

Univerzita Karlova
2. lékařská fakulta

Doktorský studijní program: Experimentální chirurgie



MUDr. Michael Rousek

Klinický význam anatomických variací slinivky a jejího cévního zásobení.

Clinical impact of anatomical variation of the pancreas and its vascular supply.

Disertační práce

Školitel: Prof. MUDr. Miroslav Ryska, CSc.
Konzultant: Prof. MUDr. David Kachlík, Ph.D.

Praha, 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační 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. Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 25.10.2022

Michael Rousek

.....

Podpis autora

Poděkování

Tato disertační práce by nevznikla bez podpory a systematického vedení mého školitele prof. MUDr. Miroslava Rysky, CSc. a odborného konzultanta prof. MUDr. Davida Kachlíka, Ph.D. Oběma patří mé srdečné poděkování za vše, co udělali nejen pro tuto disertační práci, ale pro celý můj dosavadní profesní rozvoj. Dále bych rád poděkoval svým spolupracovníkům z Chirurgické kliniky 2. LF a ÚVN Praha za cenné rady, podněty a za podmínky umožňující vznik této práce. Jmenovitě děkuji zejména plk. doc. MUDr. Radkovi Pohnánovi Ph.D., prim. MUDr. Jiřímu Pudilovi a MUDr. Pavlovi Zárubovi. Dále bych rád poděkoval všem pracovníkům Ústavu anatomie 2. LF za ochotu při spolupráci na experimentu, zejména sl. Nikole Jílkové. V neposlední řadě patří poděkování mé rodině za trpělivost a podporu.

ABSTRAKT

Znalost anatomické stavby slinivky, přidružených cévních struktur a jejich anatomických variací patří ke znalostem topografické anatomie hepatopankreatobiliárního chirurga. Některé anatomické odchylky slinivky od normy mohou u pacientů způsobovat specifická onemocnění. Cílem naší práce je přinést přehled klinicky významných variací anatomické stavby slinivky a jejího cévního zásobení, v experimentu na kadaverózních dárcích popsat vztah přítomných variací ke dvěma nejčastěji prováděným resekcčním výkonům na slinivce, popsat cévní zásobení postresekcčních pankreatických remnantů a stanovit potenciálně rizikové anatomické uspořádání, které může mít vliv na nedostatečnou pooperační perfúzi. Získané poznatky je v plánu ověřit retrospektivní srovnávací analýzou pacientů, kteří podstoupili resekcční výkon. V rámci experimentu byly popsány nejrizikovější anatomické variace při vedení pankreatoduodenektomie a distální pankreatektomie. Byly identifikovány potenciálně rizikové variance cévního zásobení slinivky, které se mohou podílet na ischemii postresekcčního remnantu po pankreatoduodenektomii. Jedná se o případy, u nichž je cévní zásobení postresekcčního remnantu závislé pouze na nekonstantních intraparenchymových spojkách mezi *arteria splenica* a *arteria pancreatica transversa*. V retrospektivní analýze bylo prokázáno, že tito pacienti měli signifikantně vyšší výskyt pooperačních pankreatických píštělí.

Klíčová slova

anatomické variace; cévní zásobení; distální pankreatektomie; pankreatoduodenektomie; pankreatikojejunoanastomóza; perioperační krvácení; pooperační pankreatická píštěl; postresekcční pankreatický remnant; slinivka

ABSTRACT

Knowledge of the anatomy of the pancreas, its vascular structures and their anatomical variations is crucial for the hepato-pancreato-biliary surgeon. Some anatomical variations of the pancreas can cause specific diseases in patients. Our work aims to provide a detailed review of clinically important variations in the anatomical structure of the pancreas and its vascular supply. The other goal was to identify the clinically important anatomical variations in the two most frequently performed pancreatic resections. The next goal was to describe the vascular supply of postresection pancreatic remnants and to determine a potentially critical anatomical arrangement that could influence postoperative perfusion of the remnant. The results were confirmed in a retrospective analysis of the patients after pancreatic resections. The most critical variations in the vascular supply of the pancreas were identified as a result of the experiment. Critical anatomical variations in the vascular supply of the postresection remnant after pancreaticoduodenectomy were found. In these cases, the vascular supply of the pancreatic remnant is provided only through non-constant anastomosis between the splenic artery and the transverse pancreatic artery. In the retrospective analysis, these patients had a significantly higher risk of developing postoperative pancreatic fistula.

Keywords

Anatomical variations; blood supply; distal pancreatectomy; pancreaticoduodenectomy; pancreaticojejunostomy; perioperative bleeding; postoperative pancreatic fistula; postresection pancreatic remnant; pancreas

SEZNAM ZKRATEK

CT:	Počítačová tomografie
CTAg:	Počítačová tomografie angiografie
POAP:	Pooperační akutní pankreatitída
PDE:	Pankreatoduodenektomie
POPF:	Pooperační pankreatická píštěl
DPA:	Arteria pancreatica dorsalis
APDIA:	Arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior
APDIP:	Arteria pancreaticoduodenalis inferior posterior
APDSA:	Arteria pancreaticoduodenalis superior anterior
APDSP:	Arteria pancreaticoduodenalis superior posterior
SA:	Arteria splenica
TPA:	Arteria pancreatica transversa
CHA:	Arteria hepatica communis
MRCP:	Magnetická rezonanční cholangiopankreatografie
ERCP:	Endoskopická retrográdní cholangiopankreatikografie

OBSAH

Prohlášení	2
Poděkování	3
Abstrakt	4
Abstract	5
Seznam zkratk	6
Obsah	7
1. Literární přehled	9
1.1. Úvod	9
1.2. Anatomická stavba slinivky a jejího cévního zásobení	10
1.2.1. Historie	10
1.2.2. Anatomická stavba slinivky	12
1.2.3. Anatomie cévního zásobení slinivky	14
1.2.3.1. Anatomie tepenného zásobení	14
1.2.3.2. Anatomie žilního odtoku ze slinivky	17
1.3. Vývoj slinivky	18
1.4. Anatomické variace stavby slinivky a jejího cévního zásobení	19
1.4.1. Anatomické variace stavby slinivky	19
1.4.2. Anatomické variace cévního zásobení slinivky	23
1.5. Klinický význam cévního zásobení postresekčního pankreatického remnantu	29
1.6. Pooperační pankreatická píštěl	30
1.7. Pooperační akutní pankreatitída	31
2. Cíle práce a hypotézy	33
2.1. Experimenty	33

2.2. Hypotézy	34
3. Metodika	35
3.1. Obecné metodické přístupy	35
3.1.1. Kadaverózní dárce	35
3.1.2. Preparační technika	35
3.2. Sběr dat	36
3.3. Vyhodnocení dat	37
4. Výsledky	38
4.1. Experiment 1	38
4.2. Experiment 2	47
4.3. Experiment 3	50
5. Diskuze	54
6. Závěr	64
7. Souhrn	65
8. Summary	68
9. Přehled literatury	70
10. Přílohy	80

1. LITERÁRNÍ PŘEHLED

1.1. Úvod

Přesná a podrobná znalost anatomické stavby slinivky, přidružených cévních struktur a lymfatické drenáže je nezbytná pro úspěšné provedení operačního výkonu v hepatopankreatobiliární oblasti (Blumgart H., Hann E., 2012). Znalost anatomické stavby slinivky a vztah k okolním strukturám je však kriticky důležitá pro každého chirurga, jelikož umožňuje minimalizovat riziko perioperačního poranění slinivky při různých typech operačních výkonů (Fisher W. et al., 2015). K chirurgickým znalostem topografické anatomie patří bezesporu i detailní přehled o anatomických variacích, se kterými se může operatér během výkonu setkat. Některé anatomické odchylky samotné však mohou mít klinický význam pro pacienta, jelikož svým nositelům mohou způsobovat specifická onemocnění (Zenker M., Lerch M., 2018). Zvláštní místo v problematice anatomické stavby slinivky zastává pak její cévní zásobení, jelikož se vyznačuje vysokou mírou variability (Mosca S. et al., 2014).

Perioperační cévní poranění vede ke krvácení. Výše krevní ztráty během operačního výkonu je rizikovým faktorem pro rozvoj pooperačních komplikací, zejména pooperační pankreatické píštěle (POPF) a infekce v místě chirurgického výkonu (Peng P. et al., 2017; Cheadle W.G., 2006). V současné době dynamického rozvoje miniinvazivních operačních přístupů chirurgické léčby onemocnění slinivky je navíc riziko perioperačního krvácení spojeno s nutností konverze miniinvazivního výkonu na laparotomii. U laparoskopické pankreatoduodenektomie je míra konverzí ve vysokoobjemových centrech 25 % případů (Beane J.D. et al., 2018). Přitom laparoskopicky neošetřitelné krvácení je nejčastější příčinou nutnosti konverze (Tian F. et al., 2020).

Adekvátní cévní zásobení pooperačního pankreatického remnantu je důležité pro správné hojení pankreatické anastomózy a hraje roli v prevenci rozvoje pooperační pankreatické píštěle (Strasberg S. et al., 1998).

1.2. Anatomická stavba slinivky a jejího cévního zásobení

1.2.1. Historie

Objev a první anatomický popis slinivky je připisován zakladateli vědecké anatomie Hérofilovi z Chalkedónu kolem roku 300 před naším letopočtem (Fitzgerald J., 1980). Za prvního, kdo výraz „pankreas“ pevně ukotvil do anatomického světa, je považován Rufus z Efesu (v 1. stol. našeho letopočtu) (Gersh C.J., 2012). Přestože je pravděpodobné, že byl tento výraz používán již od dob Hérofila, nebyl považován za uznávaný anatomický termín (Tsuchiya R., Fujisawa N., 1997). Pojmenování vychází patrně ze skutečnosti, že slinivka není tvořena žádnou chrupavkou ani kostí (z řeckého “pan” = celý + “kreas” = maso) (Fitzgerald J., 1980). Claudius Galén na přelomu 2. a 3. století našeho letopočtu označil pankreas za žlázu a byl první, kdo popsal cévní zásobení slinivky (Tando Y. et al., 2010).

Andreas Vesalius v 16. století podal podrobný anatomický popis slinivky v páté knize svého díla *De humani corporis fabrica* (Busnardo A. et al., 1983). V roce 1642 Johann Georg Wirsüng, prosektor v Padově, objevil při pitvě odsouzeného vraha (hlavní) slinivkový vývod (*ductus pancreaticus*). Autorství objevu bylo rozporováno pět let po Wirsüngově smrti studentem Moritzem Hoffmannem, který měl na přítomnost slinivkového vývodu upozornit při pitvě o rok dříve (Giardiello C. et al., 2007). Přítomnost slinivkového vývodu změnila dosavadní pohled na slinivku, která do té doby byla považována za tukovou bariéru chránící žaludek před poraněním. Wirsüngův objev tak odstartoval novou éru ve vědeckém zájmu o slinivku a její funkci (Busnardo A. et al., 1983). Zajímavostí je, že rok po objevu slinivkového vývodu, byl Johann Georg Wirsüng před dveřmi svého domu za nevyjasněných okolností zastřelen. Vyrojily se spekulace, že motivem k vraždě byla zášť z přivlastnění prvenství objevu slinivkového vývodu. Nicméně za vraha je považován jiný student, se kterým měl Wirsüng osobní spor (Giardiello C. et al., 2007). Od roku 1683 byl na jeho počest připojen ke slinivkovému vývodu přídomek „Whirsungianus“. Z původních sedmi kopií původní kresby, kterou Wirsüng rozeslal nejvýznačnějším anatomům své doby, se dodnes zachovalo šest (Howard J.M. et al., 1998). Skutečnou funkci *ductus pancreaticus* (Wirsungi) objasnil Regnier de Graaf (1641–1673). Tento nizozemský lékař je považován za zakladatele experimentální fyziologie. Na experimentálních modelech psů vytvářel arteficiální kontrolované pankreatické píštěle a prováděl sběr slinivkové šťávy, kterou dále podroboval výzkumu. Složení a funkci slinivkové šťávy (*succus pancreaticus*) se však v té době ještě

objasnit nepodařilo, v čemž mohlo hrát i roli de Graafovo předčasné úmrtí ve věku nedožitých 33 let (Catchpole H.R., 1940). Johann Conrad Brunner provedl v roce 1673 experimentální pankreatektomii u psa. Na celkem 8 resekcích prokázal, že psi jsou bez zachování velké části slinivky schopni přežít 3 měsíce až jeden rok od výkonu (Busnardo A. et al., 1983). U zvířat po resekci pozoroval polyfagii, polyurii a polydipsii. Jeho objev však upadl po více než 200 let v zapomnění. Teprve v roce 1889 Joseph von Mehring a Oskar Minkowski při obdobném experimentu vysvětlili podstatu pankreatogenního diabetu (Keck F.S., Duntas L.H., 2007). Velký význam pro další objevy z oboru fyziologie hrálo zvláštní politické a intelektuální prostředí Francie 18. století (Busnardo A. et al., 1983). Mezi nejdůležitější osobnosti patřil Albrecht von Haller. Objevil společné ústí *ductus pancreaticus* a *ductus choledochus* do dvanáctníku, čímž postavil základy správnému porozumění funkce slinivkové šťávy. Z hlediska této disertační práce je důležitý Hallerův objev *arteria pancreatica dorsalis* (DPA), již popsal v roce 1745 a pojmenoval ji „*arteria pancreatica suprema*“ (Von Haller A., 1745). Abraham Vater objevil a publikoval v roce 1720 popis ústí *ductus choledochus* na *papilla duodeni major*, které v původní práci označil za biliární divertikl (Lerch M. et al. 2000). Giovanni Domenico Santorini, který byl jmenován profesorem anatomie v Benátkách ve svých 22 letech, provedl stovky pitev, které zaznamenal ve svých kresbách. Zemřel na následky infekce v souvislosti s poraněním při pitvě a jeho dílo bylo vydáno až 37 let po jeho smrti. O vydání se zasloužili Santoriniho žáci Giambattista Morgagni and Michael Girard. Součástí vydaných kreseb je i anatomický nákres přídatného slinivkového vývodu (*ductus pancreaticus accessorius*), který byl autorem pojmenován jako „*ductus pancreaticus superior*“ (Kleinerman R. et al., 2014). 19. století znamenalo pokrok v porozumění mechanismu účinku slinivkové šťávy. Byly objeveny enzymy lipáza, trypsin a pepsin a popsána úloha slinivky při procesu trávení (Busnardo A. et al., 1983). Konečně v roce 1869 Paul Langerhans coby 21letý student medicíny v Berlíně publikoval svou tezi, v níž zevrubně popsal mikroskopickou stavbu slinivky. Mimo jiné zde popsal „Zellhaufen“, tedy buněčné kupy, které jsou od roku 1983 známy pod eponymem Langerhansovy ostrůvky (*insulae pancreaticae*). Jejich funkce byla objevena až v roce 1921 (Morrison H., 1938). V roce 1894 Testut popsal *arteria pancreatica inferior* (Testut L., 1894). Navazoval na Hallerův objev „*arteria pancreatica suprema*“, která odstupovala z *arteria hepatica communis*, *arteria splenica* či *truncus coeliacus* (Von Haller A., 1745). Testutova *arteria pancreatica inferior* odstupovala z *arteria mesenterica superior* a běžela po dolním okraji žlázy směrem k ocasu slinivky (Testut L., 1894).

Romodanowskaja považovala obě popsané struktury za tutéž tepnu, mající pouze rozdílný odstup z povodí *truncus coeliacus* či *arteria mesenterica superior* (Romodanowskaja Z., 1926). Woodburne tento názor potvrdil a doporučil pojmenování dorsal pancreatic artery (*arteria pancreatica dorsalis*) (Woodburne R., Olsen L., 1951), které poprvé v roce 1942 použil Michels (Michels N.A., 1942).

1.2.2. Anatomická stavba slinivky

Slinivka (*pankreas*) je podvojná žláza, uložená sekundárně retroperitoneálně. Makroskopicky má vzhled šedě růžové velké slinné žlázy s patrnou kresbou lalůčků. Je uložena za žaludkem a v délce 12–16 cm se táhne napříč od dvanáctníku ke slezině (Čihák R., 2002). Anatomicky lze rozlišit hlavu, krček, tělo a ocas slinivky, dále tři okraje (*margo superior, anterior et inferior*) a tři plochy (*facies anterosuperior, posterior et anteroinferior*). Hlava slinivky (*caput pancreatis*) kopíruje zahnutí druhé, sestupné části dvanáctníku, které je tvaru písmene C (Longnecker D. et al., 2018). Je umístěna před L 2 obratlem, v tzv. radiologickém „duodenálním okně“. *Incisura pancreatis* odděluje zdola hlavu od těla slinivky. V zářezu vystupují *vasa mesenterica superiora* zpoza slinivky a přebíhají přes *pars inferior duodeni* do *radix mesenterii*. *Processus uncinatus* jako malý výběžek hlavy slinivky zasahuje při zářezu kaudálně za cévní svazek (Čihák R., 2002). Tělo slinivky (*corpus pancreatis*) se nalézá se za pylorem (vrátníkem) žaludku (Longnecker D. et al., 2018). Směřuje doleva přes dolní dutou žílu a břišní aortu. Rozeznáváme zde *tuber omentale*, což je ventrální vyklenutí slinivky, které obvod aorty kopíruje (Čihák R., 2002). Mezi hlavou a tělem slinivky se nalézá místo jejího předozadního zúžení, krček slinivky (*collum pancreatis*). Zde za slinivkou probíhá *vena mesenterica superior*, resp. *vena portae hepatis* a *arteria mesenterica superior* (Longnecker D. et al., 2018). Ocas slinivky směřuje do slezinové branky (*hilum splenis*) v levém horním břišním kvadrantu. Neexistuje přesně definovaná chirurgická hranice mezi tělem a ocasem slinivky. Mnohými autory je interpretována různě, například jako distální čtvrtina délky pankreatu či jako místo, kde se slinivka ve svém průběhu narovná (Longnecker D. et al., 2018).

Žlučovod (*ductus choledochus*) běží za horní částí hlavy slinivky (*pars retropancreatica*) a po krátkém intraparenchymatózním průběhu (*pars pancreatica*) se spojuje se slinivkovým vývodem, prostupují stěnou střeva (*pars intramuralis*) a ústí do dvanáctníku. Společný průběh obou vývodů (*ampulla hepatopancreatica*) měří od několika

milimetrů do 1 centimetru a ústí na *papilla duodeni major* (Longenecker D. et al., 2018). Toto klasické anatomické uspořádání se vyskytuje v 77 % případů. V ostatních případech ústí žlučovod a slinivkový vývod samostatně. V *papilla duodeni major* je vytvořen svěrač z hladké svaloviny (*musculus sphincter papillae hepatopancreaticae*), mající samostatnou část pro *ductus pancreaticus* (*musculus sphincter ductus pancreatici*) a samostatnou pro žlučovod (*musculus sphincter ductus choledochi*; Oddiho svěrač) (Čihák R., 2002). Od dalších, primárně retroperitoneálních struktur, je slinivka oddělena pomocí *membrana retropancreatica*, vrstvy zahuštěného vaziva (Toldtova fascie; Treitzova retroparietální retropankreatická membrána; „fusion fascia“). Nalézá se za sekundárně retroperitoneálními orgány (slinivkou, dvanáctníkem, vzestupným a sestupným tračníkem). Vznikla zatlačením původního závěsu dvanáctníku dozadu a následným překrytím pobříšnice z okolí, která sem byla povrchově vtažena. Vytváří vrstvu mezi současnou nástěnnou pobříšnicí a retroperitoneálním vazivem, vykazující jiné mechanické vlastnosti (Culligan K. et al., 2013). Terminologicky bychom měli rozlišovat *fascia retropancreatica* ("Treitzova fascie") za slinivkou a dvanáctníkem a *fascia retrocolica* ("Toldtova fascie") za vzestupným a sestupným tračníkem (Toldt C., 1879; Kachlík D. et al., 2018). Bohatá nervová pletěň autonomních nervů (*plexus aorticus abdominalis* a jeho větve) se nalézá za hlavou, krčkem i tělem slinivky (Longenecker D. et al., 2018). Nervové zásobení slinivky se skládá z vnitřních (intrapankreatických nervů) a vnějších (extrapankreatických a peripankreatických) nervů (Wang X. et al., 2015).

Funkčně rozlišujeme dvě složky: exokrinní složku (*pars exocrina pancreatis*) a endokrinní složku (*pars encrorina pancreatis*). *Pars exocrina pancreatis* je exokrinní složená serózní tuboalveolární žláza, která svůj sekret s trávicími enzymy uvolňuje vývody do dvanáctníku. Je rozdělena do jednotlivých lalůčků, které jsou složeny ze žlázových acinů (*acini pancreatici*) a odděleny jemnými vazivovými septy. Vývody začínají z nitra acinů vsunutými vývody (*ductus intercalati*). Tyto jsou tvořeny polygonálními sekrečními buňkami (*pancreatocytí exocrini*), které mají tvar zaoblené pyramidy (Leung P.S., Ip S.P., 2006). Vsunuté vývody, vystlané jednou vrstvou plochých centroacinózních buněk (*epitheliocytí centroacinosi*) pokračují jako intralobulární a interlobulární vývody (*ductus intralobulares et interlobulares*), vystlané jednovrstevným kubickým, potažmo cylindrickým epitelem, jež pak kolmo vstupují do hlavních vývodů slinivky. *Ductus pancreaticus* (Wirsungi) prochází skrz celou žlázu od ocasu do hlavy, *ductus pancreaticus*

accessorius se nachází v horní části hlavy, někdy bývá propojen s hlavním vývodem a nachází se v 70 % případů (Balko J. et al., 2017; Čihák R., 2002).

Pars endocrina pancreatis je žláza s vnitřní sekrecí, kterou tvoří asi 1 milión drobných, půlmilimetrových (a menších) buněčných okrsků, zvaných slinivkové ostrůvky (*insulae pancreaticae*; Langerhansovy ostrůvky). Jsou roztroušeny v exokrinní tkáni nerovnoměrně (více v těle a ocase) a odpovídají zhruba 1,5 % objemu celé slinivky. Jsou obklopeny bohatou sítí vlásečnic, které probíhají i mezi buňkami uvnitř ostrůvků (zde jsou fenestrovány) a vytváří inzuloacinární portální systém. Buňky jsou v ostrůvcích seřazeny do trámčů a povrch ostrůvků je ohraničen tenkým vazivovým obalem. Sestávají ze 4 hlavních typů buněk. Tvoří glukagon (A-buňky), inzulin (B-buňky), somatostatin (D-buňky) a pankreatický polypeptid (F-buňky) (Balko J. et al., 2017; Čihák R., 2002).

1.2.3. Anatomie cévního zásobení slinivky

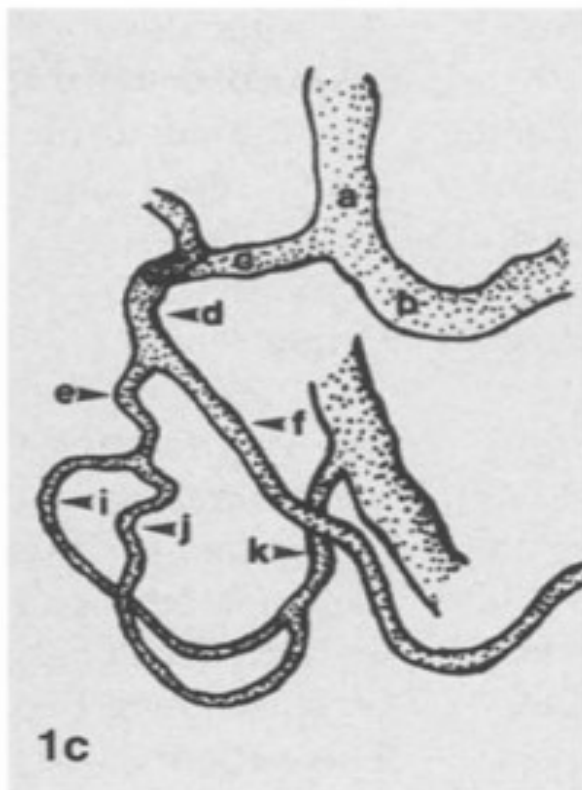
Cévní zásobení slinivky se skládá z tepenného a žilního systému.

1.2.3.1. Anatomie tepenného zásobení slinivky

Tepenné zásobení slinivky je v literatuře poměrně dobře zmapované a podílejí se na něm jak větve z *truncus coeliacus*, tak z *arteria mesenterica superior* (Woodburne R., Olsen L., 1951).

Oblast hlavy slinivky je zásobena krví z *arteria gastroduodenalis*, větví z *arteria hepatica communis*, jež po svém odstupu ze společné jaterní tepny podbíhá gastroduodenální přechod a záhy se větví na *arteria gastromentalis dextra* a *arteria pancreaticoduodenalis superior*. Po krátkém průběhu se *arteria pancreaticoduodenalis superior* rozvidlí na *arteria pancreaticoduodenalis superior anterior* a *arteria pancreaticoduodenalis superior posterior* (Bertelli E. et al., 1995). Obě tepny vysílají četné větve pro oblast hlavy slinivky a *processus uncinatus* (Murakami G. et al., 1999). *Arteria gastromentalis dextra* („*arteria gastroepiploica dextra*“) pokračuje na velké zakřivení žaludku, zásobuje žaludek a velkou předstěru a vytváří zde anastomózou s *arteria gastromentalis sinistra* (větví *arteria splenica*) tepenný oblouk – *arcus gastromentalis* (Hyrtlův oblouk). *Arteria pancreaticoduodenalis superior anterior* a *arteria pancreaticoduodenalis superior posterior* pak tvoří na přední a zadní straně hlavy slinivky také tepenné oblouky: *arcus pancreaticus*

anterior (arkáda Rio Branco; „*anterior cephalic arcade*“) a *arcus pancreaticus posterior* (Douard R. et al., 2006; Rio Branco S., 1912). Oblouky vznikají anastomózou obou tepen napojením na *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior*, potažmo na *arteria pancreaticoduodenalis inferior posterior*, které vycházejí z *arteria pancreaticoduodenalis inferior*, odstupující nejčastěji z *arteria mesenterica superior* (Bertelli E. et al., 1995) (Obr. 1). Větve *arcus pancreaticus anterior et posterior* tvoří variabilní spojky s *ramus dexter arteriae pancreaticae dorsalis*, tzv. Kirkovu arkádu, přítomnou v 60 % případů (Kirk E., 1931; Bertelli E. et al., 1995).



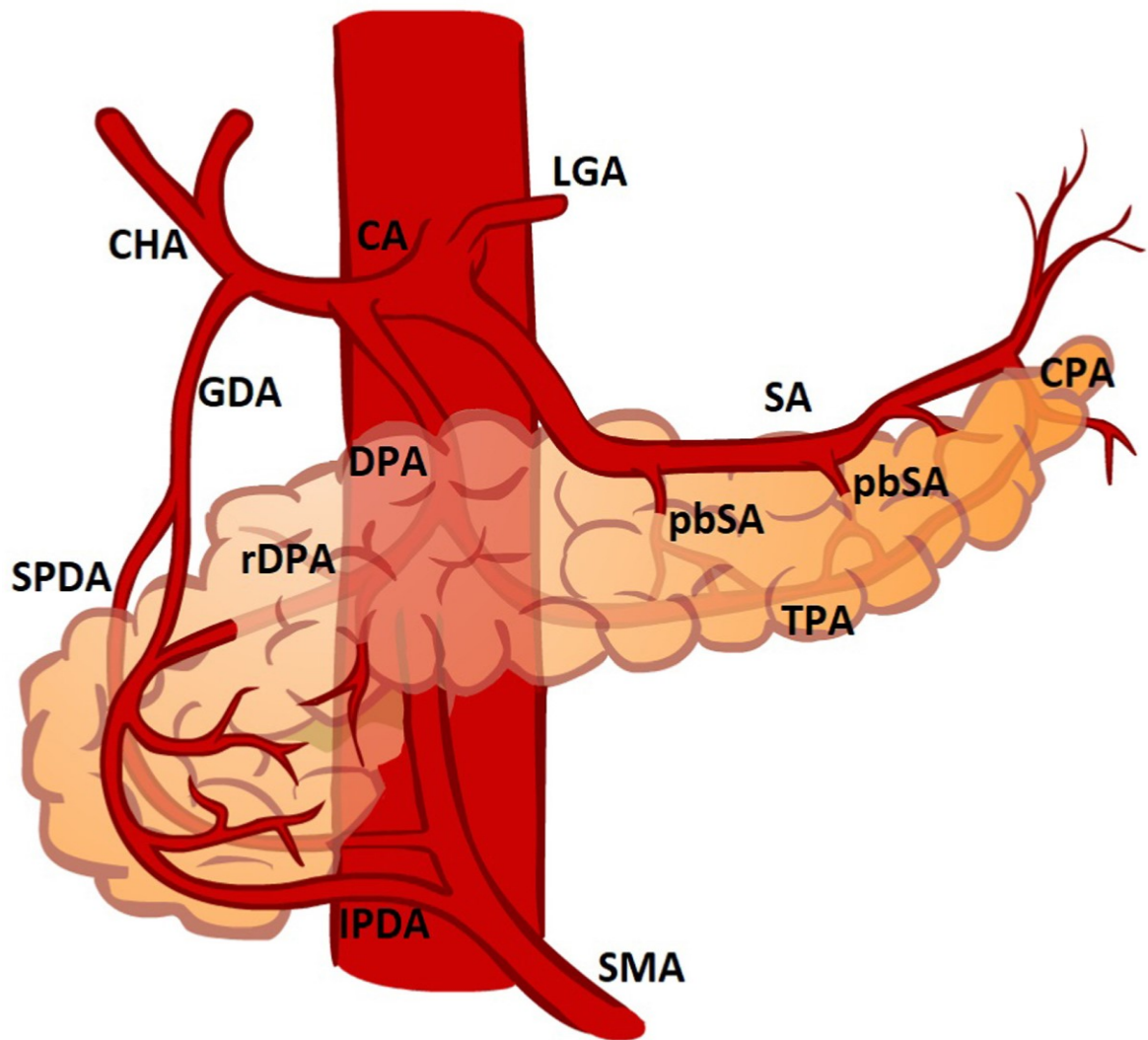
Obrázek 1: Tepenné zásobení hlavy slinivky

a: *truncus coeliacus*, b: *arteria splenica*, c: *arteria hepatica communis*, d: *arteria gastroduodenalis*, e: *arteria pancreaticoduodenalis superior*, f: *arteria gastroomentalis dextra*, i: *arteria pancreaticoduodenalis superior anterior*, j: *arteria pancreaticoduodenalis superior posterior*, k: *arteria pancreaticoduodenalis inferior*.

Upraveno podle (Bertelli E. et al., 1995).

Arteria pancreatica dorsalis je hlavní tepnou zásobující krček a tělo slinivky. Její odstup, průběh a větvení jsou vysoce variabilní (Woodburne R., Olsen L., 1951). Z místa

svého odstupu běží kraniálně či kaudálně dorzálně za krček slinivky, za nímž se větví na pravou a levou větev. Pravá větev (*ramus dexter arteriae pancreaticae dorsalis*) pokračuje k hlavě slinivky a vytváří spojky s větvemi z *arcus pancreaticus anterior et posterior* (Kirkova arkáda). Levá větev (*ramus sinister arteriae pancreaticae dorsalis*) svým průběhem vytváří *arteria pancreatica transversa* a směřuje nejčastěji po dolním okraji slinivky k jejímu ocasu (Rio Branco S., 1912). Z *arteria splenica* („*arteria lienalis*“), běžící naopak po horním okraji žlázy, odstupují kolmo do žlázy *rami pancreatici arteriae splenicae*, které rovněž zásobují tělo a ocas slinivky. Oblast ocasu slinivky tepenně zásobuje *arteria caudae pancreatis* („*arteria pancreatica caudalis*“), která je další značně variabilní větví z *arteria splenica* (Macchi V. et al., 2014) (Obr. 2).



Obrázek 2: Tepenné zásobení slinivky

CA: *truncus coeliacus*, CHA: *arteria hepatica propria*, LGA: *arteria gastrica sinistra*, SA: *arteria splenica*, GDA: *arteria gastroduodenalis*, SPDA: *arteria pancreaticoduodenalis superior anterior*, IPDA: *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior*, DPA: *arteria pancreatica dorsalis*, rDPA: *ramus dexter arteriae pancreaticae dorsalis*, TPA: *arteria pancreatica transversa*, pbSA: *rami pancreatici arteriae splenicae*. CPA: *arteria caudae pancreatis*. Převzato z (Rousek M. et al., 2022).

1.2.3.2. Anatomie žilního odtoku ze slinivky

Žilní krev je ze slinivky odváděna do vrátnicového (portálního) řečiště, jež sestává z *vena splenica*, *vena mesenterica superior*, *vena mesenterica inferior* a *vena portae hepatis*. *Vena portae hepatis* vzniká přímo za hlavou slinivky, obvykle soutokem *vena mesenterica*

superior a *vena splenica*. Slinivkové žíly běží souběžně s tepnami, přičemž jsou umístěny povrchově od nich (Mikami Y. et al., 2008). Narozdíl od tepen mají slinivkové žíly jen krátký, silný společný kmen (Stingl J. et al., 1985).

Vena pancreaticoduodenalis anterior superior ústí do *vena mesenterica superior* zpravidla cestou *truncus gastrocolicus* (Henleho kmen). Tento společný kmen je přítomen ve většině případů, vykazuje vysokou míru variability a přijímá nejčastěji *vena gastromentalis dextra*, *vena colica dextra* a *vena pancreaticoduodenalis anterior superior* (Gillot C. et al., 1964).

Vena pancreaticoduodenalis posterior superior ústí přímo do *vena portae hepatis*, do jejího počátečního úseku. *Vena pancreaticoduodenalis anterior inferior* se vlévá do *vena mesenterica superior* či do *vena jejunalis prima* (Stingl J. et al., 1985).

Osm až 10 žilních větví běží svisle vzhůru od dolního okraje slinivky a vlévají se do *vena splenica*, běžící po zadní ploše slinivky (někdy zavzatá do její hmoty). Jejich přítoky vytvářejí spojeny v jemnou a nepravidelnou síť. V polovině případů bývají tyto žíly propojeny s vodorovně běžící žílou při dolním okraji ocasu a těla slinivky, jež se pak coby *vena pancreatica dorsalis* či *vena pancreatica inferior* vlévá do *vena splenica* (Stingl J. et al., 1985).

1.3. Vývoj slinivky

Slinivka se vyvíjí z předního a zadního pupenu koncové části předního střeva (Čihák R., 2002). V pátém týdnu vývoje se oba endodermové pupeny vychlipují do *mesogastrium ventrale*, potažmo do *mesogastrum dorsale*. Přední pupen (*gemma pancreatica ventralis*) se odděluje ze společného základu s játry a žlučovými cestami (*gemma hepatopancreatica*, posléze *ductus hepatopancreaticus*) a zadní pupen (*gemma pancreatica dorsalis*), tvořící základ většiny slinivky, přímo z předního střeva (Kozu T. et al., 1995). Od dosažení zárodečné délky 1 cm (tedy v sedmém týdnu vývoje) migruje přední základ postupně spolu se základem žlučových cest i s místem svého vyústění do podle pravého boku dvanáctníku na zadní stranu (*translatio dorsaliter pancreatis ventralis*) a tam se zprava přikládá k dolnímu okraji zadního základu, až s ním splyne (*convergentia pancreatium dorsalis et ventralis*) (Čihák R., 2002; Mortelé K.J. et al., 2006). Původní vývod zadního základu poté tvoří hlavní vývod ocasu, těla, krčku a hlavy slinivky, s výjimkou krátkého koncového úseku *ductus pancreaticus*. Koncový úsek původního vývodu zadního základu slinivky zůstává

samostatně jako *ductus pancreaticus accessorius* (Čihák R., 2002). Vyskytuje se v přibližně v 70 % případů (Balko J. et al., 2017; Odgers P.N., 1930). Zprvu má přední základ slinivky dva laloky se dvěma primitivními vývody. Pravý lalok dává základ pro dorzokaudální část hlavy slinivky a zbývající koncovou část *ductus pancreaticus*. Levý lalok tvoří základ pro *processus uncinatus* a jeho primitivní vývod zaniká (Dinter D. et al., 2007). V 8. týdnu vývoje splývá koncová část *ductus pancreaticus* s koncovým úsekem žlučovodu ve stěně dvanáctníku, v níž se ze svalové vrstvy tvoří hladký svěrač (Bockman D.E., 2008). Současně se slinivka spolu s dvanáctníkem a jeho primitivním závěsem (*mesoduodenum*), v němž vývoj slinivky probíhá, překlopí svou hlavou a částí těla na pravý bok a druhotně sroste s nástěnnou pobřišnicí. Ze srůstu vzniká *fascia retropancreatica* oddělující slinivku od *vena cava inferior* a *aorta abdominalis*. Z levého listu původního závěsu dvanáctníku vznikne druhotná nástěnná pobřišnice před dvanáctníkem i slinivkou, a proto je slinivka označována za sekundárně retroperitoneální orgán (Čihák R., 2002).

1.4. Anatomické variace stavby slinivky a jejího cévního zásobení

1.4.1. Anatomické variace stavby slinivky

Anatomické variace slinivky můžeme rozdělit na odchylky vzniklé na podkladě poruchy splynutí obou pupenů (např. *pancreas divisum*), na podkladě poruchy migrace (např. *pancreas anulare*, *ectopia pancreatis*) či odchylky v počtu zárodečných pupenů (Borghei P. et al., 2013).

Úplné chybění slinivky (*agenesis pancreatis*) je zcela výjimečné a ze své podstaty dlouhodobě neslučitelné s životem. Postnatálně se projevuje diabetem a malabsorpcí. Současně je vždy přítomna intrauterinní růstová retardace, jelikož inzulin je jeden z nejdůležitějších růstových faktorů (Voldsgaard P. et al., 1994). Častější, i když stále velmi vzácná, je hypoplázie slinivky (*hypoplasia pancreatis*), která vzniká chyběním některého ze zárodečných pupenů. Častější je hypoplázie zadního základu slinivky (Shirkhoda A., Borghei P., 2007). Typicky je přítomna pouze malá, okrouhlá hlava slinivky přiléhající k dvanáctníku a zcela chybějící krček, tělo a ocas slinivky (Borghei P. et al., 2013).

V nedávno zveřejněném systematickém přehledu literatury bylo nalezeno 53 publikovaných případů. U více než poloviny pacientů byla přítomna hyperglykémie. Hypoplázie slinivky je rovněž spjata s vyšším rizikem rozvoje pankreatitidy (16/53 pacientů)

a vzácně s polysplenizmem (Schnedl W.J. et al., 2009). Diagnostickou metodou volby je magnetická rezonanční cholangiopankreatografie (MRCP) (Zenker M., Lerch M. 2018).

Pankreatobiliární maljunkce je vývojová vada, při níž se spojení *ductus pancreaticus* a *ductus choledochus* vyskytuje mimo stěnu dvanáctníku. Za obvyklých okolností je toto spojení umístěno ve stěně sestupné části dvanáctníku a jeho svalová vrstva tvoří hladký svěrač (Fujii H. et al., 2008). Při pankreatobiliární maljunkci nedosahuje spojení obou vývodů ke svěrači, a dochází tudíž k refluxu pankreatické šťávy do společného žlučovodu, což vede k vyššímu riziku rozvoje malignit žlučového stromu u těchto pacientů (Kamisawa T. et al., 2015). Obdobně může biliární reflux vést k rozvoji akutní pankreatitidy, která bývá popisována jako lehká, často rekurentní (Kamisawa T. et al., 2009). Incidence se udává 1:100000 (Hyvärinen I. et al., 2019). Spojení obou vývodů má charakter dlouhé rovného pokračování *ductus choledochus*, do kterého se napojuje *ductus pancreaticus* (Alonso-Lej F. et al., 1959). Společný dlouhý vývod může být však také pokračováním *ductus pancreaticus* (Fujii H. et al., 2008). Pankreatobiliární maljunkce je téměř vždy spojena s dalšími vývojovými vadami žlučového stromu, například s cystou žlučovodu či vrozenou dilatací žlučovodu (Fujii H. et al., 2008). Riziko rozvoje karcinomu žlučového stromu je 21,6 % u pacientů se vrozenou dilatací žlučovodu a 42,4 % u pacientů s pankreatobiliární maljunkcí bez dilatace žlučového vývodu (Morine Y. et al., 2013). Diagnostickou metodou volby je MRCP. U pacientů je indikována profylaktická cholecystektomie s exstirpací extrapancreatického úseku žlučových cest. (Kamisawa T. et al., 2015).

Rozdělená slinivka (*pancreas divisum*) je nejčastější vývojovou vadou slinivky vůbec (Fujii H. et al., 2008). Může být způsobena úplnou poruchou splynutí obou zárodečných pupenů, hovoříme poté o klasickém *pancreas divisum*, případně dochází pouze k částečné poruše splynutí předního a zadního zárodečného pupenu a poté se jedná o neúplné *pancreas divisum*. V obou případech drenáž pankreatické šťávy zajišťuje zejména *ductus pancreaticus accessorius* ústící do na *papilla duodeni minor* (DiMagno M., Wamsteker J., 2011). Výskyt v populaci je udáván kolem 8 % dle studií založených na autopsiích a MRCP. Ve studiích založených na endoskopické retrográdní cholangiopankreatikografii (ERCP) je udávaná prevalence poloviční (Fogel E.L. et al., 2007). V naprosté většině případů je diagnostika náhodná a *pancreas divisum* nezpůsobuje žádné příznaky. Vzhledem k významně vyšší incidenci této vývojové vady u pacientů s anamnézou akutní pankreatitidy je předpoklad, že *pancreas divisum* je příčinou jejího rozvoje (Bernard J.P. et al., 1990). Podkladem se jeví filiformní ústí *papilla duodeni minor*, která svým průměrem znemožňuje

adekvátní drenáž pankreatické šťávy (Cotton P.B., 1980). Stagnující pankreatická šťáva a intraduktální hypertenze, byť mírného stupně, činí slinivku více náchylnou k agresivním účinkům alkoholu, traumat či léků (Lowes J.R. et al., 1988). Mezi příznaky tedy patří recidivující bolesti břicha a ataky idiopatické akutní pankreatitídy (Fujii H. et al., 2008). Diagnostika je u symptomatických pacientů založena na MRCP. Secretin-enhanced MRCP je technika, při níž je pořízena série snímků slinivkových vývodů před podáním sekretinu a následně každých 30 vteřin po dobu 10 minut po jeho intravenózní aplikaci (Chamokova B. et al., 2018). Toto vyšetření dosahuje 83% senzitivity a 99% specificity. U pacientů s chronickou pankreatitidou je senzitivita nižší (Mosler P. et al., 2012). Terapeutickou metodou volby je ERCP sfinkterotomie *papilla duodeni minor*. Úspěšnost výkonu je u pacientů s rekurentní akutní pankreatitidou či algickým syndromem udávána přes 70 %. U pacientů s rozvinutou chronickou pankreatitidou je úspěšnost endoskopické léčby výrazně nižší (Lehman G.A. et al., 1993).

Rozštěpená slinivka (*pancreas bifidum*; „*fishtail pancreas*“) je mimořádně vzácná vývojová vada. Její incidence není přesně známa, v literatuře jsou odpublikovány pouze jednotlivé kazuistiky (Rousek M. et al 2018). V tomto případě běží dva samostatné vývody od ocasu po krček slinivky. Oba vývody jsou do sebe odděleny, stejně jako parenchym slinivky, který je obklopuje. V hlavě slinivky se oba vývody spojují a ústí na *papilla duodeni major*. Naprostá většina případů je náhodně nalezena při zobrazovacích vyšetřeních prováděných z jiné indikace, a tedy nezpůsobuje žádné příznaky. Přesná příčina vzniku dosud není známa. Jsou rovněž v literatuře popsány případy *pancreas bifidum*, u kterých nedošlo k oddělení parenchymu slinivky (Shim J.R. et al., 2018).

Prstencová slinivka (*pancreas annulare*) představuje úplné obestavění sestupné části dvanáctníku prstencem slinivkové tkáně, které může vést k částečné či úplné obstrukci průsvitu dvanáctníku. Její výskyt se odhaduje na 1:20000. Je přítomna až v 21 % případů neprůchodnosti dvanáctníku u novorozenců. Přesná příčina patogeneze není dosud známa. *Pancreas annulare* se velmi často vyskytuje s dalšími vývojovými vadami, jako jsou střevní atrezie, malrotace, tracheozofageální píštěl a srdeční vady. Zvýšený výskyt je pozorován u pacientů s chromozomálními aberacemi, typicky při Downově syndromu (Zenker M., Lerch M., 2018). V polovině případů se projeví v prvním roce života duodenální obstrukcí (Bailey V. et al., 1993). V případě intrauterinní manifestace se vyskytuje polyhydramnion a diagnóza může být stanovena fetálním ultrazvukovým vyšetřením. U dětí je diagnostickou metodou volby ultrasonografie břicha. U dospělých se *pancreas anulare* nejčastěji projevuje

zvracením, vředovou chorobou žaludku a dvanáctníku či pankreatitídou. Diagnostika je stanovena pomocí kontrastní počítačové tomografie (CT) či magnetickou rezonancí (MRI). U symptomatických pacientů je indikováno operační řešení, které spočívá v duodeno-duodenoanastomóze. Protěti pruhu aberantní pankreatické tkáně se nedoporučuje pro vysoké riziko rozvoje POPF, fibrózy či pooperační akutní pankreatitídy (POAP) (Zenker M., Lerch M., 2018).

Ektopická slinivka (*ectopia pancreatis*) je vymezena jako přítomnost slinivkové tkáně mimo vlastní žlázu, mající vlastní cévní zásobení a vývodný systém a postrádající jakékoli spojení s parenchymem vlastní slinivky (Lukash W.M. et al., 1970). V naprosté většině případů se jedná o náhodný perioperační nález či nález při pitvě. Její výskyt je udáván v 0,5 % až 13 % případů, přičemž většina autorů se kloní k číslu při dolní hranici tohoto rozmezí (Abrahams J.I. et al., 1966). Může se vyskytovat v celém rozsahu trávicí trubice. Nejčastějším místem výskytu je žaludek, následovaný dvanáctníkem a lačníkem (Cazacu I.M. et al., 2019). V literatuře je popsán zvýšený výskyt u pacientů s anamnézou pankreatitídy, bolestí břicha či cysty slinivky (Rimal D. et al., 2008). Jsou rovněž popsány případy vzniku karcinomu vycházejícího z ektopické pankreatické tkáně (Cazacu I.M. et al., 2019). *Ectopia pancreatis* se může rovněž manifestovat krvácením do zažívacího traktu (Juricic M. et al., 2018). Diagnostika je založená na počítačové tomografii (CT) a endoskopickém ultrasonografickém vyšetření. U asymptomatických pacientů není vyžadována žádná intervence, naopak u příznakových pacientů je indikována chirurgická resekce (Yuan Z. et al., 2009).

Gastrointestinální duplikační cysta vzniká chybným vývojem horní části trávicí trubice. Její výskyt je udáván v poměru 1:4500 (Lund P., 2012). Na rozdíl od daleko častější postpankreatitické pseudocysty má epitelovou výstelku charakteru epitelu trávicí trubice (Zenker M., Lerch M., 2018). Názvosloví těchto cyst se odvozuje od místa anatomického umístění, nikoli dle histologické příslušnosti epitelové výstelky (Hunter C.J. et al., 2008). Většina duplikačních cyst je vystlána žaludeční sliznicí či obsahuje slinivkou tkáň. Její sekrece pak může způsobit krvácení do cysty. Gastrointestinální duplikační cysty slinivky jsou velmi vzácné (Zenker M., Lerch M., 2018). Nejčastěji se projevují nespecifickou břišní bolestí, avšak byly rovněž popsány případy těžké akutní pankreatitídy. Diagnostika je svízelná, velmi často na zobrazovacích vyšetřeních bývají zaměňovány za postpankreatitickou pseudocystu (Hunter C.J. et al., 2008). Komunikace duplikační cysty se slinivkovým vývodem je výjimečná (Zenker M., Lerch M., 2018). Přesto jsou v literatuře

jednotlivé kazuistiky popsány. Nejčastějším projevem jsou, kromě bolestí břicha, epizody rekurentní pankreatitidy u mladých pacientů. V těchto případech je doporučeno provést MRCP. U pacientů se symptomatickou duplikační cystou je operační řešení, spočívající v enukleaci cysty s eventuální staplerovou resekci komunikující částí slinivky. Endoskopická drenáž duplikační cysty má pouze dočasný efekt (Rousek M. et al., 2018).

1.4.2. Anatomické variace cévního zásobení slinivky

Arteria pancreaticoduodenalis superior tvoří krátký společný kmen, jenž se posléze rozvidlí na *arteria pancreaticoduodenalis superior anterior et inferior*. Zprvu býval autory považován za konstantní (Testut L., 1894), nyní však je považován za nekonstantní, či vzácný (Bertelli E. et al., 1996). Kosinski jej našel v 9,1 % případů (Kosinski C., 1928), Bertelli et al. jej pozorovali při angiografii pouze jednou (Bertelli E. et al., 1995). Řadou autorů bývá jeho existence dokonce zpochybňována (Falconer C.W., Griffiths E., 1950). V případech, že je společný kmen přítomen, je jeho odstup popisován jako pokračování osy *arteria gastroduodenalis* pod odstupem *arteria gastromentalis dextra*. (Bertelli E. et al., 1995). Jen vzácně může odstupovat z jiných tepen, v literatuře je popsán odstup z *arteria hepatica sinistra* (Kosinski C., 1928).

Arteria pancreaticoduodenalis superior anterior (APDSA) je většinou autorů považována za konstantní, nicméně vzácně může chybět (Woodburne R., Olsen L., 1951). V naprosté většině případů je její začátek 2–6 cm od odstupu *arteria gastroduodenalis* z *arteria hepatica communis* (Bertelli E. et al., 1995). Průsvit tepny bývá údajně od 1 do 3 mm (Kosinski C., 1928). Pokud je přítomen společný kmen *arteria pancreaticoduodenalis superior*, poté se jedná o přední větev jejího větvení. Dalším místem odstupu může být společný kmen APDSA a *arteria pancreatica transversa*, větvcí se z *arteria gastroduodenalis* (Bertelli E. et al., 1995). Mezi vzácná místa odstupu patří *arteria hepatica communis* (Lipshutz B., 1917), *arteria hepatica propria* (Kosinski C., 1928), *ramus hepaticus dexter aberrans* odstupujícího z *arteria mesenterica superior* (Nebesar R.A. et al., 1969), *truncus coeliacus* (Issajew P.O., 1932), *arcus coeliacomesentericus* (Bühlerův oblouk), což je vzácně se vyskytující anastomóza mezi kmenem *truncus coeliacus* a kmenem *arteria mesenterica superior* (Kageyama Y., 2016; Pitzorno M., 1920), *arteria mesenterica superior* (Petren T., 1929) či *arteria splenica* (Thomford N.R., 1986). Vzácně bývá přítomno

zdvojení APDSA (Bertelli E. et al., 1995), v literatuře je popsáno i ztrojení či přítomnost čtyř větví (Nebesar R.A. et al., 1969).

Arteria pancreaticoduodenalis superior posterior (APDSP) je popisována jako konstantní či téměř konstantní (Woodburne R., Olsen L., 1951). Vychází ve více než 90 % případů z *arteria gastroduodenalis* 1–2 centimetry za odstupem z *arteria hepatica communis* (Kosinski C., 1928; Edwards L.F., 1941; Falconer C.W., Griffiths E., 1950; Woodburne R., Olsen L., 1951; Bertelli E. et al., 1996). Dále se může vyskytovat jako zadní větev z rozvidlení *arteria pancreaticoduodenalis superior* (Kosinski C., 1928), vzácněji může odstupovat z *arteria hepatica communis* (Vandamme J.P. et al., 1967), *arteria hepatica propria* (Michels N.A., 1952), *ramus hepaticus dexter* (Kosinski C., 1928), *ramus hepaticus sinister* (Bertelli E. et al., 1996), *ramus hepaticus dexter aberrans* odstupujícího z *arteria mesenterica superior* (Vandamme J.P. et al., 1967) či z *arteria mesenterica superior* (Nebesar R.A. et al., 1969). Zdvojená bývá až ve 20 % případů, vzácněji se vyskytuje její ztrojení, v literatuře jsou popsány i výjimečně se vyskytující čtyři větve této tepny (Bertelli E. et al., 1996). Její průsvit bývá udáván nejčastěji od 1 do 3 mm (Kosinski C., 1928).

Arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior (APDIA) je naprostou většinou autorů je považována za konstantní (Bertelli E. et al., 1997). Její průsvit je uváděn od 1 do 2,5 mm (Kosinski C., 1928). Začíná za horním okrajem *processus uncinatus pancreatis* a ve svém odstupu je velmi variabilní. Nejčastější vzniká z klasické rozvidlení *arteria pancreaticoduodenalis inferior*, popisovaného v 60–70 % případů (Bertelli E. et al., 1997), vzácněji může odstupovat z *arteria jejunalis prima*, z *arteria mesenterica superior* (Calas F. et al. 1955) či ze společného kmene *arteria jejunalis prima* a *arteria pancreaticoduodenalis inferior posterior* (APDIP) (Delagrangé A, Barbin J, 1966). Výjimečně je její odstup popisován z *ramus hepaticus dexter aberrans* vycházející z *arteria mesenterica superior* (Michels N.A., 1962). Při svém odstupu APDIA probíhá vždy kaudálně od APDIP, avšak nachází se ve ventrálnější vrstvě. Svým průběhem je velmi variabilní. Často je popisován její průběh popisován jako retropankreatický (61 %), subpankreatický, při němž APDIA běží kaudálně pod dolním okrajem hlavy slinivky, prepankreatický (40 %) či vzácně intrapankreatický. Anastomóza s *arteria pancreaticoduodenalis superior anterior* (ve formě *arcus pancreaticus anterior*) je přítomna ve většině případů (Bertelli E. et al., 1997).

Arteria pancreaticoduodenalis inferior posterior je autory považována za konstantní či téměř konstantní (Bertelli E. et al., 1997). Její průsvit bývá od 1 do 2,3 mm (Kosinski C.,

1928). Ve svém odstupu je značně variabilní. Nejčastější je její odstup z *arteria pancreaticoduodenalis inferior* jako zadní větev klasického rozvidlení. Vyskytuje se v 60–70 % případů (Bertelli E. et al., 1997). Dalším místem odstupu může být společný kmen *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior* a *arteria jejunalis prima* (Bertelli E. et al., 1997), *arteria jejunalis prima* (Murakami G. et al., 1999), *arteria mesenterica superior* či *ramus hepaticus dexter aberrans* odstupující z *arteria mesenterica superior*. Od místa svého odstupu běží souběžně s *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior*, avšak 2–3 cm kraniálněji a tvoří anastomózu s *arteria pancreaticoduodenalis superior posterior* (*arcus pancreaticus posterior*) (Bertelli E. et al., 1997).

Arteria pancreaticoduodenalis inferior se jako společný kmen APDIA a APDIP vyskytuje v 60–70 % případů (Bertelli E. et al., 1996). Průsvit bývá nejčastěji popisován od 1 do 3 mm (Kosinski C., 1928). Může odstupovat z *arteria mesenterica superior* (Michels N.A. 1962). Dalším místem odstupu může být společný kmen *arteria jejunalis prima* a *arteria pancreaticoduodenalis inferior*, známý jako *truncus pancreaticoduodenojejunalis*. Tento společný kmen odstupuje nejčastěji z *arteria mesenterica superior*, ale může také odstupovat z *ramus hepaticus dexter aberrans* vycházející z *arteria mesenterica superior* (Bertelli E. et al., 1996). Dalším místem odstupu *arteria pancreaticoduodenalis inferior* může být *ramus hepaticus dexter aberrans*, odstupující z *arteria mesenterica superior* (Rio Branco S., 1912). Další možná místa jejího odstupu, jako je společný kmen s *arteria pancreatica dorsalis*, *arteria jejunalis secunda*, *arteria jejunalis tertia* či *arteria colica media* jsou v literatuře popisovány velmi vzácně (Bertelli E. et al., 1996).

Arteria pancreatica dorsalis je hlavní tepnou zásobující krček a tělo slinivky. Její odstup, průběh a větvení je vysoce variabilní. Její přítomnost je v literatuře udávána v 80–100 % případů (Bertelli E. et al., 1998). Její průsvit je popisován od 1 mm do 1 cm (Rousek M. et al., 2022). Nejčastěji odstupuje z *arteria splenica*, *arteria mesenterica superior*, *arteria hepatica communis* či *truncus coeliacus* (Woodburne R., Olsen L., 1951). Jsou popsána i vzácnější místa jejího odstupu jako je *arteria gastroduodenalis*, *ramus hepaticus dexter* vycházející z *arteria mesenterica superior*, *arteria colica media*, *arteria pancreaticoduodenalis posterior inferior*, *arteria gastrica dextra* či *arteria gastromentalis dextra*. Zdvojení *arteria pancreatica dorsalis* se vyskytuje vzácně (Bertelli E. et al., 1998). Za krčkem slinivky se větví na pravou a levou větev. Může být přítomna i nekonstantní třetí větev, která tvoří přímou spojkou mezi povodím *truncus coeliacus* a *arteria mesenterica superior* (Romodanowskaja Z., 1926). Větvení DPA je mimořádně variabilní. V dosud

nejzrůsáhlejší práci, ve které bylo na 98 kadaverózních pozorováno větvení DPA, bylo popsáno šest nejčastěji vyskytujících se větví (Matsumura H., 1998).

Ramus sinister arteriae pancreaticae dorsalis běží podél dolního okraje slinivky a v literatuře je nazýván *arteria pancreatica transversa* či *arteria pancreatica inferior*. Nejčastěji probíhá intraparenchymatózně, avšak byly popsány i případy jejího průběh mimo samotnou žlázu. Její výskyt se dle jednotlivých autorů udává ve 42-84 % případů (Rousek M. et al., 2022; Woodburne R., Olsen L., 1951; Melliére, D., 1968). V případech, kdy není levá větev *arteria pancreaticae dorsalis* přítomna, *arteria pancreaticae transversa* může odstupovat z větví *arteria splenica*, nejčastěji z *arteria pancreaticae magna*. Jsou popsány i její odstupy z *arteriae pancreaticoduodenales*, *arteria gastroduodenalis* či *arteria mesenterica superior* (Matsumura H., 1998; Woodburne R., Olsen L., 1951).

Ramus dexter arteriae pancreaticae dorsalis není jedna céva, nýbrž se jedná o skupinu větví, které buď označujeme tímto názvem a číslem nebo specifickým systematickým názvem.

Ramus dexter primus seu principalis běží vodorovně vpravo do hlavy slinivky, kde vytváří anastomózu s větví z *arteria gastroduodenalis*. Její výskyt se udává v 77 % případů (Matsumura H., 1998). Anastomóza je v literatuře označována jako *anastomosis arterialis prepancreatica* (prepankreatická arteriální anastomóza) (Woodburne R., Olsen L., 1951). Její přítomnost se popisuje v 73,6 % případů (Matsumura H., 1998).

Ramus dexter secundus seu ramus uncinatus většinou vystupuje z hlavní pravé větve *arteria pancreaticae dorsalis* a prochází za *vena splenica* (Matsumura H., 1998). Zásobuje oblast *processus uncinatus* (Michels N.A. 1962). Vytváří nekonstantní spojku s *arcus pancreaticoduodenalis anterior* (anastomóza mezi *arteria pancreaticoduodenalis superior anterior* a *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior*). Její výskyt se uvádí v 60,9 % případů (Matsumura H., 1998).

Ramus dexter tertius seu ramus capitis běží doprava za *vena portae hepatis* a v místě, v němž hlava slinivky přichází do styku s *vena portae hepatis* vstupuje do parenchymu žlázy podél autonomních nervů z *plexus coeliacus*. Její výskyt se udává v 60,9 % případů. Z této větve byl popsán odstup *ramus hepaticus dexter accessorius* (Matsumura H., 1998).

Ramus dexter quartus běží kraniálně nad *vena splenica* v horizontálním směru a vstupuje v oblasti těla do parenchymu žlázy. Její výskyt byl pozorován v 39,1 % případů (Matsumura H., 1998).

Ramus dexter quintus tvoří anastomózu s *arcus pancreaticus posterior* (Matsumura H., 1998) a jedná se o nejméně častou větev, přítomnou pouze ve 21,8 % případů (Matsumura H., 1998).

Rami pancreatici arteriae splenicae zásobují tělo a ocas slinivky a vyskytují se v různém počtu 2–9 drobných tepen (Romodanowskaja Z., 1926). Průsvit první (nejproximálněji odstupující tepny) bývá širší než u ostatních, a proto se nazývá *arteria pancreatica magna* (Covantev S. et al., 2019). *Arteria pancreatica magna* odstupuje z *arteria splenica* nejčastěji ve střední či distální třetině jejího průběhu (Woodburne R., Olsen L., 1951). Její výskyt bývá popisován v 64–98 % případů. Zásobuje tělo slinivky a skrz *arteria pancreatica transversalis* vytváří důležité anastomózy mezi *arteria splenica* a *arteria pancreatica dorsalis* (Mosca S. et al., 2014).

Arteria pancreatica horizontalis superior (tepna Popové) je nekonstantní a vyskytuje pouze v 5–25 % případů (Mosca S. et al., 2014; Covantev S. et al. 2019). Vždy odstupuje z *arteria splenica* a běží souběžně s horním okrajem žlázy směrem k ocasu slinivky. V případě, že je *arteria pancreatica horizontalis superior* přítomná, nahrazuje *arteria pancreatica magna*, proto je některými autory považována za její variantu (Mosca S. et al., 2014).

Arteria caudae pancreatis odstupuje ve většině případů z *arteria splenica*, méně často z jejího *ramus splenicus inferior* nebo z *arteria gastromentalis sinistra* (Macchi V. et al., 2014; Ebner I. et al., 1985). Vyskytuje ve variabilním počtu, nejčastěji jako dvě, vzácněji jedna tepna. Nezřídka se v oblasti ocasu slinivky nevyskytuje žádná samostatná tepna, přítomnost tří tepen je naopak vzácná (Covantev S. et al., 2019). Vysokou mírou variability se také vyznačují intraparenchymové spojky mezi tepnami ocasu a ostatními částmi slinivky (Fiedor P. et al., 1993).

Variace pravé větve vlastní jaterní tepny je relativně častá anatomická variace. V populaci se vyskytuje v 12–17 % případů (Koops A. et al., 2004; Hiatt J.R. et al., 1994). Nejčastější variantou je přítomnost *ramus hepaticus dexter aberrans* (replaced right hepatic artery) odstupující z *arteria mesenterica superior* (12 %), zatímco *ramus hepaticus dexter accessorius* (accessory right hepatic artery) vycházející z *arteria mesenterica superior* (2,6 %) či *ramus hepaticus dexter accessorius* větvcí se z *arteria gastroduodenalis* (0,5 %) se vyskytují vzácněji (Stauffer J.A. et al., 2009). Přítomnost této tepenné variace má důležitý klinický význam při pankreatoduodenektomii. *Ramus hepaticus dexter aberrans* po svém odstupu z *arteria mesenterica superior* nejčastěji běží za hlavou slinivky, dorzálně za *vena*

portae hepatis a *ductus choledochus*. Při pankreatoduodenektomii (PDE) hrozí jeho poranění. V takovém případě existuje riziko ischemie jaterního parenchymu, i když není vysoké díky kompenzačnímu mechanismu portálního řečiště a intraparenchymatozních kolaterál. Pacienti jsou častěji ohroženi rozvojem biliární píštěle. *Ductus choledochus* je cévně zásoben z *arteria retroduodenalis*, která je větví z *arteria gastroduodenalis*. Spolu s *arteria hepatica dextra* tvoří tepennou pletěň na laterální stěně žlučovodu zvanou klinicky “3-o'clock and 9-o'clock artery“ (Northover J.M., Terblanche J., 1979). Jelikož bývá *arteria gastroduodenalis* rutinně přerušena během pankreatoduodenektomie, má *ramus hepaticus dexter* mimořádný význam z hlediska cévního zásobení biliodigestivní anastomózy (Stauffer J.A. et al., 2009). *Ramus hepaticus dexter aberrans* variabilně vysílá větve pro cévního zásobení slinivky (Bertelli E. et al., 1998). Nejbezpečnější prevencí nechtěného poranění této tepny je její identifikace na předoperačním plánovacím CT vyšetření. V takovém případě existují čtyři scénáře dalšího postupu. Jestliže je *ramus hepaticus dexter aberrans* drobného průsvitu, je riziko závažných následků jeho obětování minimální a v těchto případech lze zvolit primární přerušeni bez rekonstrukce. Pro tepny většího průsvitu s tumorózní invazí lze zvážit předoperační radiointervenční embolizaci, která může umožnit vytvoření dostatečně širokých kolaterál. Preparace a zachování tepny je ideálním řešením ve všech případech, v nichž to onkologická radikalita dovoluje. Poslední možností je resekce a rekonstrukce tepny. V případě malého rozsahu resekovaného úseku lze provést primární anastomózu, v případě resekce většího rozsahu je upřednostněna rekonstrukce pomocí interpozita (Stauffer J.A. et al., 2009).

Arteria hepatica communis aberrans je poměrně vzácnou variací, její výskyt je udáván v 1,8 % případů (Cirocchi R. et al., 2019). Nejčastěji odstupuje z *arteria mesenterica superior*, daleko vzácnější je její odstup z přímo z *aorta abdominalis* (Hiatt J.R. et al., 1994). Vzhledem k jejímu klinickému významu při vedení chirurgických výkonů v supramezokolické oblasti byla vypracována šestibodová klasifikace jejího odstupu a průběhu (Huang C.M. et al., 2015).

Typ I – *arteria hepatica communis aberrans* odstupuje z *arteria mesenterica superior* a běží po zadní straně slinivky (Huang C.M. et al., 2015).

Typ II – *arteria hepatica communis aberrans* odstupuje z *arteria mesenterica superior* a běží po přední straně hlavy slinivky. Tento typ je mimořádně vzácný (Rousek M. et al., 2022).

Typ III – *arteria hepatica communis aberrans* odstupuje z *aorta abdominalis* (Huang C.M. et al., 2015).

Typ IV – kombinovaná variace: *ramus hepaticus sinister aberrans* odstupuje z *arteria gastrica sinistra* a *ramus hepaticus dexter aberrans* vychází z *arteria mesenterica superior* (Huang C.M. et al., 2015).

Typ V – kombinovaná variace: *ramus hepaticus sinister aberrans* odstupuje z *arteria gastrica sinistra* a *ramus hepaticus dexter aberrans* vychází z *truncus coeliacus* (Huang C.M. et al., 2015).

Typ VI – kombinovaná variace: *ramus hepaticus sinister aberrans* odstupuje z *arteria gastroduodenalis aberrans* a *ramus hepaticus dexter aberrans* vychází z *arteria mesenterica superior*. Je mimořádně vzácná (Huang C.M. et al., 2015).

U všech těchto variací hrozí vyšší riziko perioperačního poranění tepny. Ve všech případech, v nichž to onkologická radikalita dovoluje, je doporučována preparace a zachování *arteria hepatica communis aberrans*. V případě, že tento postup není technicky proveditelný, je doporučována rekonstrukce resekované tepny jako prevence ischemie biliodigestivní anastomózy či jaterního parenchymu (Rousek M. et al., 2022).

Truncus gastrocolicus (Henleho kmen) je přítomen v 60 % případů (Gillot C. et al., 1964). Je vysoce variabilní. Nejčastěji se vyskytuje společný kmen *vena gastromentalis dextra*, *vena pancreaticoduodenalis superior anterior* a *vena colica superior dextra*, který je přítomen ve 34,6 %, druhým nejčastějším typem je společný kmen *vena gastromentalis dextra*, *vena pancreaticoduodenalis superior anterior* a *vena colica dextra*, který se vyskytuje v 13,1 % případů (Gao Y., Lu Y., 2018).

1.5. Klinický význam cévního zásobení postresekčního pankreatického remnantu

První prací zabývající se možností vlivu nedostatečného cévního zásobení pooperačního pankreatického remnantu a zvýšeného rizika rozvoje POPF pochází z konce 90. let minulého století (Strasberg S. et al., 1998). V pilotní prospektivní studii byla technika optimalizující cévní zásobení postresekčního remnantu po PDE použita u 40 pacientů. Po přerušení krčku slinivky bylo cévní zásobení remnantu hodnoceno zrakem a pomocí duplexní sonografie. V případě, že bylo cévní zásobení hodnoceno jako nedostatečné, byla posunuta linie resekce distálněji o 1,5–2 cm. Posunutí resekční linie si vynutila situace u 16 pacientů, u všech bylo poté cévní zásobení hodnoceno jako optimální. Ze souboru 40

pacientů byla identifikována pouze jedna POPF (2,5 %). Za příčinu ischemie byla považována riziková oblast krčku slinivky, která je zásobena z obou povodí velkých zdrojnic (*truncus coeliacus a arteria mesenterica superior*). Při pankreatoduodenektomii jsou přerušeny kolaterály, které tuto oblast vyživují, což je podkladem ischemie (Strasberg S. et al., 1998). Na tyto závěry navazovala rozsáhlá prospektivní studie téhož autora čítající 123 pacientů, kteří podstoupili PDE. Užitím výše popsané techniky zajišťující dostatečné cévní zásobení pooperačního remnantu dosáhli autoři mimořádně nízkého počtu výskytu POPF (1,6 %). POPF byla diagnostikována pouze u dvou ze 123 pacientů a jednalo se o případy, u nichž cévní zásobení postresekčního remnantu nebylo přesvědčivé ani po posunutí resekční linie (Strasberg S. et al., 2002).

V literatuře se objevuje celá řada studií pokoušející se snížit výskyt pooperační pankreatické píštěle. Jedná se o modifikace techniky konstrukce anastomózy (Kwon H.J. et al., 2015), aplikaci tkáňových lepidel (Schindl M. et al., 2018), použití stentů (Andrianello S. et al., 2020) či primární provedení preventivní totální pankreatektomie u vysoce rizikových pacientů (Marchegiani G. et al., 2021). Přesto jen minimální množství prací navazuje na Strasbergův výzkum vyzdvihující nutnost dostatečného zásobení pankreatického remnantu. V italské studii bylo pomocí CT angiografie hodnoceno cévní zásobení slinivky, autoři zde zmiňují rizikovou oblast krčku slinivky jako “paucivaskulární zónu” (Macchi V. et al., 2017). Jiní autoři použili u jednoho pacienta techniku aplikace indocyaninové zeleně ke zjištění dostatečného prokrvení remnantu před konstrukcí pankreatikojunoanastomózy a POPF nebyla zaznamenána (Subar D. et al., 2015). Přestože jsou výsledky Strasbergova výzkumu pozoruhodné, při revizi literatury jsme nenalezli žádnou další práci, která by na tento výzkum navazovala.

1.6. Pooperační pankreatická píštěl

POPF je jednou z nejobávanějších komplikací po resekci slinivky. Je definována jako abnormální komunikace mezi epitelem slinivkových vývodů a jiným epitelovým povrchem. V tomto důsledku je epitel cílového orgánu v kontaktu se slinivkou šťávou bohatou na pankreatické enzymy. Definice POPF a rozdělení do jednotlivých stupňů dle klinické závažnosti upravuje Mezinárodní studijní skupina pro pankreatickou píštěl (International Study Group of Pancreatic Fistula; ISGPF). Klinicky je POPF dána přítomností jakéhokoli měřitelného množství tekutiny v pojistném drénu s přítomností

amylázy v laboratorním vyšetření, která trojnásobně převyšuje normální sérovou hodnotu (Bassi C. et al 2005). V roce 2016 byla touto pracovní skupinou upravena klasifikace jednotlivých stupňů. V současné době rozlišujeme biochemický leak (dříve pooperační píštěl typu A) a klinicky manifestní píštěl (typ B a typ C). Za biochemický leak označujeme situaci, při níž přítomnost zvýšené hodnoty amylázy nemá klinický dopad pro pacienta a není důvodem k odklonu od běžné pooperační péče o nekomplikovaného pacienta. V některých případech může být pacient s pojistným drénem propuštěn do domácího ošetřování, avšak doba hospitalizace není prodloužena (Bassi C. et al., 2017). Biochemický leak je nejčastějším typem POPF (McMillan M.T. et al., 2016). POPF typu B je definována pozitivní přítomností amylázy v drénu s nutností úpravy pooperační péče. Mezi tyto modifikace se řadí ponechání pojistného drénu déle než 3 týdny, nutnost úpravy polohy drénu, radiologicky navigovaná drenáž nedrénované kolekce břišní dutiny, endoskopická drenáž nedrénované kolekce, radiointervenční ošetření krvácení, podání krevních převodů, antibiotická terapie a evakuační porucha žaludku s nutností enterální či parenterální výživy. Ve většině případů není nutný přesun pacienta na jednotku intenzivní péče, avšak dojde-li k přesunu, není to samo o sobě důvodem k reklasifikaci závažnosti píštěle na typ C (Bassi C. et al., 2017). Nejzávažnější stupeň POPF představuje typ C. Do této skupiny jsou zařazeni pacienti, u nichž je nadlimitní přítomnost amylázy v drénu spojena s orgánovým selháním, nutností reoperace či úmrtím pacienta. Za orgánové selhání je považována nutnost reintubace, hemodialýzy či ionotropní podpora po více než 24 hodin. Výskyt POPF je po resekcích výkonech na slinivce udáván v rozmezí 3–45 % ve vysokoobjemových centrech (Bassi C. et al., 2017). Nejtěžší stupeň POPF (typ C) se naštěstí vyskytuje nejvzácněji, má však mortalitu přes 25 % (Pedrazzoli S., 2017). Rozvoj POPF je tedy zdrojem závažné morbiditity a prodlužuje celkovou dobu hospitalizace, hospitalizační čas na jednotce intenzivní péče, počet reoperací a přirozeně i hospitalizační náklady. Samostatnou kapitolou je zhoršení výsledku onkologické léčby a snížení kvality života u pacientů s POPF (Záruba P. et al., 2022).

1.7. Pooperační akutní pankreatitída

POAP je relativně vzácnou, avšak závažnou komplikací resekcí slinivky. Etiologie není zcela známa a je pravděpodobně multifaktoriální. Mezi rizikové faktory patří exokrinní insuficience, neoadjuvantní terapie, opakovaná resekce pankreatického remnantu, měkká

struktura slinivky a malý průsvit slinivkového vývodu. Dalším faktorem spolupodílejícím se na rozvoji POAP je ischemie postresekčního pankreatického remnantu (Bannone E. et al., 2018). Klinický může POAP probíhat od mírného spontánně odeznívajícího onemocnění až po fulminantní pankreatitidu s rozvojem pankreatické nekrózy a vysokou mortalitou. Projevuje se bolestí břicha, která neodpovídá běžnému pooperačnímu průběhu a která je spojena s trojnásobným zvýšením hladiny sérové amylázy. Velmi často je POAP sdružena s výskytem pooperační pankreatické píštěle. V případě těžké nekrotizující pankreatitidy pankreatického remnantu je jediným řešením totální pankreatektomie. V takovém případě lze nejlepších výsledků dosáhnout časným dokončením totální pankreatektomie. Naopak s delším časovým odstupem od primárního výkonu je mortalita těchto technicky náročných výkonů extrémně vysoká (Ryska M., Rudis J., 2014).

2. CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem práce je zpracovat podrobný přehled o klinicky významných variacích anatomické stavby slinivky a jejího cévního zásobení.

Experiment spočívá v popisu přítomných variací při pitvě kadaverózních dárců. Cílem je odhalit variace, které jsou klinicky významné z hlediska vedení nejčastějších typů resekčních výkonů na slinivce. Dalším cílem experimentu je zaznamenat cévní zásobení postresekčních pankreatických remnantů po pankreatoduodenektomii a distální pankreatektomii. Objasnit vztah mezi makroskopickým uspořádáním cévního zásobení slinivky a rizikem ischemie postresekčního remnantu. Určit pacienty, kteří se mohou nacházet ve zvýšeném riziku rozvoje pooperační pankreatické píštěle vlivem nedostatečného zásobení postresekčního remnantu. Na závěr je v plánu výsledky experimentu ověřit retrospektivní srovnávací analýzou na souboru pacientů, kteří podstoupili resekci slinivky na Chirurgické klinice 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Ústřední vojenské nemocnice v Praze.

2.1. Experimenty

Experiment 1:

Na experimentálních modelech kadaverózních dárců budou popsány přítomné variace anatomické stavby slinivky a jejího cévního zásobení. Na modelech kadaverózních dárců budou provedeny simulace dvou nejčastějších resekčních výkonů na slinivce, tedy pankreatoduodenektomie a distální pankreatektomie. Periprocedurálně budou zmapovány přítomné anatomické variance, které svým uspořádáním mají klinický význam při vedení těchto resekčních výkonů.

Experiment 2:

Bude zmapováno reziduální cévní zásobení pankreatických remnantů. Ze získaných poznatků bude dovozena možná souvislost mezi rizikovým anatomickým uspořádáním cévního zásobení a rizikem rozvoje ischemie postresekčních remnantů. Budou identifikovány skupiny pacientů, kteří se mohou nacházet ve zvýšeném riziku rozvoje POPF.

Experiment 3:

Získané výsledky z experimentu č. 2 budou retrospektivně zhodnoceny na souboru pacientů, kteří podstoupili resekci slinivky na Chirurgické klinice 2. LF a ÚVN Praha. Bude provedena analýza předoperačních CT vyšetření pacientů. Pacienti budou zařazeni do jednotlivých skupin podle anatomické stavby cévního zásobení slinivky. Budou zhodnoceny pooperační výsledky jednotlivých skupin s ohledem na výskyt POPF.

2.2 Hypotézy

Budou identifikovány variance anatomické stavby slinivky a jejího cévního zásobení, které mají svým uspořádáním klinický význam při vedení resekčního výkonu na slinivce.

Existuje rizikové anatomické uspořádání cévního zásobení pooperačního pankreatického remnantu. Pacienti s tímto uspořádáním se nacházejí ve zvýšeném riziku ischemie postresekčního pankreatického remnantu, a tedy rozvoje POPF.

3. METODIKA

3.1. Obecné metodické přístupy

Experiment 1 a 2 byl proveden na tělech kadaverózních dárců na Ústavu anatomie 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze. Byla provedena anatomická pitva supramezokolické části pobřišnicové dutiny u dvaceti kadaverózních dárců. K pitevnímu experimentu byl k dispozici konzultant práce, s nímž byly případné anatomické nejasnosti diskutovány.

Experiment 3 proběhl na Chirurgické klinice 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Ústřední vojenské nemocnice v Praze. Byly retrospektivně zhodnoceny předoperační CT vyšetření a pooperační průběh pacientů, kteří podstoupili resekci slinivky na Chirurgické klinice 2. LF a ÚVN Praha.

3.1.1. Kadaverózní dárce

Všechna těla kadaverózních dárců byla fixována klasickou formaldehydovou metodou. Ve fixačním materiálu byla uložena 2,5 - 3,5 let. Nebyla aplikována žádná kritéria vylučující zařazení z hlediska věku, pohlaví, populace či příčiny úmrtí dárců. Současně nebyla použita žádná kritéria vylučující zařazení dle předchozích operačních výkonů v břišní dutině.

3.1.2. Preparační technika

Vstup do břišní dutiny byl proveden kombinací podélné a příčné laparotomie. Po protěti *ligamentum gastrocolicum* a vstupu do *bursa omentalis* byla provedena revize přední plochy slinivky. Následně byl v *ligamentum hepatoduodenale* vypitván *ductus hepaticus communis*, *arteria hepatica propria* a *vena portae hepatis*. Obě cévy byly vysoko obejity, zatímco *ductus hepaticus communis* byl přerušen. Preparací *arteria hepatica propria* bylo pokračováno proximálně k odstupu *arteria gastroduodenalis*. Podél *arteria gastroduodenalis* bylo postupováno distálně k odstupu *arteria pancreaticoduodenalis superior* a dále až jejímu větvení na *arteria pancreaticoduodenalis superior anterior et posterior* a nakonec až na *arcus pancreaticus anterior et posterior*. Rovněž byla

vypreparovaná *arteria gastromentalis dextra*, poté *arteria hepatica communis* až po její odstup z *truncus coeliacus*, jenž byl uvolněn až k jeho odstupu z *aorta abdominalis*. Podél *arteria gastrica sinistra* bylo postupováno až k jejímu větvení podél malého zakřivení žaludku. Podél *arteria splenica* bylo postupováno distálně až ke koncovým větvím v brance sleziny. *Rami pancreatici arteriae splenicae* byly šetřeny a zaznamenány. V brance sleziny byla vypitvána *arteria caudae pancreatis*.

Kocherovým manévrem byl uvolněn dvanáctník, byla ozřejmena *arteria mesenterica superior*, po níž bylo postupováno proximálně až k jejímu odstupu z *aorta abdominalis*. Byl šetřen odstup *arteria pancreaticoduodenalis inferior* a po jejím průběhu byla vypreparovaná *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior et posterior*. Byla vypitvána *vena portae hepatis* a *vena mesenterica superior* distálně po její větvení v *radix mesenterii* a současně *vena splenica* až do branky sleziny. Dále jsme sledovali průběh *arteria pancreatica dorsalis* od jejího odstupu z *arteria hepatica communis*, z *truncus coeliacus*, z *arteria splenica* či z *arteria mesenterica superior* až do jejího rozvidlení na zadní ploše slinivky. Bylo postupováno jak po pravé větvi pro hlavu slinivky, tak po levé větvi, tedy *arteria pancreatica transversa*. Žaludek byl přerušen prepyloricky a následně bylo provedeno protěti slinivky v jejím krčku. Poté bylo provedeno dokončení resekce proximálního i distálního remnantu, které napodobovalo postup při pankreatoduodenektomii a distální pankreatektomii.

3.2. Sběr dat

Experiment 1 a 2

Anatomické variace stavby a cévního zásobení slinivky byly zaznamenány před přerušením krčku slinivky. Po protěti parenchymu slinivky bylo zaznamenáno cévní zásobení proximálního a distálního pankreatického remnantu. Následně byla dokončena resekce obou remnantů, tedy situace napodobující pankreatoduodenektomii a distální pankreatektomii. Byly zaznamenány cévní variace protínající linii resekce. V průběhu výkonu byla pořízena fotodokumentace.

Experiment 3

Pro srovnávací analýzu jsme z výsledků experimentu na kadaverózních dárcích odhalili potenciálně rizikové anatomické uspořádání cévního zásobení pooperačního pankreatického remnantu. Byla vyhodnocena předoperační CT vyšetření po sobě jdoucích pacientů, kteří podstoupili PDE na Chirurgické klinice 2. LF a ÚVN Praha mezi 1.1.2015 a 1.1.2019. Zařazení byli pacienti, u kterých bylo k dispozici předoperační CT vyšetření v tepenné fázi s řezy 3 mm tenkými a slabšími. Pacienti byli rozděleni do skupin dle odstupů *arteria pancreatica dorsalis* z jednotlivých tepen. Z nemocniční elektronické databáze byla získána data pooperačního výskytu klinicky významné pooperační pankreatické píštěle (POPF B a C) i biochemického leaku (dříve POPF A) u jednotlivých zařazených pacientů.

3.3. Vyhodnocení dat

Experiment 1

Z dat získaných při anatomické pitvě byl získán přehled variací anatomické stavby a cévního zásobení slinivky jednotlivých kadaverózních dárců. Cévy procházející linií resekce nebo se vyskytující v její blízkosti byly hodnoceny jako klinicky významné z hlediska vedení resekčního výkonu.

Experiment 2

Byla vyhodnocena makroskopická anatomická stavba cévního zásobení jednotlivých postresekčních pankreatických remnantů. Bylo stanoveno anatomické uspořádání, které svou stavbou může zvyšovat riziko ischemie postresekčního pankreatického remnantu. Byly vytvořeny skupiny pacientů, kteří se mohou nacházet ve zvýšeném riziku rozvoje pooperační ischemie remnantu.

Experiment 3

Data srovnávací analýzy byla statisticky vyhodnocena. Pro kategoriální proměnné byl použit chí-kvadrát test. Za hladinu signifikance byla považována hodnota $p=0,05$. Bylo vytvořeno 5 skupin cévního zásobení remnantu dle odstupů DPA z jednotlivých tepen (0- neprokázána přítomnost DPA, 1- DPA z *arteria hepatica communis*, 2- DPA z *truncus*

coeliacus, 3- DPA z *arteria splenica*; 4- DPA z *arteria mesenterica superior*. Tyto byly posléze sloučeny do dvou skupin – rizikové a nerizikové cévní zásobení. Do skupiny rizikové cévní zásobení se řadily případy s anatomickým uspořádáním 0, 1, 2. Do nerizikové skupiny případy s uspořádáním 3, 4. Nulová hypotéza byla stanovena následovně: Frekvence vzniku POPF byla v obou skupinách stejná.

4. VÝSLEDKY

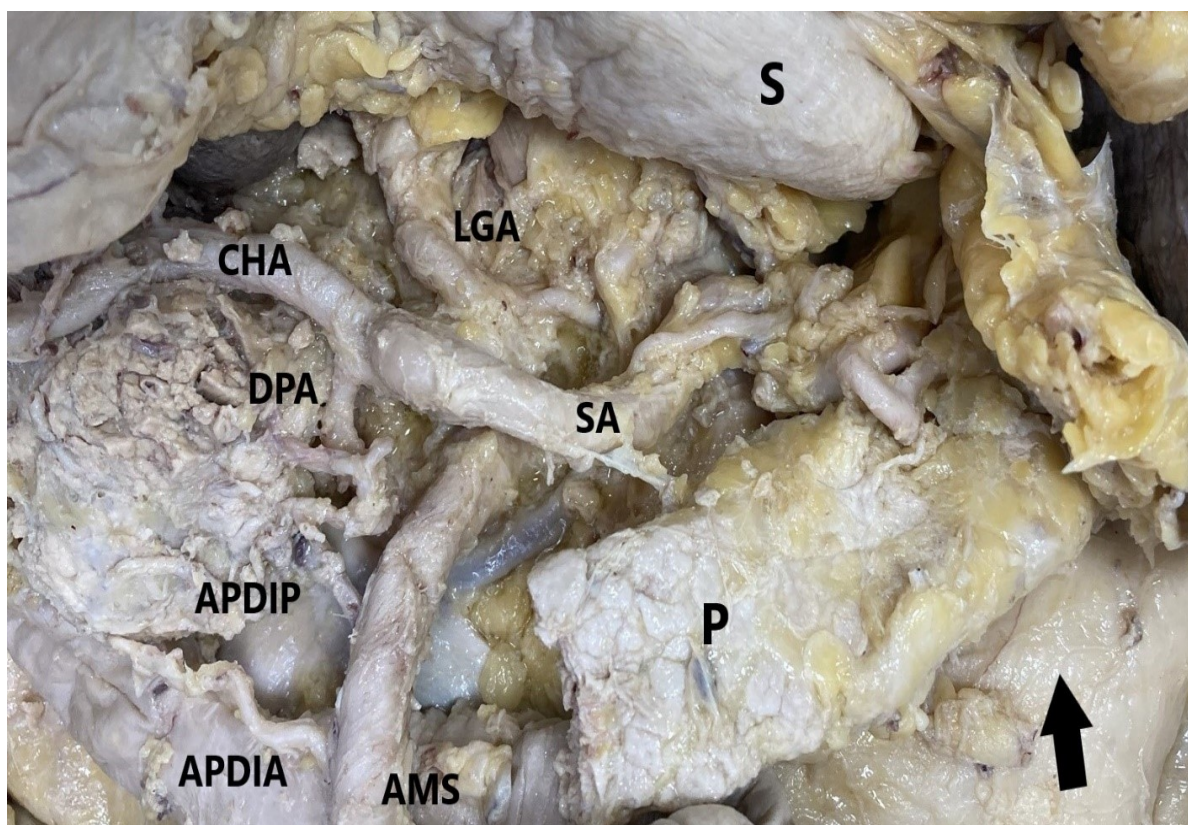
4.1. Experiment 1: Významné variace anatomické stavby a cévního zásobení slinivky

Podle plánu bylo na Ústavu anatomie 2. lékařské fakulty UK provedeno 20 pitev kadaverózních dárců. Osm dárců bylo mužského pohlaví, 12 žen. Rok narození dárců se pohyboval v rozmezí 1923-1960. Při pitvě jsme nenalezli žádnou významnou variaci anatomické stavby slinivky z hlediska vedení resekcčního výkonu. Tato skutečnost odpovídá vzácnému výskytu vývojových vad v populaci, které v součtu nepřesahují 8 % případů. V souladu s předpokladem jsme našli a popsali významnou variabilitu v uspořádání cévního zásobení slinivky.

Zásobení hlavy slinivky bylo ve všech 20 případech zprostředkováno konstantně cestou *arcus pancreaticus anterior et posterior*. *Arteria gastroduodenalis* byla přítomna u všech pacientů. Ve všech případech odstupovala z *arteria hepatica communis*. Ve 100 % případů probíhala *arteria gastroduodenalis* linií resektomy pankreatoduodenektomie. *Arteria pancreaticoduodenalis superior anterior* byla přítomná rovněž všech případech, zatímco *arteria pancreaticoduodenalis superior posterior* byla nalezena v 90 % případů (18/20) a ve všech případech odstupovala z *arteria gastroduodenalis*. *Arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior* byla přítomná ve 100 % případů (20/20) a v jednom z 20 případů (5 %) byla zdvojená. *Arteria pancreaticoduodenalis inferior posterior* byla prokázána v 90 % případů (18/20). Společný kmen *arteria pancreaticoduodenalis inferior* jsme našli pouze v 60 % případů (12/20). V dalších pěti případech odstupovaly *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior* a *arteria pancreaticoduodenalis inferior posterior* samostatně z *arteria mesenterica superior* či z *arteria jejunalis prima* (Obr. 3).

Souhrnem lze tedy říci, že při pankreatoduodenektomii procházela resekcční linií kraniálně ve 100 % případů (20/20) *arteria gastroduodenalis*, kaudálně při přerušení

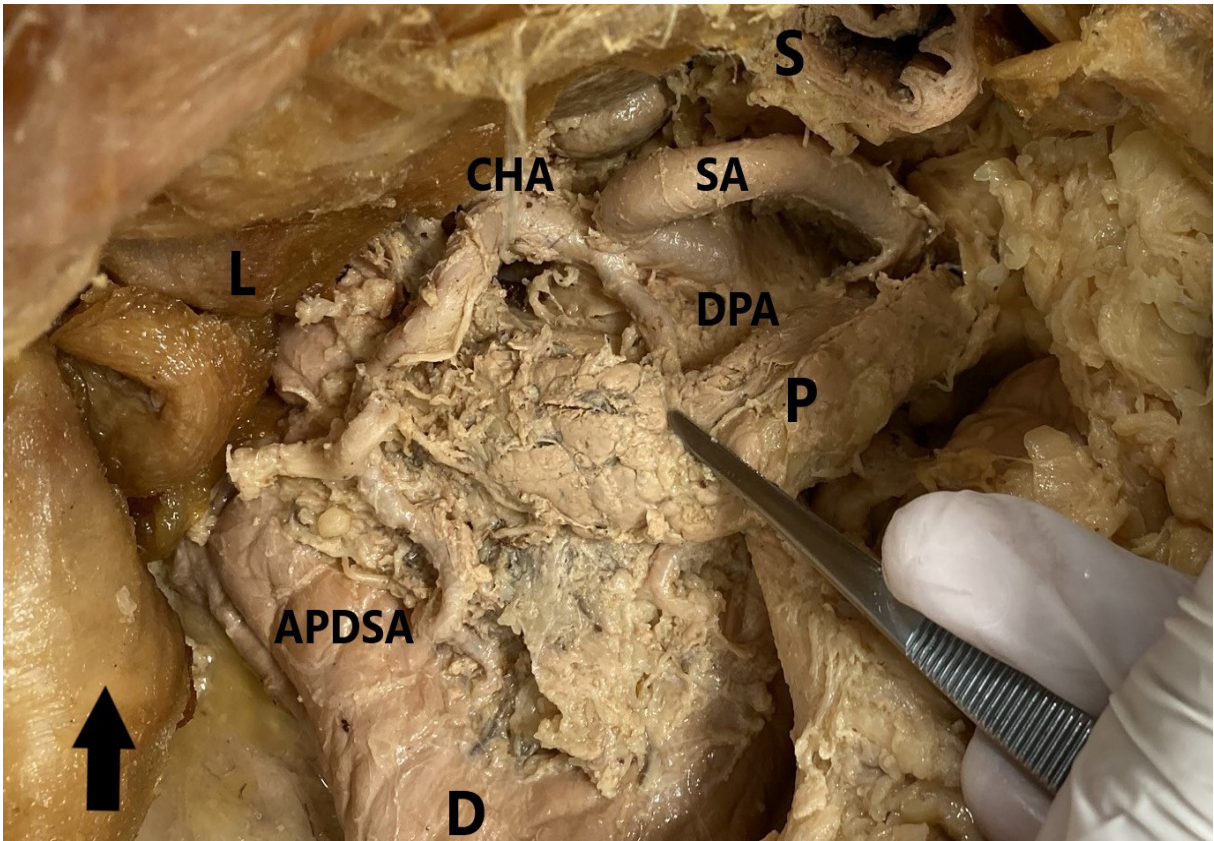
mesopankreatu byla přítomna ve 70 % případů (14/20) jedna tepna, *arteria pancreaticoduodenalis inferior* či *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior*. Ve 30 % (6/20) případů byly v tomto místě nalezeny tepny dvě, *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior* a *arteria pancreaticoduodenalis inferior posterior*.



Obrázek 3: Cévní zásobení hlavy slinivky

Resekční linií v mesopankreatu procházejí dvě tepny vystupující z *arteria mesenterica superior* (AMS). Jedná se o *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior* (APDIA) a *arteria pancreaticoduodenalis inferior posterior* (APDIP). CHA: *arteria hepatica communis*, DPA: *arteria pancreatica dorsalis*, SA: *arteria splenica*, LGA: *arteria gastrica sinistra*. P: postresekční pankreatický remnant. S: žaludek. Černá šipka směřuje k hlavě dárce.

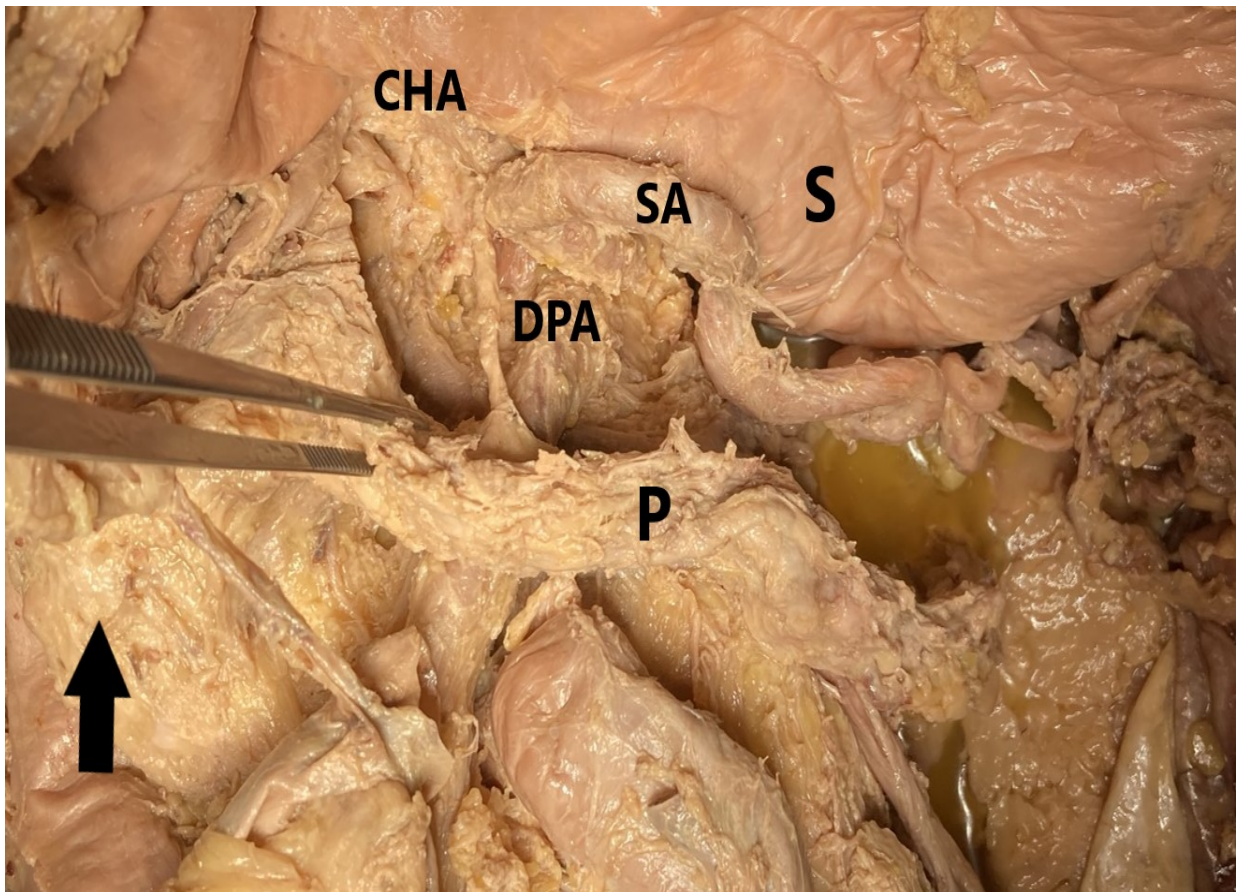
Cévní zásobení krčku a těla slinivky vykazovalo vysokou míru variability. *Arteria pancreatica dorsalis* byla přítomna v 19 z 20 případů (95 %). Ve 20 % případů (4/20) DPA odstupovala z *arteria hepatica communis* (Obr. 4).



Obrázek 4: *Arteria pancreatica dorsalis* (DPA) odstupující z *arteria hepatica communis* (CHA)

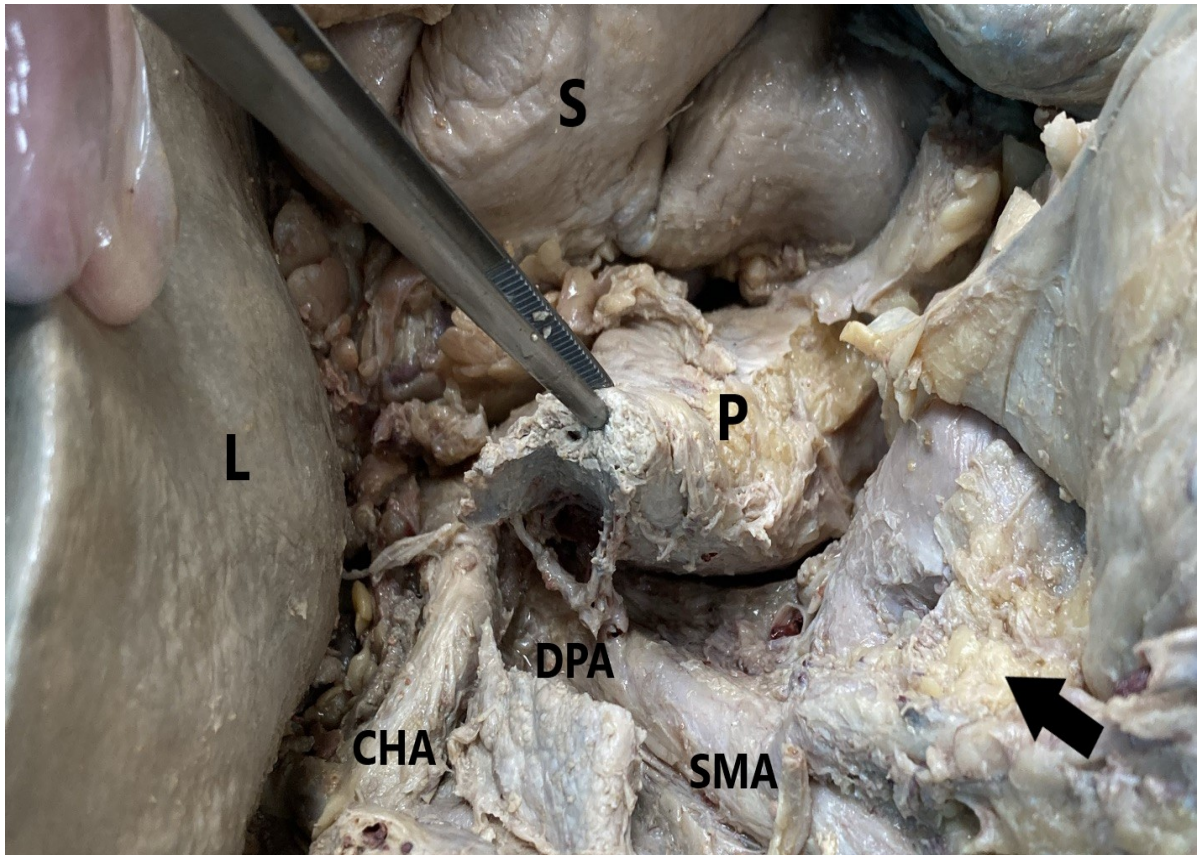
SA: *arteria splenica*, APDSA: *arteria pancreaticoduodenalis superior anterior*, L: játra, D: dvanáctník, P: slinivka, S: žaludek. Černá šipka směřuje k hlavě dárce.

V 15 % případů (3/20) DPA odstupovala z *truncus coeliacus* (Obr. 5).



Obrázek 5: *Arteria pancreatica dorsalis* (DPA) odstupující z *truncus coeliacus*
SA: *arteria splenica*, CHA: *arteria hepatica communis*, S: žaludek, P: slinivka. Černá šipka směřuje k hlavě dárce.

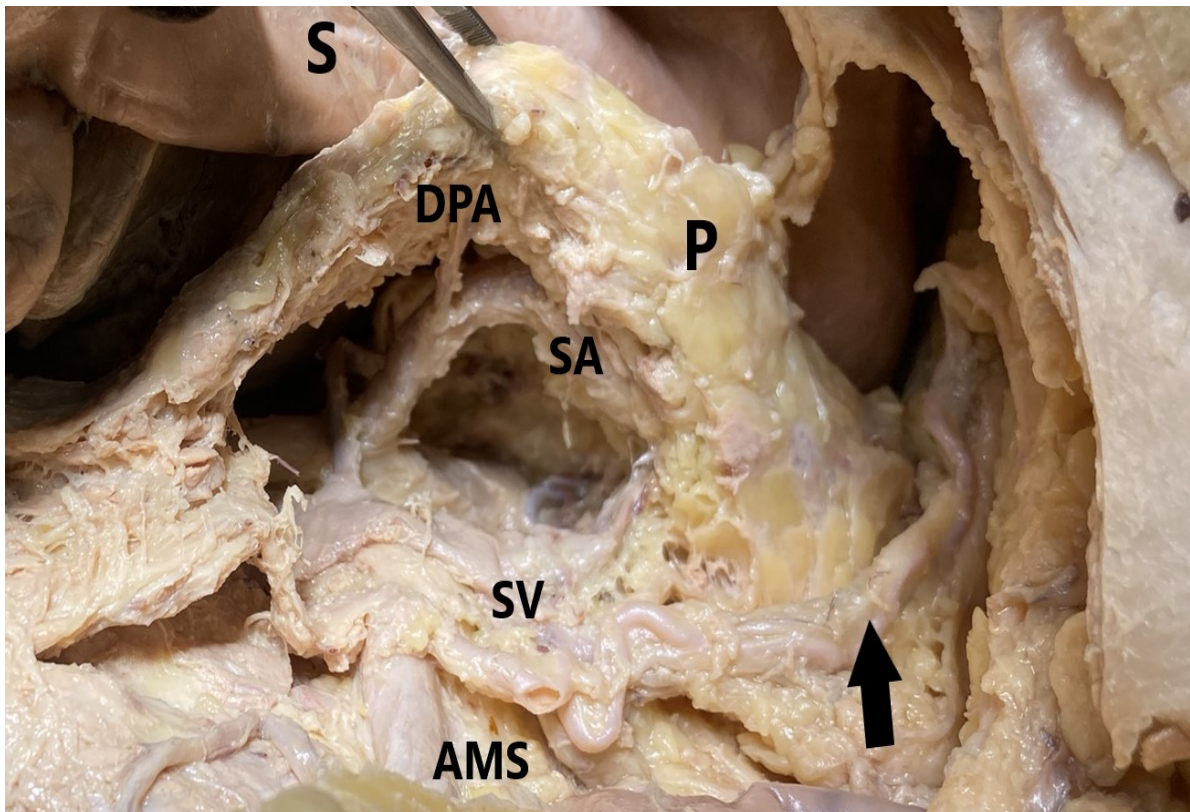
V 25 % případů (5/20) DPA odstupovala z *arteria mesenterica superior* (Obr. 6).



Obrázek 6: *Arteria pancreatica dorsalis* (DPA) odstupující z *arteria mesenterica superior* (SMA)

CHA: *arteria hepatica communis*, L: játra, P: slinivka, S: žaludek. Černá šipka směřuje k hlavě dárce.

V 35 % (7/20) případů DPA odstupovala z *arteria splenica* (Obr. 7).

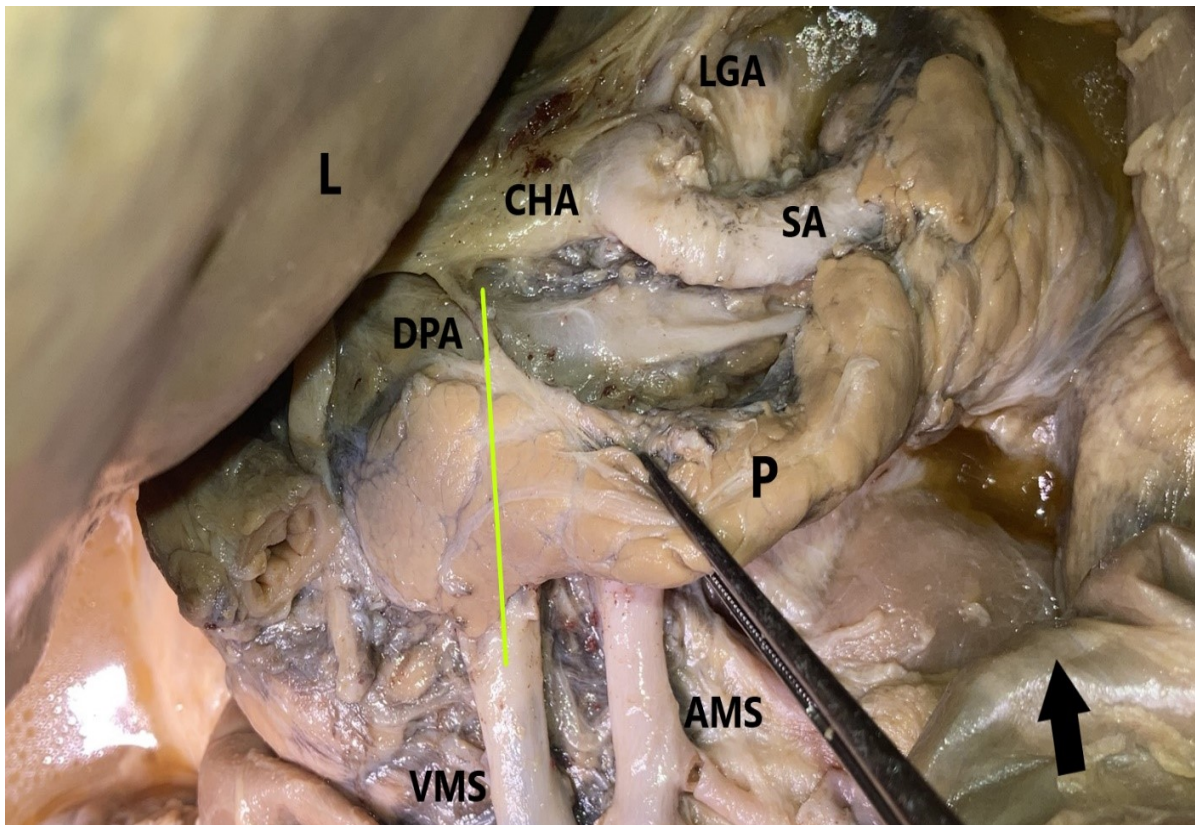


Obr. 7 *Arteria pancreatica dorsalis* (DPA) odstupující z *arteria splenica* (SA)

AMS: *Arteria mesenterica superior*, SV: *vena splenica*, S: žaludek, P: slinivka. Černá šipka směřuje k hlavě dárce.

Zdvojení DPA nebylo pozorováno. Konstantně jsme nacházeli její větvení na levou a pravou větev. V jednom případě (5 %) jsme zaznamenali přítomnou třetí větev DPA, která spojovala *arteria mesenterica superior* a *truncus coeliacus*, z něhož v tomto případě DPA odstupovala.

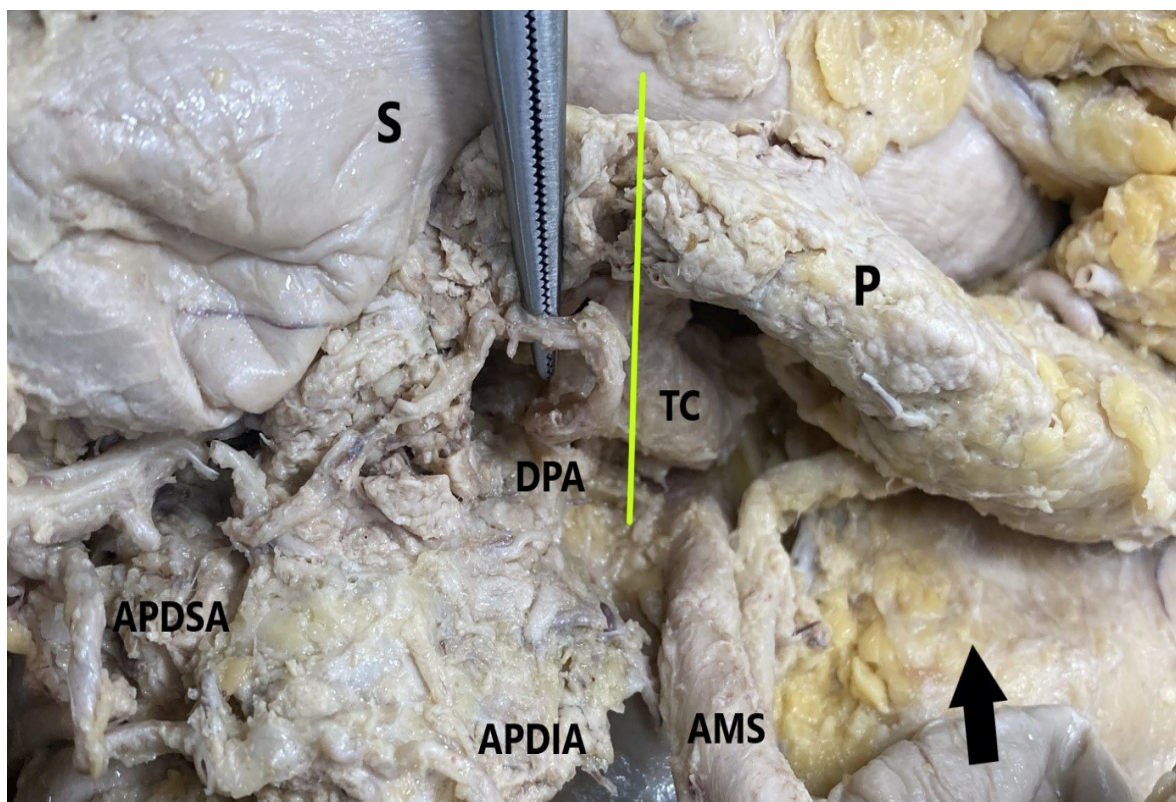
Resekční linií pankreatoduodenektomie procházela ve všech případech *arteria pancreatica dorsalis*, odstupující z *arteria hepatica communis* (Obr. 8).



Obrázek 8: Potenciálně rizikové anatomické uspořádání

Arteria pancreatica dorsalis (DPA) odstupuje z *arteria hepatica communis* (CHA) a prochází resekční linií (žlutá čára) pankreatoduodenektomie. SA: *arteria splenica*, AMS: *arteria mesenterica superior*, VMS: *vena mesenterica superior*, LGA: *arteria gastrica sinistra* P: slinivka, L: játra. Černá šipka směřuje k hlavě dárce.

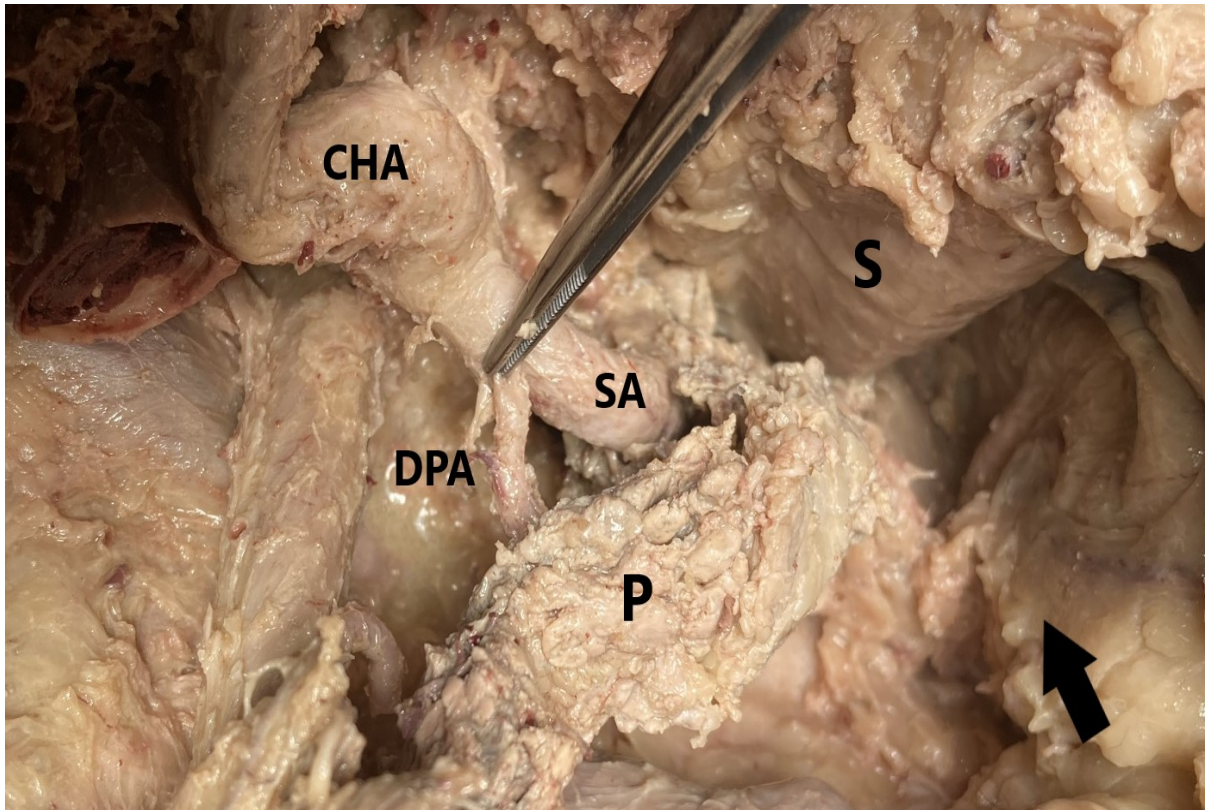
Za potenciálně klinicky významnou je v případě pankreatoduodenektomie nutné považovat také odstup DPA z *truncus coeliacus*. V takovém případě jsme křížení resekční linie s průběhem *arteria pancreatica dorsalis* zaznamenali v jednom ze tří případů (33 %) (Obr. 9).



Obrázek 9: Arteria pancreatica dorsalis (DPA) odstupující z truncus coeliacus (TC) v rizikovém anatomickém uspořádání

Žlutá čára je resekční linie pankreatoduodenektomie. AMS: *arteria mesenterica superior*, APDIA: *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior*, APDSA: *arteria pancreaticoduodenalis superior anterior*. S: žaludek, P: slinivka. Černá šipka směřuje k hlavě dárce.

Naopak při distální pankreatektomii je třeba považovat za potenciálně rizikový odstup *arteria pancreatica dorsalis* z *arteria splenica*, popřípadě z *arteria mesenterica superior*. Ve většině případů, u nichž DPA odstupovala z *arteria splenica*, se tak dělo v proximálních 3 centimetrech od větvení *truncus coeliacus* (Obr. 10).



Obrázek 10: Odstup *arteria pancreatica dorsalis* (DPA) z *arteria splenica* (SA)

Typický je odstup DPA v proximálním úseku SA. CHA: *arteria hepatica communis*, P: slinivka, S: žaludek. Černá šipka směřuje k hlavě dárce.

Arteria pancreatica magna, jež je vymezena jako nejproximálněji uložená větev z *rami pancreatici arteriae splenicae* a jež svým průsvitem dvojnásobně převyšuje ostatní větve. Byla zaznamenána v 10 z 20 případů (50 %). Neprokázali jsme žádný vztah mezi její přítomností a místem odstupu *arteria pancreatica dorsalis* z jednotlivých tepen.

Rami pancreatici arteriae splenicae byly variabilní jak co do počtu, tak v průsvitu. Nejčastěji jsme našli 2–3 drobné větve směřující z *arteria splenica* kolmo k parenchymu slinivky. V jednom případě (5 %) jsme nenalezli žádnou takovou větev a v tomto případě nebyla přítomna ani DPA. Cévní zásobení krčku a těla slinivky bylo zajištěno cestou *arteria pancreatica transversa* odstupující z *arteria pancreaticoduodenalis superior anterior*. Klinický význam *arteria pancreatica magna* a *rami pancreatici arteriae splenicae* je třeba spatřovat při distální pankreatektomii se zachováním sleziny, při níž tyto větve procházejí resekční linií.

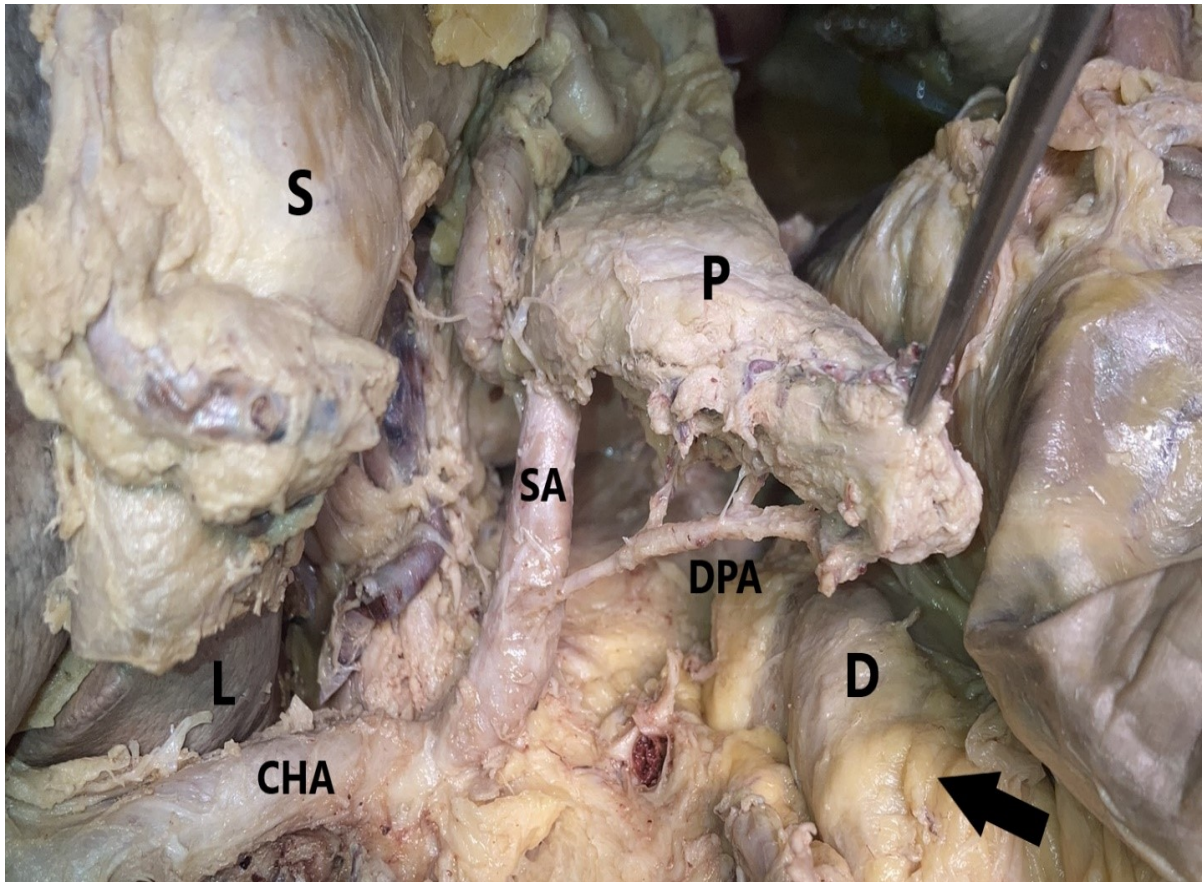
Arteria caudae pancreatis jsme našli v 15 z 20 případů (75 %). V 47 % (7/15) byla zdvojená. Odstupovala z *arteria splenica* či *arteria gastroomentalis sinistra*.

4.2. Experiment 2: Cévní zásobení postresekčního pankreatického remnantu

Cévní zásobení pankreatického remnantu po levostranné pankreatektomii je konstantní. Ve 100 % případů bylo zajištěno neporušenými větvemi z *arteria pancreaticoduodenalis superior et inferior*, popřípadě jejich anatomickými variantami.

Cévní zásobení postresekčního pankreatického remnantu po PDE vykazuje vysokou míru variability, což souvisí s průběhem *arteria pancreatica dorsalis*, která je dominantní tepnou zásobující krček a tělo slinivky.

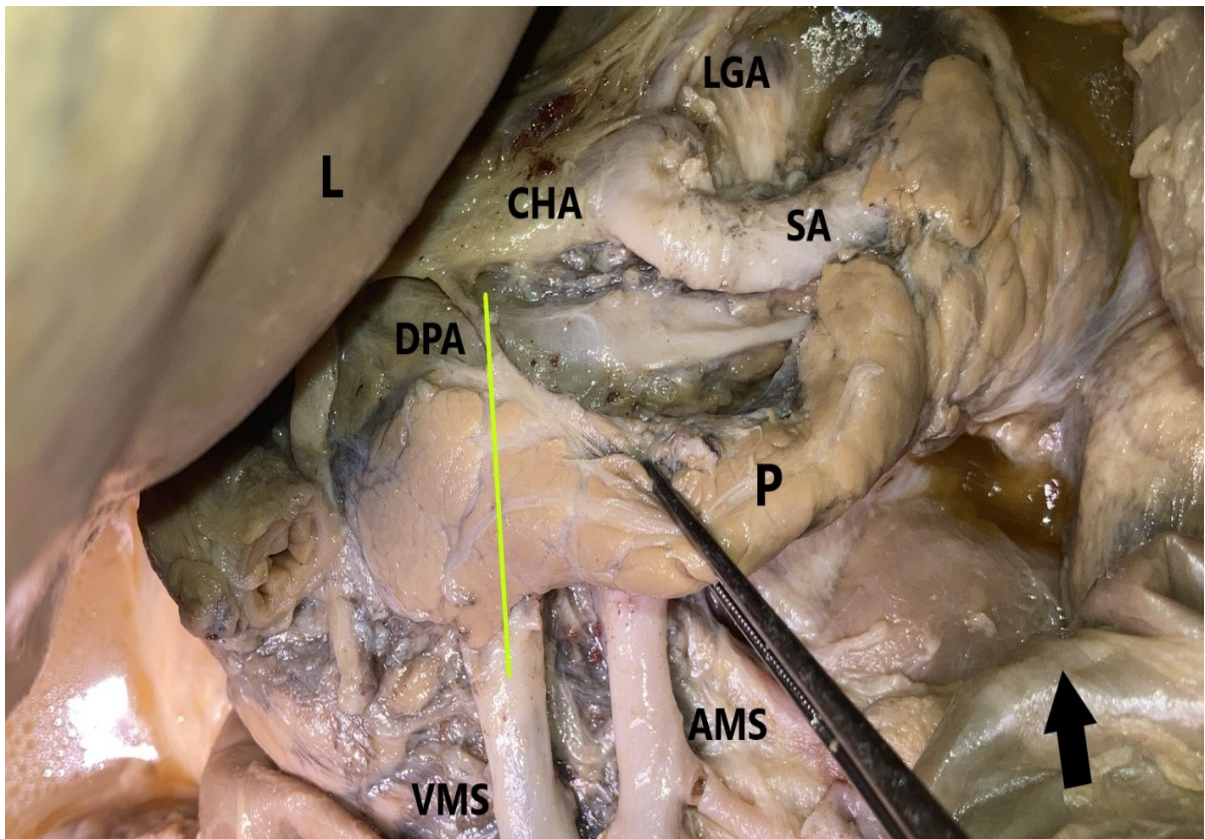
Ve 14 z 20 případů (70 %) byla oblast pankreatického remnantu zásobena bezpečně identifikovatelnou *arteria pancreatica dorsalis* vystupující z *truncus coeliacus*, *arteria splenica* či *arteria mesenterica superior*. V takovém případě jsme makroskopicky hodnotili cévní zásobení jako bezpečné (Obr. 11).



Obrázek 11: Postresekční pankreatický remnant (P) s makroskopicky bezpečným tepenným zásobením

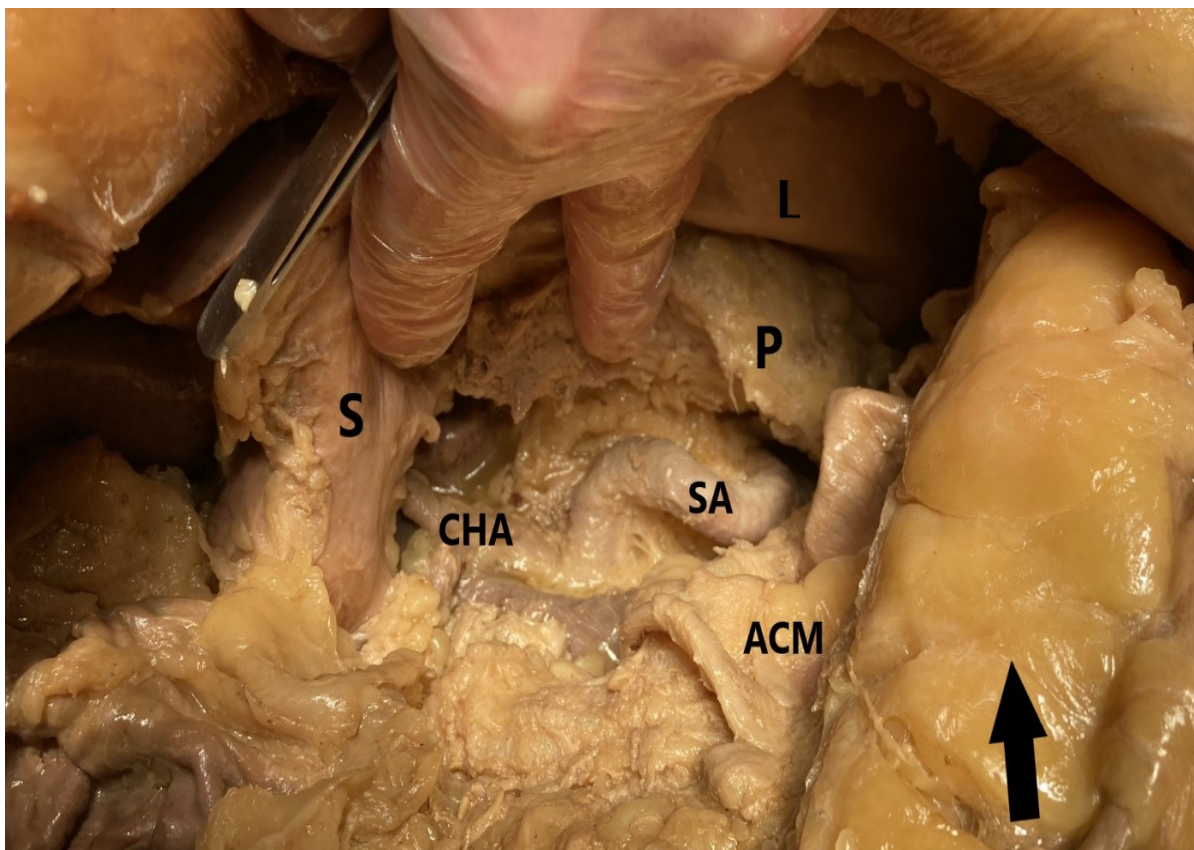
Arteria pancreatica dorsalis (DPA) odstupuje z *arteria splenica* (SA) a dosahuje k linii resekce. CHA: *arteria hepatica communis*, L: játra, S: žaludek, D: dvanáctník. Černá šipka směřuje k hlavě dárce.

Naopak v 6 z 20 případů (30 %) jsme cévní zásobení hodnotili jako potenciálně rizikové. Jednalo se o čtyři případy, v nichž *arteria pancreatica dorsalis* odstupovala z *arteria hepatica communis*. V těchto případech tepna vždy křížila resekční linii (Obr. 12). V jednom případě z 20 (5 %) křížila resekční linii DPA odstupující z *truncus coeliacus*. V jednom případě z 20 (5 %) nebyla DPA při pitvě prokázána vůbec (Obr. 13). V těchto případech bylo cévní zásobení pooperačního pankreatického remnantu závislé na nekonstantních spojkách mezi *arteria pancreatica transversa* a *arteria splenica*.



Obrázek 12: Rizikové anatomické uspořádání cévního zásobení postresekčního pankreatického remnantu (P)

Žlutá linie představuje resekční linii při pankreatoduodenektomii. *Arteria pancreatica dorsalis* (DPA) odstupuje z *arteria hepatica communis* (CHA). Při přerušení DPA je cévní zásobení pooperačního pankreatického remnantu závislé na nekonstantních spojkách mezi *arteria pancreatica transversa* a *arteria splenica* (SA). LGA: *arteria gastrica sinistra*, AMS: *arteria mesenterica superior*, VMS: *vena mesenterica superior*, L: játra. Černá šipka směřuje k hlavě dárce.



Obrázek 13: Rizikové anatomické uspořádání cévního zásobení postresekčního pankreatického remnantu (P)

Při nepřítomnosti *arteria pancreatica dorsalis* byla v původním stavu oblast krčku a těla slinivky zásobena z *arteria pancreatica transversa* vycházející z *arteria pancreaticoduodenalis superior anterior*. Po dokončení resekce je cévní zásobení pooperačního pankreatického remnantu závislé na nekonstantních spojkách mezi *arteria pancreatica transversa* a *arteria splenica* (SA). ACM: *arteria colica media*, CHA: *arteria hepatica communis*, S: žaludek, L: játra. Černá šipka směřuje k hlavě dárce.

4.3. Experiment 3: Výsledky srovnávací analýzy

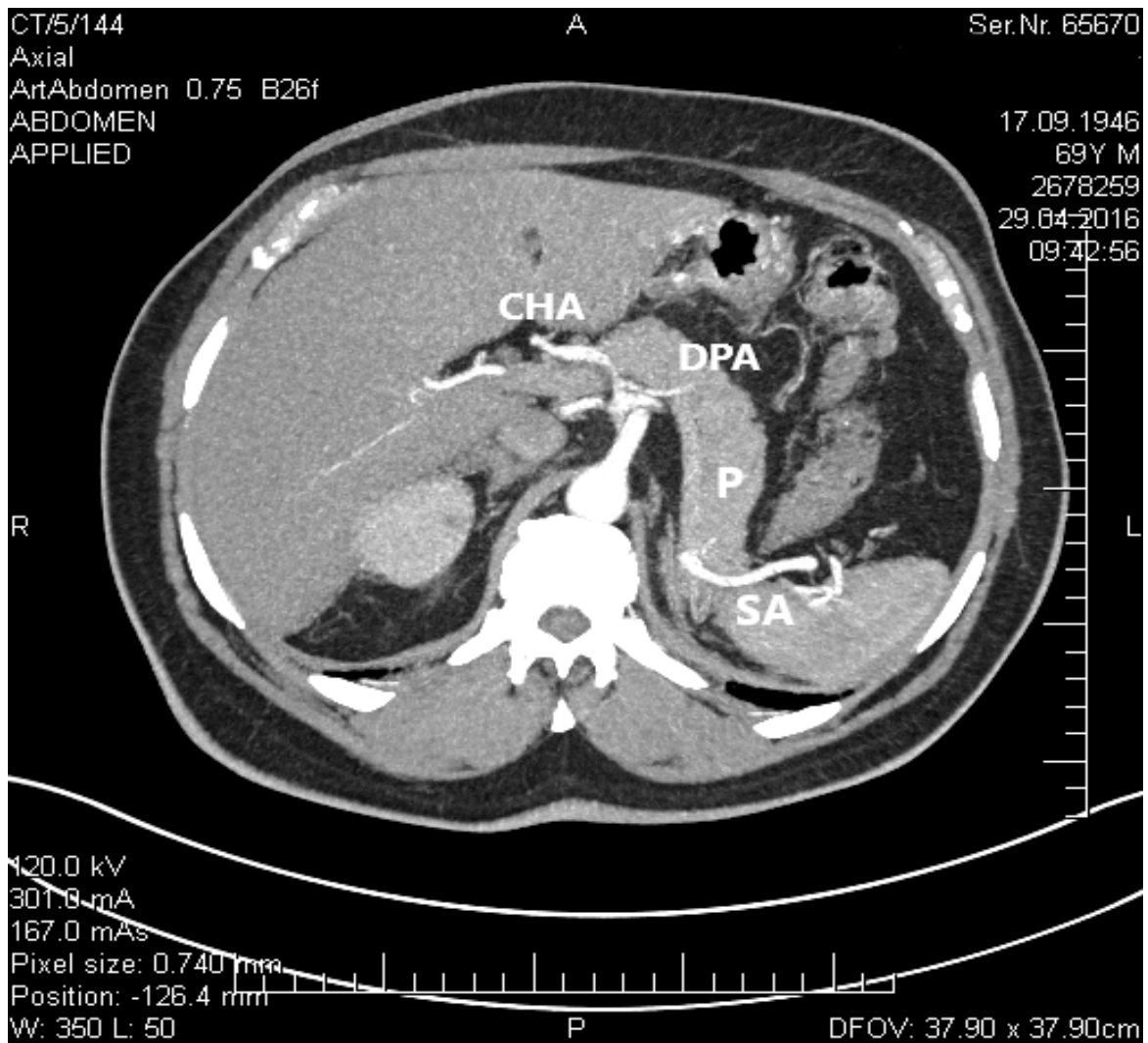
Mezi 1.1.2015 a 1.1.2019 bylo na Chirurgické klinice 2. LF a ÚVN Praha provedeno 239 pankreatoduodenektomií. Do srovnávací analýzy bylo zařazeno 150 pacientů, kteří splnili zařazovací kritéria, zatímco 89 případů bylo vyřazeno. V 86 případech nebylo k dispozici plánovací předoperační CT vyšetření v tepenné fázi s 3 mm tenkými či slabšími řezy. V jednom případě došlo k časnému pooperačnímu úmrtí pacienta, v jednom případě se

jednalo o PDE po předchozí duodenum zachovávající resekci dle Begera pro chronickou pankreatitidu. V jednom případě se jednalo o akutní multiviscerální resekci při sdruženém poranění. Bylo zařazeno 79 mužů a 71 žen.

U 14 pacientů byla provedena PDE pro chronickou pankreatitidu, u 7 pacientů pro neuroendokrinní tumor, u 7 pacientů pro tumor distálního úseku žlučového, u 96 pacientů pro karcinom slinivky, u 5 pacientů pro cystadenom slinivky, u 10 pacientů pro maligní ampulom a u 4 pacientů pro intraduktální papilární mucinózní neoplázi slinivky. Sedm pacientů podstoupilo PDE pro ostatní vzácné diagnózy (trauma, cystadenokarcinom slinivky, karcinom žaludku, karcinom dvanáctníku, solidní pseudopapilární neoplázie slinivky).

Rizikové anatomické uspořádání cévního zásobení slinivky, tedy odstup *arteria pancreatica dorsalis* z *arteria hepatica communis*, *truncus coeliacus* či nepřítomnost DPA bylo na předoperačním CT identifikováno v 19,3 % případů (29/150) (Obr. 14). Ve 3 % případů (5/150) DPA nebyla na CT vyšetření zobrazena. V 8,7 % případů (13/150) DPA odstupovala z *arteria hepatica communis*, z toho v jednom případě z *ramus hepaticus dexter aberrans* odstupující z *arteria mesenterica superior*. V 7,3 % případů (11/150) DPA odstupovala z *truncus coeliacus*. Dalšími místy odstupu byla *arteria splenica* v 51 % případů (77/150) a *arteria mesenterica superior* v 29,3 % případů (44/150). Celkový pooperační výskyt biochemického leaku či pankreatické píštěle typu B a C byl zaznamenán u 23 % pacientů (35/150). Výskyt POPF ve skupině rizikového anatomického uspořádání dosáhl 37,9 % případů (11/29). V nerizikové skupině byla POPF zaznamenána v 19,8 % případů (24/121) (Tab. 1).

Výsledek statistické analýzy potvrdil hypotézu, že frekvence vzniku POPF byla v rizikové skupině signifikantně vyšší než ve skupině nerizikové ($p = 0,039$).



Obrázek 14: Rizikové anatomické uspořádání cévního zásobení slinivky

Arteria pancreatica dorsalis (DPA) odstupuje z arteria hepatica communis (CHA) a prochází resekční linií. P: pancreas, SA: arteria splenica.

Tabulka 1: Výsledek srovnávací analýzy

POPF+ udává počet diagnostikovaných pooperačních píštělí při odstupu *arteria pancreatica dorsalis* (DPA) z jednotlivých tepen. 0: DPA nebyla zobrazena, CHA: *arteria hepatica communis*, TC: *truncus coeliacus*, SA: *arteria splenica*, AMS: *arteria mesenterica superior*, POPF-: pacienti bez průkazu pooperační pankreatické píštěle.

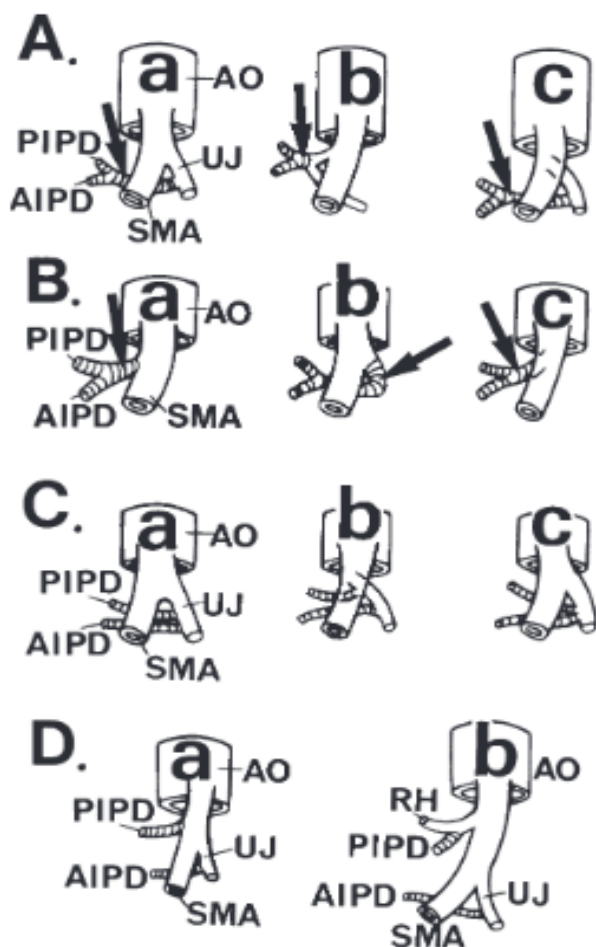
DPA	0	CHA	TC	SA	AMS	celkem
POPF+	2 (40 %)	5 (38 %)	4 (36 %)	19 (24,6 %)	5 (11,3 %)	35 (23 %)
POPF-	3	8	7	58	39	115
celkem	5	13	11	77	44	150
	Riziková skupina			Neriziková skupina		
POPF+	11 (37,9 %)			24 (19,8 %)		
celkem	29			121		

5. DISKUZE

Klinicky významné varianty anatomické stavby slinivky jsou vzácné. Nejčastější vývojová vada, *pancreas divisum*, se vyskytuje v populaci v 8 % případů. Jedním z cílů naší práce bylo přinést podrobný přehled o anatomických variacích slinivky. Tento cíl práce byl splněn. K tomuto přehledu jsme přispěli naší studií na téma duplikační cysta žaludku komunikující s přídatným lalokem slinivky (Rousek M. et al., 2018). V experimentu jsme nezaznamenali žádnou vývojovou vadu anatomické stavby slinivky, která by měla klinický význam při vedení resekcčního výkonu.

Dalším cílem naší práce bylo přinést přehled publikované literatury o anatomických variacích cévního zásobení slinivky. Rovněž tento cíl naší práce byl splněn. Také v tomto případě jsme do literárního přehledu mohli zařadit i vlastní práci na téma vzácné anatomické variace *truncus coeliacus* při chybějící *arteria hepatica communis* a klinickém významu této varianty při pankreatoduodenektomii (Rousek M. et al., 2022). V rámci experimentu jsme podle plánu rozpoznali a popsali přítomné anatomické variace cévního zásobení slinivky. Ze získaných dat jsme připravili přehled klinicky významných variací, které svým průběhem ovlivňují nejčastěji prováděné resekcční výkony na slinivce, tedy pankreatoduodenektomii a distální pankreatektomii. Největší variability v cévním zásobení slinivky bylo pozorováno v oblasti krčku a těla, zatímco oblast hlavy byla zásobena poměrně konstantně.

U zásobení hlavy slinivky byla nejvyšší míra variability pozorována u *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior*, *arteria pancreaticoduodenalis inferior posterior* a společného kmene *arteria pancreaticoduodenalis inferior*. To má klinický dopad při vedení pankreatoduodenektomie. Tyto tepny totiž probíhají resekcční linií a je třeba je při přerušení mesopankreatu ošetřit. Perioperační poranění může vést k obtížně stavitelnému krvácení. Přestože jsou v současné době k dispozici detailní studie uvádějící nejčastější anatomické variace této oblasti, jsou založeny vždy pouze na omezeném množství vyšetřených případů (Obr. 15).



Obrázek 15: Variabilita anatomického uspořádání odstupu *arteria pancreaticoduodenalis inferior* (APDI, označena černou šipkou)

Variace lze klasifikovat do čtyř hlavních typů (A-D) a 11 podtypů (a-c).

Typ A: APDI odstupuje z *arteria jejunalis prima*.

Typ B: APDI odstupuje z *arteria mesenterica superior*

Typ C: Chybí společný kmen APDI a *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior et posterior* odstupují samostatně z *arteria mesenterica superior*, popřípadě z *arteria jejunalis prima*.

Typ D: Zahrnuje ostatní vzácné možnosti

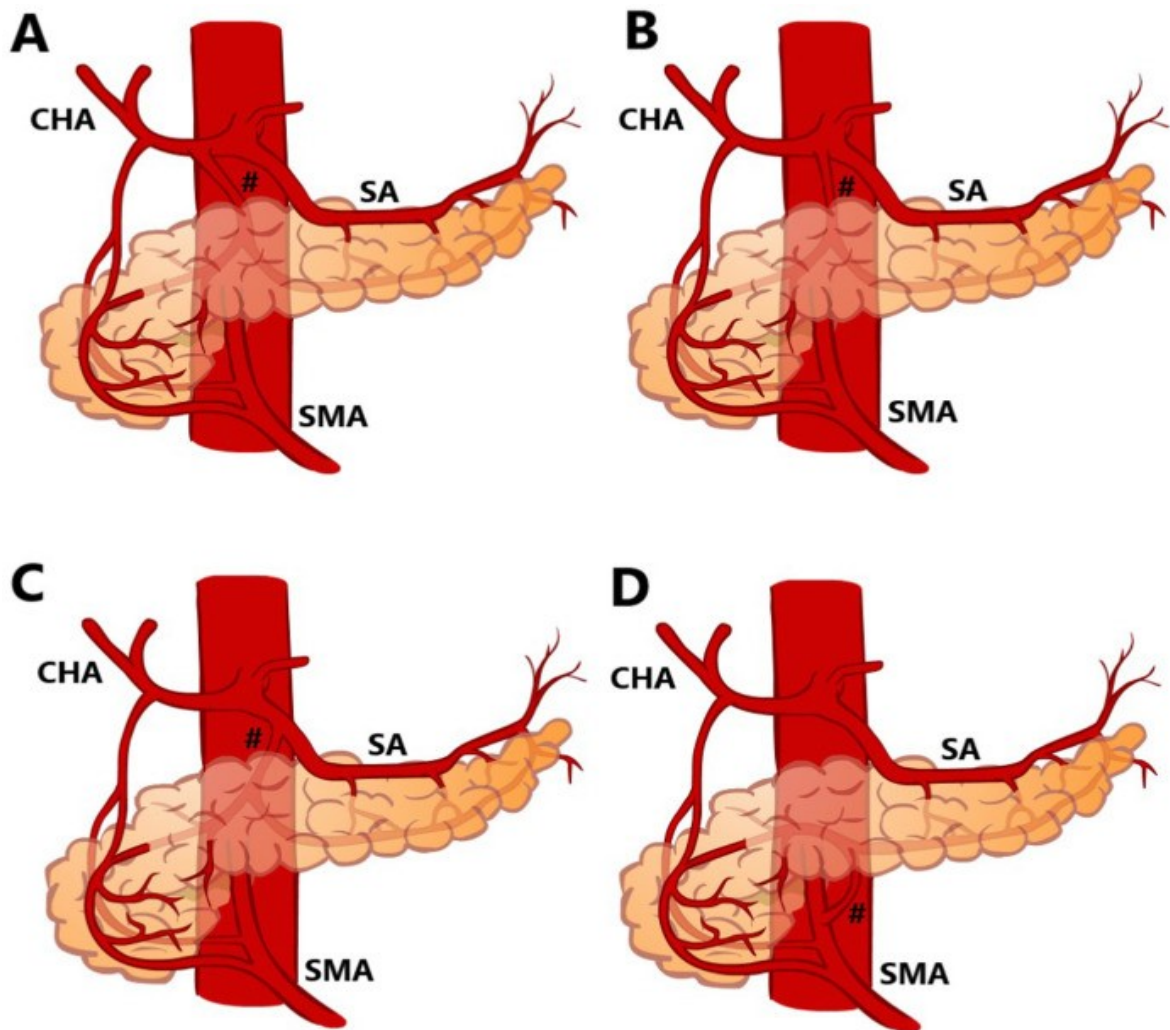
Převzato a přeloženo z (Murakami G. et al.,1999).

Populační analýza výskytu jednotlivých variací doposud v literatuře chybí, prevalence jednotlivých variací v naší ani celosvětové populaci tedy není známa. Náš soubor dvaceti kadaverózních dárců neumožňuje svým rozsahem rovněž procentuální zastoupení

jednotlivých variací v populaci určit. Populační analýza bude proto jedním z předmětů našeho dalšího výzkumu v budoucnu.

Z výše uvedeného vyplývá, že cévní zásobení pankreatického remnantu po levostranné pankreatektomii je konstantní. Podílejí se na něm větve z *arcus pancreaticus anterior et posterior*, které leží mimo resekční linii při distální pankreatektomii.

Odlišná situace nastává v oblasti zásobení krčku, těla a ocasu slinivky. Oblast krčku a těla slinivky je dominantně zásobena *arteria pancreatica dorsalis*, která je nejvariabilnější ze všech tepen slinivky. V našem experimentu byl potvrzen její odstup z *arteria hepatica communis*, *truncus coeliacus*, *arteria splenica* a *arteria mesenterica superior*. Její zdvojení jsme nepozorovali. Zaznamenali jsme i její nekonstantní třetí větev, tvořící přímou kolaterálu mezi povodím *truncus coeliacus* a *arteria mesenterica superior*, tak jak byla již v minulosti popsána (Romodanowskaja Z., 1926). Vzhledem k jejímu průběhu a oblasti zásobení považujeme DPA za klinicky mimořádně významnou. V případě PDE probíhá DPA standardně resekční linií při svém odstupu z *arteria hepatica communis*. Současně může do resekční linie zasahovat i při svém odstupu z *truncus coeliacus*. Naopak při distální pankreatektomii je v riziku perioperačního poranění DPA odstupující z *arteria splenica*. Přestože při revizi literatury byla nalezena celá řada prací, které se DPA věnovaly, opět nebyla k dispozici populační data jejího výskytu. Vzhledem k výše uvedené mimořádné klinické významnosti DPA jsme vypracovali metaanalýzu doposud publikovaných studií, ze které vyplynula celá řada důležitých skutečností. Předně jsme zjistili, že se DPA vyskytuje u naprosté většiny pacientů (95,8 %). Odstupuje z *arteria hepatica communis* v 18,3 % případů, z *truncus coeliacus* v 11,9 % případů, z *arteria splenica* v 37,6 % případů a z *arteria mesenterica superior* odstupuje v 23,9 %. Ostatní variace jejího odstupu jsou vzácné a souhrnně se vyskytují v 2,8 % případů (Obr. 16) (Rousek M. et al., 2022). Výsledky našeho pitevnického experimentu na kadaverózních dárcích, co se týče prevalence, multiplicity i umístění odstupů DPA, jsou v souladu s výsledky námi publikované populační analýzy.



Obrázek 16: Nejčastější místa odstupu *arteria pancreatica dorsalis* (#)

A: DPA (#) odstupuje z *arteria hepatica communis* (CHA) v 18,3 % případů.

B: DPA (#) odstupuje z *truncus coeliacus* (TC) v 11,9 % případů.

C: DPA (#) odstupuje z *arteria splenica* (SA) v 37,6 % případů.

D: DPA (#) odstupuje z *arteria mesenterica superior* (SMA) v 23,9 % případů.

Převzato z (Rousek M. et. al., 2022).

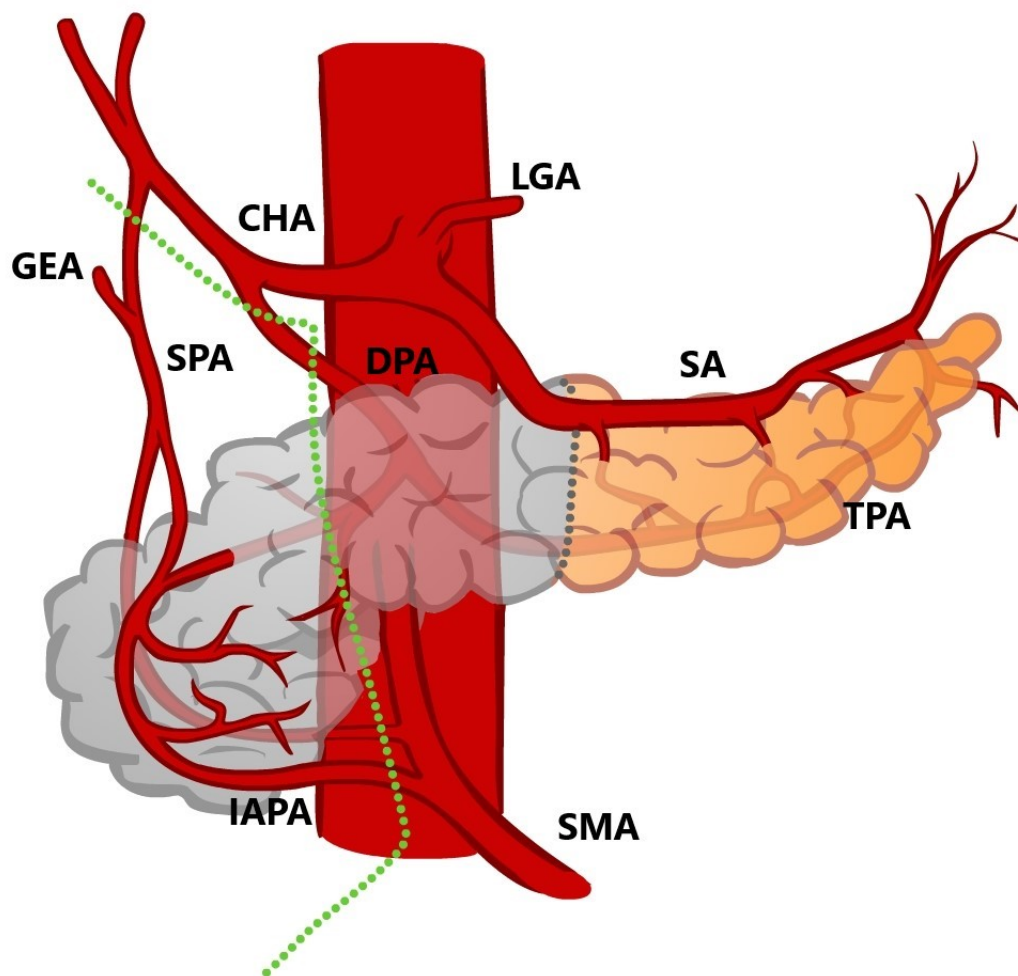
Dalším důležitým poznatkem této metaanalýzy je, že nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v prevalenci výskytu DPA v anatomických studiích a v procentuální úspěšnosti jejího zobrazení na CT vyšetření. Současně nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v procentuálním zastoupení odstupů DPA z jednotlivých tepen při srovnání anatomických a radiologických studií. Z toho vyplývá, že CT vyšetření v tepenné fázi je vhodným nástrojem k zobrazení DPA a může být použito při plánování strategie operačního

výkonu (Rousek M. et al., 2022). Předoperační zobrazení odstupů a průběhu DPA může pomoci snížit riziko nechtěného perioperačního poranění této tepny. Vyšší krevní ztráta, nutnost podání transfúzí a delší operační čas jsou rizikové faktory pro rozvoj POPF (Peng P. et al., 2017). Perioperační krvácení je také nejčastější příčinou konverze miniinvazivního operačního výkonu na slinivce (Tian F. et al., 2020). Z naší studie dále vyplývá, že zdvojení DPA je vzácné, vyskytuje se v 1,7 % případů. Přesto je třeba i s touto variací při resekci slinivky počítat (Rousek M. et al. 2022).

Z variant uspořádání DPA je zřejmé, že má mimořádný význam při zásobení pooperačního pankreatického remnantu. Může se podílet na zásobení hlavy slinivky po distální pankreatektomii kolaterálami její pravé větve s *arcus pancreaticus anterior* či *arcus pancreaticus posterior*. Zejména je však hlavní tepnou zásobující proximální část postresekčního pankreatického remnantu po PDE. V původním stavu je oblast krčku slinivky zásobena četnými kolaterálami mezi *arcus pancreaticus anterior et posterior* a koncovými větvemi *ramus dexter arteriae pancreaticae dorsalis*. Tyto anastomózy jsou v literatuře dobře popsány (Kirk E., 1931). V případě PDE jsou však tyto kolaterály přerušeny a celá oblast krčku slinivky, tedy i oblast pankreatikovejunoanastomózy, je ve většině případů závislá na tepenném zásobení z *ramus dexter arteriae pancreaticae dorsalis*. Tato tepna je plněna primárně z vlastního kmene. V parenchymu slinivky byla však také popsána přítomnost anastomóz mezi povodím DPA a ostatními tepnami zásobujícími tělo a ocas slinivky, tedy větvemi *arteria splenica*. Jedná se o spojky mezi DPA a *arteria pancreatica magna*, *rami pancreatici arteriae splenicae* a *arteria caudae pancreatis*. Tyto anastomózy nejsou však dle publikované literatury zdaleka konstantní. Vandamme et al. ve své práci popisují přítomnost spojek mezi *ramus dexter arteriae pancreaticae dorsalis* a tepnami zásobujícími tělo a ocas slinivky pouze v 55 % případů (Vandamme J.P. et al., 1967). Fiedor et al. upozorňují, že *ramus sinister arteriae pancreaticae dorsalis* zásobuje *ductus pancreaticus* v oblasti těla slinivky a že jeho perioperační poranění může vést k ischemii pankreatického vývodu. Téměř v polovině případů v jejich studii nebyly nalezeny kolaterály mezi tepnami těla a ocasu slinivky (Fiedor P. et al., 1993). Stingl et al. ve své práci popisují, že standardní zásobení těla slinivky dvěma hlavními větvemi, tedy *arteria pancreatica dorsalis* a *arteria pancreatica magna*, je přítomno pouze v 61 % případů. Naopak ve 30 % případů zásobovala krček a tělo slinivky pouze jedna dominantní tepna. V těchto případech, pokud byly kolaterály vůbec přítomny, nalézaly se na okraji koncových větvení, byly velice filiformní a málo početné (Stingl J. et al., 1984). Covantev et al. prokázali současnou

přítomnost *arteria pancreatica dorsalis* a *arteria pancreatica magna* pouze ve 26 % případů (Covantev S. et al., 2019). V práci zaměřené na zásobení jednotlivých částí slinivky pomocí digitální subtrakční angiografie prokázali Wu et al., že v 50 % případů je *arteria pancreatica dorsalis* jedinou tepnou zásobující tělo a ocas slinivky a v 15,7 % případů je jedinou dominantní tepnou *arteria pancreatica magna*. Obě tepny se souběžně podílejí na zásobení těla a ocasu slinivky ve 21,6 % případů. V 15,7 % případů obstarává cévní zásobení *arteria pancreatica transversa* (Wu Z.X. et al., 2011).

Z výše uvedeného vyplývá, že při perioperačním přerušení *arteria pancreatica dorsalis* v případě PDE, je oblast konstrukce pankreatikojejunoanastomózy závislá na zásobení nekonstantními spojkami mezi *arteria pancreatica transversa* a větvemi *arteria splenica* (Obr. 17).



Obrázek 17: Schématické znázornění cévního zásobení pooperačního pankreatického remnantu po pankreatoduodenektomii

Šedě je vyznačená oblast zásobení *arteria pancreatica dorsalis* (DPA). Zelená linie představuje resekční linii při pankreatoduodenektomii. Při přerušení DPA je oblast krčku slinivky závislá na cévním zásobení z nekonstantních spojek mezi *arteria pancreatica transversa* (TPA) a *arteria splenica* (SA). LGA: *Arteria gastrica sinistra*. CHA: *Arteria hepatica communis*. GEA: *Arteria gastroenteralis dextra*. SMA: *arteria mesenterica superior*. SPA: *arteria pancreaticoduodenalis superior*. IAPA: *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior*.

Z dat námi publikované metaanalýzy vyplývá, že se takto potenciálně rizikové anatomické uspořádání vyskytuje v 34,4 % případů. Zejména se jedná o variace, u nichž

DPA odstupuje z *arteria hepatica communis*. Tato varianta se vyskytuje v populaci v 18,2 % případů. A dále jde o případy, kdy DPA není u pacientů přítomna (4,2 %). Dalším potenciálně rizikovým uspořádáním je situace, při níž DPA odstupuje z kmene *truncus coeliacus* a která je přítomna v 11,9 % případů (Rousek M. et al. 2022). Jak bylo uvedeno výše, pomocí předoperačního CT vyšetření provedeného v tepenné fázi lze vysledovat odstup a průběh DPA (Rousek M. et al. 2022). Díky tomu jsme schopni z předoperačního CT vyšetření určit pacienty s potenciálně rizikovým anatomickým uspořádáním, kteří se mohou nacházet ve zvýšeném riziku ischemie části postresekčního remnantu, tedy i výskytu POPF.

Výsledek našeho experimentu je makroskopickým popisem přítomných anatomických variací. Nezohledňuje mikrocirkulaci a cévní zásobení uvnitř parenchymu slinivky. Jedná se však o jednu z mála prací, která se cévnímu zásobení postresekčního pankreatického remnantu věnuje. Ze závěrů práce Strasberga et al. je zřejmé, že cévní zásobení má stěžejní roli pro správné hojení pankreatikojunoanastomózy. Dostatečnost cévního zásobení byla posuzována zrakem podle míry krvácení resekční linie pankreatického remnantu a rovněž duplexním ultrazvukovým perioperačním vyšetřením. Strasberg et al. popsali adekvátní zásobení remnantu u 60 % (24/40) pacientů, v ostatních případech bylo cévní zásobení hodnoceno jako nedostatečné (16/40). V těchto případech byla posunuta resekční linie do oblasti, ve které již došlo k jasnému tepennému krvácení z resekční plochy. Touto technikou dosáhli mimořádně nízkého výskytu POPF (2,5 %; 1/40) (Strasberg S. et al., 1998). Námi předložený experiment přináší možné vysvětlení závěrů Strasbergovy práce. Mezi pacienty s perioperačně zjištěným chabým krvácením z resekční linie mohou být pacienti s nedostatečně vyvinutými kolaterálami uvnitř slinivky. Posunutí resekční linie do oblasti zásobení *arteria pancreatica magna* by vysvětlovalo dostatečné cévní zásobení a nízký počet výskytu POPF v jeho souboru.

Závěry našeho experimentu jsme ověřili srovnávací retrospektivní analýzou. Pacienti po PDE s rizikovým anatomickým uspořádáním měli signifikantně vyšší výskyt POPF než pacienti v nerizikové skupině. Zajímavé je, že v rámci retrospektivní studie jsme odstup DPA z *arteria hepatica communis* prokázali pomocí předoperačního CT pouze v 8,7 % případů (13/151), což je poloviční hodnota oproti námi publikované populační analýze (Rousek M. et al., 2022). Nicméně řada autorů publikovala výsledky obdobné (Hong K.C. et al., 1999; Jiang C.Y. et al., 2021; Kumar K.H. et al., 2021). Naše výsledky dále plánujeme ověřit prospektivní studií. Na základě předoperačního CT vyšetření budou pacienti rozděleni

dle odstupu DPA do jednotlivých skupin. Bude popsán a zaznamenán perioperační nález o identifikaci a případném přerušení DPA. Výsledky počtu POPF budou porovnány v rámci multivariantní analýzy k minimalizaci rizika bias.

V současné době jsou známy rizikové faktory zvyšující pravděpodobnost rozvoje POPF. Patří mezi ně zejména měkká struktura parenchymu slinivky, malá šíře slinivkového vývodu, vysoký věk, zvýšená hodnota body mass indexu, diabetes mellitus, vyšší perioperační krevní ztráta s nutností podání transfúze a delší operační čas (Peng P. et al., 2017). V případě, že se prospektivní studií podaří v budoucnu prokázat vztah mezi námi popsaným makroskopicky rizikovým cévním uspořádáním tepenného zásobení pankreatického remnantu a vyšším rizikem rozvoje POPF, budeme schopni takové pacienty předoperačně určit. Z nedávno publikovaných dat vyplývá, že u pacientů s vysoce rizikovou pankreatikojunoanastomózou, u kterých byla primárně provedena totální pankreatektomie namísto pankreatoduodenektomie, bylo dosaženo lepších pooperačních výsledků. Při srovnání dosáhli pacienti po totální pankreatektomii nižšího počtu rozvoje intraabdominálního abscesu (13 % vs. 28 %; $p=0,01$), chylózního leaku (2 % vs. 12 %; $p=0,01$), pooperačního krvácení (15 % vs. 28 %; $p=0,03$), evakuační insuficience žaludku (16 % vs. 34 %; $p<0,01$), sepse (10 % vs. 31 %; $p<0,01$) a infekcí v místě operačního výkonu (9 % vs. 23 %; $p=0,01$) oproti pacientům s vysoce rizikovou anastomózou. Procento POPF bylo u vysoce rizikové anastomózy 39 %, naproti tomu úmrtnost byla srovnatelná u obou skupin (Marchegiani G. et al., 2021). Námi popsané potenciálně rizikové anatomické uspořádání by mohlo rozšířit množinu známých rizikových faktorů a přispět k další úvaze o předoperační modifikaci pankreatické resekce.

Rozsah ischémie postresekčního pankreatického remnantu může být rozhodující pro volbu iniciální léčebné strategie u pacientů s POPF. Z námi publikované retrospektivní studie lze vyvodit, že pacienti s rozsáhlou nekrotizující pankreatitidou pooperačního pankreatického remnantu, na které se zpravidla ischémie podílí, budou vyžadovat dokončení totální pankreatektomie. Naopak pacienti pouze s malým defektem v oblasti pankreatikojunoanastomózy budou spíše profitovat z jednoduché otevřené drenáže. Zvolení správného přístupu v léčbě POPF může mít velký vliv pro další osud pacienta. Dokončení totální pankreatektomie je silně zatěžující rizikový výkon. Na druhé straně, v případě selhání iniciálního konzervativnějšího postupu je dokončení totální pankreatektomie zatíženo mortalitou extrémně vysokou (Záruba P. et al., 2022).

Je nutné zmínit některé limitace naší práce. Na prvním místě je třeba uvést, že se jedná o makroskopický anatomický popis variací přítomných na kadaverózních dárcích. Námí popsané makroskopické anatomické uspořádání nezohledňuje vlastní mikrocirkulaci a cévní zásobení uvnitř parenchymu slinivky. Samotná anatomická pitva na tělech kadaverózních dárců fixovaných klasickou formaldehydovou metodou má svá technická omezení, zejména při preparování křehkých drobných cévních struktur. Nebylo možné použít techniku korozivního nástřiku cév, při které se cévní systém naplní pryskyřicí nebo jí podobnou látkou a po jejím zatuhnutí umožní vzniklý odlitek lépe posoudit drobné cévní struktury. Jelikož se jedná o anonymní kadaverózní dárce, nebyla k dispozici anamnéza onemocnění slinivky v průběhu života jednotlivých dárců. V neposlední řadě parenchym slinivky u některých dárců před fixací podlehl určitému stupni autolýzy, což u některých dárců znepřehledňuje získanou fotodokumentaci. Z hlediska retrospektivní srovnávací analýzy je třeba zmínit vysokou heterogenitu zařazených případů. U pacientů nebyly zohledněny ostatní rizikové faktory pro vznik POPF, jako je struktura slinivky, věk ani krevní ztráta. Poměrně vysoké procento případů bylo rovněž vyřazeno, jelikož nebyla splněna zařazující kritéria týkající se parametrů předoperačního CT. To vše může být zdrojem určitého bias.

Nicméně přes všechny limitace naší práce se jedná o první studii, která vysvětluje možný vliv anatomických variací cévního zásobení slinivky na rozvoj ischemie pooperačního pankreatického remnantu. Byli určeni pacienti, kteří se nacházejí ve zvýšeném riziku rozvoje POPF a závěry našeho experimentu byly ověřeny a potvrzeny v rámci retrospektivní srovnávací analýzy.

6. ZÁVĚR

Závěrem je třeba konstatovat, že se podařilo splnit všechny vytyčené cíle disertační práce. Byl podán detailní přehled klinicky významných anatomických variací stavby slinivky a jejího cévního zásobení. Do tohoto přehledu byla zahrnuta i data ze dvou námi publikovaných studií věnujících se vzácným vývojovým variacím.

Experimentálně jsme prokázali přítomnost klinicky významných variací u námi pitvaných kadaverózních dárců. Byly popsány a zhodnoceny klinicky nejvýznamnější variace z pohledu vedení dvou nejčastějších resekcčních výkonů na slinivce. Byla provedena populační analýza a byla tak získána data o procentuálním zastoupení klinicky nejvýznamnějších variací v populaci. Prokázali jsme, že CT vyšetření umožňuje předoperační zobrazení anatomických variací odstupů *arteria pancreatica dorsalis*.

Popsali jsme cévní zásobení pankreatického remnantu po pankreatoduodenektomii a po distální pankreatektomii. Experimentálně jsme definovali rizikové anatomické uspořádání z hlediska možného nedostatečného cévního zásobení postresekcčního pankreatického remnantu. Získali jsme populační data výskytu rizikového anatomického uspořádání v populaci.

Výsledky našeho experimentu jsme ověřili retrospektivní srovnávací analýzou pacientů, kteří podstoupili resekcční výkon na Chirurgické klinice 2. LF a ÚVN Praha. Pacienti s rizikovým anatomickým uspořádáním dosahovali signifikantně vyššího výskytu pooperační pankreatické píštěle než pacienti v nerizikové skupině.

7. SOUHRN

Variance anatomické stavby slinivky jsou vzácné, avšak mohou mít potenciálně závažný klinický dopad pro pacienty. Anatomické uspořádání cévního zásobení slinivky je výrazně variabilní.

Hlava slinivky je oproti krčku, tělu a ocasu slinivky zásobena relativně konstantně. Na jejím zásobení se podílí povodí *truncus coeliacus* a *arteria mesenterica superior*. Samotné cévní zásobení je zprostředkováno větvemi z *arteria pancreaticoduodenalis superior* a *arteria pancreaticoduodenalis inferior*. Obě tepny vysílají do oblasti hlavy slinivky četné větve. Jsou zde také přítomny kolaterály s *ramus dexter arteriae pancreaticae dorsalis*. Experimentálně jsme prokázali, že klinického významu při vedení pankreatoduodenektomie dosahuje *arteria pancreaticoduodenalis inferior*, respektive *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior* a *arteria pancreaticoduodenalis inferior posterior*. Tyto tepny procházejí resekční linií PDE při přerušení mesopankreatu a jsou velmi variabilní. V našem experimentu resekční linií mesopankreatu probíhala v 70 % případů (14/20) jedna tepna a jednalo se o *arteria pancreaticoduodenalis inferior* či *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior*. Ve 30 % (6/20) případů byly v tomto místě přítomny tepny dvě, a to *arteria pancreaticoduodenalis inferior anterior* a *arteria pancreaticoduodenalis inferior posterior* při chybění jejich společného kmene (*arteria pancreaticoduodenalis inferior*). Další klinicky významnou tepnou z pohledu PDE je *arteria gastroduodenalis*, která v našem experimentu svým průběhem procházela resekční linií ve 100 % (20/20) případů. Tepna byla přítomna vždy a její odstup z *arteria hepatica communis* byl konstantní. Populační analýza k určení procentuálního zastoupení variací *arteria pancreaticoduodenalis inferior* a jejich větví bude předmětem našeho dalšího výzkumu.

Cévní zásobení krčku a těla slinivky je mimořádně variabilní. Dominantní tepnou zásobující tuto oblast je *arteria pancreatica dorsalis*. V experimentu odstupovala ve 20 % (4/20) případů z *arteria hepatica communis*, v 15 % (3/20) případů z *truncus coeliacus*, v 25 % (5/20) případů z *arteria mesenterica superior* a v 35 % (7/20) případů z *arteria splenica*. V 5 % (1/20) případů jsme přítomnost DPA neprokázali. Rovněž zdvojení této tepny, popisované některými autory, nebylo přítomno. Svým průběhem zasahovala do resekční linie pankreatoduodenektomie v 25 % (5/20) případů. Jednalo se o DPA vycházející z *arteria hepatica communis* ve 100 % případů (4/4) a o DPA odstupující z *truncus coeliacus* v 33 % případů (1/3). *Arteria pancreatica magna* se vyskytovala v 50 % (10/20) případů.

Počet *rami pancreatici arteriae splenicae* byl variabilní, nejčastěji byly přítomny 2–3 drobné větve. *Arteria caudae pancreatis* byla přítomna v 75 % (15/20) případů a ve 47 % (7/15) případů byla zdvojená. Odstupovala z *arteria splenica* či *arteria gastromentalis sinistra*.

Cévní zásobení postresekčního pankreatického remnantu po distální pankreatektomii je konstantní a je zajištěno větvemi z *arcus pancreaticus anterior* a *arcus pancreaticus posterior*, které při distální pankreatektomii zůstávají intaktní.

Cévní zásobení postresekčního pankreatického remnantu po PDE je značně variabilní a souvisí s odstupem a průběhem DPA. Při experimentu byla ve 30 % případů (6/20) oblast krčku, tedy oblast pankreatikojejunoanastomózy, cévně zásobena pouze nekonstantními spojkami mezi *arteria splenica* a *arteria pancreatica transversa*. Jednalo se o případy, u nichž DPA odstupovala z *arteria hepatica communis* (4/20) a případ (1/20), u nějž DPA odstupovala z *truncus coeliacus*. V těchto případech protínala DPA resekční linii a při resekci byla přerušena. V jednom případě (1/20) nebyla DPA přítomna vůbec a v původním stavu byla oblast krčku a těla slinivky zásobena z *arteria pancreatica transversa*, odstupující z *arteria pancreaticoduodenalis superior anterior*.

Závěry našeho experimentu se shodují s výsledky námi publikované metaanalýzy provedené na 2322 anatomických a radiologických případech. Z ní vyplývá, že *arteria pancreatica dorsalis* je v populaci přítomna u 95,8 % pacientů. Nejčastěji odstupuje z *arteria lienalis* (37,6 %), méně z *arteria hepatica communis* v 18,3 %, z *truncus coeliacus* v 11,9 % a z *arteria mesenterica superior* ve 23,9 % případů. Ostatní místa odstupu jsou vzácná a představují jen 2,77 % případů. Mnohočetná DPA byla popsána v 1,7 % případů. Potenciální rizikové anatomické uspořádání, při němž DPA odstupuje z *arteria hepatica communis* či *truncus coeliacus*, je přítomné v populaci v 30,2 % případů. V těchto případech DPA může probíhat resekční linií pankreatoduodenektomie a hrozí její perioperační poranění. Rizikové anatomické uspořádání z hlediska možného nedostatečného cévního zásobení postresekčního remnantu po PDE je v populaci přítomno v 34,4 % případů (Rousek M. et al., 2022).

Současně jsme prokázali, že není statisticky významný rozdíl ve výskytu DPA v anatomických studiích a v úspěšnosti jejího zobrazení na CT vyšetření. Rovněž procentuální zastoupení jejího odstupu z jednotlivých tepen se nelišilo mezi anatomickými a radiologickými studii. Z toho vyplývá, že CT vyšetření v tepenné fázi je vhodnou metodou k předoperační vizualizaci DPA (Rousek M. et al., 2022). Předoperační vizualizací průběhu a odstupu DPA může pomoci snížit riziko jejího perioperačního poranění. Současně

jsme předoperačně schopni určit pacienty s potenciálně rizikovým anatomickým uspořádáním, kteří se nacházejí ve zvýšeném riziku výskytu ischemie postresekčního remnantu. Výsledky našeho experimentu byly ověřeny retrospektivní srovnávací analýzou. Pacienti, u nichž bylo na předoperačním CT vyšetření nalezeno rizikové anatomické uspořádání, dosahovali statisticky signifikantně vyššího výskytu pooperační pankreatické píštěle než pacienti s nerizikovým anatomickým uspořádáním ($p = 0,039$). U pacientů s DPA odstupující z *arteria hepatica communis* byl zaznamenán výskyt POPF v 38 % případů (5/13). U pacientů s DPA odstupující z *truncus coeliacus* byla POPF přítomna u 36 % pacientů (4/11). Při chybění DPA byl výskyt POPF zaznamenán u 40 % případů (2/5). Celkový výskyt POPF v našem souboru činil 23 % případů (35/150).

Závěry naší práce plánujeme dále ověřit prospektivní studií a multivariantní analýzou. V případě, že se takto podaří prokázat vztah mezi rizikovým anatomickým uspořádáním a zvýšeným rizikem rozvoje POPF, bylo by možné rozšířit stávající známé rizikové faktory rozvoje POPF.

8. SUMMARY

Variants of the anatomical structure of the pancreas are rare but potentially clinically very important. The anatomical arrangement of the vascular supply of the pancreas is highly variable.

The vascular supply of the head of the pancreas is relatively constant compared to the neck, body and tail of the pancreas. It consists of the supply from the coeliac trunk and the superior mesenteric artery. The vascular supply is mediated by branches of the superior pancreaticoduodenal artery and the inferior pancreaticoduodenal artery. Both arteries send numerous branches to the head of the pancreas. Collaterals with the right branch of the dorsal pancreatic artery are also present. The gastroduodenal and inferior pancreaticoduodenal arteries were found clinically relevant during pancreaticoduodenectomy. The gastroduodenal artery passed through the line of resection in 100 % (20/20) cases, it was always present, and it was a constant branch from the common hepatic artery. The inferior pancreaticoduodenal artery passes through the resection line of pancreaticoduodenectomy when the mesopancreas is transacted. The inferior pancreaticoduodenal artery is highly variable. In our experiment, one artery was present at this location in 70 % (14/20) of cases and two arteries in remaining 30 % (6/20).

The vascular supply of the postresection pancreatic remnant after distal pancreatectomy is constant and is ensured by the branches of the anterior and posterior pancreatic arcades. The vascular supply of the neck and the body of the pancreas is highly variable. The dominant artery supplying this area is the dorsal pancreatic artery. It arose from the common hepatic artery in 20 % (4/20) of cases, from the coeliac trunk in 15 % (3/20), from the superior mesenteric artery in 25 % (5/20) and from the splenic artery in 35 % (7/20) of cases. In 5 % (1/20) of cases, we did not demonstrate the presence of the dorsal pancreatic artery at all. Also, the doubled artery, described by some authors, was not present. In its course, it interfered with the pancreaticoduodenectomy resection line in 25 % (5/20) of cases. It was the dorsal pancreatic artery arising from the common hepatic artery in 100 % (4/4) and the dorsal pancreatic artery arising from the coeliac trunk in 33 % (1/3) of the cases. Great pancreatic artery occurred in 50 % (10/20) of cases. Pancreatic branches of the splenic artery featured variable number, most often, there were 2–3 small branches. The caudal pancreatic artery was present in 75 % (15/20) of cases and in 47 % (7/15) of cases it was duplicated. It arose from the splenic artery or the left gastroepiploic artery. The vascular

supply of the post-resection pancreatic remnant after pancreaticoduodenectomy is variable. It is related to the course of the dorsal pancreatic artery. In 30 % (6/20) of cases, the area of the pancreaticojejunostomy was vascularized only by inconstant connections between the splenic and transverse pancreatic arteries. These were the cases where the dorsal pancreatic artery arose from the common hepatic artery (4/20) and the case (1/20) where the dorsal pancreatic artery arose from the coeliac trunk. In these cases, the dorsal pancreatic artery crossed the line of resection. In one case, the dorsal pancreatic artery was not present at all before resection, and in the original state, the neck and body of the pancreas were supplied by the transverse pancreatic artery emanating from the superior pancreaticoduodenal artery.

The conclusions of our experiment coincide with the results of our published meta-analysis based on 2,322 anatomical and radiological cases. It shows that the dorsal pancreatic artery is present in 95.8 % of patients. It most often arises from the splenic artery (37.6 %), but it originates in the common hepatic artery in 18.3 %, coeliac trunk in 11.9 %, and superior mesenteric artery in 23.9 %. Other places of origin are rare, representing 2.77 % of cases. Multiple dorsal pancreatic arteries were described in 1.7 % of cases. At the same time, we demonstrated that there was no statistically significant difference in the occurrence of the dorsal pancreatic artery in anatomical studies and visualisation rate on CT examination. Also, the origin of the dorsal pancreatic artery from individual arteries did not differ between anatomical and radiological studies. CT examination in the arterial phase is a suitable method for preoperative visualisation of the dorsal pancreatic artery. The dorsal pancreatic artery could be preoperatively visualised, and the risk of intraoperative injury and bleeding could be reduced.

The results of our experiment were verified by a retrospective comparative analysis. Patients with a potentially critical anatomical arrangement found on the preoperative CT scan had a significantly higher incidence of postoperative pancreatic fistula ($p=0.039$). In cases of DPA originating from the common hepatic artery, the occurrence of POPF was found in 38 % of cases (5/13). In cases of DPA arising from the coeliac artery, POPF was present in 36 % of patients (4/11). In the absence of DPA, the occurrence of POPF was found in 40 % of cases (2/5). The total incidence of POPF in our group was 23 % of cases (35/150).

We plan to verify further the conclusions of our work with a prospective study with multivariate analysis. If the relationship between critical anatomical arrangement and an increased risk of developing POPF can be demonstrated in this way, it would be possible to expand the existing known risk factors for the development of POPF.

9. PŘEHLED LITERATURY

1. Blumgart, L.H., Hann, L.E., 2012. Surgical and radiologic anatomy of the liver, biliary tract, and pancreas. In: Jarnagin W.R., Blumgart L.H. Blumgart's Surgery of the Liver, Pancreas and Biliary Tract. 5th Edition. Philadelphia: Saunders, 31-57. ISBN: 9780323340625.
2. Fisher, W.E., Andersen, D.K., Windsor, J.A., Saluja, A.K., Brunicaardi, F. 2015. Pancreas. In: Brunicaardi, F., Andersen, D.K., Billiar, T.R., Dunn, D.L., Hunter, J.G., Matthews, J.B., Pollock, R.E. Schwartz's principles of surgery. 10th Edition. New York: McGraw-Hill, 1341-1422. ISBN: 0071796754.
3. Zenker, M., Lerch, M., 2018. Congenital and Inherited Anomalies of the Pancreas. In: Beger, H., Warshaw, A., Hruban, R., Büchler, M., Lerch, M., Neoptolemos J.P., Shimosegawa, T., Whitcomb, D.C., Groß, C. The Pancreas: An Integrated Textbook of Basic Science, Medicine, and Surgery. 3rd Edition. New Jersey: Wiley-Blackwell, 24 - 41. ISBN: 978-1-119-18839-1.
4. Mosca, S., Di Gregorio, F., Regoli, M., Bertelli, E., 2014. The superior horizontal pancreatic artery of Popova: a review and an anatomoradiological study of an important morphological variant of the pancreatica magna artery. *Surg Radiol Anat.* 36, 1043–1049.
5. Peng, Y.P., Zhu, X.L., Yin, LD., Zhu, Y., Wei, J.S., Wu, J.L., Miao, Y., 2017. Risk factors of postoperative pancreatic fistula in patients after distal pancreatectomy: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep.* 7, 185.
6. Cheadle, W.G., 2006. Risk factors for surgical site infection. *Surg Infect.* 7, S7-11.
7. Beane, J.D., Pitt, H.A., Dolejs, S.C., Hogg, M.E., Zeh, H.J., Zureikat, A.H. Assessing the impact of conversion on outcomes of minimally invasive distal pancreatectomy and pancreatoduodenectomy. *HPB*, 20(4), 356-363.
8. Tian, F., Wang, Y.Z., Hua, S.R., Liu, Q.F., Guo J.C., 2020. Laparoscopic assisted pancreaticoduodenectomy: an important link in the process of transition from open to total laparoscopic pancreaticoduodenectomy. *BMC Surg.* 20(1), 89.
9. Strasberg, S.M., McNevin, M.S., 1998. Results of a technique of pancreaticojejunostomy that optimizes blood supply to the pancreas. *J Am Coll Surg.* 187(6), 591-6.
10. Fitzgerald, P.J., 1980. Medical anecdotes concerning some diseases of the pancreas. *Monogr Pathol.* 21, 1-29.
11. Gersh, C.J., 2012. Naming the body: A translation with commentary and interpretive essays of three anatomical works attributed to Rufus of Ephesus. (Thesis). University of Michigan, Ann Arbor, MI.

12. Tsuchiya, R., Fujisawa, N., 1997. On the etymology of "pancreas". *Int J Pancreatol.* 21(3), 269-72.
13. Tando, Y., Yanagimachi, M., Matsushashi, Y., Nakamura, T., Kamisawa, T., 2010. A Brief Outline of the History of the Pancreatic Anatomy. *Dig Surg.* 27, 84-86.
14. Busnardo, A.C., DiDio, L.J., Tidrick, R.T., Thomford, N.R., 1983. History of the pancreas. *Am J Surg.* 146, 539-550.
15. Giardiello, C., Trojaniello, B., Giardiello, A., 2007. Murder for a duct. Wirsüng and Hoffmann: the true story of the discovery of the main pancreatic duct. *Chir Ital.* 59(6), 857-60.
16. Howard, J.M., Hess, W., Traverso, W., 1998. Johann Georg Wirsüng (1589-1643) and the pancreatic duct: the prosector of Padua, Italy. *J Am Coll Surg.* 187(2), 201-11.
17. Catchpole, H.R., 1940. REGNIER de GRAAF 1641-1673. *Bulletin of the History of Medicine.* 8, 1261–1300.
18. Keck, F.S., Duntas, L.H., 2007. Brunner’s missing “Aha experience” delayed progress in diabetes research by 200 years. *Horm.* 6(3), 251–254.
19. Von Haller, A., 1745. *Iconum anatomicarum.* Vol. 2. Goettingen: Vandenhoeck, 1-50.
20. Lerch M., Domschke, W., 2000. Abraham Vater of the Ampulla (Papilla) of Vater. *Gastroenterology.* 118(2), 379.
21. Kleinerman, R., John, A., Etienne, D., Turner, B., Shoja, M.M., Tubbs, R.S., Loukas, M., 2014. Giovanni Domenico Santorini (1681-1737): a prominent physician and meticulous anatomist. *Clin Anat.* 27(4), 545-7.
22. Morrison H., 1938. Contributions to the Microscopic Anatomy of the Pancreas. *Nature.* 141, 1038.
23. Testut, L., 1894. *Traité d'anatomie humaine: anatomie descriptive, histologie, développement,* vol. 3. 666-675.
24. Romodanowskaja, Z., 1926. Die arterien der Bauchspeicheldrüse. *Z Anat Entwickl Gesch.* 76, 506-514.
25. Woodburne, R.T., Olsen, L.L., 1951. The arteries of the pancreas. *Anat Rec.* 111(2), 255-270.
26. Michels, N.A., 1942. The variational anatomy of the spleen and splenic artery. *Am J Anat.* 70(1), 21-72.
27. Čihák, R., 2002. *Anatomie 2. Druhé, upravené a doplněné vydání,* Praha: Grada Publishing, 119-126. ISBN 978-80-247-0143-1.

- 28.** Longnecker, D.S., Gorelick, F., Thompson, E.D., 2018. Anatomy, Histology, and Fine Structure of the Pancreas. in Beger, H., Warshaw, A., Hruban, R., Büchler, M., Lerch, M., Neoptolemos J.P., Shimosegawa, T., Whitcomb, D.C., Groß, C. The Pancreas: An Integrated Textbook of Basic Science, Medicine, and Surgery. 3rd Edition. New Jersey: Wiley-Blackwell, 10-13. ISBN: 978-1-119-18839-1.
- 29.** Culligan, K., Remzi, F.H., Soop, M., Coffey, J.C., 2013. Review of nomenclature in colonic surgery - Proposal of a standardised nomenclature based on mesocolic anatomy. *Surgeon*. 11(1), 1-5.
- 30.** Toldt, C., 1879. Bau und Wachstumsveränderungen der Gekröse des menschlichen Darmkanales. *Denkschriften der Akademie der Wissenschaften*. 41(2), 1-56.
- 31.** Wang, X., Zhang, H., Wang, T., Lau, W.Y., Wang, X., Sun, J., Yuan, Z., Zhang, Y., 2017. The concept and controversy of retroperitoneal nerve dissection in pancreatic head carcinoma. *Int J Oncol* 47, 2017-2027.
- 32.** Leung, P.S., Ip S.P., 2006. Pancreatic acinar cell: Its role in acute pancreatitis. *Int J Biochem Cell Biol*. 38(7), 1024-30.
- 33.** Balko, J., Tonar, Z., Varga, I., 2017. *Memorix histologie*. 2. doplněné vydání. Praha: Triton, 560. ISBN: 978-80-7553-249-7.
- 34.** Bertelli, E., Di Gregorio, F., Bertelli, L., Mosca, S., 1995. The arterial blood supply of the pancreas: a review. I. The superior pancreaticoduodenal and the anterior superior pancreaticoduodenal arteries. An anatomical and radiological study. *Surg Radiol Anat*. 17(2), 97-106.
- 35.** Murakami, G., Hirata, K., Takamuro, T., Mukaiya, M., Hata, F., Kitagawa, S., 1999. Vascular anatomy of the pancreaticoduodenal region: A review. *J Hep Bil Pancr Surg*. 6, 55-68.
- 36.** Douard, R., Chevallier, J.M., Delmas, V., Cugnenc, P.H., 2006. Clinical interest of digestive arterial trunk anastomoses. *Surg Radiol Anat*. 28(3), 219-27.
- 37.** Rio Branco da Silva, P., 1912. *Essai sur l'anatomie et la médecine opératoire du tronc cœliaque et de ses branches de l'artère hépatique en particulier*. Paris: Steinheil, 119-122.
- 38.** Kirk, E., 1931. Untersuchungen über die gröbere und feinere topographische Verteilung der Arterien, Venen und Ausführungsgänge in der menschlichen Bauchspeicheldrüse. *Z Ges Anat*. 94, 822-875.
- 39.** Macchi, V., Porzionato, A., Picardi, E.E., Stecco, C., Morra, A., Bardini, R., De Caro, R., 2014. Clinical anatomy of the caudal pancreatic arteries and their relevance in the surgery of the splenic trauma. *Ital J Anat Embryol*. 119(2), 141-7.
- 40.** Rousek, M., Whitley, A., Kachlík, D., Balko, J., Záruba, P., Belbl, M., Nikov, A., Ryska, M., Gürlich, R., Pohnán, R., 2022. The dorsal pancreatic artery: A meta-analysis with clinical correlations. *Pancreatology*. 22(2), 325-332.

- 41.** Mikami, Y., Otsuka, A., Unno, M., 2008. Surgical Vascular Anatomy and Histology. In: Beger, H.G., Matsuno, S., Cameron, J.L., Rau, B.M., Sunamura, M., Schulick, R.D. Diseases of the Pancreas. 1st Edition. Heidelberg: Springer, 19-28. ISBN: 978-3-540-28656-1.
- 42.** Stingl, J., Borůvka, V., Brestáková, M., Ruzbarský, V., Vaněk, I., 1985. Vascularization of the body and tail of the pancreas. *Folia Morphol.* 33(4), 338-43.
- 43.** Gillot, C., Hureau, J., Aaron, C., Martini, R., Thaler, G., Michels, N.A., 1964. The superior mesenteric vein, an anatomic and surgical study of eighty-one subjects. *J Int Coll Surg.* 41, 339-69.
- 44.** Kozu, T., Suda, K., Toki, F., 1995. Pancreatic development and anatomical variation. *Gastrointest Endosc Clin N Am.* 5, 1-30.
- 45.** Mortelé, K.J, Rocha, T.C., Streeter, J.L., Taylor, A.J., 2006. Multimodality imaging of pancreatic and biliary congenital anomalies. *Radiographics.* 26, 715-731.
- 46.** Odgers, P.N., 1930. Some Observations on the Development of the Ventral Pancreas in Man. *J Anat.* 65, 1-7.
- 47.** Dinter, D., Löhr, J.M., Neff, K.W., 2007. Bifid tail of the pancreas: benign bifurcation anomaly. *AJR Am J Roentgenol.* 189, 251-253.
- 48.** Bockman D.E., 2008. Development of the Pancreas and Response to Disease. In: Beger, H.G., Matsuno, S., Cameron, J.L., Rau, B.M., Sunamura, M., Schulick, R.D. Diseases of the Pancreas. 1st Edition. Heidelberg: Springer, 3-8. ISBN: 978-3-540-28656-1.
- 49.** Borghei, P., Sokhandon, F., Shirkhoda, A., Morgan, D.E., 2013. Anomalies, anatomic variants, and sources of diagnostic pitfalls in pancreatic imaging. *Radiology.* 266, 28-36.
- 50.** Voldsgaard, P., Kryger-Baggesen, N., Lisse, I., 1994. Agenesis of pancreas. *Acta Paediatrica.* 83, 791-793.
- 51.** Shirkhoda, A., Borghei, P., 2007. Anomalies and anatomic variants of the pancreas. in Gore, R.M., Levine, M.S. Textbook of gastrointestinal radiology. 3rd Edition. Philadelphia: Saunders, 1869-1884.
- 52.** Schnedl, W.J., Piswanger-Soelkner, C., Wallner, S.J., Reittner, P., Krause, R., Lipp, R.W., Hohmeier, H.E., 2009. Agenesis of the dorsal pancreas and associated diseases. *Dig Dis Sci.* 54, 481-7.
- 53.** Fujii, H., Matsumoto, Y., Suda, K., 2008. Congenital Anomalies of the Pancreas and the Extrahepatic Bile Ducts. In: Beger, H.G., Matsuno, S., Cameron, J.L., Rau, B.M., Sunamura, M., Schulick, R.D. Diseases of the Pancreas. 1st Edition. Heidelberg: Springer, 9-17.

- 54.** Kamisawa, T., Kuruma, S., Tabata, T., Chiba, K., Iwasaki, S., Koizumi, S., Kurata, M., Honda, G., Itoi, T., 2015. Pancreaticobiliary maljunction and biliary cancer. *J Gastroenterol.* 50, 273–279.
- 55.** Kamisawa, T., Takuma, K., Anjiki, H., Egawa, N., Kurata, M., Honda, G., Tsuruta, K., Sasaki, T., 2009. Pancreaticobiliary maljunction. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 7(11), S84-8.
- 56.** Hyvärinen, I., Hukkinen, M., Kivisaari, R., Parviainen, H., Nordin, A., Pakarinen, M.P., 2019. Increased prevalence of pancreaticobiliary maljunction in biliary malignancies. *Scand J Surg.* 108(4), 285-290.
- 57.** Alonso-Lej, F., Rever, W.B., Pessagno, D.J., 1959. Congenital choledochal cyst, with a report of 2, and an analysis of 94 cases. *Int Abstr Surg.* 108(1), 1-30.
- 58.** Morine, Y., Shiamda, M., Takamatsu, H., Araida, T., Endo, I., Kubota, M., Toki, A., Noda, T., Matsumura, T., Miyakawa, S., Ishibashi, H., Kamisawa, T., Shimada, H., 2013. Clinical features of pancreaticobiliary maljunction: update analysis of 2nd Japan-nationwide survey. *J Hepatobiliary Pancreat Surg.* 20, 472-80.
- 59.** DiMagno, M.J., Wamsteker, E.J., 2011. Pancreas divisum. *Curr Gastroenterol Rep.* 13(2), 150-6.
- 60.** Fogel, E.L., Toth, T.G., Lehman, G.A., DiMagno, M.J., DiMagno, E.P., 2007. Does endoscopic therapy favorably affect the outcome of patients who have recurrent acute pancreatitis and pancreas divisum? *Pancreas.* 34(1), 21-45.
- 61.** Bernard, J.P., Sahel, J., Giovannini, M., Sarles, H., 1990. Pancreas divisum is a probable cause of acute pancreatitis: a report of 137 cases. *Pancreas.* 5(3), 248-54.
- 62.** Cotton, P.B., 1980. Congenital anomaly of pancreas divisum as cause of obstructive pain and pancreatitis. *Gut.* 21(2), 105-14.
- 63.** Lowes, J.R., Rode, J., Lees, W.R., Russell, R.C., Cotton, P.B., 1988. Obstructive pancreatitis: unusual causes of chronic pancreatitis. *Br J Surg.* 75(11), 1129-33.
- 64.** Chamokova, B., Bastati, N., Poetter-Lang, S., Bican, Y., Hodge, J.C., Schindl, M., Matos, C., Ba-Ssalamah, A., 2018. The clinical value of secretin-enhanced MRCP in the functional and morphological assessment of pancreatic diseases. *Br J Radiol.* 91(1084), 20170677.
- 65.** Mosler, P., Akisik, F., Sandrasegaran, K., Fogel, E., Watkins, J., Alazmi, W., Sherman, S., Lehman, G., Imperiale, T., McHenry, L., 2012. Accuracy of magnetic resonance cholangiopancreatography in the diagnosis of pancreas divisum. *Dig Dis Sci.* 57(1), 170-4.
- 66.** Lehman, G.A., Sherman, S., Nisi, R., Hawes, R.H., 1993. Pancreas divisum: results of minor papilla sphincterotomy. *Gastrointest Endosc.* 39(1), 1-8.

67. Rousek, M., Kachlik, D., Nikov, A., Pintova, J., Ryska, M., 2018. Gastric duplication cyst communicating to accessory pancreatic lobe: A case report and review of the literature. *World J Clin Cases*. 6(16), 1182-1188.
68. Shim, J.R., Park, S.J., Park, H.M., Lee, E.C., Han, S.S., 2018. Are you prepared for pancreas bifidum? A case report. *Ann Surg Treat Res*. 94(1), 49-51.
69. Bailey, P.V., Tracy, T.F., Connors, R.H., Mooney, D.P., Lewis, J.E., Weber, T.R., 1993. Congenital duodenal obstruction: a 32-year review. *J Pediatr Surg*. 28(1), 92-5.
70. Lukash, W.M., Johnson, R.B., Bishop, R.P., 1970. Aberrant pancreas in the stomach: radiographic and gastroscopic findings. *Gastrointest Endosc*. 16(3), 148-50.
71. Abrahams, J.I., 1966. Heterotopic pancreas simulating peptic ulceration. *Arch Surg*. 93(4), 589-92.
72. Cazacu, I.M., Luzuriaga Chavez, A.A., Noguera Gonzalez, G.M., Saftoiu, A., Bhutani, M.S., 2019. Malignant Transformation of Ectopic Pancreas. *Dig Dis Sci*. 64(3), 655-668.
73. Rimal, D., Thapa, S.R., Munasinghe, N., Chitre, V.V., 2008. Symptomatic gastric heterotopic pancreas: clinical presentation and review of the literature. *Int J Surg*. 6, 52–54.
74. Juricic, M., Djagbare, D.Y., Carmassi, M., Panait, N., Faure, A., NDour, O., NGom, G., Merrot, T., 2018. Heterotopic pancreas without Meckel's diverticulum in children as unique cause of gastrointestinal bleeding: think about it! *Surg Radiol Anat*. 40(8), 963-965.
75. Yuan, Z., Chen, J., Zheng, Q., Huang, X.Y., Yang, Z., Tang, J., 2009. Heterotopic pancreas in the gastrointestinal tract. *World J Gastroenterol*. 15(29), 3701-3.
76. Lund, D.P., 2012. Alimentary Tract Duplications. *Pediatr Surg*. 2, 1155-63.
77. Hunter, C.J., Connelly, M.E., Ghaffari, N., Anselmo, D., Gonzalez, I., Shin, C., 2008. Enteric duplication cysts of the pancreas: a report of two cases and review of the literature. *Pediatr Surg Int*. 24, 227–233.
78. Bertelli, E., Di Gregorio, F., Bertelli, L., Civeli, L., Mosca, S., 1996. The arterial blood supply of the pancreas: a review. II. The posterior superior pancreaticoduodenal artery. An anatomical and radiological study. *Surg Radiol Anat*. 18(1), 1-9.
79. Kosinski, C., 1928. Quelques observations sur le rameaux du tronc cœliaque et des artères mésentériques chez l'homme. *CR Ass Anat*. 23, 241-260
80. Falconer, C.W., Griffiths, E., 1950. The anatomy of the blood-vessels in the region of the pancreas. *Br J Surg*. 37(147), 334-44.
81. Lipshutz, B., 1917. A composite study of the coeliac axis artery. *Ann Surg*. 65, 159–169.

- 82.** Nebesar, R.A., Kornblith, P.L., Pollard, J.J., Michels, N.A., 1969. Coeliac and superior mesenteric arteries. A correlation of angiograms and dissections. Little Brown and Company, Boston. 201-213.
- 83.** Issajew, P.O., 1932. Ein Fall von Anomalie der Aa. coeliaca und mesenterica sup. *Anat Ber.* 23, 70.
- 84.** Kageyama, Y., Kokudo, T., Amikura, K., Miyazaki, Y., Takahashi, A., Sakamoto, H., 2016. The arc of Buhler: special considerations when performing pancreaticoduodenectomy. *Surg Case Rep.* 2(1), 21.
- 85.** Pitzorno, M., 1920. Morfologia delle arterie del pancreas. *Arch Ital Anat Embriol.* 18, 1-48
- 86.** Petren, T., 1929. Die Arterien und Venen des Duodenums und des Pankreaskopfes beim Menschen. *Z Ges Anat.* 90, 234–277.
- 87.** Thomford, N.R., Chandnani, P.C., Taha, A.M., Chablani, V.N., Busnardo, A.C., 1986. Anatomic characteristics of the pancreatic arteries: radiologic observations and their clinical significance. *Am J Surg.* 151, 690–693.
- 88.** Edwards, L.F., 1941. The retroduodenal artery. *Anat Rec.* 81, 351-355.
- 89.** Vandamme, J.P., Van der Schueren, G., Bonte, J., 1967. Vascularisation du pancréas: proposition de nomenclature P.N.A. et angioarchitecture des îlots. *C R Ass Anat.* 137, 1184–1189.
- 90.** Michels, N.A., 1952. Blood supply of the stomach. *Anat Rec.* 112, 361.
- 91.** Bertelli, E., Di Gregorio, F., Bertelli, L., Orazioli, D., Bastianini, A., 1997. The arterial blood supply of the pancreas: a review. IV. The anterior inferior and posterior pancreaticoduodenal aa., and minor sources of blood supply for the head of the pancreas. An anatomical review and radiologic study. *Surg Radiol Anat.* 19(4), 203-12.
- 92.** Bertelli, E., Di Gregorio, F., Bertelli, L., Civeli, L., Mosca, S., 1996. The arterial blood supply of the pancreas: a review. III. The inferior pancreaticoduodenal artery. An anatomical review and a radiological study. *Surg Radiol Anat.* 18(2), 67-74.
- 93.** Calas, F., Martin, R., Bouchet, Y., Polliack, D., 1955. Les artères de la tête du pancréas. *CR Ass Anat.* 89, 362–367
- 94.** Delagrangé, A.B., Barbin, J.Y., 1966. Contribution à l'étude de la vascularisation artérielle du pancréas. *CR Ass Anat.* 135, 297-306.
- 95.** Michels, N.A., 1962. The anatomic variations of the arterial pancreaticoduodenal arches: their importance in regional resection involving the gallbladder, bile ducts, liver, pancreas and parts of the small and large intestines. *J Inter Coll Surg.* 37, 13-40.

- 96.** Bertelli, E., Di Gregorio, F., Mosca, S., Bastianini, A., 1998. The arterial blood supply of the pancreas: a review. V. The dorsal pancreatic artery. An anatomic review and a radiologic study. *Surg Radiol Anat.* 20(6), 445-52.
- 97.** Matsumura, H., 1998. The significance of the morphology of the dorsal pancreatic artery in determining the presence of the accessory right hepatic artery passing behind the portal vein. *Acta Anat Nippon.* 73, 517-527.
- 98.** Melliére, D., 1968. Variations des artères hépatiques et du carrefour pancréatique. *J Chir.* 95, 5-42.
- 99.** Covantev, S., Mazuruc, N., Belic, O., 2019. The Arterial Supply of the Distal Part of the Pancreas. *Surg Res Pract.* 20, 2019:5804047.
- 100.** Ebner, I., Anderhuber, F., 1985. Arterielle Gefäßversorgung der Cauda pancreatis unter besonderer Berücksichtigung der cauda-corporealen Gefäßbeziehungen. *Acta Anat.* 121(2), 115-23.
- 101.** Fiedor, P., Kaminski, P., Rowinski, W, Nowak, M., 1993. Variability of the arterial system of the human pancreas. *Clin. Anat.* 6, 213-216.
- 102.** Koops, A., Wojciechowski, B., Broering, D.C., Adam, G., Krupski-Berdien, G., 2004. Anatomic variations of the hepatic arteries in 604 selective celiac and superior mesenteric angiographies. *Surg Radiol Anat.* 26(3), 239-44.
- 103.** Hiatt, J.R., Gabbay, J., Busuttil, R.W., 1994. Surgical anatomy of the hepatic arteries in 1000 cases. *Ann Surg.* 220(1), 50-2.
- 104.** Stauffer, J.A., Bridges, M.D., Turan, N., Nguyen, J.H., Martin, J.K., 2009. Aberrant right hepatic arterial anatomy and pancreaticoduodenectomy: recognition, prevalence and management. *HPB.* 11(2), 161-5.
- 105.** Northover, J.M., Terblanche, J., 1979. A new look at the arterial supply of the bile duct in man and its surgical implications. *Br J Surg.* 66(6), 379-84.
- 106.** Cirocchi, R., D'Andrea, V., Lauro, A., Renzi, C., Henry, B.M., Tomaszewski, K.A., Rende, M., Lancia, M., Carlini, L., Gioia, S., Randolph, J., 2019. The absence of the common hepatic artery and its implications for surgical practice: results of a systematic review and meta-analysis. *Surgeon* 3, 172–185.
- 107.** Huang, C.M., Chen, R.F., Chen, Q.Y., Wei, J., Zheng, C.H., Li, P., Xie, J.W., Wang, J.B., Lin, J.X., Lu, J., Cao, L.L., Lin, M., 2015. Application value of a 6-type classification system for common hepatic artery absence during laparoscopic radical resections for gastric cancer: a large-scale single-center study. *Medicine (Baltimore).* 94(32), e1280.
- 108.** Rousek, M., Zaruba, P., Ryska, M., Pohnan R., 2022. Rare Variant of the Replaced Common Hepatic Artery During Pancreaticoduodenectomy. *Indian J Surg.* 84, 510–512.

- 109.** Gillot, C., Hureau, J., Aaron, C., Martini, R., Thaler, G., Michels, N.A., 1964. The superior mesenteric vein, an anatomic and surgical study of eighty-one subjects. *J Int Coll Surg.* 41, 339-69.
- 110.** Gao, Y., Lu, Y., 2018. Variations of Gastrocolic Trunk of Henle and Its Significance in Gastrocolic Surgery. *Gastroenterol Res Pract.* 6, 3573680.
- 111.** Strasberg, S.M., Drebin, J.A., Mokadam, N.A., Green, D.W., Jones, K.L., Ehlers, J.P., Linehan, D., 2002. Prospective trial of a blood supply-based technique of pancreaticojejunostomy: effect on anastomotic failure in the Whipple procedure. *J Am Coll Surg.* 194(6), 746-58.
- 112.** Kwon, H.J., Ha, H.T., Choi, Y.Y., Kim, S.G., 2015. The effects of the end-to-side inverted mattress pancreaticojejunostomy on postoperative pancreatic fistula: a single surgeon's experience. *Ann Surg Treat Res.* 89(2), 61-7.
- 113.** Schindl, M., Függer, R., Götzinger, P., Längle, F., Zitt, M., Stättner, S., Kornprat, P., Sahara, K., Hlauschek, D., Gnant, M. 2018. Austrian Breast and Colorectal Cancer Study Group. Randomized clinical trial of the effect of a fibrin sealant patch on pancreatic fistula formation after pancreatoduodenectomy. *Br J Surg.* 2018. 105(7), 811-819.
- 114.** Andrianello, S., Marchegiani, G., Malleo, G., Masini, G., Balduzzi, A., Paiella, S., Esposito, A., Landoni, L., Casetti, L., Tuveri, M., Salvia, R., Bassi, C., 2020. Pancreaticojejunostomy With Externalized Stent vs Pancreaticogastrostomy With Externalized Stent for Patients With High-Risk Pancreatic Anastomosis: A Single-Center, Phase 3, Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg.* 155(4), 313–321.
- 115.** Marchegiani, G., Perri, G., Burelli, A., Zoccatelli, F., Andrianello, S., Luchini, C., Donadello, K., Bassi, C., Salvia, R., 2021. High-risk Pancreatic Anastomosis vs. Total Pancreatectomy after Pancreatoduodenectomy: Postoperative Outcomes and Quality of Life Analysis. *Ann Surg.* [published online ahead of print, Mar 4. 2021].
- 116.** Macchi, V., Picardi, E.E.E., Porzionato, A., Morra, A., Bardini, R., Loukas, M., Tubbs, R.S., De Caro, R., 2017. Anatomico-radiological patterns of pancreatic vascularization, with surgical implications: Clinical and anatomical study. *Clin Anat.*;30(5), 614-624.
- 117.** Subar, D., Pietrasz, D., Fuks, D., Gayet, B., 2015. A novel technique for reducing pancreatic fistulas after pancreaticojejunostomy. *J Surg Case Rep.* 9(7), rjv074.
- 118.** Bassi, C., Dervenis, C., Butturini, G., Fingerhut, A., Yeo, C., Izbicki, J., Neoptolemos, J., Sarr, M., Traverso, W., Buchler, M., 2005. Postoperative pancreatic fistula: an international study group (ISGPF) definition. *Surgery.* 138(1), 8-13.
- 119.** Bassi, C., Marchegiani, G., Dervenis, C., Sarr, M., Hilal, M.A., Adham, M., Allen, P., Andersson, R., Asbun, H.J., Besselink, M.G., Conlon, K., Del Chiaro, M., Falconi, M., Fernandez-Cruz, L., Fernandez-Del Castillo, C., Fingerhut, A., Friess, H., Gouma, D.J., Hackert, T., Izbicki, J., Lillemoe, K.D., Neoptolemos, J.P., Olah, A., Schulick, R.,

Shrikhande, S.V., Takada, T., Takaori, K., Traverso, W., Vollmer, C.R., Wolfgang, C.L., Yeo, C.J., Salvia, R., Buchler, M., 2017. The 2016 update of the International Study Group (ISGPS) definition and grading of postoperative pancreatic fistula: 11 Years After. *Surgery*. 161(3), 584-591.

120. McMillan, M.T., Christein, J.D., Callery, M.P., Behrman, S.W., Drebin, J.A., Hollis, R.H., Kent, T.S., Miller, B.C., Sprys, M.H., Watkins, A.A., Strasberg, S.M., Vollmer, C.M. Jr., 2016. Comparing the burden of pancreatic fistulas after pancreatoduodenectomy and distal pancreatectomy. *Surgery*. 159(4), 1013-22.

121. Pedrazzoli, S., 2017. Pancreatoduodenectomy (PD) and postoperative pancreatic fistula (POPF). *Medicine*. 96(19), e6858.

122. Záruba, P., Rousek, M., Kočišová, T., Havlová, K., Ryska, M., Pohnán, R., 2022. A comparison of surgical approaches in the treatment of grade C postoperative pancreatic fistula: A retrospective study. *Front Surg*. 9, 9:927737.

123. Bannone, E., Andrianello, S. Marchegiani, G., Masini, G., Malleo, G., Bassi C., Salvia, R., 2018. Postoperative Acute Pancreatitis Following Pancreaticoduodenectomy: A Determinant of Fistula Potentially Driven by the Intraoperative Fluid Management. *Ann Surg*. 268(5), 815-822.

124. Ryska, M., Rudis, J., 2014. Pancreatic fistula and postoperative pancreatitis after pancreatoduodenectomy for pancreatic cancer. *Hepatobiliary Surg Nutr*. 3, 268–275.

125. Wu, Z.X., Yang, X.Z., Cai, J.Q., Liao, L.M., Yang, L., Lin, Y.N., Tan J.M. Digital subtraction angiography and computed tomography angiography of predominant artery feeding pancreatic body and tail. *Diabetes Technol Therapeut*. 13, 537-541.

126. Hong, K.C., Freeny, P.C., 1999. Pancreaticoduodenal arcades and dorsal pancreatic artery: comparison of CT angiography with three-dimensional volume rendering, maximum intensity projection, and shaded-surface display. *Am J Roentgenol*. 172, 925-931.

127. Jiang, C.Y., Liang, Y., Chen, Y.T., Dai, Z.S., Wang W., 2021. The anatomical features of dorsal pancreatic artery in the pancreatic head and its clinical significance in laparoscopic pancreatoduodenectomy. *Surg Endosc*. 35(2), 569-575.

128. Kumar, K.H., Garg, S., Yadav, T.D., Sahni, S., Singh, H., Singh R., 2021. Anatomy of peripancreatic arteries and pancreaticoduodenal arterial arcades in the human pancreas: a cadaveric study. *Surg Radiol Anat*, 43(3), 367-375.

PŘÍLOHY

Přehled publikační činnosti autora

1. Původní vědecké práce in extenso, které jsou podkladem disertace.

a) s impakt faktorem

- **Rousek M.**, Whitley A., Kachlík D. et al., 2022. The dorsal pancreatic artery: A meta-analysis with clinical correlations. *Pancreatology*. 22(2), 325-332. doi: 10.1016/j.pan.2022.02.002. (IF 3,996).
- **Rousek M.**, Zaruba P., Ryska M. et al., 2022. Rare Variant of the Replaced Common Hepatic Artery During Pancreaticoduodenectomy. *Indian J Surg*. 84(S2), 510–512. (IF 0,609).
- **Rousek M.**, Kachlik D., Nikov A. et al., 2018. Gastric duplication cyst communicating to accessory pancreatic lobe: A case report and review of the literature. *World J Clin Cases*. 6(16), 1182-1188. (IF 1,153)
- Záruba P., **Rousek M.**, Kočíšová T. et al., 2022. A comparison of surgical approaches in the treatment of grade C postoperative pancreatic fistula: A retrospective study. *Front Surg*. 9, 9:927737. (IF 2,568).

2. Původní vědecké práce in extenso bez vztahu k tématu disertace

a) s impakt faktorem

- Schütz Š.O., **Rousek M.**, Pudil J., et al., 2022. Delayed Post-Traumatic Hemobilia in a Patient With Blunt Abdominal Trauma: A Case Report and Review of the Literature. *Mil Med*. 27, usac230. (IF 1,563).

b) bez impakt faktoru

- Menclová K., Traboulsi E., Nikov A., ..., **Rousek M.** et al., 2016. Léčba akutní apendicitidy: retrospektivní analýza vlastního souboru [Treatment of acute appendicitis: Retrospective analysis]. *Rozhl Chir*. 95(8), 317-321.
- Pudil J., Batko S., Menclová K., **Rousek M.**, Ryska M., 2018. Therapy of colorectal carcinoma liver metastases. *Gastroent Hepatol*. 72(5), 391–396.

- Pudil J., Petruželka L., Batko S., ..., **Rousek M.** et al., 2019. Multidisciplinary team in colorectal cancer treatment - analysis of our patients in 2017. Multidisciplinární tým v léčbě kolorektálního karcinomu - analýza vlastní sestavy nemocných za rok 2017. Rozhl Chir. 98(10), 414-417.

3. Vybrané přednášky a plakátová sdělení na odborných setkáních

- The 14th Congress of the European-African Hepato-Pancreato-Biliary Association. Bilbao, Španělsko, 2021
Pudil J., Batko S., **Rousek M.**, et al. Surgical Treatment of Liver Metastases from Gastrointestinal Stromal Tumor
- 9. kongres chirurgie jater, žlučových cest a pankreatu. Plzeň, 2022.
Rousek M. Cévní zásobení postresekčního pankreatického remnantu
- 8. kongres chirurgie jater, žlučových cest a pankreatu. Plzeň, 2018.
Rousek M., Kachlík D., Nikov A., Ryska M. Duplikační cysta žaludku komunikující s akcesorním lalokem slinivky
- 45. Brněnské onkologické dny. Brno, 2021.
Pudil J., Batko S., **Rousek M.**, et al. Chirurgická léčba jaterních metastáz gastrointestinálního stromálního tumoru
- Vědecká konference 2. lékařské fakulty University Karlovy. Praha, 2022
Rousek M., Whitley A., Kachlík D., et al. The Dorsal Pancreatic Artery: a meta-analysis
- XXVIII. jarní setkání na zámku Zbiroh a 15. Postgraduální kurz Společnosti pro gastrointestinální onkologii. Zbiroh, 2019.
Záruba P., **Rousek M.**, Ryska M. Náhodný nález dilatace pankreatického vývodu – časný příznak karcinomu hlavy pankreatu

4. Publikované abstrakty

- Pudil J., Batko S., **Rousek M.** et al., 2021. Surgical Treatment of Liver Metastases from Gastrointestinal Stromal Tumor. HPB. 23, S853-S854.

5. Odborné stáže a jiné vědecké aktivity

2020–2021: European University Diploma, Hepatic Pancreatic and Biliary Cancers: Oncosurgical strategies. Paul Brousse Hospital, Hepato-Biliary Center, Paris Sud University. Paříž, Francie

2022: stáž na Chirurgické klinice

Klinik und Poliklinik für Chirurgie, Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München. Mnichov, Německo

2022-2024 Projekt Oncomonitor, spoluřešitel

Monitorace volné cirkulující DNA u pacientů po resekci pankreatu, Praha