno, že průsvit bezejmenné tepny je největší u typu 2 (průsvit 1,9 mm; SE = 0,66; CI 1,59–2,26),

následovaný typem 1 (průsvit 1,6 mm; SE = 0,13; CI = 1,48–1,72) a poté typem 3 (průsvit 1,23 mm; SE = 0,14; CI = 0,6–1,85). Byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi skupinami ($F(2) = 3,219$; $p = 0,047$). *Tukey's post-hoc* test odhalil, že průsvit se významně liší mezi typem 2 a typem 3 (průměrný rozdíl 0,69; SE = 0,28; $p = 0,05$). Detaily jsou k dispozici na obrázku 38. Pohlaví nemělo významný vliv na průměrné hodnoty ani u mužů (medián 1,25 mm; IQR = 0,42), ani žen (medián 1,5; IQR = 1,0); ($p = 0,36$).



Obrázek 38: Porovnání průměrných hodnot průsvitů cév dle typů (1–3).

5.3. Ultrazvukové vyšetření

Ultrazvukové vyšetření bezejmenné tepny hřbetní strany prvního meziprstního prostoru dobrovolníků přineslo tyto výsledky: celková prevalence byla 17,4 % (44/252), z toho 25 tepen

(56,8 %) byl nalezeno vpravo a 19 tepen (43,2 %) vlevo. Bilaterální výskyt byl nalezen pouze u jednoho dobrovolníka. Průměr variabilní tepny byl 0.63 mm (rozsah 0,33–1,5 mm).

5.4. Kazuistika

Součástí studie byla i zajímavá kazuistika. U 19leté ženy na ruce jsme našli dvě tepenné variace oboustranně, *arteria comitans nervi mediani manus* / *arteria mediana persistens* a výše zmíněnou bezejmennou tepnu prvního meziprstního prostoru (Obrázek 39 a 40).



Obrázek 39: Pravostranná *arteria comitans nervi mediani manus* v příčném řezu ultrazvukového zobrazení.



Obrázek 40: Levovostranná *arteria comitans nervi mediani manus* v příčném řezu ultrazvukového zobrazení.

Na pravé straně měla *arteria comitans nervi mediani manus* průsvit 1,27 x 2,03 mm (příčný řez) a bezejmenná tepna průsvit 0,75 mm (sagitální řez) v místě svého odstupu z *arteria radialis*. *Arteria comitans nervi mediani manus* sledovala svůj obvyklý průběh mezi přední plochou *nervus medianus* a hlubokým povrchem *musculus flexor digitorum superficialis*. Po průchodu skrz *canalis carpi* se tepna spojila s *arcus palmaris superficialis*, aby přispěla k prokrvení ruky. Pokud jde o vztah mezi *arteria comitans nervi mediani manus* a *nervus medianus*, bylo přítomno vysoké dělení *nervus medianus*. Bezejmenná tepna měla obvyklý průběh Typu 1. *Arteria radialis* a *arteria ulnaris* byly přítomné bez jakékoli anomálie nebo variace. Maximální rychlost průtoku krve měřená Dopplerovou ultrasonografií byla 7,6 cm/s.

Na levé straně byl průsvit *arteria comitans nervi mediani manus* 0,42 x 0,65 mm (příčný řez) a průsvit bezejmenné tepny 1,2 mm (sagitální řez), měřeno v místech odpovídajících pravé straně (Obrázek 38). Obě tepny probíhaly obdobně jako na pravé straně. Přítomnost *arteria comitans nervi mediani manus* vedla také k vysokému dělení *nervus medianus* proximálně k zápěstí a tepna se připojila k *arcus palmaris superficialis* po průchodu skrz *canalis carpi*. *Arteria radialis* a *arteria ulnaris* byly přítomné bez jakékoli anomálie nebo variace. Maximální rychlost průtoku krve měřená Dopplerovou ultrasonografií byla 4,5 cm/s. Protože *arteria comitans nervi mediani manus* na obou stranách dosáhla dlaně, aby se připojila k *arcus palmaris superficialis*, oba nálezy patří k palmárnímu typu *arteria mediana persistens*. Obě bezejmenné tepny byly hmatné před ultrazvukovým vyšetřením v rámci prvního meziprstního prostoru. Ani na levé, ani pravé horní končetině nebyly provedeny žádné předchozí chirurgické zákroky. Jiné anatomické variace než ty popsané, nebyly nalezeny.

Tato kazuistika je zvláštní tím, že obě popsané variace jsou přítomné oboustranně, i když obě jsou mnohem častější jednostranně (pokud jsou přítomny). Obě tepny také významně přispívají k prokrvení ruky – 27,0 % a 5,9 % na pravé straně a 3,0 % a 15,8 % na levé straně. Pokud je nám známo, žádné nálezy podobné těm našim nebyly nikdy předtím publikovány.

6. Diskuze

6.1. Tepny palce

Provedli jsme důkladný průzkum literatury a systémovou analýzu dostupných údajů. Ačkoli zprávy týkající se distribuce konkrétních zdrojů tepen se liší, všechny vybrané studie splnily naše kritéria pro zařazení.

Naše výsledky potvrdily, že palec je zásoben dvěma páry tepen, palmárními (dlaňovými) a dorzální (hřbetními), propojenými vícero anastomózami. Palcové tepny jsou větvemi tepen prvního meziprstního prostoru. Podle jejich topografie je můžeme rozdělit do tří systémů: povrchového palmárního, hlubokého palmárního a dorzálního. Použitím této klasifikace se můžeme vyhnout otázce úplnosti/uzavřenosti *arcus palmaris superficialis*.

Na základě naší systémové analýzy jsme potvrdili klíčovou úlohu *arteria metacarpalis palmaris prima* v tepenném zásobení palce. Tato tepna je nejčastější zdrojnicí nejen palmárních, ale i dorzálních palcových tepen.

Palec má však navíc krevní zásobení z povrchového palmárního a dorzálního systému a tepny z těchto dvou systémů mohou být dominantním zdrojem pro palec. Zásobování palce krví tedy závisí na více než jedné tepně. Pokud existuje jiný dominantní zdroj než *arteria metacarpalis palmaris prima*, která je nesprávně považována za „*arteria princeps pollicis*“ (Murakami, et al. 1969; Parks, et al. 1978), interpretace může zmást i zkušeného čtenáře. Současná terminologie („*arteria princeps pollicis*“) není dostatečně specifická, aby odlišila nejběžnější varianty, a tedy více prostorově popisná terminologie by měla být upřednostněna před stávající tradičním přístupem. Hlavní zdrojnicí tepenné krve pro palec je obvykle *arteria metacarpalis palmaris prima*, ale pokud se situace liší, čistý popisný systémový anatomický přístup může přispět k tomu, aby se předešlo možné mýlce. Tyto nejasnosti jsou řešeny v několika terminologických článcích (Kachlík et al. 2008; Kachlík, et al. 2015; Kachlík, et al. 2021).

Proto navrhujeme opustit termín „*arteria princeps pollicis*“, neboť hlavní (dominantní) zdrojnice se může mezi jedinci lišit, a nazývat všechny tepny termíny založenými na systematických souvislostech, jak činíme v celé práci.

Zbývající nevyřešenou vědeckou otázkou je správná a průhledná anatomická terminologie pro větve povrchového palmárního systému tepen zásobujících palec a laterální stranu ukazováku, které odpovídají *arteria digitalis communis* pro první meziprstní prostor. Těmto tepnám stále chybějí vhodné systémové anatomické termíny.

6.2. Bezejmenná tepna

Bezejmenná tepna je nekonstatní/variabilní céva, již lze nalézt podkožně v prvním meziprstním prostoru („first web space“). Doposud chyběl v anatomické i chirurgické literatuře její zevrubný popis se zvláštním důrazem na její výskyt, topografii a větvení. Podle našich výsledků se tato tepna vyskytuje téměř ve 12 % případů a výskyt nekoreluje s pohlavím. Navíc nevykazuje žádné stranové rozdíly. Popsali jsme čtyři typy této tepny s ohledem na její větvení. Typ 1 je nejběžnější, byl nalezen u téměř 10 % české populace. Tepna odstupuje z *arteria radialis* a tvoří anastomózu s *arcus palmaris superficialis*. Typ 2 je mnohem méně běžný, vyskytuje se pouze u 1,4 % české populace. U tohoto typu tepna odstupuje z *arteria radialis*, tvoří anastomózu s *arcus palmaris superficialis* a pokračuje jako silná *arteria digitalis ulnopalmaris pollicis*. Tento typ také vykazoval největší průsvit. Typ 3 je ještě méně častý než typ 2 (0,6 %) a u něj vybíhá tepna z *arteria metacarpalis dorsalis prima* a tvoří anastomózu s *arcus palmaris superficialis*. Na rozdíl od všech výše uvedených typů netvoří typ 4 anastomózu s *arcus palmaris superficialis*, a proto byl považován za negativní nález. Odstupuje z *arteria radialis*, jako u všech ostatních typů. Průměrný průsvit bezejmenné tepny zkoumaný v pozitivních nálezech se pohyboval mezi 1,0 a 2,3 mm a nevykazoval žádnou korelaci s pohlavím nebo stranou. Jak bylo uvedeno výše v oddíle Výsledky, našli jsme statisticky významný rozdíl mezi průsvity Typu 2 a Typu 3. Důvodem silnějšího průsvitu nalezeného u Typu 2 by mohlo být to, že je hlavním zdrojem tepenného zásobení palce. Naproti tomu

u Typu 3 bylo zjištěno, že má tepna užší průsvit, pravděpodobně kvůli jejímu větvení ze slabé *arteria metacarpalis dorsalis prima*.

Název bezejmenné tepny je v literatuře sporný. Nesouhlasíme s popisem *arteria metacarpalis dorsalis prima* rozvětvující se na radiální, prostřední (centrální) a ulnární větev, navržený Murakamim et al. (Murakami, et al. 1969) a po něm také Sherifem, Bianchim a Pistrem et al. (Bianchi 2001; Pistre, et al. 2001; Sherif 1994a; Sherif 1994b). Vzhledem k tomu, že zmíněné tři větve odstupují z *arteria radialis* odděleně, považujeme je za samostatné tepny. Radiální větev *arteria metacarpalis dorsalis prima* je dle našeho názoru *arteria digitalis ulnodorsalis pollicis* a ulnární větev je vlastní *arteria metacarpalis dorsalis prima* (Miletín, et al. 2017). Tepna, která se podobá prostřední větvi, však stále postrádá svůj systémový název. Vzhledem k jejímu původu z *arteria radialis*, jejímu povrchovému průběhu a koncové anastomóze s *arcus palmaris superficialis* navrhuje termín **povrchová hřbetní větev vřetenní tepny**, tedy ***ramus dorsalis superficialis arteriae radialis***. Termín také parafrázuje anatomický termín *ramus palmaris superficialis arteriae radialis*.

Výše zmíněný *ramus dorsalis superficialis arteriae radialis* může být úspěšně použit v plastické a rekonstrukční chirurgii, podobně jako jiné již používané tepny. Tyto tepny zahrnují *arteria metacarpalis dorsalis prima*, *arteria digitalis ulnodorsalis pollicis* a *arteria metacarpalis dorsalis prima*, které se rutinně používají jako stopkové (pediklové) tepny místních axiálních laloků (Cavadas 2003; Foucher a Braun 1979; Holevich 1963; Zhang et al. 2009). Kromě toho se tato tepenná variace díky svému silnému průsvitu a koncové anastomóze s *arcus palmaris superficialis* zdá být příznivou stopkovou cévou pro kožní a fasciokutánní laloky (Obrázek 41).



Obrázek 41: Možné využití bezejmenné tepny jako pediklové cévy reverzního ostrůvkového laloku při rekonstrukci palce (autorská kresba).

Tezcan et al. již popsali použití této tepny v pěti případech (Tezcan, et al. 1997). Kromě toho by mohla být tato tepna také použita jako příjmová (recipientní) céva pro volné laloky, jako je přenos palce nohy na ruku. Toto však ještě zbývá prozkoumat. Kromě toho by znalost této variace mohla být přínosná během žilní kanylace, protože tuto tepnu lze zaměnit za žílu (Tibbetts 2002).

6.3. Ultrazvukové vyšetření

Srovnání prevalence ultrazvukového vyšetření – 17,4 % (44/252) – a nálezů z přímého preparačního výzkumu na kadaverech – 11,9 % (60/503) ukazuje mírně rozdílné nálezy, které mohou být dány jednak nesourodou velikostí obou skupin, jednak chybějící informací o pohlaví (věku) v případě kadaverózní studie, neboť rozdíly v prevalenci u jednotlivých pohlaví mohou stát za tímto rozdílem.

Rovněž byl zjištěn rozdíl mezi oběma metodami v prevalenci stran – v ultrazvukové studii převažovala mírně pravá strana (56,8 %), zatímco v pitevní studii byly obě strany vzácně zastoupeny zcela stejně (50 %). Jediný soulad byl nalezen v bilateralitě – v případě

ultrazvukové studie u jednoho dobrovolníka (1/252) a v případě pitevní studie u dvou těl (2/133). Z těchto výsledků je patrné, že bude třeba ultrazvukovou studii rozšířit na 500 rukou.

6.4. Limitace

Limitace naší práce souvisejí především s chybějícími kvantitativními údaji o průsvitech tepen. Ramirez a Gonzalez (2012) udávají průsvity čtyř tepen zásobujících palec, ale další studie zahrnuté v našem systémovém přehledu bohužel žádné měrné údaje neposkytují. Tandler rozlišuje slabé, střední a silné tepny (Tandler 1897). Uvádět průsvity tepen by bylo užitečné zejména ve zdrojích konkrétně diskutujících dominance tepen palce. To by mohl být návrh pro další výzkum, neboť tyto údaje jsou přínosné v chirurgii ruky. Dále bylo by zajímavé zvážit potenciální přínos moderního zobrazování (CT angiografie, MRI) pro další studium anatomie tepen ruky.

Dalším omezením může být velikost vzorku. I když je velikost našeho vzorku největší, který pokrývá toto téma, stále by mohl být příliš malý na to, aby bylo možné podrobně rozlišit vzácné případy, zejména ve variacích u Typů 2, 3 a 4. Pro rychlejší pitvu by mohla být použita intravaskulární injekce latexem, nepovažujeme to však za důvod, jenž by měl mít vliv na naše výsledky. Protože jsme nebyli schopni určit přesný věk našich dárců, nebyli jsme schopni korelovat stáří a průměr pozorovaných cév, což by také mohlo hrát určitou úlohu. Je třeba provést další výzkum na tomto poli. Ultrazvuková studie zejména vzhledem ke kovidové době nebyla dostatečně rozsáhlá a bude ji třeba výrazně rozšířit, aby získaná data byla statisticky významná pro všechny typy. Další výzkum by měl také zahrnovat angiografii.

7. Závěr

Předložili jsme podrobný materiál popisující tepenné zásobení palce se zaměřením na klinicky užitečná hlediska tématu, jako je přítomnost, průsvit a dominance tepen. Na základě získaných dat navrhujeme zjednodušení a upřesnění anatomického názvosloví. Naše práce by mohla být užitečná pro chirurgy, mohla by jim pomoci plně porozumět anatomii tepen palce, což lze dále využít při zachování, replantaci a rekonstrukci částí ruky. Navrhujeme, aby anatomické názvosloví bylo přehodnoceno a navrhujeme zvážit vypuštění termínu „arteria princeps pollicis“, který považujeme za zavádějící, z oficiálního dokumentu anatomické nomenklatury – Terminologia Anatomica. Na základě rozsáhlé anatomické studie jsme popsali nekonstantní větve z *arteria radialis* na hřbetu ruky a vymezili jsme její čtyři podtypy. Tyto nálezy lze dále využít při chirurgické rekonstrukci palce. Zároveň navrhujeme pro tuto tepnu název *ramus dorsalis superficialis arteriae radialis*.

8. Shrnutí

Palec je pro bezchybnou funkci ruky zcela zásadní a ztráta struktury či funkce palce znamená takřka vždy částečnou nebo úplnou invalidizaci pacienta. Záchrana a rekonstrukce palce proto patří k předním tématům chirurgie ruky. Moderní zachovné a rekonstrukční postupy chirurgie ruky vyžadují zcela nový náhled na znalost cévní anatomie. Aby byly informace srozumitelné a dobře sdělitelné, je nutné mít dostatečně podrobnou, přehlednou a především jednotnou nomenklaturu. Při zevrubném pohledu na anatomii cév ruky se ukazuje, že autoři často nepoužívají obecně uznávané termíny nebo se neshodují ve výkladu těch správně použitých.

Výše uvedené skutečnosti nás dovedla k závěru, že jakkoliv se anatomie tepen ruky zdá být v minulosti dobře prozkoumanou a popsanou, je tu stále nemalý prostor pro utřídění dříve popsaných dat, revizi nomenklatury, doplnění chybějícího podrobného popisu některých variací a posouzení významnosti a užitečnosti jednotlivých struktur ve vztahu k traumatologii a rekonstrukční chirurgii ruky.

Tato práce podrobně popisuje systematickou i topografickou anatomii tepen ruky se zaměřením na palec a první meziprstní prostor včetně variací a užívané nomenklatury. Koreluje anatomické údaje s poznatky z klinické praxe, přináší popis nejčastějších úrazů palce a prvního meziprstního prostoru, podrobně popisuje možnosti rekonstrukce ruky prostřednictvím přenosu tkání s vlastním cévním zásobením a nastiňuje možnosti využití méně častých a známých anatomických variací k rozšíření spektra výkonů. Vlastní výzkum se pak opírá o důkladnou rešerši a metaanalýzu dostupných historických a recentních prací, ze kterých extrahuje cenná data, v rámci možností je sjednocuje a překládá do moderní anatomické nomenklatury. V případě dosud nedostatečně popsaných variací prezentujeme vlastní výsledky získané anatomickou pitvou 503 končetin. Pitevnické výsledky poté potvrzujeme studií získanou sonografickým vyšetřením 126 zdravých dobrovolníků.

9. Summary

The thumb is absolutely essential for the flawless function of the hand, and the loss of the structure or function of the thumb almost always means a partial or total invalidation of the patient. Thus, salvage and reconstruction of the thumb is one of the foremost topics in hand surgery. Modern conservation and reconstructive procedures of hand surgery require a completely new insight into the knowledge of vascular anatomy. In order for the information to be comprehensible and well communicated, it is necessary to have a sufficiently detailed, clear and, above all, uniform nomenclature. When taking a closer look at the anatomy of the vessels of the hand, it turns out that authors often do not use generally accepted terms or do not agree on the interpretation of the correctly used ones.

The above stated facts led us to the conclusion that, although the anatomy of the hand arteries seems to have been well studied and described in the past, there is still considerable room for sorting out the previously described data, revising the nomenclature, completing the missing detailed description of some anatomical variations and assessing the significance and usefulness of individual structures in relation to trauma and reconstructive hand surgery.

This work describes in detail the systemic and topographical anatomy of the arteries of the hand, focusing on the thumb and the first web space, including variations and the nomenclature used. It correlates the anatomical facts with knowledge from clinical practice, provides a description of the most common injuries to the thumb and the first web space, describes in detail the possibilities of hand reconstruction through tissue transfer with its own vascular supply and outlines the possibilities of using less common variations to expand the spectrum of procedures. The actual research is then based on a thorough search and meta-analysis of available historical and recent works, from which valuable data are extracted, unified as far as possible and translated into modern anatomical nomenclature. In the case of hitherto insufficiently described anatomical variants, we present our own results obtained by anatomical dissection of 503 limbs. We then confirm the cadaveric results with a study obtained by sonographic examination of 126 healthy volunteers.

10. Seznam použité literatury

- ADACHI, B. Das Arteriensystem der Japaner. Kyoto: Maruzen, 1928a.
- ADACHI, B., HASEBE, K. Das Arteriensystem der Japaner 1928b, 440 and 353.
- AL-QATTAN, M. M. The adipofascial turnover flap for coverage of the exposed distal interphalangeal joint of the fingers and interphalangeal joint of the thumb. *J Hand Surg Am*, 2001, 26(6), 1116-1119.
- AL-TURK, M. A W. K. METCALF A study of the superficial palmar arteries using the Doppler Ultrasonic Flowmeter. *J Anat*, 1984, 138 (Pt 1), 27-32.
- AMES, E. L., M. BISSONNETTE, R. ACLAND, G. LISTER, et al. Arterial anatomy of the thumb. *J Hand Surg Br*, 1993, 18(4), 427-436.
- ANSON, B. An Atlas of Human Anatomy. Philadelphia: Saunders, 1963.
- ATASOY, E., E. IOAKIMIDIS, M. L. KASDAN, J. E. KUTZ, et al. Reconstruction of the amputated finger tip with a triangular volar flap. A new surgical procedure. *J Bone Joint Surg Am*, 1970, 52(5), 921-926.
- BAKHACH, J., J. C. GUIMBERTEAU A B. PANCONI The Gigogne flap: an original technique for an optimal pulp reconstruction. *J Hand Surg Eur Vol*, 2009, 34(2), 227-234.
- BAMBA, R., G. MALHOTRA, R. A. BUENO, JR., W. P. THAYER, et al. Ring Avulsion Injuries: A Systematic Review. *Hand (N Y)*, 2018, 13(1), 15-22.
- BARAL, P., K. SATHEESHA, P. VIJAYABHASKAR, H. SHETTY, et al. A study of variations of the arterial system of the upper limbs in Nepalese cadavers. *Int J AJ Inst Med*, 2012, 3-9.
- BARBOSA SUEIRO, M. Arcadas arteriais palmares. *Arquivo Anat Anthropol*, 1916, 2, 389-414.
- BARBOSA SUEIRO, M. Arcadas arteriais palmares. *Arquivo Anat Anthropol*, 1917, 3, 97-124.
- BARFRED, T., A. P. HOJLUND A K. BERTHEUSSEN Median artery in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am*, 1985, 10(6 Pt 1), 864-867.
- BASAT, S. O., A. M. UGURLU, A. AYDIN A T. AKSAN Digital artery perforator flaps: an easy and reliable choice for fingertip amputation reconstruction. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2013, 47(4), 250-254.
- BEHAN, F. C. The Keystone Design Perforator Island Flap in reconstructive surgery. *ANZ J Surg*, 2003, 73(3), 112-120.

BELL, C., W. PICKERING A C. WHITTINGHAM The hand : its mechanism and vital endowments as evincing design. London: William Pickering, 1833. xv, 1 , 288 p. p.

BERGMAN, R., S. THOMPSON, A. AFIFI A F. SAADEH Compendium of Human Anatomic Variation: Catalog, Atlas and World Literature. Baltimore and Munich: Urban & Schwarzenberg, 1988.

BERRES, J. Anthropotomie, oder Lehre von dem Baue des menschlichen Körpers. Lemberg: P. Piller, 1828.

BIANCHI, H. Anatomy of the radial branches of the palmar arch. Variations and surgical importance. *Hand Clin*, 2001, 17(1), 139-146, vii-viii.

BOCK, C. E. Handbuch der Anatomie des Menschen: mit Berücksichtigung der Physiologie und chirurgischen Anatomie. Leipzig: Volckmar, 1840.

BRODMANN, M. The angiosome concept in clinical practice: implications for patient-specific recanalization procedures. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2013, 54(5), 567-571.

BROWNING, H. C. A D. E. MORTON The arterial pattern in the hand. *Yale J Biol Med*, 1955, 28(1), 37-55.

BRUNELLI, F. Le lambeau dorsocubital du pouce. *Ann Chir Main*, 1993, 12(2), 105-114.

BRUNELLI, F. A A. GILBERT Vascularization of the thumb. Anatomy and surgical applications. *Hand Clin*, 2001, 17(1), 123-138.

BRUNELLI, F., A. VIGASIO, P. VALENTI A G. R. BRUNELLI Arterial anatomy and clinical application of the dorsoulnar flap of the thumb. *J Hand Surg Am*, 1999, 24(4), 803-811.

BULLOCKS, J., B. NAIK, E. LEE A L. HOLLIER, JR. Flow-through flaps: a review of current knowledge and a novel classification system. *Microsurgery*, 2006, 26(6), 439-449.

BUNNELL, S. Reconstruction of the thumb. *Am J Surg*, 1958, 95(2), 168-172.

BURNS, J. The Surgical Anatomy Of The Human Body, And Its Application To Injuries, And Operations. 1838.

CARRY, P. M., A. K. NGUYEN, G. R. MERRITT, C. CIARALLO, et al. Prevalence of persistent median arteries in the pediatric population on ultrasonography. *J Ultrasound Med*, 2018, 37(9), 2235-2242.

CAVADAS, P. C. Reverse osteocutaneous dorsoulnar thumb flap. *Plast Reconstr Surg*, 2003, 111(1), 326-329.

COBBETT, J. R. Free digital transfer. Report of a case of transfer of a great toe to replace an amputated thumb. *J Bone Joint Surg Br*, 1969, 51(4), 677-679.

COLEMAN, S. S. A B. J. ANSON Arterial patterns in the hand based upon a study of 650 specimens. *Surg Gynecol Obstet*, 1961, 113, 409-424.

COUCEIRO, J. A M. SANMARTIN The Holevich flap revisited: a comparison with the Foucher flap, case series. *Hand Surg*, 2014, 19(3), 469-474.

CRONIN, T. D. The cross finger flap: a new method of repair. *Am Surg*, 1951, 17(5), 419-425.

CRUVEILHIER, J. Anatomie descriptive. 1834.

CRUVEILHIER, J. The anatomy of the human body. 1844.

DAVIS, J. J., A. E. MEADE, L. COCHRAN, D. M. SAMMER, et al. Rodeo Thumb: To Replant or Not. *Plast Reconstr Surg*, 2021, 148(3), 382e-388e.

DE REZENDE, M. R., R. MATTAR JUNIOR, A. B. CHO, O. H. HASEGAWA, et al. Anatomic study of the dorsal arterial system of the hand. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*, 2004, 59(2), 71-76.

DEBSKI, T. A B. H. NOSZCZYK Epidemiology of complex hand injuries treated in the Plastic Surgery Department of a tertiary referral hospital in Warsaw. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2021, 47(5), 1607-1612.

DIMTZA, A. Die arteriographie der hand. *Radiol Clin*, 1956, 25, 205-220.

DOSCHER, W., B. VISWANATHAN, T. STEIN A I. MARGOLIS Hemodynamic assessment of the circulation in 200 normal hands. *Ann Surg*, 1983, 198, 776-779.

DUBREUIL-CHAMBARDEL, L. Variations des artères du membre superieur. Paris: Masson et Cie, 1926.

EARLEY, M. J. The arterial supply of the thumb, first web and index finger and its surgical application. *J Hand Surg Br*, 1986, 11(2), 163-174.

EBNER, I. A H. HAMMER Aspekte der arteriellen Gefäßbeziehungen im Hohlhandbereich (Arterial connections in the palma manus). *Acta Anat*, 1988, 131, 297-304.

EDWARDS, E. Organization of the small arteries of the hand and digits. *Am J Surg*, 1960, 99, 837-846.

FCAT Terminologia anatomica: international anatomical terminology. Thieme Verlag, 1998.

FEIGL, G. C., M. PETRAC, T. PIXNER, H. ULZ, et al. The superficial palmar arch and median artery as an example of misleading results due to a small number of investigated specimens or the use of different classifications. *Ann Anat*, 2012, 194(4), 389-395.

FEINTISCH, A. M., H. S. AYYALA A R. DATIASHVILI An anatomic variant of persistent median artery in association with carpal tunnel syndrome: case report and review of the literature. *J Hand Surg Asian Pac Vol*, 2017, 22(4), 523-525.

FIPAT. Terminologia anatomica [online]. 2019. Available from World Wide Web:<FIPAT.library.dal.ca.>.

FLOOD, V. The surgical anatomy of the arteries, and descriptive anatomy of the heart. London: S. Highley, 1839.

FOUCHER, G. A J. B. BRAUN A new island flap transfer from the dorsum of the index to the thumb. *Plast Reconstr Surg*, 1979, 63(3), 344-349.

FRANK, M., J. LANGE, M. NAPP, J. HECHT, et al. Accidental circular saw hand injuries: trauma mechanisms, injury patterns, and accident insurance. *Forensic Sci Int*, 2010, 198(1-3), 74-78.

GAINOR, B. J. A J. T. JEFFRIES Pronator syndrome associated with a persistent median artery. A case report. *J Bone Joint Surg Am*, 1987, 69(2), 303-304.

GAJISIN, S., A. ZBRODOWSKI A J. GRODECKI Vascularization of the extensor apparatus of the fingers. *J Anat*, 1983, 137 (Pt 2), 315-322.

GASSNER, E. M., M. SCHOCKE, S. PEER, A. SCHWABEGGER, et al. Persistent median artery in the carpal tunnel: color Doppler ultrasonographic findings. *J Ultrasound Med*, 2002, 21(4), 455-461.

GISSLER, G. A., A. LEOPOLD, G. GERMANN A C. HEITMANN [Blast injuries of the hands. Patterns of trauma and plastic surgical treatment]. *Unfallchirurg*, 2006, 109(11), 956-963.

GLASS, G. E., R. M. STARUCH, B. SIVAKUMAR A M. A. STOTLAND Thin and superthin free flaps: An innovative approach to pediatric extremity reconstruction. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2022, 75(11), 3970-3978.

GREEN, D., R. HOTCHKISS, W. PEDERSON A S. WOLFE *Green's Operative Hand Surgery*, 5th Edition 2005.

HAFFERL, A. *Lehrbuch der topographischen Anatomie*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1953.

HARRISON, R. *The surgical anatomy of the arteries of the human body*. 1824.

HENLE, J. *Handbuch der Systematischen Anatomie des Menschen*. Braunschweig: Freidrich Vieweg und Sohn, 1868.

HENNEBERG, M. A. B. J. GEORGE Possible secular trend in the incidence of an anatomical variant: median artery of the forearm. *Am J Phys Anthropol*, 1995, 96(4), 329-334.

HENRY, S. L. A. F. C. WEI Thumb reconstruction with toe transfer. *J Hand Microsurg*, 2010, 2(2), 72-78.

HIS, W. *Basiliensia Nomina Anatomica*. 1895.

HOLEVICH, J. A New Method of Restoring Sensibility to the Thumb. *J Bone Joint Surg Br*, 1963, 45, 496-502.

HONDA, T., S. NOMURA, S. YAMAUCHI, K. SHIMAMURA, et al. The possible applications of a composite skin and subcutaneous vein graft in the replantation of amputated digits. *Br J Plast Surg*, 1984, 37(4), 607-612.

CHALMERS, J. Unusual causes of peripheral nerve compression. *Hand*, 1978, 10(2), 168-175.

CHEN, L., J. CHEN, B. HU A. L. X. JIANG Sonographic findings of the bifid median nerve and persistent median artery in carpal tunnel: A preliminary study in chinese individuals. *Clinics (Sao Paulo)*, 2017, 72(6), 358-362.

CHEN, S. L. A. T. F. CHIOU Innervated boomerang flap for finger pulp reconstruction. *Injury*, 2007, 38(11), 1273-1278.

CHUNG, K. C., A. P. YOON, S. MALAY, M. J. SHAUVER, et al. Patient-reported and functional outcomes after revision amputation and replantation of digit amputations: the FRANCHISE multicenter international retrospective cohort study. *JAMA Surg*, 2019, 154(7), 637-646.

IFSSH. Terminology For Hand Surgery [online]. 2001. Available from World Wide Web:<https://www.ifssh.info/terminology_hand_surgery.php>.

IKEDA, A., A. UGAWA, Y. KAZIHARA A. N. HAMADA Arterial patterns in the hand based on three-dimensional analysis of 220 cadaver hands. *J Hand Surg*, 1988, 13, 501-509.

JASCHTSCHINISKI, S. Morphologie und topographie des arcus volaris sublimis und profundus des menschen. *Anat Hefte*, 1897, 7, 161-188.

JENKINS, D. B. A. W. H. HOLLINSHEAD Hollinshead's functional anatomy of the limbs and back. Philadelphia ; London: Saunders, 1991.

JYOTI, A., S. R. KUMAR, M. VANDANA, R. GAYATRI, et al. Unilateral duplication of palmar arterial arches--a case report. *Ital J Anat Embryol*, 2008, 113(4), 257-263.

KACHLÍK, D., V. BÁČA, I. BOZDĚCHOVÁ, P. ČECH, et al. Anatomical terminology and nomenclature: past, present and highlights. *Surg Radiol Anat*, 2008, 30(6), 459-466.

KACHLÍK, D., KOŇAŘÍK, M., REIDLOVÁ, J., BÁČA, V. Brachiomedian artery (arteria brachio-mediana) revisited: a comprehensive review. *Bosn J Basic Med Sci*, 2016, 10(2), 91-101.

KACHLÍK, D., V. MUSIL A V. BÁČA Terminologia Anatomica after 17 years: inconsistencies, mistakes and new proposals. *Ann Anat*, 2015, 201, 8-16.

KACHLÍK, D., V. MUSIL, A. BLANKOVA, Z. MARVANOVA, et al. A plea for extension of the anatomical nomenclature: Vessels. *Bosn J Basic Med Sci*, 2021, 21(2), 208-220.

KAMIENSKI, R. A R. BARNES Critique of the Allen test for continuity of the palmar arch assessed by Doppler ultrasound. *Surg Gynecol Obstet*, 1976, 142, 861-864.

KAPLAN , E. B. A M. SPINNER Kaplan's functional and surgical anatomy of the hand. edited by 3. Philadelphia: Lippincot Williams and Wilkins, 1984.

KOMATSU, S. A S. TAMAI Successful replantation of a completely cut-off thumb. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 1968, 42(4), 374-377.

KOŇAŘÍK, M. Variabilita tepen ramene, paže a předloktí. Karlova Univerzita, 2020.

KOŇAŘÍK, M., V. MUSIL, V. BÁČA A D. KACHLÍK Upper limb principal arteries variations: A cadaveric study with terminological implication. *Bosn J Basic Med Sci*, 2020, 20(4), 502-513.

KUNTSCHER, M. V., D. ERDMANN, H. H. HOMANN, H. U. STEINAU, et al. The concept of fillet flaps: classification, indications, and analysis of their clinical value. *Plast Reconstr Surg*, 2001, 108(4), 885-896.

KUTLER, B. Nug. Some uncommon ideas about a common disease. *Chronicle*, 1974, 37(1), 9.

LAI, C. S., S. D. LIN A C. C. YANG The reverse digital artery flap for fingertip reconstruction. *Ann Plast Surg.*, 1989, 22(6), 495-500.

LANZ, T. A W. WACHSMUTH *Praktische Anatomie*. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer, 1959.

LATARJET, A. Testut's *Traite d'Anatomie Humaine*, . edited by 9. Paris: G. Doin & Cie, 1948.

LAUTH, E. A. *Neues handbuch der praktischen anatomie: oder beschreibung aller theile des menschlichen körpers, mit besonderer rücksicht auf ihre gegenseitige lage, nebst der angabe über die art, dieselben zu zergliedern und anatomische präparate zu verfertigen*. Leipzig, 1835.

LIBERSA, C., J. FRANCKE, J. MAUPPIN, J. BAILLEUL, et al. The arterial supply to the palm of the hand (arteriae palme manus). *Anat Clin*, 1982, 4, 33-45.

LIM, G. J., A. K. YAM, J. Y. LEE A T. LAM-CHUAN The spiral flap for fingertip resurfacing: short-term and long-term results. *J Hand Surg Am*, 2008, 33(3), 340-347.

LIPPERT, H. A R. PABST Arterial Variations in Man: Classification and Frequency. Munich: Bergmann Verlag, 1985.

LITTLE, J., P. ZYLSTRA, J. WEST A J. MAY Circulatory patterns in the normal hand. *Br J Surg*, 1973, 60, 652-655.

LITTLER, J. W. Neurovascular pedicle transfers of tissue in reconstructive surgery of the hand. *J Bone and Joint Surg*, 1956, 38(A), 917.

LUSCHKA, H. Die Anatomie des Menschen 3 Bde 1865.

MACHT, S. D. A H. K. WATSON The Moberg volar advancement flap for digital reconstruction. *J Hand Surg Am*, 1980, 5(4), 372-376.

MARUYAMA, K. Seltene Varietät der Arterien der oberen Extremität bei einem Japaner (A. brachialis superficialis lateralis inferior, A. antebrachialis superficialis mediano-ulnaris, Arcus volaris superficialis vom Typus mediano-ulnaris). *Okajima's Folia Anat*, 1944, 22, 561-567.

MATHES, S. J. The hand and upper limb part 1. *Plast Surg*, 2005, 7.

MCCORMACK, L., E. CAULDWELL A B. ANSON Brachial and antebrachial arterial patterns: A study of 750 extremities. *Surg Gynecol Obst*, 1953, 96, 43-54.

MCGREGOR, I. A. A I. T. JACKSON The groin flap. *Br J Plast Surg*, 1972, 25(1), 3-16.

MCGREGOR, I. A. A G. MORGAN Axial and random pattern flaps. *Br J Plast Surg*, 1973, 26(3), 202-213.

MECKEL, J. F. Handbuch der menschlichen Anatomie Berlin: Buchhandlung des hallischen waisenhauses, 1815.

MESTDAGH, H. [Anatomy of the arcus volaris profundus of man (author's transl)]. *Anat Anz*, 1980, 147(2), 180-187.

MEYER, H. Lehrbuch der anatomie des menschen. Leipzig: Engelmann, 1861.

MILETÍN, J., A. SUKOP, V. BÁČA A D. KACHLÍK Arterial supply of the thumb: Systemic review. *Clin Anat*, 2017, 30(7), 963-973.

MOBERG, E. Aspects of sensation in reconstructive surgery of the upper extremity. *J Bone Joint Surg Am*, 1964, 46, 817-825.

MOHAN, A. T., Y. J. SUR, L. ZHU, M. MORSY, et al. The concepts of propeller, perforator, keystone, and other local flaps and their role in the evolution of reconstruction. *Plast Reconstr Surg*, 2016, 138(4), 710e-729e.

MOORE, K. L. Clinically oriented anatomy. Toronto: Brandon/Hill Medical Lis, 1999.

MOSCHELLA, F., A. CORDOVA, R. PIRRELLO A F. BRUNELLI Anatomic basis for the dorsal radial flap of the thumb: clinical applications. *Surg Radiol Anat*, 1996, 18(3), 179-181.

MOZERSKY, D. J., C. J. BUCKLEY, C. O. HAGOOD, JR., W. F. CAPPS, JR., et al. Ultrasonic evaluation of the palmar circulation. A useful adjunct to radial artery cannulation. *Am J Surg*, 1973, 126(6), 810-812.

MRÁZKOVÁ, O. Blood vessel ontogeny in upper extremity of man as related to developing muscles. *Acta Univ Carol Med, Prague*, 1986.

MUIR, L., G. FOUCHER A F. MARIAN-BRAUN Ax injuries of the hand. *J Trauma*, 1997, 42(5), 927-932.

MURAKAMI, T., K. TAKAYA A H. OUTI The origin, course and distribution of arteries to the thumb, with special reference to the so-called A. princeps pollicis. *Okajimas Folia Anat Jpn*, 1969, 46(2), 123-137.

MUYLDERMANS, T. A R. HIERNER First dorsal metacarpal artery flap for thumb reconstruction: a retrospective clinical study. *Strategies Trauma Limb Reconstr*, 2009, 4(1), 27-33.

OMOKAWA, S., Y. TANAKA, J. RYU A V. L. KISH The anatomical basis for reverse first to fifth dorsal metacarpal arterial flaps. *J Hand Surg Br*, 2005, 30(1), 40-44.

PABST, R. A H. LIPPERT Beiderseitiges Vorkommen von A. brachialis superficialis, A. ulnaris superficialis und A. mediana. *Anat Anz*, 1968, 123, 223-226.

PAGLIEI, A., L. ROCCHI A A. TULLI The dorsal flap of the first web. *J Hand Surg Br*, 2003, 28(2), 121-124.

PARKS, B. J., J. ARBELAEZ A R. L. HORNER Medical and surgical importance of the arterial blood supply of the thumb. *J Hand Surg Am*, 1978, 3(4), 383-385.

PISTRE, V., P. PELISSIER, D. MARTIN A J. BAUDET Vascular blood supply of the dorsal side of the thumb, first web and index finger: anatomical study. *J Hand Surg Br*, 2001, 26(2), 98-104.

POYNTER, C. Congenital anomalies of arteries and veins of the human body with bibliography. *Univ Studies Univ Nebraska*, 1922, 22, 1-106.

QUABA, A. A. A P. M. DAVISON The distally-based dorsal hand flap. *Br J Plast Surg*, 1990, 43(1), 28-39.

QUIAN, J. *Elements of Descriptive and Practical Anatomy for the use of Students*. London: Simpkin and Marshall, 1828.

QUINTERO, J. I., D. CHILDS A R. MORENO The medial femoral condyle free flap: An excellent option for difficult cases: case series. *SAGE Open Med Case Rep*, 2020, 8, 2050313X20933763.

RAMIREZ, A. R. A S. M. GONZALEZ Arteries of the thumb: description of anatomical variations and review of the literature. *Plast Reconstr Surg*, 2012, 129(3), 468e-476e.

RICHMOND, W. S. New abnormalities of the arteries of the upper extremity *J Anat Physiol*, 1880, 14, 351-352.

RODRIGUEZ-NIEDENFUHR, M., J. R. SANUDO, T. VAZQUEZ, L. NEARN, et al. Median artery revisited. *J Anat*, 1999, 195 (Pt 1), 57-63.

RODRIGUEZ-NIEDENFUHR, M., T. VAZQUEZ, D. CHOI, I. PARKIN, et al. Supernumerary humeral heads of the biceps brachii muscle revisited. *Clin Anat*, 2003, 16(3), 197-203.

SAINT-CYR, M., C. WONG, M. SCHAVERIEN, A. MOJALLAL, et al. The perforasome theory: vascular anatomy and clinical implications. *Plast Reconstr Surg*, 2009, 124(5), 1529-1544.

SHERIF, M. M. First dorsal metacarpal artery flap in hand reconstruction. I. Anatomical study. *J Hand Surg Am*, 1994a, 19(1), 26-31.

SHERIF, M. M. First dorsal metacarpal artery flap in hand reconstruction. II. Clinical application. *J Hand Surg Am*, 1994b, 19(1), 32-38.

SHIELDS, B. J., J. R. WILKINS, 3RD A G. A. SMITH Nonoccupational table saw-related injuries treated in US emergency departments, 1990-2007. *J Trauma*, 2011, 71(6), 1902-1907.

SCHAEFER, E., J. SYMINGTON A T. BRYCE *Quain's Anatomy*. edited by 11. London: Longmans, Green and Co., 1915.

SCHMIDT, H.-M. A U. LANZ *Surgical anatomy of the hand*. Thieme, 2004.

SCHWALBE, E. Zur vergleichenden anatomie der unterarmarterien, speciell des arcus volaris sublimis. *Morphologisches Jahrbuch*, 1895, 23, 412-451.

SCHWALBE, E. Beitrag zur kenntniss der arterienvarietäten des menschlichen arms. *Morphologische Arbeiten*, 1898, 8, 1-47.

SINGER, E. Embryological pattern persisting in arteries of the arm. *Anat Rec*, 1933, 55, 403-409.

SMITH, N. *Surgical Anatomy of the Arteries*. edited by 2. 1835.

SOLEWSKI, B., M. LIS, J. R. PEKALA, K. BRZEGOWY, et al. The persistent median artery and its vascular patterns: A meta-analysis of 10,394 subjects. *Clin Anat*, 2021, 34(8), 1173-1185.

SPINNER, R. J., R. E. LINS A M. SPINNER Compression of the medial half of the deep branch of the ulnar nerve by an anomalous origin of the flexor digiti minimi. A case report. *J Bone Joint Surg Am*, 1996, 78(3), 427-430.

STANDRING, S. *Gray's Anatomy, 41st Edition, The anatomical basis of clinical practice*. Elsevier, 2016.

STANDRING, S. *Gray's anatomy e-book: the anatomical basis of clinical practice [online]*. Elsevier Health Sciences, 2021.

STRICKLAND, J. *Thumb reconstruction*. Oxford: Elsevier Books, 1998.

STUPKA, I. Funkční náhrada ruky. In M. UNIVERZITA. 2007.

TANDLER, J. Zur anatomie der arterien der hand. *Anat Hefte*, 1897, 7, 263-282.

TAYLOR, G. I. A J. H. PALMER The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications. *Br J Plast Surg*, 1987, 40(2), 113-141.

TEZCAN, M., M. OZCAN, R. KAHVECI, E. SAFAK, et al. A new flap from the dorsum of the first intermetacarpal area: the first dorsal intermetacarpal flap. *Plast Reconstr Surg*, 1997, 100(4), 914-918.

THIEL, W. A T. C. TELGER *Photographic atlas of practical anatomy*. Berlin ; London: Springer, 1997.

TIBBETTS, T. M. Dorsal continuation of the radial artery. *Can J Anaesth*, 2002, 49(4), 438.

TIEDEMANN, F. *Tubulae arteriarum corporis humani*. Karlsruhe, 1822.

TIEDEMANN, F. *Plates of the Arteries of the Human Body*. A. & C. Black, and J. Carfrae & Son, 1835.

TRANKLE, M., M. SAUERBIER, C. HEITMANN A G. GERMANN Restoration of thumb sensibility with the innervated first dorsal metacarpal artery island flap. *J Hand Surg Am*, 2003, 28(5), 758-766.

TRYBUS, M., P. GUZIK, J. LORKOWSKI, W. HLADKI, et al. [Hand injuries caused by circular saw]. *Przegl Lek*, 2008, 65(1), 43-46.

TSAI, T. M. A W. Z. WANG Vascularized joint transfers. Indications and results. *Hand Clin*, 1992, 8(3), 525-536.

TUBBS, R., M. SHOJA A M. KLOUKAS Bergman's Comprehensive Encyclopedia of Human Anatomic Variation. New Jersey: John Wiley and Sons, 2016.

VARRO, J., H. LASZLO A G. VARGA Anatomy of the hand arteries based on angiographic studies. Magyar Traumat Orthop, 1978, 21, 127-134.

VILAIN, R. A J. F. DUPUIS Use of the flag flap for coverage of a small area on a finger or the palm. 20 years experience. Plast Reconstr Surg, 1973, 51(4), 397-401.

VOLLALA, V. R., S. NAGABHOOSHANA, S. M. BHAT, B. K. POTU, et al. Multiple accessory structures in the upper limb of a single cadaver. Singapore Med J, 2008a, 49(9), e254-258.

VOLLALA, V. R., S. NAGABHOOSHANA, S. M. BHAT, B. K. POTU, et al. Multiple arterial, neural and muscular variations in upper limb of a single cadaver. Rom J Morphol Embryol, 2009, 50(1), 129-135.

VOLLALA, V. R., S. NAGABHOOSHANA, S. M. BHAT, V. RODRIGUES, et al. Rare anatomical variant: arterial circle in palm and at the base of the thumb. Rom J Morphol Embryol, 2008b, 49(4), 585-587.

VON BEHR, A. Handbook of human anatomy, general, special, and topographical. Philadelphia: Lindsay, 1847.

VON BIERKOWSKI, L. J. Anatomisch-chirurgische abbildungen. Berlin, 1825.

VON LUSCHKA, H. Die anatomie des menschen in rucksicht auf die bedurfnisse der praktischen heilkunde. Thübingen: Laupp and Sibeck, 1865.

WACHSMUTH, L. T. V. Praktische Anatomie. Springer, 2004.

WALTER, F. A. Angiologisches handbuch. Lange, 1789.

WEATHERSBY, H. The artery of the index finger. Anat Rec, 1955, 122, 57-64.

WILSON, E. A P. B. GODDARD The System of Human Anatomy: General and Special. 1813.

WINSLOW, R. A study of the malformations, variations, and anomalies of the circulatory apparatus in man. Ann Anat Surg, 1883d, 7, 91-92.

XARCHAS, K. C., K. E. TILKERIDIS, S. I. PELEKAS, K. J. KAZAKOS, et al. Littler's flap revisited: an anatomic study, literature review, and clinical experience in the reconstruction of large thumb-pulp defects. Med Sci Monit, 2008, 14(11), CR568-573.

YANG, D., Y. GU A M. WU Thumb reconstruction by free second toe transplantation. Report of 40 cases. Zhonghua Wai Ke Za Zhi, 1977, 15(1).

YANG, G. Forearm free skin flap transplantation ; report of 56 cases. *Zhonghua yi xue za zhi*, 1981, (61), 139-141.

ZARZECKI, M. P., P. POPIELUSZKO, A. ZAYACHKOWSKI, P. A. PEKALA, et al. The surgical anatomy of the superficial and deep palmar arches: A Meta-analysis. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2018, 71(11), 1577-1592.

ZHANG, X., Y. HE, X. SHAO, Y. LI, et al. Second dorsal metacarpal artery flap from the dorsum of the middle finger for coverage of volar thumb defect. *J Hand Surg Am*, 2009, 34(8), 1467-1473.

11. Přílohy

11.1. Příloha 1 - Arterial Supply of the Thumb: Systemic Review, Miletín et al., 2017

11.2. Příloha 2 - Innominate variant artery in the first web space, Miletín et al., 2020

11.3. Příloha 3 - A plea for extension of the anatomical nomenclature: Vessels, Kachlík et al, 2021