

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Bc. Misska Kamath Nkengue

Léčby ischemické cévní mozkové příhody

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Vávra, DiS.

Olomouc 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Olomouci dne 2. 5. 2024

Misska Kamath Nkengue

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu práce Tomáši Vávrovi za vedení mé diplomové práce, ochotu a čas, který si pro mě vždy udělal. Mé díky patří také mému tatínkovi, který mi vždy radil a podporoval mě při plnění mých cílů. Též bych chtěla poděkovat Janě Kolomazníkové a Miloši Kolomazníkovi za jejich ochotu, trpělivost a morální podporu.

ANOTACE

Typ závěrečné práce:	Diplomová práce
Téma práce:	Léčba ischemické cévní mozkové příhody
Název práce:	Léčba ischemické cévní mozkové příhody
Název práce v AJ:	Treatments of ischemic stroke
Datum zadání:	2023-10-10
Datum odevzdání:	2024-05-03
Vysoká škola:	Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta:	Fakulta zdravotnických věd
Ústav:	Ústav radiologických metod
Autor práce:	Bc. Misska Kamath Nkengue
Vedoucí práce:	Mgr. Tomáš Vávra, DiS.
Oponent práce:	Mgr. Lada Skácelová, MBA

Abstrakt v ČJ:

Cílem této diplomové práce je posoudit vliv zavedení intrakraniálních aspiračních katétrů na efektivitu endovaskulární léčby ischemických cévních mozkových příhod (iCMP), zejména se zaměřením na zkrácení doby rekanalizačního výkonu a snížení počtu pasáží nutných k obnovení krevního toku v postižených cévách. V teoretické části práce je představen přehled patofyziologie iCMP a současných léčebných metod. Praktická část práce je založena na kvantitativním šetření, kde byla data získána retrospektivní analýzou pacientů léčených v nemocničním zařízení. Výsledky naznačují, že použití různých intrakraniálních aspiračních katétrů může významně přispět k rychlejšímu a efektivnějšímu managementu iCMP, což může vést k lepší prognóze pacientů.

Abstrakt v AJ:

The aim of this thesis is to assess the effect of intracranial aspiration catheters on the effectiveness of endovascular treatment of ischemic stroke (iCMP), with a particular focus on the reduction of recanalization time and the number of passages required to restore blood flow in the affected vessels. The theoretical part of the thesis presents an overview of the pathophysiology of iCMP and current treatment methods. The practical part of the thesis is based on a quantitative investigation where data were obtained by retrospective analysis

of patients treated in a hospital setting. The results suggest that the use of different intracranial aspiration catheters can significantly contribute to faster and more effective management of iCMP, which may lead to a better prognosis for patients.

Klíčová slova v ČJ: ischemická cévní mozková příhoda, aspirační katétr, endovaskulární léčba, rekanalizace, akutní péče

Klíčová slova v AJ: ischemic stroke, aspiration catheter, endovascular treatment, recanalization, acute care

Rozsah: 79 s.

Obsah

Úvod	7
1 Cévní mozkové příhody	9
1.1 Důsledky cévní mozkové příhody ve světě	9
1.2 Anatomie cévního zásobení mozku	12
1.3 Patogeneze a etiologie	13
2. Diagnostika ischemické cévní mozkové příhody	17
2.1 Význam zobrazovacích metod v diagnostice iCMP	19
2.2 Hodnotící škály užívané v rámci klasifikace CMP	29
3. Léčba iCMP metodami intervenční radiologie	33
3.1 Trombolytická terapie	33
3.2 Endovaskulární metody léčby iCMP	35
3.3 Analýza provedených studií v rámci hodnocení výstupu léčby pacientů s iCMP	39
4. Praktická část	41
4.1 Cíle a hypotézy výzkumu	41
4.2 Metodika výzkumného šetření a popis výzkumného souboru	43
4.3 Zjištěné výsledky a jejich interpretace	45
Závěr	69
Referenční seznam	71
Seznam použitých zkratk	77
Seznam tabulek	79
Seznam grafů	79
Seznam obrázků	79
Seznam příloh	79

Úvod

V úvodu si přiblížíme hlavní téma této práce a tím je cévní mozková příhoda (CMP), ta je dle Světové zdravotnické organizace (WHO) definována jako rychlý rozvoj ložiskových nebo celkových klinických příznaků dysfunkce mozku s příznaky poruchy jeho funkčnosti, které trvají déle než dvacet čtyři hodin, popřípadě vedou k úmrtí, a to bez evidence příčiny jiné než cévní (Nevšimalová, 2002). Kalita (2010, s. 8) definuje cévní mozkovou příhodu jako „akutní postižení určité oblasti mozku na podkladě náhle cévní poruchy v příslušné oblasti mozku, která buď poškodí mozkovou tkáň poruchou dodávky kyslíku a živin (porucha prokrvení), nebo poškodí mozkovou tkáň mechanicky – výronem krve“.

CMP, známá také jako iktus nebo lidově mozková mrtvice, je druhou až třetí nejčastější neúrazovou příčinou úmrtí a je jedním z hlavních důvodů invalidity dospělých ve světě. V České republice je CMP, podle Bruthanse (2009), druhou nejčastější příčinou úmrtí způsobenou cévními onemocněními. CMP se může projevit náhle vzniklými symptomy postižení mozkové funkce v důsledku poruchy prokrvení mozku. Podle mechanismu vzniku se dělí na dva hlavní typy: ischemickou a hemoragickou cévní mozkovou příhodu.

První typ: ischemická cévní mozková příhoda (iCMP), někdy označována také jako kardioembolická, resp. mozkový infarkt, je zároveň nejčastějším typem mozkových příhod. Její nejčastější příčinou je nevalvulární fibrilace síní nebo flutter síní. Fibrilace síní je zároveň nejčastější arytmií v dospělé populaci.

Druhý typ: hemoragická cévní mozková příhoda (hCMP) se projevuje intracerebrálním a meningeálním krvácením a tvoří menší část případů v rámci skupiny pacientů postižených CMP.

V akutní péči se obě kategorie mohou projevit stejně a mohou vyžadovat totožné diagnostické postupy. V obou případech se jedná o akutní stav, který vyžaduje neodkladnou, včasnou lékařskou pomoc. Příčinu, resp. typ CMP nelze určit pouze na základě klinického vyšetření a s jistotou je od sebe rozlišit, proto jsou často popisovány jako celek i přesto, že je to velmi různorodá skupina onemocnění, kdy ischemická a hemoragická příčina se svou následnou léčbou různí. Tento fakt přibližuje Bruthans (2010), který udává, že se jedná o velmi heterogenní stavy: iCMP představuje 80 až 90 % všech CMP, oproti tomu hCMP pouze 10 až 20 % případů a meningeální krvácení představuje méně než 2 % CMP. Mezi CMP se někdy řadí i trombóza mozkových splavů, jelikož se jedná rovněž o onemocnění cév,

kde se mohou klinicky objevit příznaky ložiskového postižení mozku, nicméně některé příznaky jsou odlišné (Bousser, Ferro, 2007).

Teoretická část této práce se zaměřuje na nejčastější typ, tedy na ischemickou cévní mozkovou příhodu. Důležité je seznámit čtenáře s relevantními teoretickými poznatky o fyziologii orgánů, patofyziologii onemocnění a metodách vyšetření, což umožní lepší pochopení praktické části práce. V teoretické části je přiblíženo toto onemocnění nejen teoretickými poznatky týkajícími se zasažených orgánů, ale také z hlediska důsledků, které iCMP má pro společnost a jedince, abychom zdůraznili potřebu věnovat se tomuto tématu. V této části nalezneme mimo jiné popis metod diagnostiky iCMP a způsoby její léčby. Tomu byl také uzpůsoben sběr dat a stanoveny konkrétní hypotézy, kdy hlavním tématem bylo, zda může mít některý ze zvolených způsobů obnovení krevního toku (rekanalizace) lepší výsledky oproti jiným. Způsobů a možností léčby je více, pro mou práci byly zvoleny možnosti provedení mechanické rekanalizace stentretreiverem Solitarie (eV3), či provedení prosté aspirace intrakraniálním aspiračním katétrek Sofia (MicroVention), popř. jejich kombinací.

Praktická část mé práce pak ověřuje, zda má relativně nedávné zavedení intrakraniálních aspiračních katétrů, jedné z metod endovaskulární léčby iCMP, souvislost se zkrácením celkového času vlastního rekanalizačního výkonu, či se snížením počtu pasáží nutných k dosažení obnovení krevního toku postiženou cévou. Výsledky mé práce by pak mohly mít hodnotu pro praxi a mohly by vést k preferenci některé z uváděných způsobů terapie.

1. Cévní mozkové příhody

Nemoci cév jsou v medicíně velmi důležitým tématem, způsobují více nemocnosti a smrtnosti, než kterékoliv jiné nemoci, a to i v České republice, uvedeno například viz Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) v „Czechia: Country Health Profile 2023“ (2023). Důvodem je, že výskyt cévních onemocnění je častý a má mnohdy závažné, někdy i smrtelné, následky. Některé příčiny cévních onemocnění souvisí s procesem stárnutí a stav cév tak ukazuje i na biologický věk člověka. U většiny nemocí cév, například u aterosklerózy, vysokého krevního tlaku nebo zánětů cév, nevíme jistě, co je způsobuje, z tohoto důvodu je těžká i jejich léčba.

Jednou z nejčastějších vaskulárních onemocnění je zmíněná ateroskleróza. Ateroskleróza je problém pro lidi na celém světě, ale zejména pro obyvatele rozvinutých (vyspělých) zemí, kde se za posledních sto let hodně změnil způsob života. Produkce potravin z části přešla do továren, kde se vyrábí jídlo s různými přísadami. Takové jídlo obsahuje vyšší množství soli, fosfátů, cukrů, tuků aj. aditiv, nicméně zároveň je levné a chutné. V kombinaci se sedavým způsobem života, nedostatkem spánku a pohybu, způsobuje takový životní styl vyšší míru obezity v populaci. Je zřejmé, že obezita, zejména tzv. viscerální obezita, a ateroskleróza jsou častým uváděným rizikovým faktorem např. rozvoje ischemické choroby srdeční. Viscerální tuk produkuje látky, adipokiny, které škodí cévám a způsobují záněty, které pak vedou právě k ateroskleróze (Zámečník, 2019).

V úvodu bylo zmíněno, že CMP se řadí mezi nejčastější příčiny mortality a morbidity ve vyspělých zemích, kdy iCMP zahrnuje okolo 80 % všech mozkových příhod s vysokým procentem úmrtí, které se pohybuje mezi 10 a 17 %, a u pacientů s rozsáhlou lézí na mozkovém povodí pak až 75 %. Výsledný zdravotní stav pacienta po prodělání iCMP je závislý především na místě okluze tepny a rychlosti její rekanalizace. Nejdůležitější je poskytnout léčbu v co nejrychlejším možném časovém úseku, kdy lze vysledovat signifikantní korelaci mezi včasnou intervencí a výrazně vyšší šancí na dobrý výsledný klinický stav po 90 dnech od provedené léčby, zároveň se také významně snižuje riziko mortality (Školoudík, Šaňák a kol., 2013).

1.1 Důsledky cévní mozkové příhody ve světě

Ischemické CMP tedy zahrnují okolo 80 % všech mozkových příhod a Školoudík, Šaňák a kol. (2013) upřesňují, že celosvětově se jedná o přibližně 15 milionů postižených obyvatel

ročně, kdy více než 50 % pacientů zůstává po prodělané iCMP nesoběstačných, tj. s různou mírou stupně invalidity a funkční závislosti. S ohledem na nové případy (viz uváděných 15 milionů nových případů za rok) představuje iCMP celosvětový problém systému veřejného zdravotnictví. Bėjot a kol. (2009) odhaduje, že toto onemocnění je ročně odpovědné přibližně za 5,7 milionů úmrtí.

V letech 1990 až 2010 se věkově standardizovaná incidence iCMP významně snížila o cca 12 % ve vyspělých zemích, a naopak zvýšila v rozvojových zemích. Populační zátěž cévní mozkovou příhodou se však obecně zvyšuje, přičemž většina zátěže incidentních cévních mozkových příhod byla v zemích s nízkými a středními příjmy (Feigin a kol., 2014). Pro lepší srovnání Lopez a kol. (2006) uvádí, že iCMP představují 52 % cévních úmrtí v Africe ve srovnání s 38 % v Evropě. Ačkoli se věkově standardizovaná míra úmrtnosti na iCMP v posledních dvou desetiletích (v době provedené studie) celosvětově snížila, tak počet úmrtí v souvislosti s nimi je stále velký a zejména celková globální zátěž způsobená důsledky iCMP je vysoká a stále roste (Feigin a kol., 2014).

Je třeba si uvědomit, že iCMP je závažné onemocnění z hlediska osobního, rodinného, společenského a také ekonomického, protože je významnou příčinou úmrtí a invalidity. Ve Spojených státech amerických zdroje uvádějí celkem 5,8 milionů případů iCMP a ve starší populaci 15 zemí Evropy odhady uvádějí cca 2,7 milionů prevalentních případů a přes 500 tisíc incidentních případů ročně. Celkem se počet úmrtí na CMP ve 48 evropských zemích odhaduje přes 1,2 milionů ročně, z toho cca 500 tisíc ročně ve 27 členských státech Evropské unie (EU). Ischemickou CMP tak lze považovat za celosvětovou epidemii a v žádném případě není problémem omezeným pouze na západní země nebo země s vysokými či nízkými příjmy. Přibližně 85 % všech úmrtí na iCMP je však registrováno v zemích s nízkými a středními příjmy. Současné a očekávané údaje o iCMP přímo souvisí s demografickými změnami, k nimž dochází jak v České republice, tak také ve světě. Světová populace ve věku 60 let a více činila v roce 1990 cca 488 milionů osob a v roce 2030 se předpokládá, že dosáhne přibližně 1,363 milionů osob, přičemž jde o procentuální nárůst o 180 %. V roce 1990 bylo v rozvojových zemích 58 % světové populace starších lidí, zatímco v roce 2030 budou v těchto zemích žít přibližně dvě třetiny celkové populace starších lidí. Vzhledem k tomu, že věk je jedním z nejpodloženějších rizikových faktorů pro iCMP, znamená stárnutí světové populace rostoucí počet ohrožených osob. Mezi členy EU je např. Itálie zemí s nejvyšším procentem ohrožených osob, kde je osob starších 65 let téměř 20 %. U této části italské populace se tak očekává přibližně 153 000 nových případů iCMP každý rok. Za předpokladu stabilní míry výskytu

se odhadovalo celkem až 195 000 nových případů, a to pouze v důsledku demografického stárnutí, tedy bez ostatních možných příčin (Di Carlo a kol., 2009).

Přibližně polovině osob, které prodělaly iCMP, zůstane určitý stupeň tělesného nebo kognitivního postižení, přičemž potřeba podpory při běžných denních činnostech přímo ovlivňuje kvalitu života pacientů a také jejich příbuzných, kteří často přebírají roli pečovatелů. Pro udržení osob, které přežily iCMP, je tato neformální péče cenným ekonomickým zdrojem i pro zdravotnickým systém. Dostupná fakta a čísla mohou snadno vysvětlit, proč ekonomická zátěž iCMP vyžaduje stále větší pozornost pro efektivnější plánování zdravotní péče. Mezinárodní srovnání studií nákladů na iCMP ukázalo, že se jedná v průměru o 0,27 % hrubého domácího produktu. Ischemická CMP tak v národních zdravotnických systémech péče představovala ~3 % celkových výdajů na zdravotní péči. Ve Spojených státech byly celkové přímé a nepřímé náklady na iCMP v roce 2008 odhadovány na 65,5 miliardy dolarů. Přímé náklady, které zahrnují náklady na lékaře a další zdravotnické pracovníky, akutní a dlouhodobou péči, léky a další služby, které se vztahují na zdravotní péči o pacienty, a také na zdravotnické prostředky dlouhodobé spotřeby atp., představují 67 % celkových nákladů, zatímco zbývajících 33 % připadá na nepřímé náklady, které zohledňují ztráty produktivity dospělého jedince v důsledku nemoci a úmrtnosti. Ve 27 zemích EU se celkové roční náklady na iCMP odhadují na 27 miliard EUR, další částka ve výši 11,1 miliard EUR je vypočtena jako hodnota neformální péče, viz Di Carlo (2009), který dále uvádí informace ze Spojeného království, kde zmiňuje přímé a nepřímé náklady a náklady na neformální péči, které byly hodnoceny z celospolečenského hlediska na základě údajů ze studie South London Stroke. Podíl starších osob ve Spojeném království činí více než 16 % z celkové populace a každoročně se očekává 130 000 nových případů iCMP a počet osob, které přežily iCMP, je více než jeden milion. Vzhledem k zátěži, kterou iCMP ve Spojeném království představuje, jsou ekonomická hodnocení nezbytná pro vhodné rozdělení dostupných prostředků a zdrojů. Celkové společenské náklady byly odhadnuty na 8,9 miliard liber ročně. Procentuální rozdělení bylo velmi blízké údajům EU. Zvláštní pozornost byla věnována výpočtu nákladů na hospitalizaci, nákladů na lékaře, terapeutů, diagnostické návštěvy, testy a léky v akutní fázi, spolu s analýzou výdajů na pobyt v rezidenčních zařízeních, pečovatelských domech nebo chráněných domovech atp. Dále bylo provedeno vyhodnocení nepřímých nákladů s odhadem ztráty výdělku v důsledku předčasného úmrtí a nemoci způsobené iCMP. Hodnocena byla také neformální péče, protože iCMP je hlavní příčinou invalidity, která způsobuje omezení v běžných činnostech, jako je chůze, řeč a ve společenské participaci,

či celkové soběstačnosti jedince. Ischemická CMP je tedy zdrojem značných ekonomických nákladů, ať už se jedná o systém léčby pacientů, či o následné funkční, a tím také finanční, závislosti pacientů na systému veřejných financí a externí pomoci (Di Carlo a kol., 2009).

Vedle tělesného postižení, a různých dalších omezení, se nepříznivé účinky významně projevují také v emoční a psychosociální zátěži, a to jak u postiženého jedince, tak i u celé jeho rodiny. Ve skutečnosti trpí velký počet lidí, kteří překonali iCMP také depresivními poruchami (Šilhán, Perničková, Hosák, 2012), tím lze dále rozšiřovat lékařské obory, do kterých důsledky iCMP zasahují, a na které mají další dopady.

Z uvedeného vyplývá, že péče o pacienty s iCMP je velmi nákladná a není zakončena samotnou léčbou v iktovém centru akutní péče, či podobném zařízení, proto je důležité zjistit, jaký je nejefektivnější léčebný zásah, který by minimalizoval dopad jak na zdravotnický systém, tak také na budoucí stav pacienta a jeho potřeby a minimalizoval tím i náklady na další rehabilitace, ať již zdravotní či sociální.

1.2 Anatomie cévního zásobení mozku

Centrální nervová soustava (CNS) je nejkomplexnějším orgánovým systémem lidského organismu, který má na starosti mj. zpracování podnětů, pohyb a je odpovědný za naše myšlení, prožívání, ale také chování a osobnostní rysy. Onemocnění CNS mohou vzniknout kdykoli v průběhu života, viz výše a výrazně přispívají k morbiditě i mortalitě ve společnosti, popř. závislosti na ni.

Mozek samotný je uložen v lebeční dutině a jeho hmotnost se pohybuje okolo 1 400 g. Mozková tkáň je velice náchylná na zásobení kyslíkem a glukózou. Mozek tvoří pouhé cca 2 % tělesné hmotnosti, ale přitom spotřebovává cca 20 % celkové spotřeby kyslíku organismu. Průtok krve v mozku je, díky autoregulaci rezistence mozkových cév, poměrně stabilní (Zámečník, 2019). Podřizují se mu veškeré regulace krevního toku v těle a pokud mozková tkáň potřebuje zvýšit jeho průtok, pak mozkové cévy mohou měnit průřez a průtok tak ovlivnit. Lze tak zajistit jeho dostatečný přívod i v klidovém režimu, např. pokud dojde ke snížení krevního tlaku (Jedlička, Keller a kol., 2005). Důležitou informací je, že mozek *„neskladuje kyslík ani živiny, a proto jeho správná funkce zcela závisí na nepřetržité 24hodinové dodávce z cirkulující tepenné krve. Pro normální funkci musí mozek obdržet přibližně 1l krve za minutu, což je kolem 15 % celkové krve, kterou srdce pumpuje za klidových podmínek.“* (Feigin, 2007, s. 34).

Hlavním zdrojem krve, resp. cévního řečiště pro mozek jsou pravá a levá arteria vertebralis, které společně s dalšími párovými cévami levá a pravá arteria carotis interna tvoří circulus arteriosus cerebri, tzv. Willisův okruh. Tento tepenný okruh se nachází v subarachnoideálním prostoru. Přes foramen magnum přicházejí obě arteriae vertebrales, dextra et sinistra, ty se asi po 3 cm průběhu spojí v nepárovou arterii basilaris (AB), která se větví na dvě arteriae cerebri posteriores (ACP), k těm vedou tepenné spojky (arteriae communicans posteriori (ACoP)) ze zmíněných párových arteriae carotis internae (ACI), které se větví na arteriae cerebri mediae (ACM) a arterie cerebri anteriores, mezi těmi pak nacházíme přední mozkou komunikantu, arteria communicans anterior (ACoA), tím vzniká základ kruhové cévní struktury, ze které pak vybíhá většina tepen zásobujících mozek a mozeček také viz Obrázek 1. (Čihák, 1997).

Tepny Willisova okruhu zásobují korové nebo podkorové struktury, dělí se tak na centrální a korové, viz obrázek 1. Feigin (2007, s. 37), který podává názorné vysvětlení cévního zásobení mozku: „Krevní zásobení mozku zajišťují 2 systémy tepen: karotické tepny (přední mozková cirkulace) a vertebrální tepny (zadní mozková cirkulace).“

1.3 Patogeneze a etiologie

„Před více než dvaceti lety byly cévní mozkové příhody (CMP) považovány za neléčitelné onemocnění. V posledních letech především díky rozvoji rekanalizační léčby a preventivních strategií došlo k výraznému posunu ve výsledcích péče o pacienty s ischemickými i hemoragickými CMP. V roce 1995, kdy byla zveřejněna první publikace potvrzující intravenózní trombolýzu (IVT) jako účinnou léčbu, byly cévní nemoci mozku příčinou úmrtí 18 139 obyvatel v České republice.“ (Bednařík a kol., 2020, s. 10).

CMP je charakterizována poškozením části mozku po obstrukci nebo ruptuře cévy. Přerušением průtoku krve nebo nahromaděním krve při ruptuře, dochází k poruše průtoku krve mozkovými cévami, což může vést k nedokrvení mozku s jeho následným možným poškozením. Mozkové buňky začínají odumírat již po 5 minutách dle postižené cévy a v oblasti mozku dochází k rozvoji klinických příznaků. Jak již bylo řečeno, mozková tkáň má jen velmi omezené zásoby. „Cerebrální metabolický obrat kyslíku je 3,5 ml/100 g tkáně za minutu (tj. asi 50ml za minutu pro celý mozek) a utilizace glukózy 5,5 mg/100 g tkáně za minutu (tj. asi 75 mg za minutu pro celý mozek. Produkce CO₂ v mililitrech je zcela shodná se spotřebou O₂. Právě glukóza je za normálních okolností hlavním energetickým zdrojem, přičemž mozek ke krytí svých energetických nároků využívá proces oxidační glykolýzy. V situaci

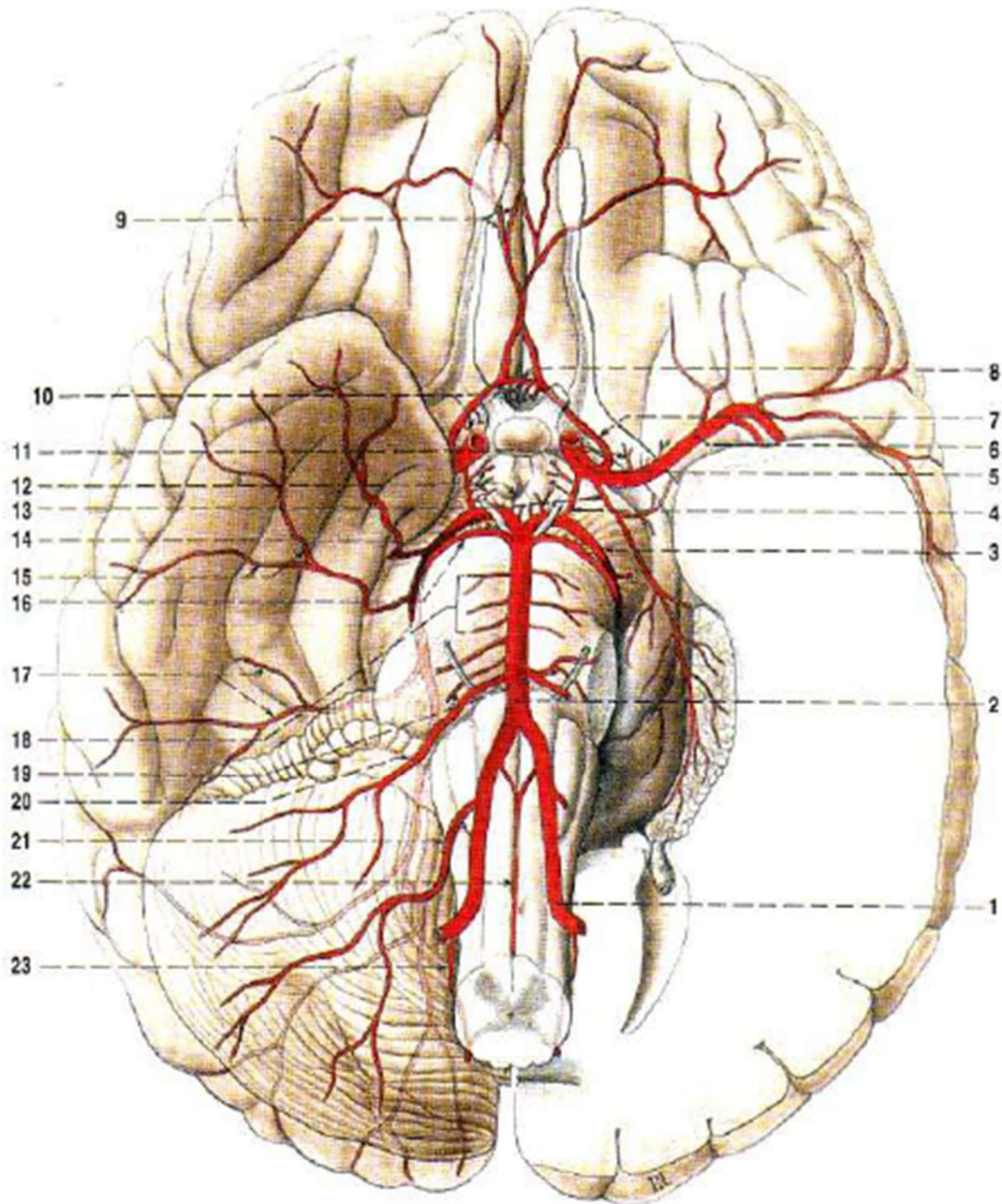
krajní nouze se mozek také obrací k metabolismu ostatních zdrojů, ale pouze za cenu dysfunkce a rozvoje ireverzibilních strukturálních změn. Porucha funkce neuromu, nastupující v prvních minutách ischemie.“ (Herzig, 2014, s. 11).

Procházka (2021) uvádí **tři hlavní etiopatogenetické faktory**:

Kardioembolie, ateroskleróza velkých tepen (označovaná také jako makroangiopatie nebo Cerebral Ischemia of Arterial Origin - CIAO) a poškození malých penetrujících mozkových tepen (mikroangiopatie, příčina lakunárních infarktů) - mají téměř stejný podíl na vzniku asi 80 % případů iCMP. Pouze 5 – 10 % případů mozkové ischemie je způsobeno jinými faktory, jako jsou disekce krčních tepen, stavy vedoucí k trombofilii, trombóza mozkových žil a vaskulitidy, které jsou častější u mladších pacientů, nebo čistě hemodynamický infarkt, a u dalších 5 – 10 % pacientů není možné příčinu určit (kryptogenní ischemická iCMP).

- a) Kardioembolické příčiny přímo souvisí se vznikem asi 20 – 30 % případů iCMP. Fibrilace síní a jiné srdeční arytmie, akutní infarkt myokardu, hypertrofie nebo přetížení levé strany srdce, akineze srdeční stěny, srdeční vady jako mitrální a aortální vady nebo implantace srdečních chlopní, jsou běžnými příčinami trombů v srdci, které mohou vést k embolii také do krčních a mozkových tepen, způsobující akutní mozkovou ischemii. Paradoxní embolie skrze otevřené foramen ovale jsou pak méně časté.
- b) Ateroskleróza velkých tepen je zjištěna jako příčina mozkové ischemie u 20 – 30 % pacientů s iCMP, avšak určitou míru aterosklerotického poškození lze najít u více než 70 % pacientů. Existují čtyři hlavní mechanismy, kterými ateroskleróza může způsobit mozkovou ischemii: hemodynamická hypoperfuze způsobená významnou stenózou nebo okluzí tepny, trombóza na místě stenózy, tromboembolie do distálního řečiště a přímá okluze malých penetrujících tepen aterosklerotickým plátem.
- c) Lakunární infarkty, způsobené poškozením malých penetrujících mozkových tepen, jsou dalším běžným etiopatogenetickým faktorem iCMP. Tyto infarkty, které obvykle nepřesahují velikost 15 mm, vznikají uzávěrem malých cév v bazálních gangliích, a jsou spojeny s lipohyalinózou a fibrinoidní nekrózou cévní stěny. Přestože lakunární syndrom může být klinicky identifikován, nemusí vždy znamenat, že infarkt vznikl v důsledku uzávěru malých tepének, protože může být také důsledkem embolie ze srdce nebo z aterosklerotického plátu.

Existence různých klasifikačních schémat, jako je TOAST a ASCO klasifikace, reflektuje obtíže při stanovení etiologie iCMP. V patogenezi iCMP hrají klíčovou roli dva základní mechanismy vedoucí k lokální ischemii a následnému poškození mozkových buněk: akutní uzávěr tepny a hemodynamické příčiny hypoperfuze. Akutní uzávěr tepny je běžnější a moderní zobrazovací metody umožňují jeho detekci u většiny pacientů s akutní ischemií. Rychlé obnovení průchodnosti tepny je klíčové pro zlepšení prognózy pacienta.



Obr. 193. TEPNY NA BAZI MOZKOVÉ S CIRCULUS ARTERIOSUS CEREBRI (WILLISI); poloschéma; v řezu hemisférou nejsou zakresleny struktury

- 1 a. vertebralis
- 2 a. basilaris
- 3 a. cerebri posterior
- 4 a. communicans posterior
- 5 a. carotis interna
- 6 a. cerebri media
- 7 a. cerebri anterior
- 8 a. communicans anterior
- 9 větvení a. cerebri anterior
- 10 aa. centrales anteromediales

- 11 aa. centrales anterolaterales
- 12 aa. centrales posteromediales
- 13 a. choroidea anterior
- 14 rr. temporales anteriores (arteriae cerebri posterioris)
- 15 rr. temporales intermedii (arteriae cerebri posterioris)
- 16 a. cerebelli superior
- 17 rr. temporales posteriores (arteriae cerebri posterioris)
- 18 aa. pontis
- 19 a. labyrinthi (a. meatus acustici interni)
- 20 a. cerebelli inferior anterior
- 21 a. cerebelli inferior posterior
- 22 a. spinalis anterior
- 23 a. spinalis posterior

2. Diagnostika ischemické cévní mozkové příhody

Úspěšné a přesné diagnostické procesy se opírají o několik klíčových pilířů. Jedním z nejdůležitějších kroků je důkladná anamnéza, která, pokud je to možné, zjišťuje zdravotní historii pacienta, což zahrnuje jak podrobný rozhovor o jeho minulých i současných zdravotních problémech, tak pečlivé zaznamenávání jakýchkoli předchozích léčebných zákroků či terapií. Ta se provádí buď s pacientem nebo jeho blízkými. Stejně tak zásadní je komplexní fyzikální vyšetření, během něhož lékař může vyhodnotit fyzický stav pacienta pomocí vizuální inspekce, palpce, poslechu a dalších metod, dále zde patří posouzení výsledků laboratorních testů a v případě CMP především zobrazovací vyšetření.

Diagnostika hCMP a iCMP se nikterak neliší, využívá se dostupných zobrazovacích metod a neurologického vyšetření spolu se správně odebranou anamnézou. Neurolog rozhodne, jak se bude s pacientem postupovat, požádá o vyšetření, resp. sám navrhne vyšetření a spolu s radiologem zvolí vhodnou zobrazovací metodu. Anamnestická data jsou důležitá, např. z hlediska případných alergií na kontrastní látku a vyloučení některých zobrazovacích metod. Pro léčbu je také nutné vědět, kdy CMP začala.

Školoudík, Šaňák a kol. (2013, s. 40) zdůrazňují, že „*časná diagnostika cévní mozkové příhody, rozlišení ischemické CMP od krvácení, vyloučení jiné příčiny náhle vzniklého neurologického deficitu, detekce místa okluze tepny, rozsahu a lokalizace ischemie jsou základním předpokladem úspěšně léčby pacienta.*“

Zvolené diagnostické metody v akutním stádiu mohou být:

Klinické vyšetření, kdy cílem je rychle zjistit, jak moc je pacient neurologicky postižen a zda jeho potíže nejsou způsobeny něčím jiným než CMP. Součástí vyšetření pacienta s akutní CMP je také orientační interní vyšetření, hlavně s ohledem na to, jak pracují důležité vitální a kardiovaskulární funkce (tlak krve, srdeční tep, tělesná teplota), (Herzig, 2014).

CT (z angl. Computed tomography) mozku, kdy cílem je:

- a. vyšetření a zjištění, co způsobilo náhlé zhoršení neurologických funkcí bez jiné etiologie než CMP (CT mozku bez kontrastní látky a postkontrastní),
- b. zjištění, zda je některá z mozkových tepen uzavřená (CT angiografie mozku)
- c. objasnění, jak je ovlivněn krevní oběh v mozku a jak velká je oblast poškození (CT perfuze mozku), (Školoudík, Šaňák a kol., 2013).

MRI (z angl. Magnetic Resonance Imaging) mozku, kdy cílem je:

- a. najít místo, kde je nedostatek kyslíku v mozku (DWI),
- b. vyloučit jiné příčiny náhlého neurologického postižení (T1, T2 vážené sekvence),
- c. zjistit, zda je některá z mozkových tepen s blokáci (MR angiografie mozku),
- d. určit, jak je narušen krevní oběh v mozku a jak velká je ohrožená oblast (MR perfuze mozku).

Sonografické vyšetření „Duplexní sonografické vyšetření krčních tepen a oftalmické cirkulace, transkraniální duplexní sonografické vyšetření -TCCS, event. Transkraniální dopplerometrie - TCD a TCD monitoring – cílem je detekovat cévní patologie v přívodných mozkových tepnách (aterosklerotické pláty, stenózy a okluze tepen, disekce, fibromuskulární dysplazii, vaskulitidy), a to v karotických a vertebrálních tepnách (duplexní sonografie krčních tepen) a intrakraniální tepnách (TCCS, TCD), stav kolaterálního řečiště (sonografické vyšetření oftalmické cirkulace, TCCS, TDC) a event. detekce mikroembolů (TCD monitoring).“ (Školoudík, Šaňák a kol., 2013, s. 40).

Laboratorní vyšetření (biochemické vyšetření, krevní obraz, koagulace), kdy cílem je:

- a. vyloučit jinou etiologii náhlé neurologické nedostatečnosti (např. hypoglykemie),
- b. zjistit, zda pacient nemá jiné nemoci (například selhání ledvin nebo poruchu srážení krve), které by mohly ztížit léčbu a zotavení pacienta,
- c. zjistit, co způsobilo mozkovou příhodu (např. nedostatečné ředění krve při léčbě warfarinem při mozkovém krvácení).

Elektrokardiogram (EKG), kdy je cílem zjistit, zda pacient nemá onemocnění srdce, dále provedením interního event. kardiologického vyšetření (TEE a TTE přichází na řadu až po akutním stadiu CMP) - cílem je diagnostikovat kardiologická onemocnění, event. etiopatogenetickou příčinu CMP (např. fibrilace síní). (Školoudík, Šaňák a kol., 2013). EKG doporučuje Herzig (2014) zejména tam, kde není nalezena jiná příčina iCMP, popř. proběhlo delší období od akutní fáze a existuje podezření na srdeční arytmií.

2.1 Význam zobrazovacích metod v diagnostice iCMP

Zobrazovací metody jsou důležitým nástrojem v diagnostice iCMP. Mohou poskytnout informace o lokalizaci a rozsahu postižení mozku, což je důležité pro stanovení diagnózy a volbu léčby.

Výběr zobrazovací metody závisí na konkrétním případě. CT je často první zobrazovací metodou, která se používá k diagnostice iCMP. MRI je vysoce citlivá metoda, která může být použita k identifikaci iCMP, dokonce i v raném stádiu. MRA a CT angiografie mohou být použity k identifikaci uzávěru cévy, který způsobil iCMP. Každá zobrazovací metoda má své výhody a nevýhody, případně je nejdříve provedena jedna a v případě nedostatečnosti druhá. Popisem jednotlivých metod naznačíme také vhodnost použití.

Nativní CT mozku

V současné době se nativní CT mozku používá jako první vyšetřovací metoda v naprosté většině center pro léčbu mozkových příhod. Jeho hlavní výhodou je možnost vyloučit intrakraniální krvácení (jako další běžnou příčinu akutního neurologického postižení), jinou než cévní příčinu neurologického postižení (např. nádor, absces, subdurální hematom) a také zhodnotit časné ischemické změny (Školoudík, Šaňák a kol., 2013).

Na nativním CT mozku se projevují časné ischemické změny jako pokles denzity mozkové tkáně a ztráta kontrastu (vyhlazení hranic) mezi šedou a bílou hmotou mozkovou. Tento jev je způsoben hlavně cytotoxickým edémem v ischemickém parenchymu. Rozsah časných ischemických změn se hodnotí pro posouzení možného účinku systémové trombolýzy. Pacienti s menšími časně ischemickými změnami než 1/3 oblasti a. cerebri media mají lepší výsledky po podání systémové trombolýzy (IVT = intravenózní trombolýza) než pacienti s většími časně ischemickými změnami, ale to neznamená, že by měli horší prognózu po IVT než pacienti bez časných ischemických změn.

V současnosti se nejčastěji používá skóre ASPECT (Alberta Stroke Program Early CT) pro hodnocení časných ischemických změn v oblasti a. cerebri media. Pacienti se skóre ASPECT vyšším než 7 mají lepší prognózu při léčbě IVT než pacienti se skóre nižším než 7. Nicméně skóre ASPECT neslouží k určení hranice, pod kterou by byla IVT nevhodná (Školoudík, Šaňák a kol., 2013). Herzig (2014) upozorňuje na fakt, že v akutní fázi iCMP může být nález falešně negativní. Výhody ve vyšetření vidí v dostupnosti a rychlosti, ale nevýhody v nedostatečné citlivosti, která neposkytuje informace o skutečném rozsahu ischemických změn. To potvrzuje také Hutýra a kol. (2011), který také vidí výhody v rychlosti a dostupnosti

a připomíná hlavní nevýhodu, kdy v počátcích „CT éry“ byly v prvních 12 hodinách od vzniku iktu nálezy falešně negativní. Heřman a kol. (2014) vidí výhodu CT nativní zejména při mozkových hemoragiích, které je toto vyšetření schopno prokázat v krátkém čase, kdy je zobrazen jako hypertenzní ložisko, které napovídá o krevní sraženině. Jeho použití je proto neocenitelné v akutních stavech, kde rychlá diagnostika a správné určení typu krvácení může mít přímý vliv na volbu léčebné strategie a záchranu pacientů.

CT angiografie

CT angiografie je velmi užitečné doplňkové vyšetření k nativnímu CT mozku u pacientů s iCMP, protože může prokázat místo uzavření mozkové tepny, případně je schopno oddělit od sebe uzávěr tepny od její stenózy. Provádí se tedy po nativním CT. CTA je jedinečná v hodnocení délky uzávěru tepny a může být také velmi prospěšná v hodnocení stavu kolaterálního řečiště (Školoudík, Šaňák a kol., 2013). Zdrojová data CT angiografie jsou nejčastěji „*poloautomaticky zpracována ve formě tzv. MIP (maximum intenzity projection) a dále ve 3D rekonstrukci.*“ (Hutyra a kol, 2011, s. 19). Takto zpracovaná data slouží k tomu, aby se případně nepřehlédly menší tromby (např. v a. basilaris) (Školoudík, Šaňák a kol., 2013). S ohledem na využití kontrastních látek přináší, krom rizika radiační zátěže, také riziko narušení integrity žilním vstupem, či možné alergické reakce.

Perfuzní CT mozku

CT perfuzní vyšetření lze využít k zobrazení perfuze mozku díky možnosti detekce průtoku kontrastní látky mozkem, kdy CT opakovaně skenuje stejnou část mozku po aplikaci kontrastní látky. Můžeme tak hodnotit prokrvení mozkové tkáně, resp. krevní průtok (cerebral bloodflow), mozkový krevní objem (cerebral blood volume) a střední čas průchodu krve mozkovou tkání (mean transit time) a vytvořit tak tzv. perfuzní mapy na základě průtoku, průchodu a objemu krve v různých částech mozku. Starší CT přístroje umožňovaly hodnocení uvedených parametrů jen ve dvou řezech. Modernější multidetektorové přístroje již umožňují zobrazení celé části mozku a hemisféry mozečku. Hodnocení mozkového kmene pomocí perfuzního CT vyšetření ale není zcela vhodné, jak uvádí Školoudík, Šaňák a kol. (2013).

Hutyra a kol. (2011, s. 20) udává, že „*oblast snížené mozkové perfuze pod 2 ml/100 mg mozkové tkáně je některými autory považována za jádro infarktu – tedy ireverzibilní změny.*“ Oproti tomu oblast penumbry (životaschopná) je definována prodlouženým časem průchodu krve mozkovou tkání (Hutyra a kol., 2011). Oproti CT nativní, umí poskytnout informace o rozsahu ischemických změn (Herzig, 2014).

MRI mozku (difúzně vážené snímky)

Magnetická rezonance je zobrazovací technika používaná k zobrazení vnitřních orgánů a tkání lidského těla. MRI využívá silné magnetické pole a elektromagnetické vlnění s vysokou frekvencí. Herzig (2014) uvádí, že v akutní fázi ICMP je MR více citlivá než CT nativní pro časné ischemické změny. Hlavní výhoda MRI spočívá ve faktu, že oproti CT u pacientů s iCMP má vynikající kontrast měkkých tkání. Díky tomu lze hodnotit infratentoriální struktury a hyperakutní ischemie v difúzně vážených obrazech (DWI) s daleko větší přesností (Školoudík, Šaňák a kol., 2013).

DWI je dle Hutry a kol. (2011) klíčová zejména díky citlivosti na pokles difuze molekul vody, která upozorňuje na ischemické poškození. Tato poškození můžeme pak sledovat jako hypointenzní zónu na tzv. ACD mapě a současně hypersignální na DWI skenu. Hutry a kol. (2011) zároveň upozorňuje, že tyto změny jsou často ireverzibilní, ale u pacientů léčených např. trombolýzou a v kombinaci s včasným obnovením krevního průtoku mohou být reverzibilní.

Herzig (2014) shrnuje hlavní výhody MRI na rozdíl od nativního CT v tom, lokalizovat a určit velikost ischemie, odlišit akutní stav od chronického, a tím spolehlivě určit, zda se jedná o novou či starou událost, dokáže zobrazit zadní jámu lebni a selektovat pacienty pro akutní rekanalizaci. Hutry a kol. (2011) ještě vyzdvihuje možnost predikce maligního mozkového infarktu nebo špatného klinického výsledku v případě uzávěru tepny.

Nevýhodou MRI je horší dostupnost, četnější kontraindikace (kardiostimulátor, kovový materiál, implantovaný srdeční defibrilátor), obtížnější provedení u ventilovaných pacientů, nevhodnost u pacientů s rizikem zvracení a následnou aspirací, delší doba vyšetření, kdy je nutné pacienta zklidnit na delší dobu, což může být limitací především u neklidných a somnolentních pacientů, a relativně vyšší cena vyšetření (Školoudík, Šaňák a kol., 2013; Herzig, 2014).

MRA (z angl. magnetic resonance angiography) angiografie

MR angiografie je součástí MRI protokolu u všech pacientů s akutní CMP, kteří jsou indikováni k MRI, protože CT vyšetření (disekce tepny, vaskulitid, infratentoriální ischemie, trombóza venózních splavů) u nich není možné nebo dostatečně informativní (Školoudík, Šaňák a kol., 2013). MRA je schopna zobrazit tepny (krční a mozkové) ve formě 3D angiogramu. Spolehlivost metody byla prokázána srovnáním s digitální subtrakční angiografií (DSA), CTA a sonografií (Hutry a kol., 2011).

Používá se k určení typu CMP (hemoragická nebo ischemická) a k určení příčiny CMP (trombóza nebo embolie). Je neinvazivní a nevyužívá rentgenové záření. Existují dva základní typy MRA:

- TOF MRA (Time-of-flight MRA) využívá sekvence, které měří dobu, za kterou krevní buňky protékají magnetickým polem. Je méně citlivá a specifická než CE MRA, ale je bezpečnější, protože nevyužívá kontrastní látku. Také je možné vyšetřit jen mozkové tepny kvůli omezení délky cívky. Pro zobrazení i krčních tepen je třeba udělat ještě jedno MRA vyšetření s přesunem cívky do oblasti krku (Školoudík, Šaňák a kol., 2013).
- CE MRA (Contrast-enhanced MRA), která využívá intravenózní podání kontrastního látky, ke zlepšení kontrastu mezi cévami a okolními tkáněmi, je citlivější a více specifická než TOF MRA, ale může způsobit alergické reakce z důvodu využití kontrastní látky, a také použití kontrastní látky výkon prodlužuje a prodražuje (Školoudík, Šaňák a kol., 2013).

MR perfuze

Perfuzní vážené zobrazení neboli perfusion-weighted imaging (PWI) je souhrnný název pro techniky, které dokážou zachytit změny průtoku krve v mozkové tkáni na úrovni mikrocév. Tyto techniky umožňují zobrazit aktuální stav perfuze mozkové tkáně po podání paramagnetické kontrastní látky (Školoudík, Šaňák a kol., 2013). V praxi se používají indexy:

- mozkový krevní průtok (cerebralbloodflow, CBF),
- mozkový krevní objem (cerebralbloodvolume, CBV),
- střední doba průchodu krve mozkovou tkání (mean transit time, MTT),
- čas do vrcholu koncentrace kontrastní látky v mozkové tkáni (time to peak, TTP),
- čas od aplikace kontrastní látky k maximální intenzitě signálu.

Tyto indexy se zobrazují jako barevné mapy, které lze následně odečíst. Výsledný obraz upozorňuje na oblast ischemie, protože zde dochází k poklesu nebo absenci kontrastní látky v porovnání s nezasaženou tkání. Význam PWI spočívá v tom, že lze nalézt oblasti narušené perfuze (tzv. oblast penumbry) tj. oblast, kterou lze včasnou rekanalizační terapií zachránit (Herzig, 2014) a také k určení rozsahu a závažnosti ischemie.

Sobesky (2012) dělí PWI na dva typy:

- Dynamické PWI, které měří průtok krve v mozkové tkáni v čase, to je citlivější než statické PWI k detekci ischemie, ale může být delší.
- Statické PWI měří průtok krve v mozkové tkáni v jednom okamžiku, to je méně citlivé než dynamické PWI k detekci ischemie, ale je rychlejší.

Výhody PWI jsou dle Sobeskyho (2012) v tom, že oproti jiným zobrazovacím metodám, které se používají k diagnostice CMP, je PWI:

- neinvazivní metoda, která nevyužívá rentgenové záření,
- je citlivější než CTA k detekci ischemie,
- může být použita k identifikaci oblastí penumbra.

Má ale také nevýhody, které Sobesky (2012) spatřuje v tom, že PWI:

- může být méně specifická než CTA,
- může být delší než CTA.

Duplexní sonografické vyšetření krční tepen

Duplexní sonografie krčních tepen představuje neinvazivní diagnostickou metodu, která pomocí ultrazvukových vln umožňuje vizualizaci struktur krčních tepen a poskytuje data o průtoku krve v těchto cévách. Toto vyšetření by mělo být rutinní součástí diagnostiky u pacientů s CMP a mělo by být k dispozici nepřetržitě ve specializovaných centrech. Obvykle se provádí pomocí lineární sondy s frekvencemi mezi 5 a 10 MHz. Okamžité provedení duplexní sonografie může přinést důležité informace o příčinách CMP, zejména pokud jde o následky onemocnění velkých tepen. Tato metoda umožňuje identifikovat akutní uzávěr karotických nebo vertebrálních tepen a odlišit je od chronické okluze. Dále umožňuje zjistit významné stenózy vnitřních karotid nebo vertebrálních tepen, které mohou vyžadovat chirurgický zákrok jako součást prevence dalších mozkových příhod. Díky použití tohoto vyšetření lze také zaznamenat mikroembolické signály, které jsou známkou drobných embolických událostí, což je spíše výjimkou. Sonografie má několik výhod, včetně nízkých požadavků na spolupráci pacienta, minimálních kontraindikací, rychlého provedení vyšetření a schopnosti poskytnout detailní a reálný obraz o stavu cévní stěny a charakteristikách aterosklerotických plátů. Pokud je pacient dobře vyšetřitelný, sonografické metody dosahují senzitivity srovnatelné s CT angiografií, bez nutnosti užití kontrastní látky, což z nich činí efektivní nástroj pro diagnostiku cévních onemocnění v rámci neurologie (Školoudík, Šaňák a kol., 2013).

Transkraniální barevná duplexní sonografie

Transkraniální barevná duplexní sonografie (TCCS) je diagnostická metoda, která kombinuje ultrazvukové vyšetření mozku s možností zobrazování krevního toku v reálném čase. Tato metoda umožňuje přes intaktní lebku vyšetřit morfologii a hemodynamické poměry v oblasti intrakraniální cirkulace. Kromě toho je možné zobrazit i další, mimocévní, intrakraniální struktury. Proces vyšetření probíhá tak, že pacient je umístěn vleže na zádech nebo vsedě. Ultrazvuková sonda je aplikována na různé části hlavy, aby se získaly obrazy z různých úhlů a hloubek. Během vyšetření může lékař sledovat krevní tok v hlavních mozkových tepnách a identifikovat případné abnormality, jako jsou např. stenózy, okluze nebo aneurysmata. TCCS je neinvazivní a obvykle bezbolestná metoda, která nevyžaduje použití ionizujícího záření a je proto bezpečná i pro opakované použití, nabízí možnost dvourozměrného zobrazení mozkových struktur a barevného zobrazování krevního toku, což umožňuje spojit vyšetření hemodynamických změn s detekcí strukturálních lézí. Tato metoda poskytuje přesnější měření rychlosti průtoku krve v důsledku možnosti korekce úhlu ultrazvukového paprsku, což TCD neumožňuje, jelikož nezobrazuje průběh tepen přímo. Vyšetření TCCS se obvykle provádí pomocí speciálních ultrazvukových sond s frekvencí 1 - 4 MHz. Standardní přístupy zahrnují transtemporální (z obou stran hlavy) a transforaminální (z oblasti pod týlní kostí). Kromě toho lze vyšetřovat i přes oční důlky, týlní kost, čelo a pod čelistí. TCCS zobrazuje základní intrakraniální anatomické struktury, jako jsou mozkový kmen, hemisféry, mozeček, bazální cisterny, třetí komoru a části postranních komor. Dále se zaměřuje na identifikaci cévních struktur, zobrazení krevního toku a měření rychlosti průtoku krve (Školoudík, Šaňák a kol., 2013).

TCCS je uznávanou metodou pro hodnocení stenózy vnitřních mozkových tepen. Základním ukazatelem pro ultrazvukovou detekci stenózy je zvýšení rychlosti průtoku krve v postiženém místě o více než 30 %. Dalšími indikátory mohou být nepravidelný tok krve, jev zvaný aliasing fenomén, patologické nálezy na B-mode obrazu a zmenšení průsvitu tepny viditelné v energetickém modu. Přesnost a spolehlivost této metody je porovnatelná s MRA, CTA nebo DSA (Dobiáš, 2014).

Nevýhodou je, že u přibližně 10 % pacientů nelze vyšetření provést kvůli nedostatečnému kostnímu oknu a výsledky jsou závislé na zkušenostech vyšetřujícího (Školoudík, Šaňák a kol., 2013). I zde však můžeme sledovat vývoj, protože dříve např. Žižka (2010) uváděl jako hlavní nevýhodu špatnou kvalitu akustického okna, která tehdy neumožnila

kvalitní vyšetření až u 20 % vyšetřovaných. Naopak jako výhodu zdůrazňuje Herzig (2014) dobrou dostupnost vyšetření.

Transkraniální dopplerometrie

Transkraniální dopplerometrie (TCD) tvoří s TCCS skupinu metod ultrazvukového vyšetření skrz intaktní lebeční kost. TCD je sonografická metoda, která „*využívá stejných přístupů a shodného postupu vyšetření, jako barevná transkraniální duplexní sonografie, avšak disponuje pouze spektrálním dopplerovským vyšetřením průtoku, nikoli přímým dvourozměrným zobrazením sledovaných struktur. Její doménou je proto vyšetření toků v mozkových cévách, především v intrakraniální arteriích.*“ (Školoudík, Šaňák a kol., 2013, s. 50). První reference o této metodě byly publikovány v roce 1982, kdežto TCCS se začalo rozvíjet až v 90. letech 20. století. Jedná se tedy o neinvazivní diagnostickou metodu, která je používána v neurologii pro sledování rychlosti krevního toku v bazálních arteriích mozku, jako je arteriacerebri media, a také v karotidách. Tato metoda je užitečná pro diagnostiku vazospasmů a poruch regionální perfuze, které mohou nastat například po subarachnoidálním krvácení nebo při různých cerebrovaskulárních onemocněních.

Provedení transkraniální dopplerometrie zahrnuje použití ultrazvukového přístroje s dopplerovským režimem zobrazení. Používají se sektorové sondy s nízkou frekvencí, obvykle 2 až 2,5 MHz, protože tyto frekvence lépe pronikají kostí lebky. Během vyšetření se sonda přikládá na určité body na hlavě pacienta, aby se získaly informace o průtoku krve intrakraniálními tepnami (Dobiáš, 2014).

TCD představuje užitečný nástroj pro monitorování hemodynamických změn v mozkovém oběhu a může být klíčová při výběru léčebných postupů u pacientů trpících neurologickými či kardiovaskulárními problémy. Oproti TCCS má nevýhodu v tom, že neumožňuje vizuální kontrolu skenovaných cév a úpravu úhlu ultrazvukového paprsku, což může vést k nepřesnostem v měření průtokových rychlostí. Na druhou stranu, TCD nabízí výhody jako jsou kompaktní rozměry sond, včetně existujících plochých variant, které vyžadují minimální prostor a lze je upevnit na hlavu pacienta, schopnost zaznamenávat signály z více vzorkovacích objemů současně a z různých hloubek, a také možnost dlouhodobého sledování průtoků s pozdějším zpracováním dat pomocí softwaru. V současné době se proto transkraniální dopplerometrie často využívá pro monitorování hemodynamiky, změn v průtoku krve a detekci abnormálních průtokových signálů v mozkových tepnách (Školoudík, Šaňák a kol., 2013).

Digitální subtrakční angiografie

DSA je zobrazovací metoda, která využívá rentgenové záření k zobrazení cév. Dle Herziga (2014) byla metoda DSA pokládána za „zlatý standard“ angiografického vyšetření. Má však nevýhody v podání kontrastní látky a radiační zátěži, z nichž mohou plynout možné komplikace pro pacienta, také s ohledem na skutečnost že jedná o invazivní zobrazovací metodu.

Metoda je založena na principu subtrakce, kdy se odečte obraz cév bez kontrastní látky od obrazu cév s kontrastní látkou. To umožňuje získat jasný obraz cév, které jsou jinak skryté pod tkáněmi a kostmi. DSA je indikována v „*akutním stádiu ischemické CMP jen u pacientů indikovaných k mechanické rekanalizaci, nebo při podezření na tepennou disekci, stenózu intrakraniální tepny nebo vaskulitidu pokud je nebylo možno s jistotou potvrdit i vyloučit při CT angiografii, MR angiografii nebo neurosonologickém vyšetření. V naprosté většině případů je CT angiografie, MR angiografie, event. neurosonologické vyšetření zcela dostačující pro diagnostiku a indikaci příslušné léčby u pacientů s ischemickou CMP.*“ (Školoudík, Šaňák a kol., 2013, s. 52).

DSA je tedy nedílnou součástí realizace rekanalizačních terapií, kdy vlastní rekanalizace uzávěru mozkové tepny po potvrzení na DSA přímo navazuje na její provedení. Své využití má pak také tato metoda v oblasti ověření úspěšnosti rekanalizační terapie, kdy prokazujeme obnovení krevního průtoku postiženou tepnou a vylučujeme případné periferní embolizace do distálních částí cévního řečiště.

Metody nukleární medicíny v diagnostice cévní mozkové příhody

V nukleární medicíně se při diagnostických procedurách využívají různá radiofarmaka. Tyto postupy jsou náročné jak z hlediska času, tak finančně, a také nejsou dostupné ve všech zdravotnických zařízeních, jak například ukazuje informace Ústavu zdravotnických informací a statistiky České republiky (2022), kdy se počet přístrojů pozitronové emisní tomografie (PET) mezi léty 2016 a 2021 zvýšil z 16 na 18, tzn. že počet je víceméně konstantní.

Metody nukleární medicíny, zejména SPECT (single photon emission computed tomography) a PET, hrají klíčovou roli v oblasti neurologie, zejména při vyšetření regionální mozkové perfuze a hodnocení rCBF (regionální cerebrální krevní tok). Tyto metody poskytují informace o funkčních aspektech mozku, což je nesporně cenné při diagnostice a hodnocení neurologických stavů.

SPECT využívá radioaktivních látek emitujících gama záření, které jsou vázány na látky schopné proniknout do mozku. Tímto způsobem může SPECT sledovat průtok krve a metabolickou aktivitu v mozku. Tyto informace jsou získávány z měření radioaktivního záření vydávaného mozkiem. Podrobněji řečeno, radionuklidové zobrazovací techniky se často používají ke studiu funkce neurotransmiterů a receptorů in vivo, změn v mozkovém krevním průtoku a metabolické aktivitě, abnormálního ukládání proteinů a zánětu, přičemž ústřední roli hraje molekulární zobrazování pro preklinické a klinické studie (Cuocolo, 2018).

Na druhé straně PET využívá pozitronů, které jsou emitovány radioaktivními látkami injikovanými do těla pacienta. Tímto způsobem může PET sledovat metabolickou aktivitu a průtok krve v mozku. Oba tyto postupy poskytují funkční informace o mozku, které jsou nedostupné při tradičních anatomických metodách jako CT (computed tomography) a MR (magnetická rezonance). SPECT a PET jsou schopny detekovat změny na úrovni metabolické aktivity a průtoku krve, což může být velmi užitečné při diagnostice neurologických onemocnění a hodnocení prognózy pacienta (Kupka, 2015). Na druhou stranu, CT a MR poskytují detailní anatomické informace o struktuře mozku, což je také důležité pro diagnostiku, ale nemohou poskytnout přímé informace o funkci mozku na úrovni metabolismu.

Celkově lze konstatovat, že kombinace anatomických a funkčních informací z různých diagnostických modalit přináší komplexní pohled na neurologické stavy a pomáhá lékařům při diagnostice a plánování léčby. Lze předpokládat, že integrace dat získaných z anatomických a funkčních diagnostických technik poskytuje ucelený obraz o neurologických onemocněních. Tato synergie mezi různými typy diagnostických metod umožňuje lékařům získat hlubší pochopení stavu pacienta, což je klíčové pro přesnou diagnostiku a efektivní plánování terapie. Sjednocení anatomických obrazů, které detailně ukazují strukturu mozku a nervového systému, s funkčními informacemi, jež odhalují, jak tyto struktury pracují v reálném čase, vede k lepšímu odhalení a pochopení patologických procesů. Tato komplexní diagnostická strategie tedy otevírá dveře k přesnějšímu určení léčebných postupů, umožňuje lépe cílenou terapii a zvyšuje šance na úspěšnou léčbu neurologických poruch. Tato cesta však nepovede jen ke zvýšení ceny takového komplexního vyšetření, ale také k prodloužení délky vyšetření, je pak otázkou, zda se zpětně nepromítne v efektivitě.

Perfuzní SPECT sám o sobě přináší v diagnostice ischemických poruch řadu přínosů. Nabízí důležité prognostické informace, které mohou napomoci v rozhodnutích o nasazení trombotické terapie, zejména pokud je ještě možné využít terapeutické okno. Tato metoda

umožňuje také hodnotit míru nedostatečného prokrvení tkáně, což je klíčový ukazatel rizika vzniku krváčení v důsledku léčby. Kromě toho je perfuzní SPECT užitečná pro monitorování efektivity léčebných zásahů v počáteční fázi onemocnění a poskytuje prognostické informace také ohledně možného vývoje a závažnosti přechodných ischemických atak. Další významnou vlastností této diagnostické metody je schopnost identifikovat případy zkřížené cerebrální diaschize, tedy situace, kdy dochází k funkčním změnám v mozku v důsledku poškození v opačné hemisféře (Kalita, 2006).

Vzhledem k použití radioaktivních látek není SPECT běžně využíván v urgentní medicíně, kde je nezbytná rychlá diagnostika a léčba. Nicméně, v kontextu sledování postižení mozku po ischemickém infarktu, nádoru nebo traumatu mozku je SPECT cenným nástrojem, který poskytuje důležité informace o perfuzi a funkčním stavu mozku i po léčbě.

SPECT se ukazuje být cenným nástrojem pro posouzení krevního oběhu a mozkové aktivity po léčbě iCMP. Použitím radiofarmak jako jsou ^{99m}Tc -HMPAO a ^{1123}I (isopropyl-jodamfetamin) k měření koncentrace v mozkové tkáni je možné posoudit průtok krve v postižených oblastech. Tato metoda se osvědčila při detekci zvýšeného průtoku krve v regionech postižených nedávnou iCMP, což může naznačovat zvýšené riziko vzniku krváčení. I po aplikaci léčebných zásahů na iCMP zůstává SPECT efektivním diagnostickým nástrojem pro evaluaci krevního oběhu a funkčního stavu mozku, čímž umožňuje identifikaci oblastí s rizikem zvýšeného průtoku a potenciálního krváčení (Ferrara, 2020).

PET/CT (Pozitronová emisní tomografie)

Pozitronová emisní tomografie (PET) je moderní technika nukleární medicíny, která umožňuje trojrozměrné zobrazování vnitřních procesů těla. Tato metoda se vyznačuje využitím specifických radioaktivních izotopů, jako jsou ^{18}F , ^{11}C a ^{86}Yt , které jsou aplikovány pacientovi do žil. Na rozdíl od tradičních zobrazovacích metod, jako jsou CT a MR, PET poskytuje unikátní pohled na biochemické a fyziologické procesy v těle, ještě předtím, než dojde k viditelným anatomickým změnám. Díky tomu se PET vyšetření stalo zásadním pro identifikaci, lokalizaci a detailní popis různých onemocnění na úrovni jednotlivých buněk a molekul. PET/CT kombinace se nejčastěji používá v onkologii, ale její využití se také rychle rozšiřuje v oblastech, jako je vyšetřování neurologických a kardiovaskulárních poruch, kde přináší nové možnosti pro diagnostiku a terapii těchto stavů (Ocampo a kol., 2015).

PET/MR

V poslední době se objevila debata ohledně potenciálního omezení PET/CT technologie, což vedlo k průzkumu možností integrace PET a MR technologií jako nového směru v rozvoji hybridního zobrazování. Předpokládá se, že spojení PET s MR zobrazováním, zejména s využitím 18F-FDG, otevře dveře k významným pokrokům v personalizované medicíně. Inovace v oblasti PET detektorů a vývoj nových radiofarmak, jako je fluoromisonidazol F18 (FMISO) pro zjišťování oblastí s nedostatkem kyslíku a 18F-značený alfa-methyl tyrosin (FMT) pro analýzu angiogeneze, naznačují, že možnosti PET-MR zobrazování se mohou ještě rozšířit.

Úspěch segmentace měkkých tkání pomocí MR záznamů v klinické praxi zdůrazňuje potenciál této metody. Přiřazením voxelů k různým typům tkání, jako jsou měkké tkáně, kosti a plíce, na základě T1 vážených celotělových záznamů, lze vytvořit "pseudo-CT" obraz, který lze dále kombinovat s PET snímky. Tato kombinace vede k vytvoření spojeného PET-MR obrazu, který nabízí rozsáhlé a detailní údaje pro diagnostiku a monitorování stavu pacientů (Ocampo a kol., 2015).

2.2 Hodnotící škály užívané v rámci klasifikace CMP

V posledních 20 letech došlo k výraznému zlepšení léčby pomocí rekanalizace iCMP. Dobré výsledky léčby vyžadují rychlou a přesnou identifikaci pacientů s cévní mozkovou příhodou. Pro včasné rozpoznání cévní mozkové příhody a hodnocení její závažnosti a výsledku je k dispozici, resp. bylo navrženo několik hodnotících škál. Hodnotící škály se používají k hodnocení závažnosti iCMP a k určení prognózy pacienta v rámci predikce po provedené terapii.

Při klasifikaci cévní mozkové příhody se používá řada hodnotících stupnic, přičemž různé stupnice slouží k různým účelům. V přednemocničním prostředí se k rozpoznání cévní mozkové příhody běžně používá test FAST (Face, Arms, Speech, Time), ten slouží také k detekci výrazné hemiparézy, což může naznačovat symptomatickou okluzi větší mozkové tepny. Test se považuje za pozitivní, když se po umístění horní nebo dolní končetiny do určité pozice končetina samovolně propadne zpět a následuje jen omezený nebo žádný pohyb (Neumann a kol., 2021).

Škála NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale) je doporučována pro hodnocení pacientů s CMP v nemocničním prostředí a ve výzkumu. Glasgow ComaScale

je užitečná pro hodnocení pacientů v kómatu, zejména pacientů s hemoragickou cévní mozkovou příhodou nebo traumatickým poraněním mozku. Modifikovaná Rankinova škála (mRs) se často používá pro hodnocení výsledků cévní mozkové příhody v klinických a výzkumných zařízeních (Budinčević, 2022).

Přehled hodnotících škál v kontextu CMP:

- a. Barthelové škála (Bartley index), která je zaměřena na hodnocení schopností pacientů vykonávat základní denní aktivity (Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2024).
- b. Škála NIHSS pro hodnocení CMP je standardizované neurologické vyšetření zaměřené na popis funkčních limitací u pacientů s cévní mozkovou příhodou, které je používáno jako standard pro diferenciaci těchto případů podle tíže následků. Aktualizace české verze Mezinárodní klasifikace nemocí (MKN-10) pro rok 2022 obsahuje nově sadu doplňkových kódů (U53.00-U53.42) pro zaznamenání výsledku NIHSS. Lze také využít online kalkulačku pro výpočet NIHSS/Score a získat tak srovnatelné výsledky (Zvolský, 2021). NIHSS zahrnuje hodnocení různých aspektů, jako je stav vědomí, slovní odpovědi, pohyb očí, motorika, faciální motorika a další. Každá odpověď je ohodnocena určitým počtem bodů a celkové skóre se pak používá k určení závažnosti postižení. Výsledky této škály mohou být důležité při rozhodování o vhodném léčebném postupu. CT perfuzní vyšetření, které umožňuje rychlé hodnocení ischemie v hyperakutní fázi, hraje rozhodující roli při stanovení rozsahu reverzibilní tkáně. Celkově lze říci, že kombinované využití škály NIHSS a CT perfuze poskytuje ucelený pohled na klinický stav pacientů s akutní ischemií mozku, což napomáhá lepšímu rozhodování o léčbě. Potvrzeno bylo, že NIHSS je spolehlivým prostředkem k předpovídání defektů v perfuzi během ischemické mozkové příhody. CT perfuzní vyšetření umožňuje rychlé zobrazování a posuzování stavu ischemie v hyperakutní fázi. Výsledky této studie zdůrazňují význam obou nástrojů, tedy NIHSS a CT perfuze (Furlanis a kol., 2018, s. 2205).
- c. ASPECTS (Alberta Stroke Program Early CT Score) je často využívaným klinickým hodnocením pro posuzování raných ischemických změn v mozku. Tato škála umožňuje hodnotit rozsah těchto změn v oblasti přední mozkové cirkulace (ACM). Celá tato oblast je rozdělena na 10 regionů, kde hodnota může být v rozmezí od 0 (pokrývá postiženou oblast ACM) do 10 (kdy nejsou detekovány žádné

ischemické změny). Za každý další region postižený ischemií je odečten jeden bod. Tato hodnotící škála zahrnuje hodnocení nucleuscaudatus (C), nucleuslentiformis (L), capsula interna (IC), insuly (I) a úseků M1-M6. M1-M3 se nachází ve výši bazálních ganglií, zatímco M4-M6 jsou na úrovni stropu postranních komor. Pro zadní mozkovou cirkulaci (vertebrobazální oblast) byla vytvořena modifikace ASPECTS skóre známá jako pc-ASPECTS. Avšak v praxi se tato modifikace příliš nerozšířila (Vinklárek a kol., 2018).

- d. Boston Acute Stroke Imaging Scale (BASIS): Tato klasifikace je založena na zobrazovacích datech, jako je CT nebo MR angiografie, a slouží k předpovědi výsledků u pacientů s akutní ischemickou CMP. Při použití CT/CTA pro klasifikaci BASIS byly výsledky srovnatelné s použitím MR zobrazení/MRA. Z 205 pacientů bylo 56 identifikováno jako trpících rozsáhlou mozkovou příhodou, včetně všech šesti případů úmrtí. Celkem 71,4 % pacientů s těžkými a lehkými mozkovými příhodami bylo propuštěno do rehabilitační péče, zatímco 14,3 % a 79,2 % pacientů s rozsáhlými a lehkými mozkovými příhodami se vrátilo domů. Doba hospitalizace v průměru činila 12,3 dny pro pacienty s rozsáhlými příhodami a 3,3 dne pro ty s lehkými příhodami (všechny výsledky s $P < 0,0001$). U 87 pacientů, kde byla provedena CT/CTA, byla shoda mezi BASIS a ASPECTS u 22 případů rozsáhlých a 44 lehkých mozkových příhod. BASIS označil 21 pacientů za trpící rozsáhlou mozkovou příhodou, zatímco ASPECTS je klasifikoval jako mírné příhody, přičemž pacienti, u kterých BASIS indikoval rozsáhlou příhodu a ASPECTS mírnou, měli podobné výsledky jako ti, které oba nástroje klasifikovaly jako rozsáhlé příhody. BASIS se tak jeví jako efektivní a možná přesnější než ASPECTS při predikci výsledků u pacientů s akutní ischemickou mozkovou příhodou (Torres-Mozqueda a kol., 2008).
- e. Glasgowská stupnice kómatu (GCS) byla navržena jako nástroj pro hodnocení hloubky a doby trvání poruch vědomí nebo stavu kómatu. Toto hodnocení zahrnuje nezávislé posouzení tří dimenzí chování: motorické reakce, verbální odpovědi a otevření očí. GCS se používá u pacientů s různými stavy, včetně traumatického poškození mozku, mozkové mrtvice, ne-traumatického kómatu, zástavy srdce a intoxikace toxickými látkami. GCS je rozdělena do tří kategorií:
- Otevření očí jako ukazatel aktivace vzrušujících mechanismů v mozkovém kmeni.
 - Verbální reakce, která signalizuje konec kómatu nebo obnovení vědomí.

- Motorická reakce, která naznačuje funkci centrálního nervového systému.

Každá kategorie má stanovené stupně závažnosti, přičemž reakce očí je hodnocena ve čtyřech úrovních, verbální odpověď v pěti a motorická reakce v šesti stupních (Zelter a kol., 2008). I když je GCS vhodná pro hodnocení pacientů s mozkovou mrtvicí, tak nemusí být nejadekvátnejším nástrojem pro posouzení vědomí u této skupiny a může být přínosnější použít např. již zmíněnou škálu NIHSS.

f. Rankinova modifikovaná škála (mRs) je hodnotící systém používaný k posouzení míry nezávislosti pacienta po CMP. Tato škála byla modifikována a rozšířena o další stupně nezávislosti. Zde jsou jednotlivé stupně a jejich význam viz Kalita (2006):

1. **Stupeň 0:** Pacient neprojevuje žádné symptomy postižení a je zcela schopen se věnovat běžným každodenním činnostem.
2. **Stupeň 1:** Postižení lehkého stupně: Pacient vykazuje mírné zdravotní omezení, přesto si dokáže sám sobě poskytnout základní péči. Ačkoliv může dojít k určitým změnám v jeho každodenních aktivitách, zachovává si svou samostatnost.
3. **Stupeň 2:** Životní styl ovlivněn: Pacient má schopnost pečovat o sebe nezávisle, avšak jeho běžný způsob života může být omezen. Může vyžadovat určité úpravy nebo asistenci při vykonávání některých aktivit.
4. **Stupeň 3:** Lehké až střední poškození: Pacient vyžaduje asistenci při provádění určitých úkonů, avšak je schopen se pohybovat bez cizí pomoci. Jeho postižení se může pohybovat od lehkého po střední stupeň.
5. **Stupeň 4:** Těžší neschopnost: Pacient vyžaduje cizí pomoc k chůzi a ve většině případů je odkázán na zvýšenou péči a pomoc s denními potřebami.
6. **Stupeň 5:** Stav těžké neschopnosti: Pacient se nachází v pokročilém stadiu postižení, které se projevuje úplnou závislostí na péči poskytované jinou osobou a může být omezen pouze na lůžko.
7. **Stupeň 6:** Smrt: Pacient zemřel.

3. Léčba iCMP metodami intervenční radiologie

Primárním cílem při ošetřování akutních případů iCMP je rychlé obnovení průtoku krve v postižené tepně, což je zásadní pro omezení rozsahu poškození mozkové tkáně. Intravenózní trombolýza, metoda zaměřená na rozpouštění krevní sraženiny vedoucí k uzávěru, je běžně využívaným postupem. Kromě toho se využívají i další techniky, jako jsou endovaskulární zákroky, např. intraarteriální trombolýza, mechanické odstranění sraženin (trombektomie) a rozšíření tepen (angioplastika), které se aplikují přímo v postižených mozkových cévách za účelem obnovy krevního oběhu.

Rekanalizace neboli znovuotevření uzavřené tepny je jediná prokazatelně účinná metoda v léčbě pacientů postižených akutní iCMP. Klíčové je rychlé zahájení této terapie, protože čas je kritickým faktorem v minimalizaci mozkového poškození a dalších vedlejších nebo následných komplikací. Prognóza pacientů s iCMP se odvíjí od řady faktorů, patří sem umístění a rozsah mozkového poškození, věk pacienta, současný zdravotní stav pacienta, rychlost diagnostiky a zahájení léčby a kvalita poskytované akutní péče, včetně zajištění vitálních funkcí a intenzivní péče (Škoda, 2016).

Důležité je rovněž podotknout, že vhodnost a možnost aplikace těchto léčebných postupů se liší podle specifických okolností, zejména místa uzávěru tepny, času od prvních příznaků a individuálních vlastností pacienta. Efektivní léčba iCMP vyžaduje úzkou spolupráci mezi specialisty na cévní mozkové příhody, neurology a intervenčními radiology, aby bylo možné dosáhnout nejlepších možných výsledků pro pacienty (Škoda, 2016).

3.1 Trombolytická terapie

Intravenózní trombolytická léčba

IVT představuje běžný postup pro obnovení průchodnosti cévních mozkových tepen u pacientů s iCMP. Tato léčba zahrnuje podávání látky nazývané rekombinantní tkáňový plazminogenový aktivátor (rt-PA), známé také jako Altepláza, která se podává intravenózně. Altepláza je tedy součástí IVT v rámci hodinové infuze do 3 hodin od příznaku iCMP v dávce 0,9 mg/kg. Některé studie doporučují tuto metodu i v časovém okně až do 4,5 hodiny od začátku příznaků, což je dnes přijímaná praxe. Účinnost této terapie je zcela závislá na rychlosti jejího zahájení. Pokud je léčba časná a zahájena do 90 minut, dosahuje se dobrého zdravotního stavu u jednoho ze dvou pacientů a je značně vyšší šance na dosažení soběstačnosti po 3 měsících a snížení mortality. Přesto, že je metoda poměrně úspěšná, nejsou výsledky IVT zcela optimální

a okolo 55 % pacientů se nestane soběstačnými a to zejména ti, kteří měli uzávěr velké mozkové tepny (T-okluze vnitřní karotidy, okluze a. basilaris) nebo nebyla terapie zahájena včas (Školoudík, Šaňák a kol., 2013).

IVT není možné a vhodné použít vždy, například okno pro realizaci IVT bylo původně nastaveno do 3 hodin a následně se prodloužilo do 4,5 hodin od počátku příznaků. Pokud tento čas není jasný a je předpoklad, že časové okno je delší, neměl by pacient být pro takovou léčbu indikován. Je to také jeden z důvodů, proč léčba má začít co nejdříve od příjezdu pacienta do nemocnice, aby nedošlo ke zpoždění. Pracoviště by mělo být vybaveno (personálně i technicky) tzv. iktovou jednotkou intenzivní péče, kde by měl být pacient umístěn po dobu minimálně 24 hodin od zahájení léčby IVT (Neumann a kol., 2021).

Dle Neumanna a kol. (2021) existuje několik absolutních kontraindikací pro použití intravenózní trombolytické terapie (IVT), které zahrnují:

- Prokázaná alergie na léčivo nebo na kteroukoli z jeho pomocných složek.
- Pozorování intrakraniálního krvácení na CT nebo MR snímcích.
- Diagnóza jiného mozkového onemocnění než ischemie, která by mohla být příčinou akutního neurologického deficitu.
- Zaznamenání rozsáhlých časných ischemických změn na CT mozku nebo MR, naznačujících významné poškození mozkové tkáně.
- Podezření na subarachnoidální krvácení nebo když klinické příznaky naznačují jeho přítomnost, i přes negativní zobrazovací nálezy.
- Přítomnost akutního vnitřního krvácení.
- Nekomrolovatelný vysoký krevní tlak, který nelze efektivně snížit na přijatelné hodnoty.
- Nedávné kraniocerebrální nebo spinální poranění, intrakraniální krvácení nebo chirurgický zákrok na mozku či páteři.
- Nedávné závažné krvácení, včetně krvácení do hrudníku, gastrointestinálního nebo urogenitálního traktu.
- Diagnóza hemoragické diatézy, arteriovenózní malformace, symptomatického aneurysmatu nebo známého aneurysmatu aorty.
- Nedávná arteriální punkce na nekomprimovatelném místě nebo porod.
- Diagnóza infekční endokarditidy nebo disekce tepen aortálního oblouku.
- Přítomnost intrakraniálního tumoru nebo metastáz v CNS.

- Nedávná léčba nefrakcionovaným nebo nízkomolekulárním heparinem v terapeutické dávce.
- Jiné závažné stavy s vysokým rizikem vážného krvácení.

Neumann a kol. (2021) uvádí, že intravenózní trombolytická terapie (IVT) může být efektivní i u pacientů s akutním mozkovým infarktem, kteří splňují určité relativní kontraindikace, za předpokladu důkladného zhodnocení individuálního rizika a klinického přínosu. Mezi tyto relativní kontraindikace lze uvést např.:

- Lehký neurologický deficit se skóre NIHSS nižším než 2, kde se IVT obvykle nerutinně aplikuje u pacientů s NIHSS mezi 0 a 1.
- IVT může být zvažována do 4,5 hodiny od nástupu příznaků u pacientů s vyšším rizikem zhoršení neurologického deficitu, včetně těch s ischemickou cévní mozkovou příhodou v zadní cirkulaci, s okluzí mozkové tepny nebo u pacientů s rychle se zlepšujícím neurologickým deficitem, kde přetrvává hendikep nebo byla prokázána symptomatická okluze.
- U pacientů, kteří se neaplikují IVT kvůli lehkému nebo rychle se zlepšujícímu deficitu, se doporučuje pravidelné sledování s možností IVT v případě zhoršení stavu v rámci časového okna pro IVT.
- IVT lze zvážit u pacientů s hendikepem, jako je homonymní hemianopsie, anomická afázie nebo Gerstmannův syndrom.
- U pacientů s velmi těžkým neurologickým deficitem (NIHSS > 25) lze IVT zvážit do 4,5 hodiny. Tento stav je spojen s vyšším rizikem intrakraniálního krvácení a horším výsledkem, přičemž důležitými faktory pro rozhodnutí jsou předchozí funkční stav, věk a absence závažné komorbidity.
- Předchozí disabilita s mRS ≥ 4 .
- Epileptický záchvat na začátku příznaků, který je spojen s přetrvávajícím neurologickým deficitem v důsledku akutní mozkové ischemie, zejména pokud existuje důkaz symptomatické okluze intrakraniální tepny nebo nález ischemie na zobrazovacích vyšetřeních, a není podezření na závažné poranění hlavy.

3.2 Endovaskulární metody léčby iCMP

Vzhledem ke zcela neuspokojivým výsledkům v léčbě iCMP pomocí rt-PA, se v posledních desetiletích klade důraz na co nejrychlejší obnovení průtoku mozkové tepny pomocí endovaskulárních technik. Podle metaanalýzy 53 klinických studií s účastí

2 066 pacientů bylo zjištěno, že k spontánnímu obnovení průtoku dochází jen u 24,1 % pacientů bez specifické terapie, u 46,2 % pacientů léčených intravenózní trombolýzou (IVT), u 63,2 % pacientů léčených intraarteriální trombolýzou (IAT), u 67,5 % pacientů léčených kombinací IVT a IAT, ale u 83,6 % pacientů léčených mechanickými metodami. Endovaskulární léčba iCMP je obvykle prováděna pod analgosedací, ale použití celkové anestezie by mělo být pečlivě zváženo kvůli možným negativním účinkům, které mohou zvýšit riziko úmrtí a komplikací po zákroku. Celková anestezie by měla být vyhrazena pro pacienty, kteří nejsou schopni spolupracovat, mají zhoršený stav vědomí (Glasgow ComaScore – GCS < 8), trpí respirační insuficiencí nebo mají vážný zdravotní stav (Kozák, Kozáková, Kučera, 2016).

Endovaskulární léčba zahrnuje tři základní techniky: aspiraci, extrakci a fragmentaci krevních sraženin. Používané nástroje se odvíjí od jednoho či více těchto principů a podle svého mechanismu se dělí na extraktory, aspirační zařízení, smyčky, samoexpandibilní stenty a další. Další kategorizace zahrnuje rozdělení na nástroje pro odstranění sraženiny z jejího proximálního konce, nástroje, které se rozvíjejí po průchodu sraženinou, a systémy používané přímo v místě sraženiny. Endovaskulární léčba, zejména trombektomie, významně zvýšila šanci na úspěšnou rekanalizaci tepen a prodloužila časové okno pro léčbu až na 8 hodin, čímž umožnila léčbu i pacientům, pro které je trombolytická terapie kontraindikována (Školoudík, 2014).

Intraarteriální trombolytická terapie

IAT znamená cílené aplikování trombolytického léku přímo do zablokované tepny zavedeným mikrokatétrem. Klíčovým výzkumem, který potvrdil účinnost této metody, byla studie PROACT II (PROlyse in Acute Cerebral Thromboembolism), v níž bylo náhodně vybráno 180 pacientů s bloádou střední mozkové tepny (ACM) a symptomy trvajících méně než 6 hodin. V této skupině bylo u 66 % pacientů léčených pro-urokinázou dosaženo částečného nebo úplného obnovení průtoku krve, ve srovnání s 18 % v kontrolní skupině. Po 90 dnech byl dobrý klinický výsledek ($mRS \leq 2$) zaznamenán u 40 % pacientů léčených r-proUK, oproti 25 % v kontrolní skupině ($p = 0,043$). Hemoragická transformace ischemie byla zaznamenána u 35 % pacientů léčených r-proUK během prvních 24 hodin, ve srovnání s 13 % v kontrolní skupině, přičemž po deseti dnech byl rozdíl minimalizován (68 % oproti 57 %). Přestože intraarteriální podání zvyšuje lokální koncentraci trombolytika u trombu, ve srovnání se systémovou trombolýzou (IVT) nebylo prokázáno vyšší procento úplných rekanalizací, jak ukázala studie PROACT II, kde byla úplná rekanalizace dosažena u 19 % pacientů. V rámci 3hodinového (nebo 4,5hodinového dle studie ECASS III) časového okna je dáována přednost

systémové trombolýze díky její široké dostupnosti a rychlému zahájení terapie, zatímco IAT se aktuálně používá pro léčbu pacientů s infarktem mezi 3. a 6. hodinou ve specializovaných centrech. K IAT lze přistoupit do 3 hodin v případě akutních komplikací endovaskulárních zákroků nebo pokud samotná IVT selže (Goldmund, Mikulík, 2008).

Mechanická rekanalizace

První kroky v oblasti mechanické trombektomie byly učiněny v roce 1998, kdy se poprvé pokusili odstranit krevní sraženinu z mozkových cév s využitím extrakční smyčky Amplatz Goose Neck (eV3). Smyčka, která připomíná laso, byla zaváděna do zablokované oblasti pomocí mikrokatétru s cílem zachytit a odstranit embolus.

V roce 2002 se pak začaly používat Neuronet košíčky pro tento účel. Klíčovým momentem se stalo zavedení MERCI systému na trh, který se vyznačoval použitím helikální smyčky (podobné vývrtce) zavedené do uzavřené mozkové tepny pomocí mikrokatétru. V rámci studií MERCI (Mechanical Embolus Removal in Cerebral Ischemia) byl tento extraktor kombinován s balónkovým okluzním vodičím katétre. Později byly na trh uvedeny stent retrievery, speciálně navržené pro mechanické odstraňování embolu z mozkových cév.

V rámci endovaskulární terapie dochází k přímému ošetření místa uzávěru tepny odstraněním trombu – proces známý jako mechanická trombektomie nebo mechanická rekanalizace. Pro extrakci trombu mechanickou trombektomií se používá speciální stent (stent retriever). Na rozdíl od postupů u koronárních tepen se zde nevyužívá balónková angioplastika, protože uzávěr mozkové tepny je obvykle způsoben embolií, nikoli aterosklerotickou stenózou, přičemž cévní lumen zůstává zdravé (Růžička, 2021, Procházka, 2021).

„Každý pacient s rychle rozvinutými klinickými příznaky ložiskového postižení mozku během posledních 24 h má být hodnocen jako pacient s možným akutním iktem a kandidát rekanalizační léčby iCMP až do okamžiku, kdy je tato léčba na základě anamnestických, klinických, zobrazovacích a laboratorních dat indikována nebo vyloučena.“ (Neumann a kol, 2021, s. 292).

V posledních letech jsou stent-retrievery určeny jako hlavní metoda pro léčbu iCMP. Stent retriever se používá k otevření uzavřených cév. Tato metoda původně vznikla pro použití v ošetření aneurysmat mozku pomocí odpojitelného stentu. Při aplikaci se stent retriever zavádí do postižené oblasti prostřednictvím mikrokatétru a vodiče. Uzavřená oblast, často v úseku M1 střední mozkové tepny nebo v bazilární tepně, je pokryta retrieverem, který je na místě ponechán na 2-3 minuty, kde se rozvine a dochází k protlačení embolu do lumen stentu a

následně je jemně stahován zpět do vodičího katétru. Touto cestou je zachycený trombus odstraněn. Tento proces se obvykle kombinuje s aspirací, buď prostřednictvím okluzivního balonkového katétru nebo přímo aspiračním katétrem, zvláště při použití kombinovaných léčebných technik (Krajina a kol, 2010).

SolitaireStent patří mezi nejčastěji používané stent-retrievery v Evropě. Zavádí se přes mikrokatétr o průměru 0,021“ nebo 0,027“ a je dostupný v různých velikostech s průměrem od 3 do 6 mm. Jeho výhodou je technické provedení, kdy má unikátní dvojitou funkci – slouží zároveň jako dočasný bypass pro okamžité obnovení průtoku krve a zároveň umožňuje odstranění trombembolu. V případě, že jej není možné odstranit, lze stent Solitaire v tepně ponechat (Machi a kol. 2011).

Aspirace uzávěru

Aspirační metoda odstraňování krevních sraženin má své kořeny v intervencích prováděných na periferních cévách dolních končetin, kde se hojně využívá metoda aspirace uzávěru. Aspirační katétrů o zevním průměru 4 až 8 F bývají zasunuty blízko k sraženině, která je pak následně odsáta pomocí manuálně ovládané stříkačky vytvářející podtlak.

V roce 2009 společnost Penumbra Systems z Kalifornie představila aspirační katétrů určené pro použití v mozkových cévách. Aspirace byla prováděna speciálním aspiračním katétrem s použitím aspirační pumpy a podporou olivky umístěné na vodiči k rozdrčení sraženiny. První výsledky prezentované ve studii Penumbra PivotalStroke Trial v roce 2009 ukázaly úspěšnou revaskularizaci u 82 % pacientů, u 25 % byl zaznamenán dobrý klinický výsledek (mRS 0–2) a mortalita dosahovala 33 %. Později byly výsledky ještě lepší, s 43 % pacientů dosahujících mRS 0–2 (Procházka, 2021).

V letech 2011 - 2014 se ustálily dvě hlavní techniky (Procházka, 2021):

- FAST (Forced Aspiration Suction Thrombectomy) technika využívá vodičího katétru s okluzivním balonkem a distálního aspiračního katétru pro manuální aspiraci, spolu aplikací stentretrieveru do místa uzávěru prostřednictvím mikrokatétru..
- ADAPT (A Direct Aspirationfirst Pass Technique) technika zahrnuje použití modernějších aspiračních katétrů s relativně velkým (ž F) zevním průměrem pro rychlý distální přístup přímo do sraženiny, s aspirací prováděnou kontinuálním podtlakem manuálně aspirační stříkačkou, či pomocí speciální aspirační pumpy.

Kombinovaný přístup (Solumbra technika)

V současné době je čím dál tím více upřednostňován kombinovaný přístup, který v sobě spojuje přednosti FAST a ADAPT technik, známý jako Solumbra technika. Tento přístup zahrnuje použití aspiračního katétru s širokým vnitřním průměrem, jako jsou modely Penumbra ACE64 nebo ACE68, ve spojení se stent retrieverem, obvykle typu Solitaire FR. Cílem současné aspirace během využití stent retrieveru je minimalizovat riziko fragmentace a distální embolizace při mechanické rekanalizaci. V září 2016 byly zveřejněny výsledky studie THERAPY, která porovnávala kombinované použití aspiračního systému Penumbra a intravenózní trombolýzy (IVT) oproti pouhé IVT. Studie byla původně naplánována pro 692 pacientů, ale byla předčasně ukončena po zařazení 108 pacientů kvůli pozitivním výsledkům z předešlých pěti studií provedených v roce 2015. Další studie, ASTER, porovnávala primární použití aspirační techniky s použitím stent retrieverů a zjistila podobné výsledky v rekanalizaci (85,4 % pro aspiraci proti 83,1 % pro stent retrievery) i v klinickém výsledku po 90 dnech (45 % pro aspiraci proti 50 % pro stent retrievery), přičemž menší počet reziduálních trombů byl zaznamenán ve skupině s použitím aspirace (Procházka, 2021).

Při léčbě pacientů s kombinovaným nálezem okluzí vnitřní krkavice a distální embolizací se dnes dává přednost intervenčnímu výkonu před chirurgickým řešením, protože umožňuje rychlejší dosažení úplné rekanalizace. Tandemové léze navíc znemožňují chirurgické řešení distální embolizace do mozkových tepen. Při akutním uzávěru vnitřní krkavice se rekanalizační technika zaměřuje na aspiraci trombotického materiálu v místě stenózy nebo na odsátí velkého embolu z cervikální části ACI, následované rekanalizací distálního úseku. V případě reziduální stenózy nebo nestabilního plátu je ihned po aspiraci implantován stent. U okluzivní disekce vnitřní krkavice je nejprve provedena mikrokatetrizace skrze pravé lumen, po které následuje mechanická trombektomie z distálního úseku a ošetření disekce stentem (Procházka, 2021).

3.3 Analýza provedených studií v rámci hodnocení výstupu léčby pacientů s iCMP

Analýza provedených studií v rámci hodnocení výstupu léčby pacientů s iCMP znamená systematický proces zkoumání a vyhodnocování existujících vědeckých prací a klinických výsledků, které se týkají léčebných postupů pro iCMP. Takovou je např. studie Kima a kol. (2019): Kontaktní aspirační trombektomie v první linii pomocí katétru SOFIA u akutní ischemické cévní mozkové příhody: meziobdobové srovnání s katétretem Penumbra. Na základě

analýzy této studie můžeme vyvodit následující závěry ohledně výstupů léčby pacientů s iCMP pomocí aspirační trombektomie:

- Pozadí Studie: studie se zaměřila na porovnání efektivity a bezpečnosti dvou typů katétrů - SOFIA a Penumbra - používaných jako primární nástroje pro kontakt aspirační trombektomií (CAT) u akutních okluzí velkých intrakraniálních cév.
- Metodologie: ve studii bylo retrospektivně analyzováno 189 pacientů, kteří podstoupili CAT – 90 s použitím katétrů Penumbra Max a 99 s katétry SOFIA/SOFIA plus. Byly vyhodnoceny klinické a angiografické výsledky a porovnávány mezi oběma skupinami zařízení.
- Výsledky: charakteristiky pacientů byly podobné ve skupinách, ale intravenózní podání Alteplázy bylo častější v skupině Penumbra (43.3 % vs. 29.3 %). Incidence okluzí ACI byla vyšší ve skupině SOFIA (18.9 % vs. 38.4 %). Míra reperfúze (modifikovaný TICI 2b-3) byla podobná mezi skupinami (94.4 % pro Penumbra a 92.9 % pro SOFIA). Efekt prvního průchodu byl častěji dosažen u skupiny SOFIA (20.0 % vs. 39.4 %), a doba endovaskulárního zákroku byla významně kratší (55.5 min vs. 36 min). Klinické výsledky nevykazovaly významné rozdíly ve smrtnosti (11.1% vs. 6.1%) nebo v počtu hemoragických komplikací a mRS 0-2 po 3 měsících (63.3% vs. 58.6%).
- Závěry: CAT s použitím SOFIA katétrů může být bezpečná a srovnatelná s trombektomií pomocí Penumbra katétrů. Navíc, SOFIA katétry mohou nabízet výhody v rychlejší reperfúzi a efektu prvního průchodu bez značných komplikací.

Tato analýza ukazuje, že obě zařízení jsou efektivní v rychlém obnovení průtoku krve u pacientů s iCMP, avšak s jistými rozdíly ve frekvenci úspěchu prvního průchodu a doby zákroku.

4. Praktická část

Praktická část práce se zaměřuje na analýzu vybraných dat pacientů s diagnózou iCMP, kteří byli přijati k výkonu mechanické trombektomie v roce 2019 a v roce 2022, kdy od roku 2022 byl již k dispozici také intrakraniální aspirační katétr, kterým je možno provést samostatnou přímou aspiraci uzávěru mozkové tepny. Zaměřili jsme se na použité typy extraktorů při mechanické rekanalizaci (metodami FAST, ADAPT či Solumbra), časové intervaly výkonu a jeho výsledek. Z osobních údajů srovnávaných skupin nás pro výsledné zpracování dat zajímalo pohlaví a věk pacientů, kdy jsme hledali souvislost také mezi věkem, pohlavím a ostatními zkoumanými veličinami. Základní metodou zvoleného výzkumu byla zpětná analýza zdravotnické dokumentace pacientů, zdravotnického zařízení Olomouckého kraje, mající status komplexního cerebrovaskulárního centra.

Prováděno bylo kvantitativní šetření, identifikační údaje pacientů byly anonymizovány již před zpracováním, a skupina pacientů byla randomizována s ohledem na prokázané místo uzávěru mozkového povodí. Získaná data byla dále zpracována do tabulek pro potřeby dalších statistických zpracování.

4.1 Cíle a hypotézy výzkumu

Hlavním cílem diplomové práce je zjistit, zda nedávno zavedené intrakraniální aspirační katétry v rámci endovaskulární terapie iCMP mají vliv na zkrácení celkové doby potřebné pro rekanalizační procedury (resp. časového úseku mezi punkcí místa přístupu do cévního řečiště a dosažení rekanalizace uzávěru), a také na snížení množství potřebných průchodů uzávěrem pro obnovu průtoku krve v postižené cévě.

K ověření odpovědi na výzkumnou otázku je potřeba splnit následující:

- znát charakteristiky intrakraniálních aspiračních katétrů – popsáno v teoretické části,
- znát charakteristiky výzkumného vzorku – mít k dispozici potřebná data,
- mít k dispozici data k výzkumnému vzorku týkající se cíle práce,
- mít k dispozici software pro zpracování dat a zvolit vhodný způsob jejich zpracování.

Dílčí výzkumné cíle byly stanoveny následovně:

1. Zjistit, jaký byl průměrný věk pacientů s iCMP.

2. Zjistit, v jaké věkové skupině se iCMP nejvíc projevila.

V rámci hlavního cíle a dalších výzkumných cílů byly stanoveny následující hypotézy:

1. Existuje závislost mezi věkem pacienta a počtem pasáží potřebných k obnově toku krve.
2. Při použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia je nutný průměrně menší počet pasáží pro dosažení obnovy toku krve.
3. Použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia vede k redukci času mezi punkcí v oblasti třísla a dosažením TICI skóre (obnovení toku krve).

Pro každou z hypotéz můžeme definovat nulovou (H_0) a alternativní (H_1) hypotézu:

Ad. 1. Hypotéza o závislosti mezi věkem a počtem pasáží potřebných k obnově toku krve:

- H_{01} : Neexistuje žádná statisticky významná závislost mezi věkem pacienta a počtem pasáží potřebných k obnově toku krve.
- H_{A1} : Existuje statisticky významná závislost mezi věkem pacienta a počtem pasáží potřebných k obnově toku krve.

Ad. 2. Hypotéza o počtu pasáží při použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia:

- H_{02} : Při použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia není průměrný počet pasáží potřebných k obnově toku krve statisticky významně nižší než při použití Solitaire nebo kombinace obou.
- H_{A2} : Při použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia je průměrný počet pasáží potřebných k obnově toku krve statisticky významně nižší než při použití Solitaire nebo kombinace obou.

Ad. 3. Hypotéza o čase mezi punkcí v oblasti třísla a dosažením TICI skóre při použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia:

- H_{03} : Použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia nevede k statisticky významné redukci času mezi punkcí v oblasti třísla a dosažením TICI skóre.
- H_{A3} : Použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia vede k statisticky významné redukci času mezi punkcí v oblasti třísla a dosažením TICI skóre.

Nulová hypotéza (H_0) obecně předpokládá, že mezi zkoumanými proměnnými neexistuje žádný vztah nebo rozdíl. Alternativní hypotéza (H_A) předpokládá, že mezi proměnnými existuje určitý vztah, který chceme pomocí výzkumu prokázat.

4.2 Metodika výzkumného šetření a popis výzkumného souboru

Hendl (2016) zařazuje do kategorie metod výzkumu také analýzu dokumentů, kterou považuje za metodu sběru dat, jež není ovlivněna reakcí subjektu. Výzkumník může využívat různorodé zdroje, jako jsou novinové články, záznamy z veřejných projevů, osobní deníky, literární díla, umělecká díla, plakáty, filmová a fotografická díla apod. V širším smyslu jsou dokumenty chápány jako jakékoli materiály, které jsou důkazem lidské aktivity. Při hodnocení dokumentů se běžně používá šest kritérií pro určení jejich výpovědní hodnoty. Prvním kritériem je typ dokumentu, přičemž některé typy dokumentů, jako jsou oficiální dokumenty, jsou považovány za spolehlivější než například novinové články. Další kritéria zahrnují vnější a vnitřní charakteristiky dokumentu, jako je jeho fyzický stav nebo obsahová spolehlivost a přesnost, účel vytvoření dokumentu, míru relevance dokumentu vzhledem ke zkoumanému předmětu z hlediska času, prostoru a sociálního kontextu, a nakonec původ dokumentu, tedy kde byl dokument nalezen nebo vytvořen. Dále byl proveden dle Zháněla a kol. (2014) skupinový výběr, kdy byl soubor pacientů uspořádán do dvou skupin dle roku provedení zákroku, blíže viz níže.

Pro potřeby výše zmíněné analýzy byl získán přístup k anonymizovaným dokumentům, tj. datům ve Fakultní nemocnici v Olomouci, ze kterých byly dle uvedených kritérií vybrány dvě skupiny osob, které byly přijaty k léčbě z důvodů iCMP.

Metodologie šetření

Ve studii bylo retrospektivně analyzováno 200 pacientů, kteří podstoupili rekanalizaci uzávěru při iCMP použitím stentrieveru Solitaire (metodou FAST), či od roku 2022 do praxe plně zavedeného aspiračního katétru Sofia (metoda ADAPT), a dále také kombinaci obou (metoda Solumbra).

V rámci randomizace souboru pacientů byli vybráni pouze pacienti s prokázaným uzávěrem v povodí ACM, pacienti s rozsáhlými uzávěry ACI (indikovaní k CAS a následné mechanické rekanalizaci), a také pacienti s uzávěrem ve vertebro-bazilárním povodí (AB) byly ze šetření vyloučeny. Důvodem je komplikovanější přístup k léčbě této skupiny pacientů a v případě uzávěru AB relativní použití aspiračního katétru Sofia, s ohledem na kalibr přístupových cest (aa. vertebrales).

Byly hodnoceny klinické a angiografické výsledky (čas dosažení TICI, počet průchodů uzávěrem nutných k dosažení TICI, apod.) a porovnávány mezi oběma skupinami:

- a) první skupina (S1) pacienti léčení katetrizační léčbou v roce 2019, výběr byl stanoven dle nástupu na léčbu v daném roce a vybráno prvních 100 pacientů,
- b) druhá skupina (S2), kde léčba byla zahájena v roce 2022, výběr byl stanoven dle nástupu na léčbu v daném roce a vybráno také prvních 100 pacientů.

Tato data napsaná v papírové podobě, byla následně převedena do tabulky programu Microsoft Office 365 - Excel, pro následnou další analýzu dat pomocí statistických metod. Ke statistickému zpracování byl použit open source program „jamovi“. Jamovi je software s otevřeným zdrojem, který se zdarma používá k analýze dat a statistickým výpočtům. Jeho hlavními tvůrci jsou Jonathon Love, Damian Dropmann a RaviSelker. Tento program poskytuje také grafické rozhraní pro programovací jazyk R, což z něj činí užitečný nástroj ve statistickém výzkumu, především pro aplikace jako je ANOVA (analýza rozptylu), statistická inference, lineární regrese, smíšené modely, Bayesovské modely a další. Data se zadávají do rozhraní tabulkového procesoru, např. zmíněný excel, který lze do programu importovat.

V rámci excelovské tabulky jsme si uvedli pořadí, skupina 1 a skupina 2, dále věk, pohlaví, čas zákroku od začátku až po obnovení průtoku krve, počet pasáží nutných k obnovení toku krve, použití stentu Solitaire nebo katetru Sofia, popř. obou. V rámci těchto dvou skupin nás zajímají zejména zmíněné dva, resp. tři způsoby terapie. Důležitou informací je, že u skupiny 1 není uvedena léčba za pomoci katetru Sofia, ten se totiž v roce 2019 ještě nepoužíval, můžeme tak zjišťovat statistické významnosti v rámci skupiny 1 a 2.

Ze stanovených výše uvedených hypotéz by mohlo vyplývat, že výzkum má nejbliž ke korelacím. Korelace poskytují možnost prozkoumat spojitost mezi různými fenomény. Příkladem může být zkoumání možného vztahu mezi praktickými výsledky a množstvím času věnovaného teoretické přípravě nebo posuzování souvislosti mezi výkonem v praxi a kvalitou technického zázemí pracoviště. Korelační analýza nám umožňuje určit, jak silně jsou dvě proměnné navzájem spojeny, což vede k jednomu ze tří možných závěrů: neexistuje mezi nimi žádná spojitost, existuje mezi nimi pozitivní spojitost (například čím více teorie, tím lepší praxe), nebo existuje mezi nimi negativní spojitost (například čím více teorie, tím horší praxe).

Je důležité si uvědomit, že korelace sama o sobě neimplikuje příčinnou souvislost. Jak upozorňuje Walker (2017), kdy z toho, že mezi dvěma proměnnými pozorujeme vztah, nelze automaticky vyvozovat, že jedna proměnná je příčinou druhé. Abychom zjistili příčinné vztahy, je třeba provést experimentální výzkum. Možné je také, že za souvislosti mezi oběma zkoumanými proměnnými stojí třetí faktor, který ovlivňuje obě (tzv. společná příčinná proměnná). I když na první pohled nejsou korelační studie cenné, s ohledem na fakt,

že neposkytují důkazy o příčinných vztazích, je přesto dle Ferjenčíka (2000) klíčovým důvodem jejich schopnost umožňovat předpovědi. Když odhalíme, že mezi dvěma jevy existuje silná spojitost, můžeme sledováním jednoho z nich efektivně odhadnout přítomnost nebo intenzitu druhého. Tato schopnost předpovědět je velmi užitečná v mnoha oblastech výzkumu a aplikací a může vést v pokračování výzkumu.

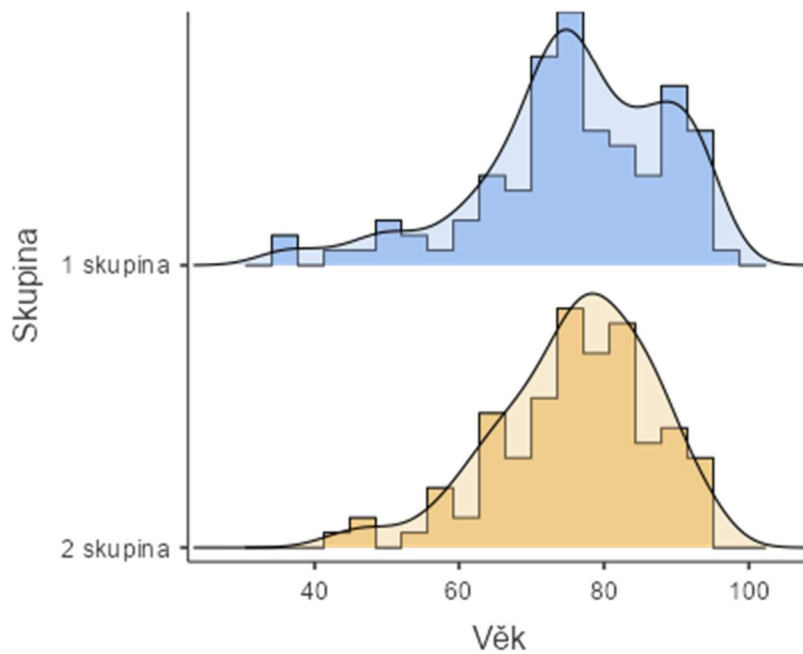
Výzkumný soubor

Pro lepší popis skupin S1 a S2 jsme zvolili zjednodušenou deskriptivní statistiku, která je známá také jako popisná statistika. Ta nám pomáhá orientovat se v datech, aby byla jednodušejší interpretovatelná. Popisná statistika umožňuje složitost redukovat a usnadňuje nám tak uvažování o datech, která jsme získali (Hendl, 2012). My jsme zvolili tento postup pro bližší popis obou skupin. Mezi základní metody deskriptivní statistiky patří různé druhy tabulek, grafů, četností apod. Na deskriptivní statistiku navazuje analytická statistika, která zpracovaná data dále analyzuje a vyhodnocuje (Zháněl a kol., 2014), jako např. naše situace, kdy chceme u dvou skupin pacientů ověřit, zda existuje významný rozdíl mezi použitými metodami katetrizace u pacientů s iCMP.

4.3 Zjištěné výsledky a jejich interpretace

Jako první jsme provedli deskriptivní statistiku vzorku ve zmíněném programu jamovi dle absolutních a relativních četností. Zde nás zajímala odpověď na dílčí výzkumné otázky, které nám blíže specifikují výzkumný vzorek. Do proměnných jsme dali věk, který byl rozdělen podle skupin S1 a S2. Provedená věková analýza vypadá následovně:

Graf 1 Věková struktura



Pro konkrétní interpretaci dat vycházíme z Tabulky č. 1, která se váže ke Grafu č. 1.

Tabulka 1 Věková struktura

Descriptives

	Skupina	Věk
N	1 skupina	100
	2 skupina	100
Missing	1 skupina	0
	2 skupina	0
Mean	1 skupina	75.7
	2 skupina	76.0
Median	1 skupina	76.0
	2 skupina	77.0
Standard deviation	1 skupina	13.1

Descriptives

	Skupina	Věk
	2 skupina	10.7
Minimum	1 skupina	35
	2 skupina	43
Maximum	1 skupina	96
	2 skupina	95
Skewness	1 skupina	-0.864
	2 skupina	-0.696
Std. error skewness	1 skupina	0.241
	2 skupina	0.241
Kurtosis	1 skupina	0.815
	2 skupina	0.490
Std. error kurtosis	1 skupina	0.478
	2 skupina	0.478

Data prezentují srovnání dvou skupin S1 a S2 podle jejich věkové struktury. Zde je interpretace poskytnutých statistik:

Celkový počet (N) a chybějící data:

1. skupina: 100 účastníků, žádná chybějící data.

2. skupina: 100 účastníků, žádná chybějící data.

Obě skupiny mají stejný počet účastníků a jsou kompletní bez chybějících dat.

Průměrný věk:

1. skupina: Průměrný věk je 75.7 let.

2. skupina: Průměrný věk je 76.0 let.

Průměrný věk obou skupin je si velmi blízký, což naznačuje podobnou věkovou strukturu.

Medián věku:

1. skupina: Medián věku je 76 let.

2. skupina: Medián věku je 77 let.

Mediány jsou také velmi podobné, což ukazuje, že obě skupiny mají podobné střední hodnoty věku, s mírně starším středem ve 2. skupině.

Standardní odchylka:

1. skupina: 13.1

2. skupina: 10.7

Standardní odchylka v 1. skupině je vyšší, což naznačuje větší variabilitu věku v této skupině ve srovnání s 2. skupinou.

Minimální a maximální věk:

1. skupina: Rozsah věku od 35 do 96 let.

2. skupina: Rozsah věku od 43 do 95 let.

První skupina má širší rozsah věku, což je konzistentní s vyšší standardní odchylkou.

Šikmost (Skewness):

1. skupina: Šikmost -0.864.

2. skupina: Šikmost -0.696.

Obě skupiny mají negativní šikmost, což znamená, že mají více mladších účastníků v porovnání s tím, co by odpovídalo normálnímu rozdělení, šikmost je mírnější ve 2. skupině.

Špičatost (Kurtosis):

1. skupina: Kurtosis 0.815.

2. skupina: Kurtosis 0.490.

Obě skupiny vykazují pozitivní špičatost, což znamená, že jejich rozdělení věku jsou špičatější než normální rozdělení, ale znovu, rozdíly mezi skupinami nejsou dramatické.

Závěr:

Obě skupiny jsou velmi podobné s ohledem na průměrný a mediánový věk, avšak 1. skupina vykazuje větší variabilitu věkových hodnot a širší rozsah věku.

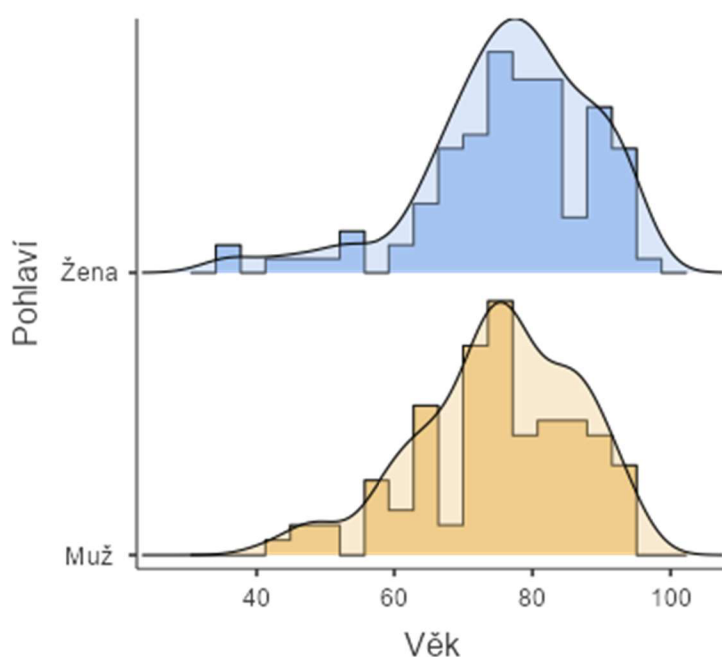
Negativní šikmost v obou skupinách ukazuje, že v obou skupinách je větší počet mladších než starších účastníků, ale tento trend je mírně výraznější v 1. skupině.

Pozitivní špičatost v obou skupinách naznačuje, že data jsou mírně špičatější, než by bylo očekáváno u normálního rozdělení, ale rozdíly mezi skupinami nejsou významné.

Celkově jsou rozdíly mezi skupinami malé, s lehkým náznakem větší variability ve věkovém rozložení v 1. skupině ve srovnání s 2. skupinou.

Relativně blízké výsledky získáme také porovnáním skupin z hlediska pohlaví, kdy jsme v rámci deskriptivy v proměnných vložili pohlaví a rozdělení dle skupin:

Graf 2 Věková struktura dle pohlaví



Tabulka 2 Věková struktura dle pohlaví

Descriptiva

	Pohlaví	Věk
N	Žena	104
	Muž	96

Descriptiva

	Pohlaví	Věk
Missing	Žena	0
	Muž	0
Mean	Žena	76.7
	Muž	75.0
Median	Žena	78.0
	Muž	76.0
Standard deviation	Žena	12.3
	Muž	11.5
Minimum	Žena	35
	Muž	42
Maximum	Žena	96
	Muž	94
Skewness	Žena	-1.05
	Muž	-0.575
Std. errorskewness	Žena	0.237
	Muž	0.246
Kurtosis	Žena	1.61
	Muž	0.0694
Std. errorkurtosis	Žena	0.469
	Muž	0.488

Tato data poskytují přehled o demografických a statistických charakteristikách věkové distribuce mezi muži a ženami v našem vzorku. Níže uvádíme interpretaci výsledků:

Celkový počet (N):

Ženy: 104

Muži: 96

Vzorek neobsahuje žádné chybějící údaje pro pohlaví.

Průměrný věk:

Ženy: Průměrný věk je 76.7 let.

Muži: Průměrný věk je 75.0 let.

Ženy v tomto vzorku jsou v průměru o něco starší než muži.

Medián věku:

Ženy: Medián věku je 78 let, což ukazuje, že polovina žen má věk 78 let nebo starší.

Muži: Medián věku je 76 let, což ukazuje, že polovina mužů má věk 76 let nebo starší.

Mediánové hodnoty jsou blízko průměrů, ale jsou o něco vyšší, což naznačuje, že rozdělení věku má mírný sklon k vyšším hodnotám. To nám koreluje s tvrzením, že vyšší věk znamená vyšší riziko CMP, jak bylo uvedeno v teoretické části.

Standardní odchylka:

Ženy: Standardní odchylka je 12.3, což ukazuje, jak se věk žen rozkládá kolem průměru.

Muži: Standardní odchylka je 11.5, což ukazuje rozklad věku mužů kolem jejich průměru.

Rozptyl věku v obou skupinách je poměrně podobný.

Minimální a maximální věk:

Ženy: Rozpětí věku je od 35 do 96 let.

Muži: Rozpětí věku je od 42 do 94 let.

Rozpětí ukazuje, že vzorek zahrnuje širokou škálu věkových skupin, přičemž ženy mají nižší minimální věk a vyšší maximální věk než muži, rozdíl však není nijak zásadní.

Šikmost (Skewness):

Ženy: Hodnota šikmosti -1.05 se standardní chybou 0.237 ukazuje mírně negativní šikmost, což znamená, že rozdělení má delší "ocas" na levé straně.

Muži: Hodnota šikmosti -0.575 se standardní chybou 0.246 také ukazuje negativní šikmost, ale méně výraznou než u žen.

Obě skupiny tedy mají více mladších jedinců ve srovnání s tím, co bychom očekávali od normálního rozdělení.

Špičatost (Kurtosis):

Ženy: Kurtosis 1.61 se standardní chybou 0.469 naznačuje, že rozdělení je mírně špičatější než normální rozdělení (leptokurtické).

Muži: Kurtosis 0.0694 se standardní chybou 0.488 naznačuje, že rozdělení je velmi blízko normálnímu rozdělení v tomto ohledu (mesokurtické).

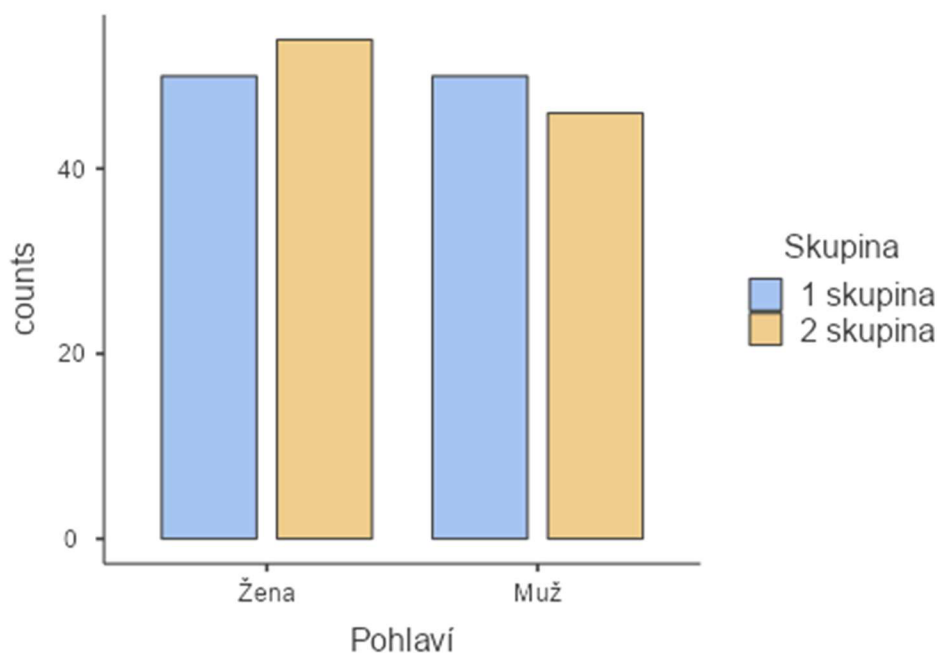
Rozdíl v špičatosti mezi muži a ženami ukazuje, že rozdělení věku žen je více koncentrované kolem průměru než u mužů.

Závěr:

Vzorek zahrnuje široké spektrum věkových skupin s mírnou převahou starších jedinců, což je indikováno vyššími mediány než průměry a negativní šikmostí. Ženy v tomto vzorku jsou průměrně o něco starší než muži a mají širší rozpětí věku. Rozdělení věku obou pohlaví vykazuje mírnou negativní šikmost a rozdíly v špičatosti, přičemž rozdělení u žen je mírně špičatější.

Dílčí výzkumné cíle byly zjištěny, jelikož víme, jaký byl průměrný věk pacientů s iCMP a tedy v jaké věkové skupině se iCMP nejvíc projevila. Vezmeme-li v potaz standardní chybu špičatosti (kurtosis), kdy kurtosis je statistická míra, která popisuje, jak jsou data rozložena okolo střední hodnoty, přesněji řečeno, jak špičaté je rozdělení dat ve srovnání s normálním, tedy Gaussovým, rozdělením, tak nižší hodnota standardní chyby znamená, že máme větší jistotu v přesnost našeho odhadu špičatosti. Výpočet standardní chyby špičatosti nám pomáhá posoudit, zda je pozorovaná špičatost v našem vzorku statisticky významně odlišná od špičatosti, kterou bychom očekávali v normálním rozdělení. V našich datech je standardní chyba špičatosti relativně malá ve srovnání s hodnotou špičatosti, proto lze tvrdit, že vzorek byl vhodně sesbírán, má k sobě blízko a lze jej dále analyzovat.

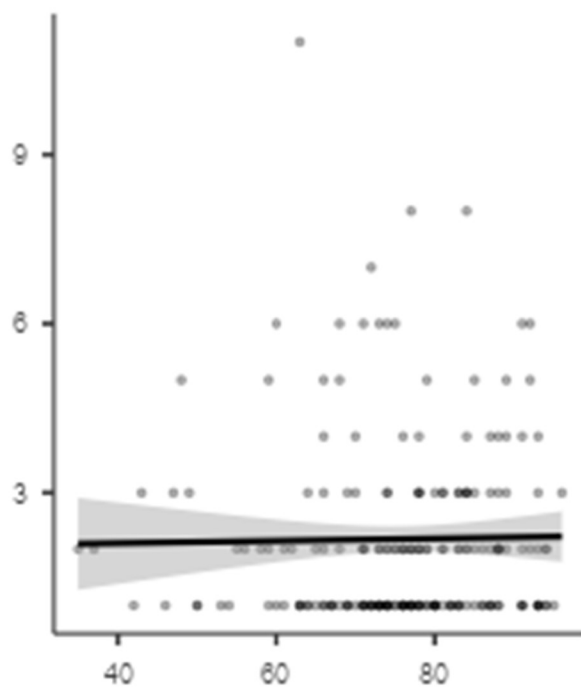
Graf 3 Rozdělení skupin dle pohlaví



Graf č. 3 nám ilustruje rovnoměrné rozdělení skupin dle pohlaví.

Pro potvrzení, či vyvrácení hypotézy H01, resp. HA1 o závislosti mezi věkem a počtem pasáží potřebných k obnově toku krve, jsme zvolili Pearsonův korelační koeficient. Pearsonův korelační koeficient je často preferovaným měřítkem pro určení vztahu mezi dvěma kvantitativními statistickými proměnnými. Jeho popularitu lze připsat skutečnosti, že není zatížen problémy spojenými s kovariancí. Je známý také jako Pearsonovo r , tento koeficient je bezrozměrný a jeho hodnoty se pohybují v pevně daném rozmezí od -1 do 1. Tyto charakteristiky umožňují srovnávání hodnot r navzájem bez ohledu na zkoumané proměnné a umožňují nám rychle posoudit, zda je hodnota koeficientu vysoká nebo nízká (Havránek, 1993). Data jsme ještě prověřili Spearmanovým korelačním koeficientem. Pearsonův korelační koeficient je značně ovlivněný přítomností výjimečných datových bodů. V takových případech často upřednostňujeme použití odolnějších metod pro měření závislosti. Spearmanův korelační koeficient R_s je jedním z těchto nástrojů.

Graf 4 Věk a počet pasáží



Tabulka 3 Věk a počet pasáží

Correlation Matrix

		Věk	Počet pasáží
Věk	Pearson's r	—	
	df	—	
	p-value	—	
	Spearman'srho	—	
	df	—	
	p-value	—	
Počet pasáží	Pearson's r	0.015	—
	df	198	—
	p-value	0.829	—
	Spearman's rho	0.083	—

	Věk	Počet pasáží
df	198	—
p-value	0.243	—

Data představují korelační matici zkoumající vztah mezi věkem a počtem pasáží. Zde je interpretace klíčových částí:

Pearsonova korelace (r)

Hodnota: 0.015

Stupně volnosti (df): 198

p-hodnota: 0.829

Pearsonova korelace měří lineární vztah mezi dvěma kvantitativními proměnnými. Hodnota 0.015 naznačuje extrémně slabý pozitivní lineární vztah mezi věkem a počtem pasáží. Vzhledem k tomu, že p-hodnota je 0.829, což je mnohem vyšší než běžná hladina signifikance (0.05), nelze tento vztah považovat za statisticky významný. To znamená, že neexistuje důkaz podporující existenci lineárního vztahu mezi věkem a počtem pasáží.

Spearmanova korelace (rho)

Hodnota: 0.083

Stupně volnosti (df): 198

p-hodnota: 0.243

Spearmanova korelace je ne-parametrická míra korelace, která hodnotí vztah mezi dvěma proměnnými pomocí jejich pořadí, místo přímých hodnot. Hodnota 0.083 naznačuje velmi slabý pozitivní vztah mezi věkem a počtem pasáží. Podobně jako u Pearsonovy korelace, i zde je p-hodnota (0.243) mnohem vyšší než běžná hladina signifikance, což naznačuje, že neexistuje statisticky významný vztah mezi těmito dvěma proměnnými.

Závěr: Vyhodnocením obou způsobů a jejich vyjádření v Grafu č. 4 a Tabulce č. 3, lze demonstrovat, že ani Pearsonova, ani Spearmanova korelace neposkytují důkaz o statisticky významném vztahu mezi věkem a počtem pasáží. Hodnoty korelace jsou velmi nízké, což naznačuje, že mezi těmito dvěma proměnnými neexistuje silný vztah. P-hodnoty pro obě

korelace jsou nad běžnou hladinou signifikance, což dále potvrzuje, že neexistují důkazy o významném vztahu mezi věkem a počtem pasáží. Podle dostupných dat a provedené analýzy bychom měli **přijmout nulovou hypotézu (H01) a hypotéza (HA1) se zamítá**. To znamená, že neexistuje statisticky významná závislost mezi věkem pacienta a počtem pasáží potřebných k obnově toku krve v této studii. Věk pacienta tedy významným způsobem neovlivňuje počet pasáží potřebných k obnově průtoku krve.

Pro potvrzení, či vyvrácení hypotézy H02, resp. HA2 o počtu pasáží při použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia, bylo nutné upravit vstupní data, se kterými pracujeme. Do datového pole byla přepsána technika aspirace s využitím aspiračního stentrieveru Solitaire jako kód č. 1, Sofia jako kód č. 2 a kombinace obou Solitaire i Sofia jako kódové označení č. 3. Protože potřebujeme testovat rozdíly mezi více než dvěma skupinami, tj. cílem je porovnat efektivitu tří různých typů léčby (katetrizace), byla zvolena metoda ANOVA, která umožňuje zjistit, zda existují statisticky podstatné rozdíly v účinnosti katetrizací s ohledem na provedený počet nutných pasáží. ANOVA neboli analýza rozptylu je statistická metoda používaná k analýze rozdílů a k posouzení, zda jsou tyto rozdíly statisticky významné (Havránek, 1993).

Tabulka 4 ANOVA

One-Way ANOVA (Welch's)

	F	df1	df2	p
Počet pasáží	26.0	2	104	< .001

Homogeneity of Variances Test (Levene's)

	F	df1	df2	p
Počet pasáží	9.07	2	197	< .001

Tukey Post-Hoc Test – Počet pasáží

		Solitaire	Sofia	Kombinace obou
Solitaire	Mean difference	—	1.13	-0.0629
	p-value	—	0.003	0.970
Sofia	Mean difference		—	-1.1948
	p-value		—	0.005
Kombinace obou	Mean difference			—
	p-value			—

Výsledky jednosměrné ANOVA (Welch's), které porovnávají vliv různých typů katetrizace na počet pasáží, můžeme interpretovat ve vztahu ke stanoveným hypotézám viz níže. Welchova ANOVA používá upravenou verzi F-statistiky, která bere v úvahu rozdíly ve variancích mezi skupinami. Metoda byla zvolena kvůli její robustnosti vůči nerovnosti variancí mezi skupinami. Standardní ANOVA předpokládá, že všechny skupiny mají stejnou variabilitu, což nemusí být vždy pravda a může vést k nesprávným závěrům. Použitím Welchovy ANOVA zajišťujeme, že naše statistické testy jsou validní i v případě, kdy předpoklad homogenity variancí nemusí být splněn.

Výsledky ANOVA (Welch's)

F-statistika: 26.0

df1: 2

df2: 104

p-hodnota: < .001

Výsledky Leveneova testu

F-statistika: 9.07

p-hodnota: < .001, což indikuje porušení předpokladu homogenity rozptylů.

Výsledky Tukeyova Post-Hoc Testu

Solitaire vs. Sofia: Průměrný rozdíl je 1.13 s p-hodnotou 0.003.

Solitaire vs. Kombinace obou: Průměrný rozdíl je -0.0629 s p-hodnotou 0.970.

Sofia vs. Kombinace obou: Průměrný rozdíl je -1.1948 s p-hodnotou 0.005.

Závěr:

Z výsledků je patrné, že existuje statisticky významný rozdíl v průměrném počtu pasáží mezi skupinou, u které byl použit katétr Sofia a skupinou, kde byl použit stentretreiver Solitaire, jakož i významný rozdíl mezi skupinou s využitím katétru Sofia a skupinou, která použila kombinaci obou. Konkrétně, katétr Sofia vedl k významně nižšímu průměrnému počtu pasáží ve srovnání s oběma ostatními skupinami.

Tento nálezný přímo podporuje alternativní hypotézu (HA2), že použití katétru Sofia je účinnější ve snižování počtu potřebných pasáží v porovnání s jinými. Nulová **hypotéza**

(H02) je tedy zamítnuta na základě uvedených důkazů a **přijata alternativní hypotéza (HA2).**

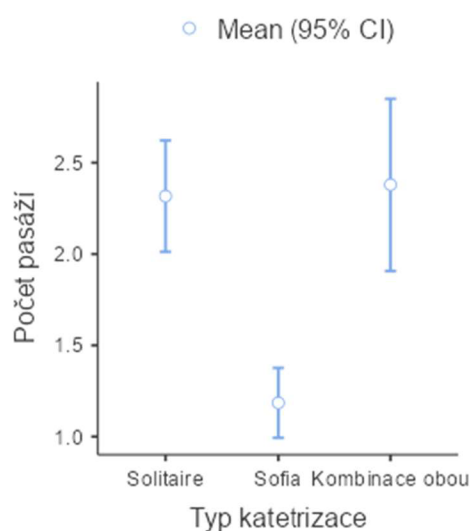
Přestože byl předpoklad homogenity rozptylů porušen, statistická významnost, kterou naznačuje velmi nízká p-hodnota ve Welchově ANOVA, společně s výsledky Tukeyova post hoc testu, naznačuje, že tyto zjištěné rozdíly jsou robustní a můžeme být poměrně jistí ve svých závěrech o účinnosti techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia.

Pro lepší vizuální interpretaci výsledků ANOVA, vkládáme také bodový Graf 5 s průměry a 95% konfidenčními intervaly. Průměrný počet pasáží pro každý kód (Solitaire, Sofia a kombinace obou) je zobrazen jako bod. Vertikální čáry představující 95% konfidenční intervaly ukazují rozsah hodnot, uvnitř kterého bychom očekávali skutečný průměr populací, pokud bychom tento experiment opakovali mnohokrát. Na grafu lze také pozorovat, že:

- Skupina používající katétr Sofia má nejnižší průměrný počet pasáží, a její konfidenční interval je úzký, což naznačuje vysokou přesnost odhadu průměru.
- Skupina Solitaire a skupina s kombinací obou mají vyšší průměrný počet pasáží a širší konfidenční intervaly, což značí větší nejistotu v odhadu průměru.

Co je důležité, konfidenční intervaly pro skupinu Sofia nezapadají do intervalů pro Solitaire ani pro kombinaci obou, což podporuje statistické zjištění, že existuje významný rozdíl mezi aspirační technikou s využitím aspiračního katétru Sofia a ostatními katétry. To je vizuální potvrzení výsledků našeho Tukeyova post hoc testu.

Graf 5 ANOVA



Následující část se týká potvrzení, či vyvrácení hypotézy H03, resp. HA3 o čase mezi punkcí v oblasti třísla a dosažením TICI skóre při použití aspiračního katétru Sofia. Pro testování zmíněné hypotézy o vlivu použití aspiračního katétru Sofia na čas mezi punkcí v oblasti třísla a dosažením TICI skóre jsme ve statistickém softwaru jamovi opět zvolili jednosměrnou analýzu rozptylu (ANOVA), kdy máme k dispozici opět tři skupiny (Sofia, Solitaire a kombinace obou) a chceme porovnat průměrný čas dosažení TICI skóre mezi nimi. Jak bylo uvedeno, je právě ANOVA vhodná pro porovnávání průměrů více než dvou skupin.

Tabulka 5 ANOVA - H03/HA3

One-Way ANOVA

		F	df1	df2	p
Čas zákroku (v min)	Welch's	14.3	2	84.1	< .001
	Fisher's	6.72	2	197	0.002

Homogeneity of Variances Test (Levene's)

	F	df1	df2	p
Čas zákroku (v min)	2.57	2	197	0.079

Tukey Post-Hoc Test – Čas zákroku (v min)

		Solitaire	Sofia	Kombinace obou
Solitaire	Mean difference	—	14.2	1.36
	t-value	—	3.64	0.441
	df	—	197	197
	p-value	—	< .001	0.898
Sofia	Mean difference		—	-12.84
	t-value		—	-2.933
	df		—	197
	p-value		—	0.010
Kombinace obou	Mean difference			—
	t-value			—
	df			—
	p-value			—

Výsledky testu metodou ANOVA uvedené v tabulce č. 5 lze interpretovat následovně:

Welchova ANOVA:

F-statistika: 14.3

df1: 2 (mezi skupinami)

df2: 84.1 (upravený počet stupňů volnosti kvůli Welchově korekci)

p-hodnota: < .001

Fisherova ANOVA:

F-statistika: 6.72

df1: 2

df2: 197

p-hodnota: 0.002

Test homogenity rozptylů (Leveneův test)

F-statistika: 2.57

p-hodnota: 0.079, což znamená, že předpoklad homogenity rozptylů nebyl statisticky významně porušen.

Tukeyův Post-Hoc Test – Čas zákroku (v min)

Solitaire vs. Sofia: Průměrný rozdíl je 14.2 minut ($p < .001$), což ukazuje statisticky významný rozdíl ve prospěch Sofie.

Solitaire vs. Kombinace obou: Průměrný rozdíl je 1.36 minut ($p = 0.898$), což není statisticky významný rozdíl.

Sofia vs. Kombinace obou: Průměrný rozdíl je -12.84 minut ($p = 0.010$), což opět ukazuje statisticky významný rozdíl ve prospěch Sofie.

Interpretace ve vztahu k hypotéze H03 a HA3:

Na základě těchto výsledků **můžeme zamítnout nulovou hypotézu (H03) a přijmout alternativní hypotézu (HA3)**. Výsledky ukazují, že použití aspiračního katétru Sofia vede k významnému snížení času zákroku ve srovnání s použitím stentriever Solitaire. Rozdíl ve prospěch katétru Sofia je také statisticky významný i při srovnání s technikou aspirace využívající Sofia i Solitaire v rámci jednoho léčebného zásahu. Tento závěr je podpořen nízkými p-hodnotami získanými z Welchovy i Fisherovy ANOVA a potvrzený Tukeyovými post hoc testy.

Výsledky tedy ukazují, že použití aspiračního katétru Sofia může významně zkrátit čas potřebný k dosažení TICI skóre během endovaskulárních procedur na obnovu průtoku krve, což je v souladu s naší alternativní hypotézou HA3.

Pro vizualizaci dat uvádíme Graf 6 níže, což je bodový graf, který znázorňuje průměrný čas zákroku v minutách pro tři různé přístupy, s využitím Solitaire, Sofia a kombinaci obou. Pro každou skupinu jsou zobrazeny následující informace:

Bod: Udává průměrný čas zákroku pro každý typ katétru.

Vertikální čáry: Představují 95% konfidenční intervaly (CI) pro průměrný čas. Tato čísla naznačují rozsah hodnot, ve kterém se pravděpodobně nachází skutečný průměr dané skupiny s 95% jistotou.

Graf také vyjadřuje následující informace:

Stentriever Solitaire: Má průměrný čas zákroku, který je vyšší než s využitím aspiračního katétru Sofia, ale s větším rozsahem konfidenčního intervalu.

Sofia: Vyjadřuje značně nižší průměrný čas zákroku ve srovnání se stentem Solitaire, s užším konfidenčním intervalem, což ukazuje na menší variabilitu a větší přesnost odhadu.

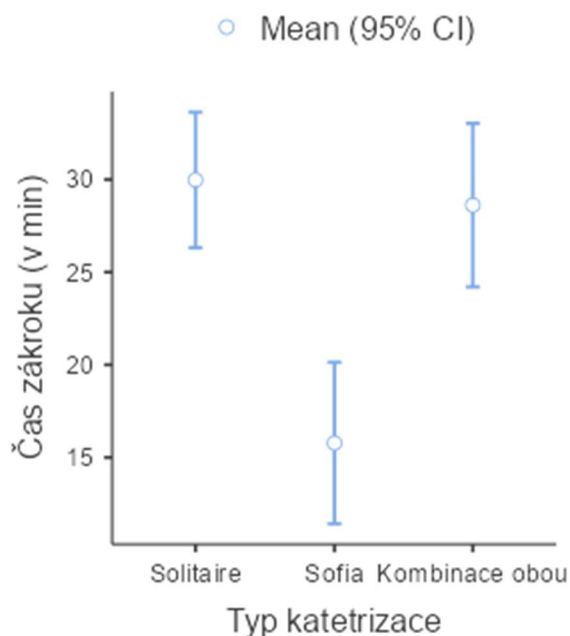
Kombinace obou: Průměrný čas zákroku pro tuto skupinu je podobný jako u Solitaire, s mírně nižší průměrnou hodnotou a podobně širokým konfidenčním intervalem.

Interpretace:

U pacientů, kde byl využit aspirační katétr Sofia byl výrazně kratší průměrný čas zákroku, což naznačuje, že může být efektivnější než Solitaire nebo kombinace obou.

Protože konfidenční intervaly pro jednotlivé skupiny jsou oddělené, může to značit, že rozdíly mezi průměrnými časy zákroků jsou statisticky významné, což jsme ověřili pomocí příslušných statistických testů viz Tabulka č. 5.

Graf 6 ANOVA H03/HA3



Abychom si ověřili výsledky hypotéz, provedli jsme navíc komplexnější Games-Howell post hoc test, jak se skupiny liší v proměnných: věk, čas zákroku a počet pasáží. Tento typ testu se používá např., když nejsou splněny předpoklady pro rovnost variancí mezi skupinami. Post-hoc testy jsou používány po provedení hlavního statistického testu (jako je ANOVA) a k důkladnému prozkoumání a porovnání rozdílů mezi více skupinami, pokud hlavní test ukazuje statisticky významné výsledky.

Tabulka 6 Games-Howell test

Games-Howell Post-Hoc Test – Věk

		Solitaire	Sofia	Solitaire i Sofia
Solitaire	Mean difference	—	0.159	1.003
	t-value	—	0.0699	0.501
	df	—	46.2	96.0
	p-value	—	0.997	0.871
Sofia	Mean difference		—	0.844
	t-value		—	0.327
	df		—	61.7
	p-value		—	0.943
Solitaire i Sofia	Mean difference			—
	t-value			—
	df			—
	p-value			—

Games-Howell Post-Hoc Test – Věk

		Solitaire	Sofia	Solitaire i Sofia
--	--	------------------	--------------	--------------------------

Note. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Games-Howell Post-Hoc Test – Čas zákroku (v min)

		Solitaire	Sofia	Solitaire i Sofia
--	--	------------------	--------------	--------------------------

Solitaire	Mean difference	—	14.3 ***	1.46
	t-value	—	5.16	0.508
	df	—	78.3	119.6
	p-value	—	< .001	0.868
Sofia	Mean difference		—	-12.80 ***
	t-value		—	-4.267
	df		—	72.3
	p-value		—	< .001
Solitaire i Sofia	Mean difference			—
	t-value			—
	df			—
	p-value			—

Note. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Games-Howell Post-Hoc Test – Počet pasáží

		Solitaire	Sofia	Solitaire i Sofia
--	--	------------------	--------------	--------------------------

Solitaire	Mean difference	—	1.11 ***	-0.0603
	t-value	—	6.08	-0.214
	df	—	141	93.8
	p-value	—	< .001	0.975
Sofia	Mean difference		—	-1.1657 ** *
	t-value		—	-4.597
	df		—	63.0
	p-value		—	< .001
Solitaire i Sofia	Mean difference			—
	t-value			—
	df			—
	p-value			—

Note. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Z výsledků analýz můžeme provést závěry ohledně našich zkoumání. Zjednodušený popis vztahu mezi výsledky testů a hypotézami koreluje s výše uvedenými tvrzeními:

Hypotéza 1: Závislost mezi věkem a počtem pasáží

Nulová hypotéza (H01): Neexistuje žádná statisticky významná závislost mezi věkem pacienta a počtem pasáží potřebných k obnově toku krve.

Alternativní hypotéza (HA1): Existuje statisticky významná závislost mezi věkem pacienta a počtem pasáží potřebných k obnově toku krve.

Z dat získaných z Games-Howell post hoc testů nebyly nalezeny žádné statisticky významné rozdíly mezi různými skupinami co se týče věku. Toto neposkytuje přímé důkazy pro nebo proti závislosti mezi věkem a počtem pasáží, protože testy byly zaměřeny na porovnání skupin, nikoli na přímou korelaci mezi věkem a počtem pasáží. Nicméně, absence významných rozdílů v průměrném věku mezi skupinami může naznačovat, že věk samotný nemá významný vliv na počet pasáží, a tedy podporuje nulovou hypotézu (H01).

Hypotéza 2: Počet pasáží při použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia:

Nulová hypotéza (H02): Při použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia není průměrný počet pasáží potřebných k obnově toku krve statisticky významně nižší než při použití stent Solitaire.

Alternativní hypotéza (HA2): Při použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia je průměrný počet pasáží potřebných k obnově toku krve statisticky významně nižší než při použití stent Solitaire

Data ukazují, že použitím techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia se statisticky významně snižuje počet pasáží potřebných k obnově toku krve ve srovnání se stentretrieverem Solitaire. To podporuje alternativní hypotézu (HA2).

Hypotéza 3: Čas mezi punkcí a dosažením TICI skóre při použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia:

Nulová hypotéza (H03): Použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia nevede k statisticky významné redukci času mezi punkcí v oblasti třísla a dosažením TICI skóre.

Alternativní hypotéza (HA3): Použití techniky aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia vede k statisticky významné redukci času mezi punkcí v oblasti třísla a dosažením TICI skóre.

Statistické analýzy ukázaly, že skupina používající techniku aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia měla statisticky významně nižší časy zákroku ve srovnání s využitím stentrieveru Solitaire, což potvrzuje alternativní hypotézu (HA3). Tedy použití katétru Sofia vede k rychlejšímu dosažení TICI skóre.

Celkově tedy výsledky ukazují podporu pro alternativní hypotézy HA2 a HA3, zatímco pro HA1 nejsou dostatečné přímé důkazy, proto se přikláníme k hypotéze H01.

V rámci popisu skupin, jsme uvedli, že skupina S1, kde byla léčba zahájena v roce 2019, tedy před dobou, než začal být používán aspirační katétr Sofia a skupina S2, kde léčba byla zahájena v roce 2022. Ve skupině S2 již aspirační katétr Sofia byl používán, ale ne ve všech případech a také ne vždy samostatně, tzn. někdy byl využit v kombinaci se stentrieverem Solitaire. V rámci naší praktické části jsme provedli srovnání i těchto dvou skupin. Pro tuto potřebu jsme upravili datovou tabulku excel s vyznačením těchto dvou skupin, které jsme navzájem porovnali. Výpočet jsme opět provedli ve statistickém programu jamovi. Obě skupiny byly vloženy do sloupce "období", ve kterém rozlišujete data na základě toho, zda případ nastal v roce 2019 nebo v roce 2022. Typ proměnné pro "období" považujeme za ordinální proměnnou, protože „období“ lze chápat jako data s určitým pořadím. Tato proměnná rozděluje data do dvou kategorií na základě času ve dvou obdobích, a proto naznačuje určité pořadí. Pro potřeby porovnání výsledků mezi těmito dvěma skupinami, kdy porovnáваме zejména dvě proměnné (čas zákroku v min a počet pasáží), jsme zvolili t-test. Pro potřeby lepší vizuální interpretace jsme do testování zařadili i věk.

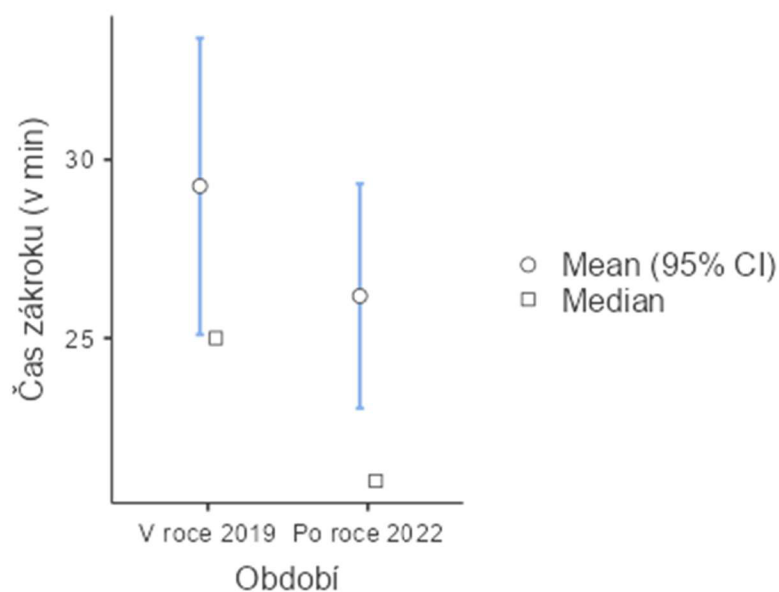
Tabulka 7 Srovnání let 2019 a 2022

Independent Samples T-Test

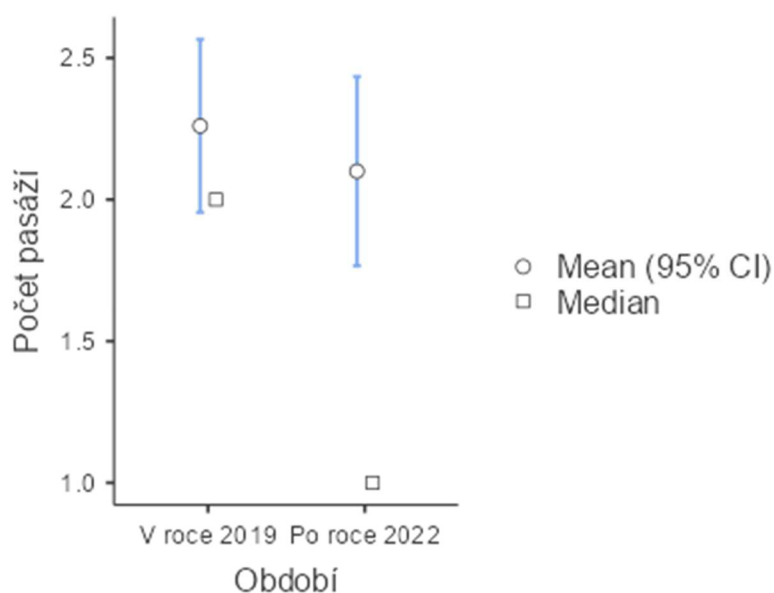
		Statistic	df	p
Čas zákroku (v min)	Student's t	1.156	198	0.249
Počet pasáží	Student's t	0.693	198	0.489
Věk	Student's t	-0.165	198	0.869

Note. $H_a: \mu_{V \text{ roce } 2019} \neq \mu_{Po \text{ roce } 2022}$

Graf 7 Srovnání let 2019 a 2022 - čas zákroku (v min)



Graf 8 Srovnání let 2019 a 2022 - počet pasáží



Výsledky nezávislého t-testu (Independent Samples T-Test) nám zjišťují, zda existují statisticky významné rozdíly mezi dvěma skupinami ve dvou proměnných: "čas zákroku (v min)" a "počet pasáží". Tento test se používá k porovnání průměrů dvou nezávislých skupin a zda jsou tyto rozdíly významné z hlediska statistiky. Analýza výsledků:

1. Čas zákroku (v min)

Statistika t: 1.156

Stupně volnosti (df): 198

p-hodnota: 0.249

2. Počet pasáží

Statistika t: 0.693

Stupně volnosti (df): 198

p-hodnota: 0.489

Interpretace obou proměnných:

Čas zákroku (v min)

Statistika t 1.156 naznačuje, že průměrný rozdíl v čase zákroku mezi skupinami je pozitivní, což znamená, že skupina po roce 2019 mohla mít mírně vyšší průměrný čas zákroku. Tomu odpovídá i grafické znázornění viz Graf 7,

p-hodnota 0.249 je ale vyšší než konvenční hranice signifikance 0.05, což znamená, že **není dostatečný statisticky významný rozdíl v čase zákroku mezi skupinami v roce 2019 a v roce 2022.**

Počet pasáží

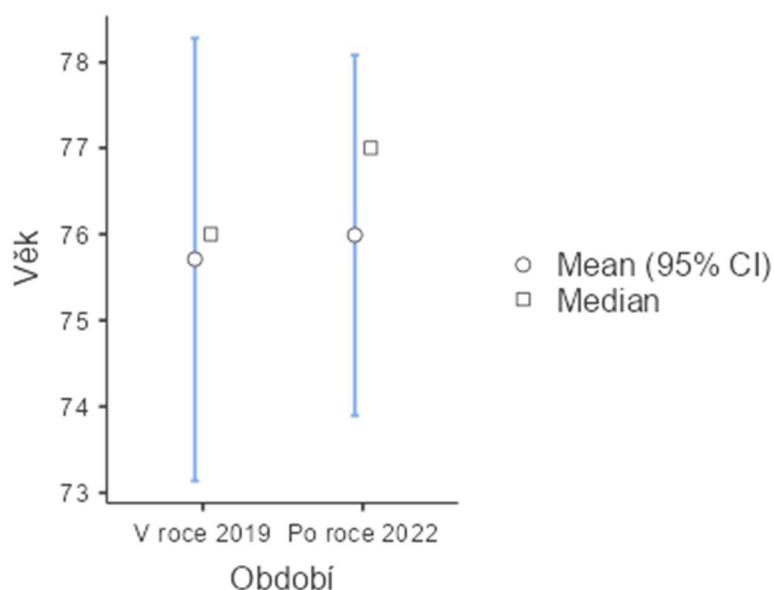
Statistika t 0.693 naznačuje, že průměrný rozdíl v počtu pasáží mezi skupinami je také pozitivní, ale menší než u času zákroku, také viz Graf 8,

p-hodnota 0.489 je zde dokonce mnohem vyšší než konvenční hranice signifikance 0.05, což opět znamená, že **není žádný statisticky významný rozdíl v počtu pasáží mezi skupinami v roce 2019 a v roce 2022.**

Závěrem lze tvrdit, že ani jeden z testovaných parametrů (čas zákroku a počet pasáží) nevykazuje statisticky významné rozdíly mezi skupinami v roce 2019 a v roce 2022. To by mohlo naznačovat, že změny v praxi v roce 2022, resp. v použití nových aspiračních katétrů Sofia, nevedly k významnému zlepšení nebo zhoršení v efektivitě zákroků z hlediska těchto dvou měřených proměnných.

Věková struktura již byla popsána v rámci statistické deskriptivy, přesto pokud věk zahrneme i v t-testu, vyjde nám následující Graf 9, ze kterého vyplývá, že obě skupiny jsou si velmi blízké a rozdíly věku mezi oběma skupinami nejsou statisticky významné. Tomu odpovídá i **p-hodnota** 0.869, která je vyšší než konvenční hranice signifikance 0.05.

Graf 9 Srovnání let 2019 a 2022 - věk



Závěr:

Pokud bychom zkoumali pouze vztah mezi skupinami za jednotlivá časová období, zjistili bychom, že obě skupiny (S1 a S2) nevykazují statisticky významné rozdíly jak z hlediska deskriptivní statistiky, tj. věk, pohlaví, tak z hlediska času zákroku (v min) od začátku zákroku do obnovení krevního toku, tak v počtu nutných pasáží k zajištění krevního toku. Takový výsledek by nám mohl naznačit, že mezi oběma skupinami není žádný statisticky významný rozdíl. Tento výsledek je však ovlivněn faktem, že u skupiny S1 sice byl využit pouze stent Solitaire, ale u skupiny S2 nebyla použita pouze technika aspirace s využitím aspiračního katétru Sofia, ale také stent Solitaire, nebo oba. Abychom získali komplexnější pohled upravili jsme data tak, aby bylo možné jejich zpracování v rámci jiných statistických metod a ověřili si, zda nejsou důležité jiné proměnné. Díky tomu jsme získali odpovědi na naše hypotézy, které rozšiřují pohled na danou problematiku (viz výše). Právě díky těmto dalším testům jsme mohli vyvrátit či potvrdit jednotlivé hypotézy.

Závěr

Tato práce se věnuje problematice mechanické rekanalizace uzávěru mozkové cévy při iCMP. Práce je rozdělena do dvou hlavních částí, teoretické a praktické. V teoretické části je předložen obecný přehled o problematice CMP, s vymezením se k iCMP, jejích důsledcích, či celospolečenském dopadu, a to jak ekonomickém, tak i sociálním. Uveden je rovněž bližší popis zobrazovacích metod využívaných pro diagnostiku tohoto závažného onemocnění. Teoretická část vyúsťuje problematikou léčebných metod iCMP, s důrazem na endovaskulární léčebné metody a jejich kombinace, a to v kontextu stávající neurologické praxe, podporované metodami intervenční radiologie, včetně hodnotících a klasifikačních škál užívaných k hodnocení výsledků léčebného procesu pacientů s iCMP. Praktická část práce se opírá zejména o uvedené metody kombinací rekanalizačních technik – FAST, ADAPT a Solumbra.

Cílem diplomové práce bylo porovnat dvě skupiny pacientů, každá po 100 probandech, kteří byli léčeni pro iCMP metodou mechanické rekanalizace uzávěru mozkové tepny. Výběr skupin byl následující: Skupina 1 z období roku 2019, kde odstranění uzávěru bylo provedeno pouze mechanickou trombektomií stentretreiverem Solitaire (eV3) (technika FAST) a skupina 2 z období roku 2022, kdy již bylo možno rutinně provádět zmíněné metody rekanalizace, také technikou aspirace uzávěru mozkové tepny intrakraniálním aspiračním katétre Sofia (MicroVention) (technika ADAPT), nebo jejich kombinací (technika Solumbra). Pro toto srovnání je v práci vypracovaná řada statistických výpočtů, které hledají korelace, statisticky významné odlišnosti apod. nejen mezi těmito dvěma skupinami obecně, ale také mezi řadou dalších proměnných. Díky statistickým výpočtům jsme získali empirické důkazy pro potvrzení či zamítnutí hypotéz a také odpovědi na naše výzkumné otázky.

Závěry práce potvrzují, že technika aspirace s využitím intrakraniálního aspiračního katétru Sofia je statisticky významně odlišná oproti ostatním dvěma (stentretreiver Solitaire nebo kombinace obou), a to jak z hlediska zkrácení doby zákroku, tak i a snížením počtu průchodů uzávěrem nutných k dosažení obnovy krevního průtoku. Statistické rozdíly v délce zákroku a počtu nutných průchodů ve sledovaných souborech, mohou mít vliv na celkovou úspěšnost léčby. Nicméně je nutno vzít v potaz kontext rozhodování při volbě příslušných rekanalizačních technik a zejména přístup k použití jejich kombinací. Je otázkou, zda přímo zvolená technika ADAPT by mohla být natolik úspěšná, aby nemusela být po provedení daného počtu pasáží doplňována o techniku Solumbra a naopak, zda technika FAST je i přes svou relativní náročnost a složitost provedení schopna dosáhnout co nejnižším nutným počtem

průchodů obnovy toku krevního mozkovou cévou. Zda by se tedy jevila jako nejefektivnější technika Solumbra, je otázkou pro další možný výzkum.

Dosažením jednotlivých dílčích cílů předložené práce byl hlavní cíl této práce splněn. Zvolená metoda analýzy dokumentace pacientů s následným kvantitativním vyhodnocením se prokázala být vhodnou k dosažení zvoleného cíle této práce. Zjištěná srovnání a vyhodnocení by mohly mít cenný přínos pro klinickou praxi, zejména s ohledem nad úvahami vhodnosti implementací nových materiálů do klinické praxe, kdy sice bylo prokázáno, že technika ADAPT použitím přímé prosté aspirace uzávěru mozkové tepny intrakraniálním aspiračním katétrem se jeví být jako rychlá, účinná a efektivní technika rekanalizace, na druhou stranu však stále praxe dokladuje nutnost provádění technik FAST či kombinace obou těchto užitím techniky Solumbra.

Referenční seznam

1. BRUTHANS, J. *Epidemiologie a prognóza cévních mozkových příhod*. Remedia, 2009, 19: 128-131. ISSN 0862-8947
2. BRUTHANS J. *Epidemiologie cévních mozkových příhod. Kapitoly z kardiologie pro praktické lékaře* [online]. 2010, roč. II, č. 4/2010, ss. 133 – 136 ISSN 1803-7542.
3. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-140-2.
4. FEIGIN, V. L. *Cévní mozková příhoda: prevence a léčba mozkového iktu*. 1. české vyd. Praha: Galén, 2007. 207 s. ISBN 978-80-7262-428-7.
5. FERJENČÍK, J. *Úvod do metodologie psychologického výzkumu: jak zkoumat lidskou duši*. Praha: Portál, 2000. ISBN 80-7178-367-6.
6. HAVRÁNEK, T. *Statistika pro biologické a lékařské vědy*. 1. vyd. Praha: Academia, 1993. ISBN 8020000801
7. HENDL, J. *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. Čtvrté, přepracované a rozšířené vydání. Praha: Portál, 2016. ISBN 978-80-262-0982-9.
8. HENDL, J. *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. 4., rozš. vyd. Praha: Portál, 2012. ISBN 978-80-262-0200-4.
9. HERZIG, Roman. *Ischemické cévní mozkové příhody: průvodce ošetřujícího lékaře*. 2. vyd. Farmakoterapie pro praxi. Praha: Maxdorf, 2014. ISBN 978-80-7345-373-2.
10. HEŘMAN, Miroslav. *Základy radiologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN: 978-80-244-201-4.
11. JEDLIČKA, P., O. Keller a kol. *Speciální neurologie*. Praha: Galén, 2005. ISBN 80-7262-312-5.
12. KALITA, Zbyněk, 2006. *Akutní cévní mozkové příhody: diagnostika, patofyziologie, management*. Praha: Maxdorf. Jessenius. ISBN 80-859-1226-0.
13. KALITA, Zbyněk. *Akutní cévní mozkové příhody: Příručka pro osoby ohrožené CMP, jejich rodinné příslušníky a známé*. Praha: Mladá fronta, 2010. ISBN 978-80-204-2093-0.
14. KUPKA, K. a kol. *Nukleární medicína*. 2. vydání. Praha: P3K, s. r. o., 2015. ISBN: 978-80-87343-54-8.
15. NEVŠÍMALOVÁ, Soňa et al. *Neurologie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2002. ISBN 80-246-0502-3.

16. OCAMPO, T. et al. *Techniques, Benefits, and Challenges of PET-MR*. USA: Radiologic Technology, 2015. Mar-Apr;86(4):393-412; quiz 413-6. ISSN 0033-8397.
17. RŮŽIČKA, E. *Neurologie*. 2., rozšířené vydání. Praha: Triton, 2021. ISBN 978-80-7553-908-3.
18. VINKLÁREK, J. a kol. *Výpočetní tomografie u akutního mozkového infarktu*. *Neurologie pro praxi*. 2018, 19(4), 256-261 [cit. 2019-04-10]. ISSN 1803-5280.
19. WALKER, I. *Výzkumné metody a statistika. Z pohledu psychologie*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-3920-5.
20. ŠKOLOUDÍK, David, ŠAŇÁK, Daniel a kol. *Rekanalizační terapie akutní ischemické cévní mozkové příhody*. 1. vyd. Praha: Maxdorf, 2013. Jessenius. ISBN 978-80-7345-360-2.
21. ZÁMEČNÍK, Josef. *Patologie*. Praha: LD PragerPublishing, 2019. ISBN 978-80-270-6457-1.
22. ŽHÁNĚL, Jiří; HELLEBRANDT, Vladimír a SEBERA, Martin. *Metodologie výzkumné práce*. Brno: Masarykova univerzita, 2014. ISBN 978-80-210-6696-0.

Elektronické zdroje

1. BEDNAŘÍK, Josef a kol. *Ischemická cévní mozková příhoda nebo tranzitorní ischemická ataka nekardioembolické etiologie a jejich sekundární prevence*. ÚZIS 2020, verze 03. Dostupné z: <https://kdp.uzis.cz/res/guideline/11-aterotromboticka-ischemicka-cmp-nebo-tia-jejich-sekundarni-prevence-final.pdf>. [cit. 2023-11-02].
2. BOUSSER, Marie-Germaine a José M FERRO. *Cerebral venous thrombosis: an update* [online]. *Lancet Neurol* 2007, vol. 6, no. 2, s. 162-70. ISSN 1474-4422. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17239803>. [cit. 2023-11-02].
3. BÉJOT Yannick, TOUZÉ Emmanuel, JACQUIN Agnès, GIROUD Maurice, MAS Jean-Louis. *Epidémiologie des accidents vasculaires cérébraux* [online]. *Médecine/sciences*. 2009, roč. 25, č. 8-9, s. 727-732. ISSN 0767-0974. Dostupné z: <https://doi.org/10.1051/medsci/2009258-9727>. [cit. 2023-10-22].
4. BUNDIČEVIĆ, H. et al. *Stroke Scales as Assessment Tools in Emergency Settings: A Narrative Review*. [online]. *Medicina*: Kaunas. 2022 Oct 27;58(11):1541. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/medicina58111541>. [cit. 2023-12-22].
5. CUOCOLO, A. a kol. *Advances in SPECT Methodology*. [online]. In: *Imaging in Movement Disorders: Imaging Methodology and Applications in*

- Parkinson's Disease*. International Review of Neurobiology. Elsevier, 2018, s. 77-96. ISBN 9780128154182. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/bs.irm.2018.08.001>. [cit. 2024-02-22].
6. *Czechia: Country Health Profile 2023*. [online]. State of Health in the EU. OECD, 2023. ISBN 9789264548268. Dostupné z: <https://doi.org/10.1787/24a9401e-en>. [cit. 2023-12-21].
 7. DI CARLO, A. *Human and economic burden of stroke*. [online]. Age and Ageing. 2009, roč. 38, č. 1, s. 4-5. ISSN 0002-0729. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ageing/afn282>. [cit. 2023-10-22].
 8. DOBIÁŠ, M. *Transkraniální dopplerovská a barevná duplexní sonografie v intenzivní medicíně*. [online]. Anestezilogie a intenzivní medicína, roč. 25, 2014, č. 5, s. 378–382. Dostupné z: <https://www.aimjournal.cz/pdfs/aim/2014/05/07.pdf>. [cit. 2023-10-23].
 9. FEIGIN, Valery L a kol. *Global and regional burden of stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010*. [online]. The Lancet. 2014, roč. 383, č. 9913, s. 245-255. ISSN 01406736. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61953-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61953-4). [cit. 2023-10-22].
 10. FERRARA, A. *Computed Tomography in Stroke Diagnosis, Assessment, and Treatment*. [online]. USA: Radiologic Technology. 2020, 91(5), 447CT-462CT ISSN:0033839. Dostupné z: <http://www.radiologictechnology.org/content/91/5/447CT.full>. [cit. 2023-01-20].
 11. FURLANIS, G., AJČEVIĆ, M., STRAGAPEDE, L., a kol. *Ischemic Volume and Neurological Deficit: Correlation of Computed Tomography Perfusion with the National Institutes of Health Stroke Scale Score in Acute Ischemic Stroke*. [online]. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases 27(8), 2200-2207, 2018. ISSN 10523057. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1052305718301794>. [cit. 2024-01-04].
 12. GOLDEMUND, D., 2019 *Mechanická rekanalizace*. [online]. Cerebrovaskulární manuál. 2019. Dostupné z: <https://www.manual-cmp.cz/mechanicka-rekanalizace/>
 13. GOLDEMUND, D., MIKULÍK, R. *Trombolytická terapie akutního mozkového infarktu*. [online]. Neurologie pro praxi. Brno: Solen, 2006, (6), 310–312. Dostupné z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2006/06/04.pdf> [cit. 2024-01-04].

14. KOZÁK, J., KOZÁKOVÁ, R., KUČERA, D. *Endovaskulární léčba cévní mozkové příhody*. [online]. Kardiolog Rev Int Med 2016; 18(3):151–156. Dostupné z: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2012-6-1/endovaskularnilecba-ischemicke-cevni-mozkove-prihody-38944/download?hl=cs> [cit. 2024-01-04].
15. KIM, Yong-Won a kol. *Frontline contact aspiration thrombectomy using SOFIA catheter for acute ischemic stroke: period-to-period comparison with Penumbra catheter*. [online]. Acta Neurochirurgica. 2019, roč. 161, č. 6, s. 1197-1204. ISSN 0001-6268. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00701-019-03914-4>. [cit. 2024-03-21].
16. KRAJINA, A. a kol. *Endovaskulární rekanalizace při léčbě akutních uzávěrů mozkových tepen*. [online]. Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie. 2010, roč. 2010, č. 6, s. 678-684. ISSN 1803-6597. Dostupné z: www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2010-6/endovaskularni-rekanalizace-pri-lecbe-akutnich-uzaveru-mozkovych-tepen-33863 [cit. 2024-01-22].
17. LOPEZ A. D, a kol. *Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data*. [online]. The Lancet 2006. roč. 367:1747–1757. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68770-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68770-9) [cit. 2024-01-24].
18. MACHI, P. a kol. *Solitaire FR thrombectomy system: immediate results in 56 consecutive acute ischemic stroke patients*. [online]. Journal of NeuroInterventional Surgery. 2011, roč. 4, č. 1, s. 62-66. ISSN 1759-8478. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/jnis.2010.004051>. [cit. 2024-04-21].
19. NEUMANN, J., ŠAŇÁK, D. a kol. *Guidelines on intravenous thrombolysis in the treatment of acute cerebral infarction – 2021 version*. [online]. Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie. 2021, roč. 84/117, č. 4. ISSN 12107859. Dostupné z: <https://doi.org/10.48095/cccsnn2021291>. [cit. 2024-02-24].
20. PROCHÁZKA, V. *Endovascular treatment of acute ischemic stroke*. [online]. Intervenční a akutní kardiologie. 2021, roč. 20, č. 4, s. 217-226. ISSN 1213807X. Dostupné z: <https://doi.org/10.36290/kar.2021.039>. [cit. 2024-02-24].
21. SOBESKY, Jan. *Refining the Mismatch Concept in Acute Stroke: Lessons Learned from PET and MRI*. [online]. Journal of

- CerebralBloodFlow&Metabolism. 2012. ISSN 0271-678X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/jcbfm.2012.54>. [cit. 2023-12-03].
22. ŠILHÁN, P., PERNIČKOVÁ, D., HOSÁK, L. *Depresivní syndrom po cévní mozkové příhodě*. [online]. Česká a Slovenská Psychiatrie 2012, 108(6): 291-297. Dostupné z: http://www.cspychiatr.cz/dwnld/CSP_2012_6_291_297.pdf [cit. 2024-01-04].
23. ŠKOLOUDÍK, D. *Rekanalizační léčba mozkové ischemie – jak dál?*[online]. Neurologie pro praxi. 2014, 15(3): 125–130. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2014/03/04.pdf>[cit. 2024-02-22].
24. TORRES-MOZQUEDA, F. a kol. *An Acute Ischemic Stroke Classification Instrument That Includes CT or MR Angiography: The Boston Acute Stroke Imaging Scale*. [online]. American Journal of Neuroradiology. 2008, roč. 29, č. 6, s. 1111-1117. ISSN 0195-6108. Dostupné z: <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1000>. [cit. 2024-01-21].
25. Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR. *Barthelové škála*. [online]. ÚZIS ČR. 2024. Dostupné z: www.uzis.cz/index.php?pg=registry-sber-dat--klasifikace--ostatni-oborove-klasifikace-a-skaly. [cit. 2023-01-03].
26. Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR. *Přístrojové vybavení zdravotnických zařízení ČR v roce 2021*. [online]. ÚZIS ČR. 2022. Dostupné z: <https://www.uzis.cz/res/f/008421/ai-2022-03-t1-pristrojove-vybaveni-zz-2021.pdf>. [cit. 2023-01-04].
27. VINKLÁREK, J. et al. *Computed tomography in acute ischemic stroke*. [online]. Neurologie pro praxi. 2018, roč. 19, č. 4, s. 256-261. ISSN 12131814. Dostupné z: <https://doi.org/10.36290/neu.2018.043>. [cit. 2024-02-22].
28. ZELTZER, L., KORNER-BITENSKY, N. SITCOFF, E. *Glasgow Coma Scale (GCS)*. [online]. Kanada: StrokeEngine, 2008. Dostupné z: <https://strokengine.ca/en/assessments/glasgow-coma-scale-gcs/> [cit. 2024-02-22].
29. ZVOLSKÝ, M. *Aktualizace MKN-10 pro rok 2022 Doplnkové kódy pro závažnost deficitu u cévní mozkové příhody dle NIHSS*. [online]. ÚZIS ČR. 2021. Dostupné z: <https://www.uzis.cz/res/file/klasifikace/nhiss/nihss-metodika-doplnekove-kody-mkn-10-v-1-0.pdf>. [cit. 2024-02-22].
30. ŽIŽKA, J. *Transkraniální barevná duplexní sonografie v hodnocení intrakraniálních tepen při cerebrovaskulárním stenookluzivním onemocnění – přehled*[online]. Kardiologická revue – Interní medicína - Číslo 2/2010. Dostupné

z: <https://www.kardiologickarevue.cz/casopisy/kardiologicka-revue/2010-2/transkranielni-barevna-duplexni-sonografie-v-hodnoceni-intrakranialnich-tepen-pri-cerebrovaskularnim-stenookluzivnim-onemocneni-prehled-32094> [cit. 2023-12-03].

Seznam použitých zkratek

Zkratka	Význam
ACI	arteriacarotis interna
ACM	ArteriaCerebri Media
ADAPT	A Direct AspirationfirstPassTechnique
ANOVA	analýza rozptylu
ASCO	algoritmus, příčinná klasifikace mrtvice
ASPECTS	Alberta Stroke Program Early CT Score
BASIS	Boston AcuteStrokeImagingScale
CAT	kontakt aspirační trombektomie
CBF	cerebrální průtok krve
CBV	cerebrální objem krve
CE MRA	Contrast-enhanced MRA
CMP	cévní mozková příhoda
CT	počítačová tomografie
CTA	počítačová tomografická angiografie
DSA	digitální subtrakční angiografie
DWI	difúzně vážené obrazy
FAST	Face, Arms, Speech, Time
GCS	Glasgowská stupnice kómatu
iCMP	ischemická cévní mozková příhoda
hCMP	hemoragická cévní mozková příhoda
IAT	intraarteriální trombolýza
IVT	intravenózní trombolýza.
MERCI	Mechanical Embolus Removal in CerebralIschemia
MKN	mezinárodní klasifikace nemocí

MRI	magnetická rezonance
MRA	magnetická rezonanční angiografie
MTT	průměrný čas průchodu
NIHSS	National Institutes of Health Stroke Scale
PET	pozitronová emisní tomografie
PROACT	PROlyse in Acute Cerebral Thromboembolism
PWI	perfúzní vážené zobrazování
SPECT	single photon emission computed tomography
TICI	thrombolysis in Cerebral Infarction
TCCS	transkraniální barevná duplexní sonografie
TCD	transkraniální dopplerometrie
TOAST	Trial of ORG 10172 in Acute Stroke Treatment
TOF MRA	Time-of-flight MRA
TTP	Time to peak
WHO	World Health Organisation, Světová zdravotnická organizace

Seznam tabulek

Tabulka 1: Věková struktura

Tabulka 2: Věková struktura dle pohlaví

Tabulka 3: Věk a počet pasáží

Tabulka 4: ANOVA

Tabulka 5: ANOVA H03/HA3

Tabulka 6: Games-Howell test

Tabulka 7: Srovnání let 2019 a 2022

Seznam grafů

Graf 1: Věková struktura

Graf 2: Věková struktura dle pohlaví

Graf 3: Rozdělení skupin dle pohlaví

Graf 4: Věk a počet pasáží

Graf 5: ANOVA

Graf 6: ANOVA H03/HA3

Graf 7: Srovnání let 2019 a 2022 - čas zákroku (v min)

Graf 8: Srovnání let 2019 a 2022 – počet pasáží

Graf 10: Srovnání let 2019 a 2022 - věk

Seznam obrázků

Obrázek 1: Mozkové tepny na bázi lební (Čihák, 1997, s. 307)

Seznam příloh

Příloha č. 1 upravená data pro statistiku.xlsx