

UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2019

Veronika Kafková

Univerzita Pardubice  
Fakulta zdravotnických studií

Perfuzní CT mozku – užití a výtěžnost metody

Veronika Kafková

Bakalářská práce

2019

Univerzita Pardubice  
Fakulta zdravotnických studií  
Akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Veronika Kafková**  
Osobní číslo: **Z15097**  
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**  
Studijní obor: **Radiologický asistent**  
Název tématu: **Perfuzní CT mozku - užití a výtěžnost metody**  
Zadávací katedra: **Katedra klinických oborů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Studium literatury, sběr informací a popis současného stavu řešené problematiky.
2. Stanovení cílů a metodiky práce.
3. Příprava a realizace výzkumného šetření dle stanovené metodiky.
4. Analýza a interpretace získaných dat.
5. Zhodnocení výsledků práce.

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **35 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:


1. FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA, Jan BAXA a Alexander MALÁN. **Základy zobrazovacích metod.** Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-164-3.
2. KALITA, Zbyněk. **Akutní cévní mozkové příhody: příručka pro osoby ohrožené cévní mozkovou příhodou, jejich rodinné příslušníky a známé.** Praha: Mladá fronta, 2010. Lékař a pacient. ISBN 978-80-204-2093-0.
3. KALVACH, Pavel. **Mozkové ischemie a hemoragie. 3., přeprac. a dopl. vyd.** Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2765-3.
4. MÍRKA, Hynek a Jiří FERDA. **Multidetektorová výpočetní tomografie: perfuzní vyšetření.** Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-185-8.
5. NAŇKA, Ondřej, Miloslava ELIŠKOVÁ a Oldřich ELIŠKA. **Přehled anatomie. 2., dopl. a přeprac. vyd.** Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-612-0.

Vedoucí bakalářské práce: **MUDr. Leoš Ungermann, Ph.D.**

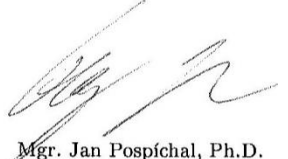
Katedra klinických oborů

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **2. května 2019**

  
prof. MUDr. Josef Fusek DrSc.  
děkan

L.S.

  
Mgr. Jan Pospíchal, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 4. března 2019

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA**

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 17. 04. 2019

Veronika Kafková

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala panu primáři MUDr. Leoši Ungermannovi, Ph.D. za jeho vedení, podporu, trpělivost, a především za hodnotné rady, které mi poskytl při zpracování mé bakalářské práce.

## **ANOTACE**

Téma mé bakalářské práce je perfuzní CT mozku – užití a výtěžnost metody. Práce je rozdělená na část teoretickou a praktickou. Teoretická část je zaměřená na popis výpočetní tomografie, perfuzního CT a CT angiografie. Především perfuzní CT je velice přínosné pro potvrzení diagnózy cévní mozkové příhody, která se v současné době vyskytuje vcelku běžně a často. Cévní mozková příhoda je v teoretické části popsána a doplněna informacemi o rozdělení, diagnostice, komplikacích a o rizikových faktorech.

Výzkumná část je věnována pacientům, kteří byli indikováni k perfuznímu CT vyšetření v Pardubické nemocnici. V práci jsou zpracované nálezy z nativního CT, perfuzního CT a CT angiografie a následně bylo vyhodnoceno, zda je perfuzní CT mozku přínosné k diagnostice cévní mozkové příhody.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Výpočetní tomografie, perfuzní CT, CT angiografie, cévní mozková příhoda, diagnostika

## **TITLE**

Perfusion CT of the brain – usability and utilise of the method

## **ANNOTATION**

The topic of my bachelor thesis is the perfusion CT of the brain – usability and utilise of the method. The thesis is divided into a theoretical part and practical part. The theoretical part is focused on the description of computed tomography, perfusion CT and CT angiography. In particular, perfusion CT is very useful for confirm the diagnosis of stroke, which currently occurs quite commonly and frequently. Stroke is in the theoretical part described and completed by the information about the distribution, diagnosis, complications and risk factors.

The researchpart is devoted to the patients, who were indicated for perfusion CT examination in the hospital of Pardubice. In my bachelor thesis are processed findings from native CT, perfusion CT and CT angiography and then was evaluated if the perfusion CT of the brain is beneficial for the diagnosis of stroke.

## **KEYWORDS**

Computed tomography, perfusion CT, CT angiography, stroke, diagnostics



# OBSAH

Úvod.....	14
1 Cíl práce.....	15
2 Teoretická část.....	16
2.1 Výpočetní tomografie.....	16
2.1.1 Historie.....	16
2.1.2 Princip.....	16
2.1.3 Součásti CT.....	17
2.2 Konvenční CT (sekvenční).....	18
2.3 Helikální (spirální) CT.....	18
2.3.1 Princip.....	19
2.3.2 Skenovací parametry.....	19
2.3.3 Multidetektorové CT (MDCT).....	21
2.4 Perfuzní CT mozku.....	21
2.4.1 Historie.....	21
2.4.2 Parametry perfuze.....	22
2.4.3 Skenovací parametry.....	23
2.4.4 Kontrastní látky.....	25
2.4.5 Radiační zátěž.....	25
2.5 CT angiografie – CTA.....	25
2.6 Cévní zásobení mozku.....	27
2.6.1 Arteria carotis communis.....	27
2.6.2 Arteria vertebralis.....	28
2.6.3 Willisův okruh – circulus arteriosus cerebri.....	28
2.7 Cévní mozková příhoda – CMP.....	30
2.7.1 Mozková ischemie.....	30
2.7.2 Intracerebrální hemoragie (ICH).....	35

2.7.3	Subarachnoidální hemoragie (SAH).....	36
2.7.4	Příznaky akutní CMP .....	40
2.7.5	Rizikové faktory pro CMP.....	41
2.7.6	Sekundární prevence.....	43
2.7.7	Možnost léčby CMP .....	43
3	Praktická studie na pracovišti pardubické nemocnice .....	46
3.1	Metodika výzkumu.....	46
3.2	Výzkumné otázky.....	47
3.3	Výsledky .....	48
3.3.1	Výzkumná otázka číslo 1 .....	48
3.3.2	Výzkumná otázka číslo 2 .....	49
3.3.3	Výzkumná otázka číslo 3 .....	51
3.3.4	Výzkumná otázka číslo 4.....	54
3.3.5	Výzkumná otázka číslo 5 .....	57
3.3.6	Výzkumná otázka číslo 6 .....	60
3.3.7	Výzkumná otázka číslo 7.....	61
3.3.8	Výzkumná otázka číslo 8.....	62
3.3.9	Výzkumná otázka číslo 9.....	63
3.3.10	Výzkumná otázka číslo 10.....	64
3.3.11	Výzkumná otázka číslo 11 .....	65
4	Diskuze .....	66
5	Závěr .....	70
6	Použitá literatura .....	71

## SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1 - spirální CT <sup>1</sup> .....	18
Obrázek 2 - pitch faktor <sup>2</sup> .....	20
Obrázek 3 - zobrazení tepen CT angiografií <sup>5</sup> .....	26
Obrázek 4 - Willisův okruh <sup>6</sup> .....	29
Obrázek 5 - akutní okluze ACM vlevo <sup>8</sup> .....	35
Obrázek 6 - ateroskleróza <sup>9</sup> .....	42
Obrázek 7 - MERCI katetr <sup>10</sup> .....	45
Tabulka 1- diagnostika poruch mozkové perfuze <sup>3</sup> .....	23
Tabulka 2 - protokol PCT mozku <sup>4</sup> .....	24
Tabulka 3 - normální hodnoty perfuzních parametrů mozkové tkáně <sup>7</sup> .....	33
Tabulka 4 - soubor pacientů .....	48
Tabulka 5 - věk pacientů .....	48
Tabulka 6 - klinické příznaky .....	49
Tabulka 7 - pozitivní nález na nativním CT .....	51
Tabulka 8 - negativní nález na nativním CT .....	51
Tabulka 9 - vedlejší nálezy na nativním CT .....	52
Tabulka 10 - pozitivní nález na PCT .....	54
Tabulka 11 - negativní nález na PCT .....	54
Tabulka 12 - rozdělení pozitivních nálezů PCT .....	55
Tabulka 13 - pozitivní nález CTA .....	57
Tabulka 14 - negativní nález CTA .....	57
Tabulka 15 - rozdělení pozitivních nálezů CTA .....	58
Tabulka 16 - negativní nález na nativním CT, pozitivní na PCT .....	60
Tabulka 17 - negativní nález na nativním CT, pozitivní na CTA .....	61
Tabulka 18 - pozitivní nález na CTA, negativní na PCT .....	62
Tabulka 19 - pozitivní nález na PCT, negativní nález na CTA .....	63
Tabulka 20 - pozitivní nálezy .....	64
Tabulka 21 - pozitivní nálezy nativní CT, PCT i CTA .....	64
Tabulka 22 - negativní nálezy .....	65
Tabulka 23 - negativní nálezy nativní CT, PCT i CTA .....	65

Graf 1 - klinické příznaky celkem .....	49
Graf 2 - klinické příznaky .....	50
Graf 3 - vedlejší nálezy na nativním CT .....	53
Graf 4 - porovnání negativních a pozitivních nálezů.....	55
Graf 5 - rozdělení pozitivních nálezů PCT .....	56
Graf 6 - rozdělení pozitivních nálezů CTA .....	59

## SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

a.	tepna ( <i>arterie</i> )
BT	bolus time
CBF	průtok krve mozkem
CBV	objem protékající krve
CPM	cévní mozková příhoda, iktus
CT	výpočetní tomografie ( <i>Computed Tomography</i> )
CTA	CT angiografie
DSA	digitální substrakční angiografie
EMI	electro – musical – instruments
g	gram
HRCT	výpočetní tomograf s vysokým rozlišením
HU	Hounsfieldova jednotka ( <i>Hounsfield unit</i> )
IAT	intraarteriální trombolýza
iCMP	ischemická cévní mozková příhoda
ICH	intracerebrální hemoragie
IVT	intravenózní trombolýza
kg	kilogram, základní jednotka hmotnosti
KL	kontrastní látka
kV	kilovolt, jednotka elektrického napětí
mAs	miliampér za sekundu
MDCT	multidetektorová výpočetní tomografie
mg	miligram, jednotka hmotnosti
MIP	maximum intensity projection

ml	mililitr
mm	milimetr, jednotka délky
MR	magnetická rezonance
MRA	magnetická rezonanční angiografie
MT	mechanická trombektomie
MTT	průměrný tranzitní čas
PCT	perfuzní výpočetní tomografie
PTA	perkutánní transluminální angioplastika
rt-PA	rekombinantní tkáňový aktivátor plasminogenu
s	sekunda
SAH	subarachnoidální hemoragie
TIA	transientní ischemická ataka
TP	time peak
tPA	altepláza
VR	volume rendering

## ÚVOD

Perfuzní CT mozku se využívá při diagnostice cévní mozkové příhody (CMP), která je nejčastějším zdrojem invalidizace a druhou nejčastější příčinou úmrtí. Pokud k CMP dojde, jedná se o akutní postižení některé z částí mozku. Buď dojde k poruše prokrvení, tedy ke změně dodávky kyslíku a živin do tkáně, nebo se jedná o mechanické poškození tkáně, např. výronem krve. Toto onemocnění se vyskytuje především se stoupajícím věkem, ale existují i výjimky vzniku u osob v produktivním věku či u osob mladších, což je spojeno s nedostatečnou primární prevencí a současným životním stylem. Pokud je cévní mozková příhoda včas odhalena a je zajištěná odborná pomoc v dostatečně krátké době, lze nemoc léčit a u jedné třetiny populace i vyléčit.

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části. V první části – části teoretické se zabývám popisem výpočetní tomografie, perfuzního CT a anatomii cévního zásobení mozku. Dále se věnuji cévní mozkové příhodě, dělení nemoci, rizikovým faktorům a možnostem léčby CMP. Právě pro cévní mozkovou příhodu je perfuzní CT vhodnou metodou pro správnou a včasnou diagnostiku.

Ve speciální části se snažím prokázat nezbytnost perfuzního vyšetření pro odhalení cévní mozkové příhody, která se na nativním CT nemusí zobrazit i několik hodin po podání kontrastní látky. Zpracovala jsem informace na podkladě dat z nemocničního informačního systému Pardubické nemocnice. Vybírala jsem pacienty s podezřením na CMP, kteří byli na perfuzním vyšetření v první polovině roku 2017.

# 1 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem mé práce je popsat užití a výtěžnost perfuzního CT mozku. A to u pacientů, kteří podstoupili perfuzní CT v Pardubické nemocnici pro podezření na CMP. Na základě pro mne dostupných literárních a internetových zdrojů uvádím, v jakém případě se vyšetření provádí a jaké mohou být výsledky tohoto vyšetření. Porovnávám s vyšetřením pacientů na sledovaném pracovišti. V práci se také věnuji popisu výpočetní tomografie, která s mým tématem úzce souvisí.



## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Výpočetní tomografie

Výpočetní tomografie je jedním z největších objevů pro diagnostiku v radiologii. Jedná se o rentgenovou tomografickou techniku, kdy pacientem prochází paprsky záření po velmi tenkých řezech z různých směrů (Prokop, Galanski, 2003, str. 2).

#### 2.1.1 Historie

Snahy o trojrozměrné zobrazení sahají již do roku 1917, kdy Johann Radon, rakouský matematik, vypracoval teorii matematické rekonstrukce dvourozměrného obrazu z jednorozměrných projekcí. Tuto teorii převedl do praxe Bracewell, který roku 1956 provedl praktickou rekonstrukci obrazu. Tyto výsledky aplikoval a rozšířil roku 1963 Američan Allan McLeod Cormack, který publikoval teorii snímkování vrstev. Jeho teorie obsahuje všechny důležité prvky výpočetní tomografie. První klinický prototyp byl představen roku 1971 ve výzkumných laboratořích EMI, kde Hounsfield pracoval jako fyzik a konstruktér. Hounsfield nabízel objev světovým firmám, ale zprvu pro nepochopení jeho záměru neuspěl. Firma EMI se tedy rozhodla vyrobit a prodat několik kusů sama. Oba tyto muži A. M. Cormack i Godfrey Newbold Hounsfield získali v roce 1979 Nobelovu cenu za lékařské vědy (Šmoranc, 2004, str. 172,173).

Výpočetní tomograf prozatím zobrazoval pouze s nízkou rozlišovací schopností s maticí 80x80 bodů. Jedno zobrazení se pohybovalo v řádech jednotek minut, i přesto obliba této vyšetřovací metody rostla. S postupným vývojem docházelo ke zkracování doby vyšetření a k zvyšování rozlišovacích schopností (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002, str. 11).

#### 2.1.2 Princip

Rentgenový paprsek prochází pacientem v různých směrech 0–360°. Měříme absorpci svazku rentgenového záření v tenkých transversálních rovinách. Pomocí paralelní kolimace vytváříme rentgenový paprsek do tvaru tenkého vějíře, který definuje tloušťku snímané roviny. Detektory umožňují měřit intenzitu záření, které prochází tělem pacienta. Matematickou rekonstrukcí je vypočítáno lokální zeslabení v každém bodě. Pro tyto koeficienty zeslabení jsou dána čísla Hounsfieldovy jednotky, k nimž jsou přiřazeny odstíny šedé (Prokop, Galanski, 2003, str. 2).

Jednotlivé body (pixely) poté vytvářejí výsledný obraz. V každém pixelu odpovídá míra zeslabení průchodu záření určité hodnotě na škále. Tato hodnota se nazývá denzita, jejíž škála obsahuje 4096 stupňů. Pro denzitní jednotky se používá označení Hounsfieldovy jednotky zkráceně HU (Kalita a kol., 2006, str. 41).

Používané rozmezí je -1000 HU až + 3000 HU. Referenční bod 0 odpovídá čiré vodě. Vyšší absorpci než voda mají všechny struktury s denzitou větší než nula. Což jsou téměř všechny, kromě tuku a vzduchu, které jsou negativní. Pro vzduch platí druhý referenční bod – 1000 HU. Oproti tomu prostředí, které absorbuje záření více, má hodnotu kladnou, mezi něž patří měkké tkáně, kosti a kontrastní látky. U vyšší absorpce záření jsou body světlejší. Při hodnocení CT obrazu není zapotřebí celá Hounsfieldova stupnice, jelikož lidské oko je schopno rozlišit pouze kolem 16–20 stupňů šedi. Proto se zobrazuje obvykle pouze část škály tzv. okno, které má přesně stanovený střed a šířku. Při použití oken lze snadno rozlišit i nepatrné rozdíly v absorpci záření. Podle toho, jaká oblast je vyšetřována lze používat například mozkové, plicní, břišní nebo kostní okno (Ferda, Mírka, Baxa, Malán, 2015, str. 18–19).

### **2.1.3 Součásti CT**

Výpočetní tomografy mají mnoho rozdílů, co se týče jejich konstrukce. Jejich základní prvky jsou však stejné pro všechny CT zařízení. Systém rotující rentgenky a detekčního systému uložený v gantry, pohyblivý vyšetřovací stůl, zobrazovací a řídicí počítač, zdroj vysokého napětí, přídatná zařízení, obslužný pult s monitory a kamera pro kontrolu pacienta během vyšetření (Eliáš, Máca, Neuwirth, Válek, 1998, str. 10).

#### **Gantry**

Neboli vyšetřovací tunel, v němž je uložen pohyblivý vyšetřovací stůl, na kterém je během vyšetření uložen pacient. V základní poloze je gantry kolmé k vyšetřovacímu stolu, jedná se tedy o vertikální část stavivu. Uvnitř je uložena rotující rentgenka, detektory, zařízení pro pohyb a chladicí systém. Ve středu je otvor o průměru 50-70 cm, do kterého se zasunuje vyšetřovací stůl. Tunel musí mít dostatečně velký průměr, aby zde mohli pohodlně ležet i obézní pacienti bez hýbání. Pohyblivá úložná deska se pohybuje ve dvou směrech a pacient je na ní v poloze vodorovné. Po obvodu otvoru je úzká štěrbinu, kterou prochází záření. Štěrbinu nastavíme do stejné úrovně jako je vyšetřovaná vrstva pomocí optického kříže, který má většina CT přístrojů (Eliáš, Máca, Neuwirth, Válek, 1998, str. 12).

## Detektorová soustava

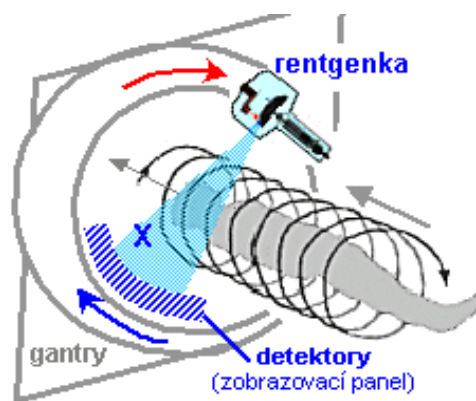
Jak uvádí Ferda (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002, str. 12), soustavu tvoří sektor detektorů, jejich citlivost zdatně ovlivňuje dávku pro pacienta a kvalitu konečného obrazu. Současné přístroje využívají ultracitlivé keramické detektory pro spojitý záznam. Objevují se i přístroje pro přímý digitální záznam tzv. flat panely, kdy se jedná o polovodičový detekční systém typu plochého panelu. Radikální změnu znamenala konstrukce matrixového uspořádání soustavy. Detektory tvoří pásy, které obklopují centrální paprsek zcela symetricky. Například čtyřvrstvý MDCT přístroj má uprostřed pro nejužší kolimaci čtyři pásy. Dál od středu je na každé straně jeden pás s dvojnásobnou šířkou než centrální pásy a na krajích jsou pásy se čtyřnásobnou šířkou, než mají pásy uprostřed. Pomocí tohoto principu je možné snímat až 4 datové stopy během jedné rotace (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002, str. 11).

## 2.2 Konvenční CT (sekvenční)

Sekvenční výpočetní tomografie se v dnešní době používá zcela minimálně. Jedná se o vyšetření, které se provádí krokově. Získaná data pro jednotlivé obrazy jsou rekonstruována vrstva po vrstvě. Jednotlivé vrstvy mohou na sebe navazovat nebo lze využít delší posun stolu, než je šířka vyšetřované vrstvy. Takto vzniknou mezi vrstvami vyšetřeny nevyšetřené. Dá se dosáhnout maximální přesnosti zobrazení. Možno provádět nativně i s přítomností kontrastní látky. Sekvenční vyšetření se nyní provádí pouze u HRCT plic (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002, str. 15).

## 2.3 Helikální (spirální) CT

Výraz spirální CT (obrázek č. 1)<sup>1</sup> označuje, že skenování je prováděno po dobu plynulé rotace



Obrázek 1 - spirální CT<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ULLMANN, Vojtěch. *AstroNuklFyzika*. [Online] [cit. 2018-01-24]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/>

soustavy rentgenka-detektory a souběžného posunu vyšetřovacího stolu. Dráha rentgenky má poté podobu šroubovice (Ferda, Mírka, Baxa, Malán, 2015, str. 18).

### **2.3.1 Princip**

U spirálního CT spočívá vznik obrazu ve zpětné rekonstrukci. Během poměrně krátkého vyšetřovacího času je získán značný objem dat. Tato data jsou pomocí rekonstrukce a vhodných parametrů přetvořena na libovolný počet obrazů. Díky tomu lze dosáhnout celotělového zobrazení. Výhodou helikálního vyšetření je získání velkého počtu vrstev s následnou možností rekonstrukce, zkracuje vyšetřovanou dobu a lze použít méně KL pro intravenózní podání. Oproti konvenčnímu CT je však zapotřebí vyšší dávka záření (Peterová, 2010, str. 90).

Během rotace rentgenky dochází k automatickému posunu lehátka s pacientem a následuje trojrozměrná rekonstrukce dat. Lehátko se posune mezi dvěma oběhy rentgenky o vodorovnou vzdálenost, která se označuje jako pitch – faktor. Helikální vyšetření umožňuje přesné zobrazení prostoru (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002, str. 15).

### **2.3.2 Skenovací parametry**

Poté co je získán tomogram, je nutné nastavit hlavní skenovací parametry. Mezi ně patří expozice, kolimace, faktor stoupání a perioda rotace. Na těchto parametrech závisí kvalita hrubých dat, ovlivňují způsob akvizice a nelze je posléze zaměnit, proto, pokud dojde k chybě, musí se opakovaně skenovat (Mírka, Ferda, 2010).

### **Expozice**

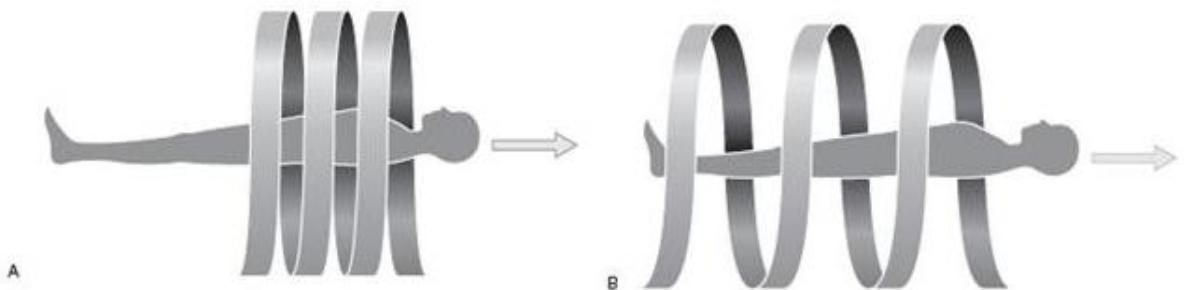
Do expozice se řadí napětí (kV) a proud (mA), tyto hodnoty ovlivňují kvalitu obrazu a absorbovanou dávku. Napětí ovlivňuje energii záření a jeho používané hodnoty jsou v rozmezí 80–140 kV. Pokud je použito menší napětí, dochází k nižší pronikavosti, k vyššímu kontrastu a k větším rozdílům absorpce určitých materiálů. Proud působí na množství záření, tedy určuje dávku. Hodnoty používané pro proud jsou 50–500 mAs. Platí že: „*míra šumu je nepřímo úměrná množství záření*“ (Mírka, Ferda, 2010). Vadí-li šum, používají se vyšší hodnoty proudu, jestliže šum nevádí a je potřeba snížit dávku, použijí se nižší hodnoty mAs (Mírka, Ferda, 2010).

## Kolimace

Kolimace určuje tloušťku vrstvy při jednotlivých řezech. Ovlivňuje prostorové rozlišení a rychlost vyšetření. U jednořadého přístroje je šíře vrstvy stanovena vymezením svazku záření. Vrstvy kolimace jsou možné v rozmezí 3–5 mm (Mírka, Ferda, 2010).

## Faktor stoupání (pitch)

Poměr mezi celkovou kolimací svazku a velikostí posunu stolu během jedné rotace se označuje jako pitch. Jedná se o bezrozměrnou veličinu, která má vliv především na rychlost skenu, ale nikoli na celkovou dávku. Faktor souvisí se vzdáleností jednotlivých řezů od sebe, obrázek<sup>2</sup> č. 2 znázorňuje menší (A) a větší (B) pitch faktor (Súkupová, 2013).



Obrázek 2 - pitch faktor<sup>2</sup>

Pokud je pitch faktor roven 1, tak na sebe závity šroubovitě těsně navazují. Pokud je menší jak 1, závity se vzájemně překrývají, a jestliže je větší než 1, jednotlivé závity jsou od sebe oddáleny (Mikšík, 2014). Obvykle využívané hodnoty jsou 0,3 – 1,5. Pokud je pitch vyšší, zobrazuje se velký rozsah a objevuje se méně pohybových artefaktů, jde tedy o rychlá vyšetření. Když je pitch nižší, vzroste kvalita, zde jde o přesná vyšetření (Mírka, Ferda, 2010).

## Perioda rotace

Čas, za který se rentgenka s detektorem otočí kolem pacienta, je významným kritériem pro výkonnost daného přístroje (Eliáš, Máca, Neuwirth, Válek, 1998, str. 17). Obvyklá doba jedné rotace se pohybuje v rozpětí 0,27 – 1 s (běžné zobrazení 0,5 s). Pokud bude využit kratší čas snímání, dojde k rychlejšímu vyšetření, sníží se radiační dávka a kvalita, též bude

---

<sup>2</sup>SÚKUPOVÁ, Lucie. *Pitch faktor u CT* [online]. Praha, 2013 [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/pitch-faktor-u-ct/>

zmenšena tendence k pohybovým artefaktům. Naopak jestliže bude použita vyšší hodnota, bude mít výsledný obraz větší kvalitu, ale pacient obdrží větší dávku (Mírka, Ferda, 2010).

Všechny vyjmenované parametry spolu souvisí. Pokaždé je nezbytné posoudit, jakou potřebujeme kvalitu, rychlost a radiační zátěž pro pacienta (Mírka, Ferda, 2010).

### **2.3.3 Multidetektorové CT (MDCT)**

MDCT vychází z helikálního CT a jeho výhodou je, že má detektory umístěné ve více řadách (až 320) a to umožňuje vytvoření většího počtu řezů v průběhu jedné rotace. Zobrazení je velmi rychlé, ale i podrobné, jelikož se skenování provádí po tenkých řezech. U multidetektorových přístrojů se skenovací časy pohybují dle kraniokaudálního rozsahu oblasti vyšetření, zpravidla se jedná o řády jednotek až několika desítek sekund. Šířka jednotlivých řezů se pohybuje v rozmezí 0,5 – 1,5 mm. Jelikož lze vytvořit takto tenké vrstvy, není problém následně rekonstruovat obraz v jakékoli rovině, či vytvořit prostorovou rekonstrukci s minimálním nebo žádným poklesem rozlišení (Ferda, Mírka, Baxa, Malán, 2015, str. 18).

## **2.4 Perfuzní CT mozku**

Perfuzní CT lze použít v oblasti mozku a těla, např. u karcinomu pankreatu. Díky rozvoji léčebných metod se PCT nejvíce používá u pacientů s akutní mozkovou ischemií. Tato metoda je vázaná na intravenózní aplikaci KL, po níž se hodnotí změny denzity tkáně. Pomocí PCT se neposuzují jednotlivé viditelné cévy, ale celková denzita tkáně s mikrocévami. Při CT vyšetření jsou mikrocévy neviditelné. Podstatou jsou křivky sycení jednotlivých voxelů velkých cév a tkáně v čase. Ke konstrukci je zapotřebí získat data opakovaným skenováním cílové oblasti během prvního oběhu KL. Rychlost oběhu je shodná s intervaly skenování, tedy 1–2,5s. Pokud je třeba vypočítat permeabilitu, mohou se skeny provádět i v pozdní fázi (Mírka, Ferda, 2015, str. 26, 27).

Když je vyšetřovaná mozková perfuze, je nezbytné využít „rychlých sekvencí“ z časových důvodů. Doba, za kterou kontrastní látka projde, by měla trvat do 20 sekund. Pokud se povede udělat alespoň 1 scan za 1,5 sekundy, lze předpokládat, že bude vyšetření kvalitní. Scaňuje se během prvního průchodu kontrastní látky (Seidl, Vaněčková, 2014, str. 109–110).

### **2.4.1 Historie**

Historie zobrazení perfuze začala, když pan Axel roku 1980 inicioval měření průtoku krve mozkiem. Průtok byl měřen rychlým dynamickým sériovým skenováním, a to během prvního

oběhu kontrastní látky. Nejdříve se uplatnila perfuze mozkové tkáně u ischemické cévní mozkové příhody (Mírka, Ferda, 2015, str. 10).

## 2.4.2 Parametry perfuze

Mezi hlavní parametry perfuze mozku se zařazují:

- CBF (cerebral blood flow) – průtok krve mozkiem
- MTT (mean transit time) – průměrný tranzitní čas
- CBV (cerebral blood volume) – objem protékající krve

CBF lze odvodit od dvou zbývajících parametrů. Jedná se tedy o objem krve, který za určitý čas proteče daným objemem mozkové tkáně, jeho jednotkou je 100ml/min nebo ml/100 g. Vztah těchto parametrů vyjadřuje rovnice:  $CBF = CBV/MTT$  (Ferda, Kastner, Kreuzberg, Novák, Rohan, 2007, str. 240).

MTT je definováno jako průměrná hodnota času, kdy určitým objemem proteče krev tkání od tepenného přítoku přes úplné nasycení k žilnímu odtoku. Tranzitní čas je vázaný na vzdálenosti mezi tepenným přítokem a žilním odtokem (Rohan, Ševčík, Polívka, Ambler, Kreuzberg, Ferda, 2007, str. 647). Informuje nás o perfuzním tlaku a rychlosti cirkulace (Mírka, Ferda, 2015, str. 29).

CBV vztažená k určité jednotce objemu mozku. Do objemu se započítává jak krev ve tkáni, tak i ve vénách, kapilárách a arteriích (Rohan, Ševčík, Polívka, Ambler, Kreuzberg, Ferda, 2007, str. 647). Nezahrnuje se krev např. v extracelulárním prostoru neboli stagnující krev. Jednotkou je ml/100 g tkáně. Číselná hodnota CBV odpovídá ploše pod perfuzní křivkou (Mírka, Ferda, 2015, str. 29).

Kromě těchto tří základních parametrů se v hodnocení perfuzního CT objevuje i parametr TTP (time to peak), tedy čas, za který je získána maximální denzita zobrazované oblasti. TTP charakterizuje průchodnost cévního systému, který zásobuje mozkovou tkáň, nikoli perfuzi v tkáni (Ferda, Kastner, Kreuzberg, Novák, Rohan, 2007, str. 240).

Z naměřených a vypočítaných hodnot se následně konstruuje perfuzní barevné mapy. Dojde-li k cévním uzávěrům, výrazně se prodlouží TTP. Nejdůležitější pro hodnocení je porovnání CBV a CBF map. Pokud je rozsah hodnot CBV a CBF totožně snížený, tak se ve tkáni, již nachází ischemická nekróza. Když dojde k výraznému snížení CBF, jedná se o penumbra (polostín ischemie), což je tkáň ohrožená nekrózou (Ferda, Kastner, Kreuzberg, Novák,

Rohan, 2007, str. 240). Životaschopnost neuronů v oblasti vzniklé penumbry je ovlivněna mnoha faktory a je u každého individuální. Tyto neurony zvládají přežít hodiny ale i pouhé minuty (Lacman, Janoušková, 2010, str. 138). Diagnostické obrazy perfuzního vyšetření mozku shrnuje tabulka 1<sup>3</sup> (Ferda, Kastner, Kreuzberg, Novák, Rohan, 2007, str. 240).

**Tabulka 1-** diagnostika poruch mozkové perfuze<sup>3</sup>

	CBV	CBF	TTP
penumbra	snížení	výrazné snížení	výrazné prodloužení
Kompenzovaná kritická perfuze	zvýšení	Snížení	výrazné prodloužení
ischemické jádro	výrazné snížení	výrazné snížení	výrazné prodloužení

### 2.4.3 Skenovací parametry

Pomocí skenovacích parametrů je ovlivněna kvalita a způsob pořízení dat. Pokud dojde k chybě, musí být opravena vždy novým skenováním (Mírka, Ferda, 2015, str. 44).

#### Expoziční parametry

Do těchto parametrů se řadí hodnota napětí a proudu. Napětí ovlivňuje energii záření a průchod záření. K perfuznímu vyšetření se napětí používá v rozmezí 80kV. Množství záření je ovlivněno proudem, jeho hodnota je nepřímo úměrná šumu. V praxi se nastavuje do 150mAs (Mírka, Ferda, 2015, str. 44-45).

#### Kolimace

Na kolimaci závisí rychlost spirálního skenování a rozlišení v prostoru. Na rozdíl od standardního skenování se u PCT používají vyšší hodnoty, a to 3-5 mm.

Dále je to perioda rotace, která má vliv na rozlišení v čase. Její hodnoty jsou 0,28-1 s (Mírka, Ferda, 2015, str. 44-45).

<sup>3</sup>FERDA, KASTNER, KREUZBERG, NOVÁK a ROHAN. *Zobrazení akutní mozkové ischemie*. Ces Radiol [online]. 2007, 61(3), s. 231-241 [cit. 2017-10-27].



**Tabulka 2** - protokol PCT mozku<sup>4</sup>

CT perfuze mozku	
strategie vyšetření	s KL i. v.
příprava nemocného	nalačno, standardní příprava před aplikací KL
uložení	vleže na zádech, horní končetiny podél těla
instrukce nemocnému	nehýbat se, nepolykat
rozsah vyšetření	limitované vyšetření v oblasti bazálních ganglií, objemové vyšetření v rozsahu celého mozku
topogram	boční
kV doporučené	80
mAs doporučené	150–200 (20–30 cyklů za 1–2 s)
CTDI vol typický	<300 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 2,5 mm
pitch	sekvenční vyšetření, v případě objemového vyšetření s posunem stolu je pitch nastavován automaticky v závislosti na periodě skenování
tloušťka rekonstruované vrstvy	3–10 mm
objem KL (+ proplach FR)	40–50 ml (+ minimálně 30ml)
rychlost aplikace KL	5–6 ml/s
zpoždění	maximálně 5 s
poznámka	u objemového vyšetření lze doplnit rekonstruované vrstvy šíře $\leq 1,5$ mm pro 4D rekonstrukci mozkových cév

<sup>4</sup> MZ ČR Věstník. Standardy zdravotní péče – národní radiologické standardy – výpočetní tomografie, 2016, částka 2, str. 39

#### **2.4.4 Kontrastní látky**

Kvalita perfuzního vyšetření je dána kontrastní látkou, která je aplikována velmi rychle velikostí 5-7ml/s, ale v malém množství 40-50 ml. Rozsah a rychlost kontrastního syčení je ovlivněna koncentrací a průtokem kontrastní látky vyšetřovanou oblastí. Koncentrace a průtok mají shodný účinek na růst denzity, a proto se spojují do jednoho parametru. Jedná se o příkon jodu, tedy součin objemu a průtoku (jednotka mgI/s). Vyšší příkony jodu se aplikují u perfuzního vyšetření, hodnoty se pohybují mezi 1800-2400 mgI/s s časem aplikace do 10 s. PCT lze realizovat i s KL o koncentraci 300-400 mgI/ml. Jedná se o látky s nižší koncentrací a je použita vyšší rychlost. Tyto kontrastní látky mají menší viskozitu, a to podání ulehčuje.

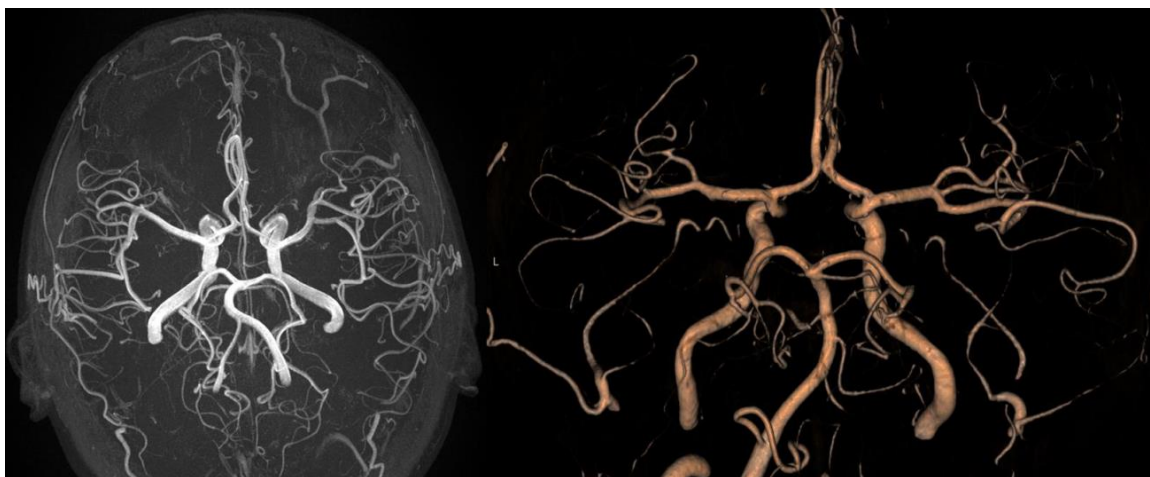
Kontrastní látka se aplikuje do periferní žíly, nato se šíří do tepen velkého oběhu a následně do žilního systému. V průběhu první cirkulace se distribuuje do intracelulárního prostoru.

#### **2.4.5 Radiační zátěž**

Perfuzní CT je oproti standardnímu spojeno s podstatně vyšší radiační dávkou, což je kvůli opakovanému skenování v průběhu desítek sekund. Snížení radiační zátěže lze dosáhnout optimalizací skenovacích parametrů. Především nastavením delších intervalů skenování, uplatněním co nejmenšího objemu vyšetřované oblasti a dodržáním vhodných skenovacích parametrů. Doporučené napětí je do 100 kV a proud do 150 mAs. Tyto parametry jsou přizpůsobeny záměru perfuzního vyšetření, což je hodnocení změn denzity tkáně, nikoli sběr podrobné anatomické morfologie. Vždy by se vyšetření mělo plánovat pouze na patologickou oblast a přilehlé okolí, pokud není nezbytné prozkoumat celý objem orgánu (Mírka, Ferda, 2015, str. 48-49).

### **2.5 CT angiografie – CTA**

Pro tepenný i žilní systém se využívá výpočetní tomografie coby základní diagnostická metoda. Verze tohoto CT, která je vhodná pro zachycení cév, se jmenuje CT angiografie. Pro úspěšné vyšetření se aplikuje intravenózně kontrastní látka a následně se zachycují nasycené cévy (Ferda, Mírka, Baxa, Malán, 2015, str. 120). Je nezbytně nutné, aby céva byla dostatečně naplněná kontrastní látkou, proto je vhodné použít jodovou KL o vysoké koncentraci. Další nutností je zajistit kvalitní žilní přístup, aby vydržel rychlost aplikace (Novotný, Peregrin, Kautznerová, 2010, str. 146).



**Obrázek 3** - zobrazení tepen CT angiografií<sup>5</sup>

CTA přišla s nástupem spirálního CT, které zvládne vyšetření dostatečnou rychlostí, a tak je možné zachytit cévy, jež jsou rovnoměrně naplněny kontrastem (obrázek č. 3)<sup>5</sup>. Zobrazit by se měl vždy úsek od společných karotid nad Willisův okruh (Kalvach, 2010, str. 205). Získané řezy je možné následně zrekonstruovat do trojdimenzionálních zobrazení typu MIP (maximum intensity projection). MIP rekonstrukce je velmi přehledná a jedná se o plánovací zobrazení, obdobné jako je klasická angiografie. Další možností je zobrazení VR (volume rendering), které převádí obraz tepen a skeletu do trojdimenzionálního vystínovaného objektu. Ať už se jedná o MIP, či VR, u těchto následných rekonstrukcí může nastat chyba při jejich zpracování. Tato chyba může vést k falešně pozitivnímu, či negativnímu zobrazení. Všechny nálezy těsné stenózy nebo uzávěru tepny je třeba porovnat s klasickými vrstvami z CT angiografie (Kalina a kol., 2008, str. 67).

Problém nastává, pokud je zapotřebí spolehlivě zobrazit tepny, které jsou v blízkosti kostí. Tedy části karotid v oblasti báze lebni a tepny vertebrální, když prostupují výběžky krčních obratlů (Kalvach, 2010, str. 205).

Další komplikací je zobrazení kalcifikovaných sklerotických plátů. Zobrazení je kvůli plátům velice obtížné a někdy mohou vyšetření zcela znehodnotit. Že se ve stěnách těchto tepen vyskytuje velký obsah kalcia, nemusí zatím znamenat výraznou stenózu. Proto je nezbytné využít náležitého typu rekonstrukce, jelikož některé z typů jsou schopné zvyšovat výraznost stenózy (Novotný, Peregrin, Kautznerová, 2010, str. 146).

Pro oba tyto případy nejsou rekonstrukce typu MIP a VR vhodnou volbou. Jsou často zavádějící, jelikož skelet a kalcifikace mohou zakrýt cévní náplň. Vyhodnocení je nezbytné

---

<sup>5</sup> VENDIŠ Tomáš a Jan BAXA. *Informační portál Kliniky zobrazovacích metod*. Radiologieplzen.eu [Online]. Plzeň, 2007-2017 [Cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://radiologieplzen.eu/angiografie-angiography/>

provádět na jednotlivých vrstvách či na úzkých planárních rekonstrukcích (Kalvach, 2010, str. 205).

K hlavním indikacím CTA patří:

- cévní mozkové příhody,
- disekce aneurysmat aorty,
- intrakraniální aneurysmata,
- arteriovenózní malformace,
- mozkové nádory (Ferda, Mírka, Baxa, Malán, 2015, str. 120).

U cévní mozkové příhody je možné CT angiografii provést bezprostředně po nativním CT i po perfuzním CT. Provádí se převážně pro potvrzení, zda došlo k uzávěru některé z mozkových tepen, či vnitřní karotidy (Kalina a kol., 2008, str. 69).

CT angiografii lze využít i k orientačnímu posouzení perfuzního nedostatku. Především pokud CTP není součástí běžného vyšetřovacího protokolu. Kapiláry se v normálně prokrvené tkáni začnou plnit kontrastní látkou, ale oblast, v které se nachází ischemie, se zobrazí jako hypodenzní (Cerebrovaskulární manuál, 2018, [online]).

## **2.6 Cévní zásobení mozku**

Zásobování mozku je možné rozdělit na dvě oblasti. První oblastí je přední – karotické povodí, které tvoří dvě karotické tepny. A druhou je povodí zadní, tedy vertebrobazilární, kde se nacházejí dvě vertebrální tepny. Tepny s dalšími cévami společně vytvářejí circulus arteriosus Willisi na spodině mozku, což napomáhá komunikaci jednak mezi pravou a levou stranou mozkové cirkulace, ale i mezi karotickým a vertebrobazilárním povodím. Asi 85 % mozku je zásobeno karotickými tepnami a zbytek vertebrobazilárním řečištěm (Seidl, Vaněčková, 2014, str. 103).

### **2.6.1 Arteria carotis communis**

První a nejsilnější větví aortálního oblouku je truncus brachiocephalicus. Vpravo za sternoklavikulárním skloubením z něho odstupuje pravá a. carotis communis. Levá odstupuje přímo z aortálního oblouku (Naňka, 2009, str. 105). Levá i pravá tepna poté stoupají souměrně podél trachey a jícnu, dále za štítnou žlázu. Následně se rozděluje do dvou větví, a to ve výšce horního okraje štítné chrupavky. Dělí se na zevní a vnitřní krkavici.

### **A. carotis externa – zevní krkavice**

Zevní krkavice krví zásobuje horní polovinu krku, svaly vpředu na krku a hlavu vyjma mozku (zásobuje pouze obaly mozku), vnitřního ucha a oka (Čihák, 2016, str. 83). Od svého rozdělení vzestupuje vzhůru a. carotis interna se nachází dorzomediálně. Na své konečné větve se dělí v příušní žláze – a. maxillaris a. temporalis superficialis (Naňka, 2009, str. 105).

### **A. carotis interna – vnitřní krkavice**

Vnitřní krkavice dodává krev do mozku a hypofýzy, do očnic, očního víčka a do sliznice středoušní dutiny. A. carotis interna je na jejím začátku rozšířená v sinus caroticus, v jehož stěně jsou umístěny baroreceptory. Tyto tlakové receptory poté nervovou cestou upozorňují na změnu krevního tlaku. Vnitřní krkavice postupuje stranou od hltanu k bazi lební. Poté vstupuje do os temporale, vytváří kličku a prostupuje tvrdou plenou mozkovou. Na bazi lební se větví na tepny pro mozek – a. cerebri anterior a. cerebri media. Dále odstupuje a. ophthalmica pro očníci (Čihák, 2016, str. 89).

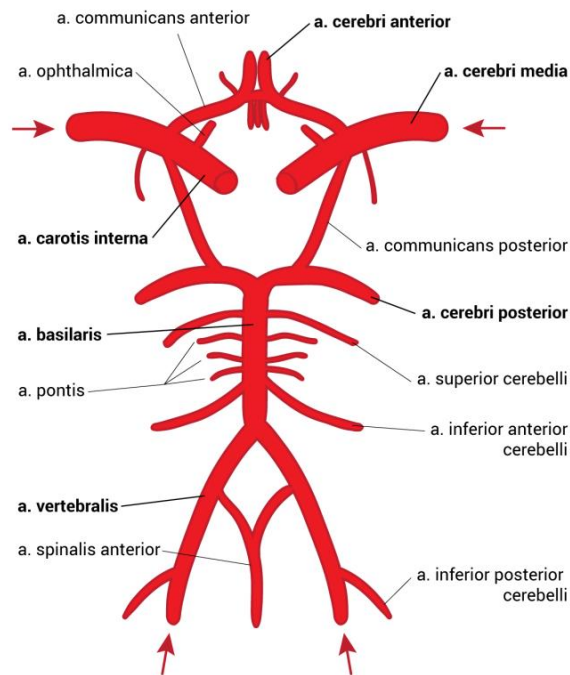
### **2.6.2 Arteria vertebralis**

Vertebrální tepna je jednou z hlavních větví a. subclavia, která vychází z horního obvodu jejího oblouku. Jejím úkolem je zaopatřit krví mozeček, Varolův most, prodlouženou a krční míchu. Arteria vertebralis proniká skrze otvory příčných výběžků krčních obratlů do velkého týlního otvoru (foramen magnum). Poté dochází ke sloučení pravé a levé vertebrální tepny v nepárovou bazilární tepnu, která je umístěna v mozkovém kmeni. V této části se a. basilaris rozvětňuje na pravou a levou a. cerebri posterior, jejichž úkolem je zásobovat krví mozeček, mozkový kmen a okcipitální laloky (Naňka, 2009, str. 108).

### **2.6.3 Willisův okruh – circulus arteriosus cerebri**

Podle Čiháka: „*funkcí tohoto tepenného okruhu je vyrovnávání tepových vln z a. vertebralis a z a. carotis interna a udržení rovnoměrného plnění všech tepen z okruhu vycházejících*“ (Čihák, 2016, str. 306).

Bazální okruh (obrázek č. 4)<sup>6</sup> byl roku 1664 objasněn Willisem, po němž získal svůj název. Jeho význam spočívá v cirkulaci krve mozkovým řečištěm. Pokud dojde k tepenné výduť, tak díky dobře fungujícímu Willisovu okruhu může neurochirurg podvázat některou z částí okruhu, a i přesto má mozek plynulý přítok krve (Kalvach, 2010, str. 27).



**Obrázek 4** - Willisův okruh<sup>6</sup>

Dle toho, zda tepny zásobují korové, či podkorové struktury, se dělí na centrální a korové tepny.

### **Centrální tepny**

Arteriae centrales mohou vycházet bezprostředně z Willisova okruhu nebo z počátečních úseků hlavních (korových) tepen a zanořují se do spodiny mozku. Jejich úkolem je zásobovat krví struktury uložené v hloubce, jako jsou bazální ganglia, thalamus a dráhy v capsula interna (Úvod do centrální nervové soustavy, 2014). Jejich názvy jsou určeny dle místa výstupu z circulus arteriosus. A. centrales anteromediales, anterolaterales, posteromediales, posterolaterales (Čihák, 2016, str. 308).

<sup>6</sup>Úvod do centrální nervové soustavy [online]. Praha, 2014 [cit. 2018-03-27]. Dostupné z: <http://www.cnsonline.cz/>

## **Korové tepny**

Z circulus arteriosus cerebri vycházejí tři páry tepen: a. cerebri anterior, media a posterior. Tyto tepny se rozvětvují a konečné větve tvoří obal na vnějšku hemisfér, z něj se pak zanořují do hloubky. Dělí se na krátké (korové) větve, které vyživují mozkovou kůru, a na dlouhé (medulární) větve zásobující bílou hmotu (Kalvach, 2010, str. 28). Přední tepny jsou spojeny pomocí a. communicans anterior a postranní a zadní tepny spojuje aa. communicantes posterior (Úvod do centrální nervové soustavy, 2014).

## **2.7 Cévní mozková příhoda – CMP**

Akutní cévní mozková příhoda je klíčovým problémem vzniku zdravotního postižení populace, jejíž léčba je vysoce nákladná. Jsou zásadní příčinou jak invalidity v dospělé populaci, tak i vysokého počtu mortality. V České republice se na 100 000 obyvatel vyskytuje přibližně 250 případů tohoto onemocnění. Kromě značného výskytu CMP u pacientů se vzrůstajícím věkem tvoří čím dál více mozkové příhody problém u mladých jedinců v rozmezí 30-40 let (Lacman, Janoušková, 2010, str. 137).

Za okolností, kdy se jedná o klinický projev iktu, vyšetřuje se standardně pomocí CT bez podání kontrastní látky. Nativní CT vyloučí, nebo prokáže krvácení, které se zobrazí jako hyperintenzní ložisko v mozkové tkáni. Pomocí magnetické rezonance lze následně zjistit i stáří krvácení (Ferda, Mírka, Baxa, Malán, 2015, str. 104).

U cévních mozkových příhod se rozlišují tři druhy. Ischemický iktus, který se vyskytuje přibližně v 80 %. Zbýlých 20 % patří hemoragickým příhodám, které se dále dělí na intracerebrální hemoragii a subarachnoidální hemoragii (Kalita a kol, 2006, str. 21).

### **2.7.1 Mozková ischemie**

Akutní mozková ischemie je nejběžnějším typem CMP a vzniká porušením toku krve určitou oblastí. Následné přežití neuronů je závislé na tom, jak dlouho bude poškozená oblast bez dostatku kyslíku a výživy. Na místech, kde jsou změny nevratné, dochází k infarktu (nekróza). Velikost infarktu je závislá na lokalizaci a rozměru uzavřené tepny a na tom, zda je vedlejší oběh dostatečný (Lacman, Janoušková, 2010, str. 138).

### **Dělení podle příčiny vzniku**

Hlavním důvodem, proč dochází k ischemickým změnám mozku, je uzavření některé tepny, která přivádí krev do mozkové tkáně. Uzávěr tepny může být způsoben buď aterosklerózou, která postupně tepnu zužuje, nebo je jeho důvod tromboembolický. Tím nastane náhlé

porušení krevního zásobení některé z částí mozku, v němž je téměř nejnížší energetická rezerva. A tím že prudce poklesne přísun kyslíku a glukózy, je v místě ischemie v buňkách zahájeno množství degradačních procesů. Za předpokladu, že se v určitém časovém limitu neobnoví krevní zásobení, vznikají nevratné změny, při nichž dochází k zániku buněk (Kalita, 2006, str. 50). V takovémto případě jde o tzv. aterotrombotický subtyp, který je příčinou u zhruba 30–40 % pacientů postižených iktem.

Z 25 % se jedná o lakunární subtyp, kdy dochází k uzavěru a zužování malých mozkových tepének. Příčinou je hlavně hypertenze a cukrovka. Výsledný stav je srovnatelný s aterotrombotickým subtypem, ale rozsah tkáně, která byla postižena ischemií, je menší. Nejčastěji vznikají tzv. lakuny o velikosti asi 1 cm<sup>3</sup>. Příznaky nejsou tolik tragické a jsou jednotné, například jen porucha řeči nebo pouze oslabení ruky.

Třetím je subtyp kardioembolický, kdy dochází k uvolnění vmetků (embolie) ze srdce. K tomu dochází především při nepravidelné srdeční činnosti. Uvolněný vmetek se poté dostane do mozkového cévního řečiště a zde následně uzavře tepnu (Kalita, 2010, str. 10–11).

### **Tranzitorní ischemická ataka – TIA**

Obvykle zatím platí, že když symptomy iktu přetrvávají delší dobu než 24 hodin, jedná se o iktus, který je obdobný se srdečním infarktem, tudíž se jedná o mozkový infarkt. Když se příznaky změní do 24 hodin, jde o přechodnou tranzitorní ischemickou ataku – TIA (Kalita, 2010, str. 24).

Tranzitorní (přechodná) ischemická ataka je stav, kdy dochází k rychlému a náhlému postižení mozku, a tím navazujícím výpadem mozkových funkcí. Nejběžnější doba trvání této příhody jsou minuty, eventuálně desítky minut. Příznaky odezní maximálně do 24 hodin, kdy se funkce urovná. Hlavním kritériem pro rozlišení TIA od mozkového infarktu je doba trvání neurologického poškození. Projevuje se například poruchami řeči, oslabením jedné končetiny či brněním poloviny těla (Škorňa a kol., 2016, str. 179).

K TIA obvykle dochází kvůli krevní sraženině, která přechodně zavře cévu, která zásobuje mozek. Což způsobí dočasný pokles mozkové funkce v některé z částí mozku. Další možnost, proč dochází k TIA, je zúžení cévy aterosklerózou. Existuje značné množství rizikových faktorů, např. hypertenze, vysoká hladina cholesterolu v krvi, cukrovka, stav po infarktu myokardu a kouření (Carterová, 2010, str. 220).



Léčba spočívá v endarterektomii, což je zákrok, při němž jsou odstraněny pláty z tepny způsobené aterosklerózou. Dále se podávají léky proti srážlivosti krve. Hlavně je důležité předcházet všem rizikovým faktorům (Carterová, 2010, str. 220).

TIA se mnohdy objevuje i opakovaně před tím, než vznikne mozkový infarkt. Vždy je nutné brát TIA jako urgentní stav, protože je to upozornění před různě velkou hrozbou, že vznikne těžký iktus. Nebezpečí může nastat, jestliže nemocný po prvním postižení očekává, že případná další příhoda opět spontánně odezní (Kalita, 2010, str. 25).

## **Diagnostika**

Vyšetřovací protokol pro cévní mozkovou příhodu (stroke protokol) lze užít na základě dvou modalit. Dle dostupnosti lze využít magnetickou rezonanci nebo výpočetní tomografii, s nimiž lze vybrat vhodné pacienty k trombolytické léčbě.

Jednotlivé způsoby CT vyšetření jsou:

- nativní CT, které dokáže vyloučit krvácení a objeví včas známky ischemie,
- perfuzní CT, jeho nedokonalostí je, že nezvládne odlišit nevratně poškozenou tkáň od penumbry,
- CT angiografie, která doloží uzávěr cév.

Tyto způsoby jsou nasazovány podle postupných nálezů (Seidl, Vaněčková, 2014, str. 110).

### **1) Nativní CT**

Až v 50 % je v průběhu prvních 6–12 hodin po vzniku ischemie výsledek na CT negativní. Ale občas, a to hlavně při uzavření velkých tepen mozku, lze vidět známky časné ischemie i na nativním CT. Poté tato oblast vypadá tmavší než obvykle, protože došlo ke snížení denzity poškození tkáně. Snížení je velmi nenápadné, a tak je příhodné pro prohlížení CT obrázků zvolit úzké okno. Standardně zvolené okno pro CT mozku má 80 HU, zde lze použít okno o šířce 30–50 HU. Snížení denzity je charakteristicky zachycené u šedé hmoty mozkové. Šedá hmota je běžně ve srovnání s bílou hmotou světlejší. Takže když vlivem ischemického poškození nastane snížení její denzity, následně dojde ke ztrátě ohraničení mezi bílou hmotou. Tento nález se obecně nazývá jako setřené diferenciací šedé a bílé hmoty (Kalina a kol., 2008, str. 61).

## 2) Perfuzní CT

Sledované parametry jsou:

- CBV
- CBF
- MTT
- BT je doba, za kterou dorazí KL do požadovaného místa od její aplikace
- TP je čas největšího průtoku KL od jejího podání

Parametry CBV, CBF a MTT jsou popsány výše v kapitole 2.4.2. Výsledné absolutní hodnoty nejsou úplně rozhodující, jelikož u každého pacienta mohou být různé. To je závislé na tom, s jakou rychlostí byla kontrastní látka vpravena do těla, nebo v jakém stavu je kardiovaskulární aparát. Z těchto parametrů je nejvíce důležitý CBF. Tedy množstevní hodnocení průtoku krve mozkem (Seidl, Vaněčková, 2014, str. 109–110).

Normální hodnota CBF je 50-60 ml/100 g mozkové tkáně/minutu. Průtok krve mozkem je snížen u novorozenců, ale během raného dětství se zvyšuje (vrchol v 7 letech) a poté se opět sníží. Disfunkce je přítomna, klesne-li hodnota CBF pod 20 ml/100 g tkáně/minutu. Pokud dojde ke snížení pod 10/100 g tkáně/minutu, dochází následně k nekróze mozkových buněk (Prokop, Galanski, 2003, str. 896). Normální hodnoty perfuzních parametrů jsou shrnuty v tabulce 3<sup>7</sup>.

**Tabulka 3** - normální hodnoty perfuzních parametrů mozkové tkáně<sup>7</sup>

Mozková tkáň	CBF	CBV	MTT
Šedá hmota	60 ml/100 g/min	4 ml/100 g	4 s
Bílá hmota	25 ml/100 g/min	2 ml/100 g	4,8 s

<sup>7</sup>ROHAN, ŠEVČÍK, POLÍVKA, AMBLER, KREUZBERG a FERDA. *Klinický pohled na výpočetní tomografii u akutní ischemie mozku*. Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie [online]. 2007, 70/103(6), s. 643-652 [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: [http://www.prolekare.cz/pdf?ida=nn\\_07\\_06\\_05.pdf](http://www.prolekare.cz/pdf?ida=nn_07_06_05.pdf)

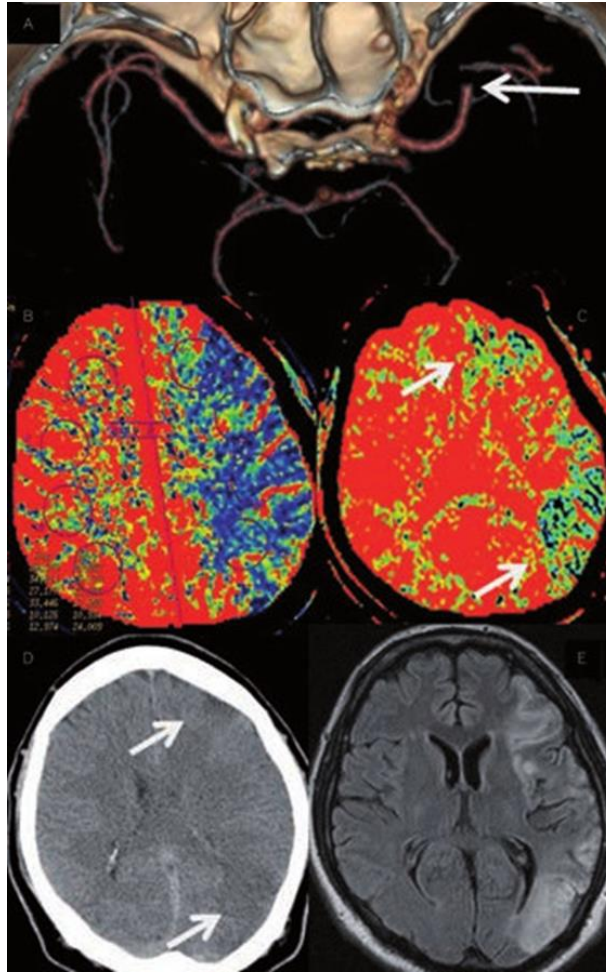
### **3) CT angiografie**

Vyšetření je na závěr doplněné o CT angiografii, která je v ideálním případě provedena díky MDCT od oblouku aorty po vertex. Nejdříve se musí podat neiontová kontrastní látka. Před jejím podáním je nezbytné uvážit veškerá rizika a kontraindikace, přičemž v případě akutní ischemie je závažným rizikem jen těžká alergická reakce v minulosti. Množství kontrastní látky při vyšetření ischemie nesmí být vyšší než 100 ml. Pomocí přístrojů, které mají dva zdroje záření, lze udělat přímé odečtení skeletu a k tomu je možné rekonstruovat mapy rozložení koncentrace jódu. A díky tomu následně získat z primárního statického zobrazení CTA mapy s objemem protékající krve – CBV (Ferda a kol., 2007, str. 234–235).

#### **Klinický obraz**

Pokud dojde k poškození oblasti a. cerebri media, objeví se hemiparéza na kontralaterální straně těla s větším poškozením horní končetiny. Jestliže se léze nachází v dominantní hemisféře, je postižení většinou spojeno i s afázií, tedy poruchou řeči. Když se ischemie nachází v povodí a. cerebri anterior, opět se objeví hemiparéza na opačné straně těla, tentokrát je více poškozena končetina dolní. Při ischemii teritoria a. cerebri posterior je hlavním symptomem kontralaterální homonymní hemianopsie.

V tom případě, že se cévní mozková příhoda rozvine v oblasti a. basilaris, začnou vypovídat základní funkce nutné pro život, k tomu vzniká porucha hybnosti. Pokud nastane vážná porucha či celková zástava mozkové perfuze, dojde k celkové mozkové hypoxii. A jestliže není do několika minut obnovena cirkulace mozku, nastane mozková smrt (Seidl, Vaněčková, 2014, str. 110).



**Obrázek 5** - akutní okluze ACM vlevo<sup>8</sup>

Na obrázku<sup>8</sup>č. 5 lze pozorovat akutní uzávěr ACM vlevo. Pod písmenem A se nachází CT angiografie s okluzí ACM vlevo. Písmeno B znázorňuje prodloužení CBF, C oblasti s poklesem CBV. Následně byla provedena IV trombolýza a došlo k úplné rekanalizaci poraněné tepny. Výpadky v CBV mapě, které byly patrné ze vstupního vyšetření, souhlasí s rozsahem ischemie na CT a MR lze vidět na obrázku u písmen D, E. Jelikož byla provedena rekanalizace včas, byla ostatní ohrožená tkán zachráněna (Reif, Goldemund, Mikulík, 2013, [online]).

### **2.7.2 Intracerebrální hemoragie (ICH)**

K intracerebrálnímu krvácení může dojít v kterékoli části mozku. Existují různé velikosti a příčiny. Symptomy jsou ovlivnitelné objemem, propagací do komor, lokalizací a objemovou rezervou v intrakraniálním prostoru (Kalina a kol., 2008).

<sup>8</sup>REIF, M., GOLDEMUND D. a R. MIKULÍK. *Nejdůležitější metody v diagnostice akutní cévní mozkové příhody*. KARDIOL REV [online]. Brno, 2013, 15(1): 11–25 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://www.kardiologickarevue.cz/pdf?id=40428>

## **Nálezy na CT**

Pokud se jedná o intracerebrální krvácení, na nativním CT se zobrazí jako hyperdenzní ložisko v typické oblasti. Mezi nejčastější patří oblast bazálních ganglií, dále hemisféry mozečku, mozkový kmen a thalamus. Vývoj hematomu je relativně charakteristický. S odstupem času vzniká hypodenzní lem okolo hyperdenzního hematomu. Během čtyř dní se hematom začne nesouměrně odbarvovat a jeho původní denzita 70-90 HU klesá. Za dva až tři týdny dojde k úplnému odbarvení hematomu, a to v návaznosti na jeho velikost a lokalizaci krvácení. Výsledným stavem je postmalatická pseudocysta, jejíž denzita se rovná tekutině, tzn. kolem nuly (Kalita, 2006, str. 48–49).

### **2.7.3 Subarachnoidální hemoragie (SAH)**

Heřman uvádí, že subarachnoidální hemoragie je vymezená jako výskyt krve v subarachnoidálním prostoru. V prostoru, jenž se nachází mezi dvěma vnitřními obaly mozku, tedy meziarachnoideou (pavoučnicí) a pia mater (omozečnicí), která pokrývá povrch mozku (Carterová, 2010, str. 221). Tedy do míst vyplněných mozkomíšním mokem se dostane výron krve. K subarachnoidálnímu prostoru těsně přiléhají mozkové komory, ve kterých se také nachází mozkomíšní mok. Takže pokud dojde ke krvácení do komor, je rozšířeno pomocí cirkulace mozkomíšního moku i do subarachnoidálního prostoru (Heřman, 2007, str. 256).

Přestože se SAH vyskytuje přibližně u 5% osob s cévní mozkovou příhodou, je toto krvácení velmi nebezpečné a má vysokou úmrtnost. Především postihuje mladé jedince (Kalita, 2010, str. 13). Zásadní léčbou je urgentní vyřešení původu krvácení, ale výsledek je z větší části pro pacienta málo příznivý (Ferda a kol., 2015, str. 104).

## **Rozdělení**

Subarachnoidální krvácení se dělí dle původu vzniku na traumatické a netraumatické.

### **1) Traumatické**

Jedná se tedy o stav spojený s poraněním hlavy a výskyt krve v subarachnoidálním prostoru po zranění je vcelku častý. Klinické projevy jsou většinou překryty jinými příznaky, které byly způsobeny traumatem. Jako například ztráta vědomí, ochrnutí levé či pravé poloviny těla nebo změna fotoreakce (reakce zornic na osvit) a další příznaky mohou být zapříčiněny buď přítomností krve v subarachnoidálním prostoru, nebo přímým poraněním mozku (Heřman, 2007, str. 257).

## 2) Netraumatické

Nejběžnějším zdrojem krvácení je aneurysma, které se vyskytuje zhruba v 95 %. K ruptuře aneurysmatu dochází nejčastěji na tepnách Willisova okruhu a na větvení a. cerebri media. Jelikož se tyto tepny nacházejí v subarachnoidálním prostoru, nastává při roztržení aneurysmatu právě subarachnoidální krvácení (Heřman, 2006, str. 134). Pakliže vznikne rozsáhlé krvácení, vyskytuje se rozdílně velká část krve i v intracerebrálním prostoru. Krvácení se pak může protrhnout i do mozkových komor, popřípadě může být zároveň přítomen subdurální hematom (Heřman, 2007, str. 258).

V případech, že není prokázán původ krvácení pomocí CT angiografie, lze usuzovat, že i zde mohlo být příčinou aneurysma nepatrné velikosti (Dufek, 2002, str. 7). V místě aneurysmatu může být porušena tkáň mozku a krev s destrukcí červených krvinek je schopná dále vést k následným změnám, hlavně ke spasmům mozkových tepen (Kalita, 2010, str. 13–14). Většinou dochází během 1–2 týdnů ke vstřebání 90 % krve z těchto prostorů. Pokud je při CT kontrole množství krve větší než u prvního vyšetření jedná, se o recidivu krvácení (Heřman, 2007, str. 262).

Méně častým zdrojem je AVM neboli arteriovenózní malformace. Ty mohou být způsobeny špatnou stavbou cévního řečiště, při které nejsou zachovány zásady postupného větvení. Jsou čtyři základní typy:

- arteriovenózní malformace (AVM),
- kapilární hemangiomy,
- kavernózní angiomy,
- venózní angiomy (Dufek, 2002, str. 7).

U všech může dojít ke vzniku krvácení, ale největší krvácení je běžnější jen u AVM.

Hlavním symptomem netraumatického jinak řečeno spontánního subarachnoidálního krvácení je náhlá, mimořádně silná bolest hlavy, která začne během několik sekund a může trvat i více jak hodinu. U zhruba jedné třetiny postižených se jedná o jediný příznak. Dalšími symptomy, které mohou nastat, je pocit na zvracení, zmatenost, neklid, agresivita, záchvatový stav, poruchy vědomí až kóma. Vlivem krvácení většinou rychle roste krevní tlak, vyskytují se oční příznaky či může dojít k srdeční arytmii. Žádný z těchto příznaků není stoprocentně charakteristickým, jen asi u 25 % nemocných s náhle vzniklou bolestí hlavy je prokázáno subarachnoidální krvácení. U zbylých pacientů se jedná o benigní bolest bez zjevné příčiny (Heřman, 2007, str. 258).

## Diagnostika

Primární volbou pro diagnostiku subarachnoidálního krvácení je výpočetní tomografie. Krev je na nativním CT zobrazena jako hyperdenzní náplň subarachnoidálních prostorů, v nichž nahrazuje hypodenzní mozkomíšní mok. Během co nejrychlejší doby by se mělo provést nativní CT mozku. Důvodem je, že postupem času dochází k degradaci krve, a tím vzrůstá pravděpodobnost pro vznik chybně negativního nálezu. Zdali se nativní CT provede do 12 hodin po netraumatickém subarachnoidálním krvácení, senzitivita průkazu je 98 %, je-li provedeno do 24 hodin, klesá na 93 % (Heřman, 2007, str. 258).

Zásadní okolností pro odhad vývoje je mimo klinického stavu především množství krve v subarachnoidálním prostoru či v komorách. K tomuto zjištění se od roku 1980 používá Fisherova škála:

- stupeň 1 – žádná krev
- stupeň 2 – difuzní nebo vertikální přítomnost krve ve vrstvě tenčí než 1 mm
- stupeň 3 – lokalizované koagulum (sraženiny) nebo přítomnost krve ve vertikální vrstvě silnější než 1 mm
- stupeň 4 – intracerebrální nebo intraventrikulární koagulum s nebo bez krve (Kalvach, 2010, str. 169)

Pokud mají pacienti podezření na netraumatické subarachnoidální krvácení, a přesto je jejich nález na CT negativní, přichází na řadu lumbální punkce. Punkci je vhodné udělat nejdříve po 6, lepší je až po 12 hodinách od doby, kdy se objevily první problémy. Charakteristickým projevem přítomnosti SAH je potvrzení bilirubinu v mozkomíšním moku. Bilirubin vzniká rozkladem hemoglobinu. Příznakem by se mohl zdát nález krevních elementů, ale ty mohou být umělou příměsí vznikající v průběhu punkce (Heřman, 2007, str. 258).

Když je zjištěno, že se opravdu jedná o SAH, je nezbytné dohledat příčinu vzniku a vyšetřit tepenné řečiště. K průkazu původu krvácení lze uplatnit CT angiografii, MR angiografii anebo digitální subtrakční angiografii – DSA. Jak na sebe budou jednotlivá vyšetření navazovat, je závislé na technickém vybavení daného pracoviště (Heřman, 2007, str. 258).

Nejčastěji se v dnešní době doporučuje CT angiografie, která může navázat bezprostředně na nativní CT. Přednost vyšetření spočívá v jeho rychlosti, dostupnosti a je minimálně invazivní. Zápolem je nutnost podat jodovou kontrastní látku a s ní spojená radiační zátěž, které je pacient vystaven.

Další volbou je MR angiografie, která tvoří alternativu CTA. Pozitivní je především nulová radiační zátěž, jelikož není nutné podat kontrastní látku. Ale toto vyšetření trvá poměrně delší dobu, vyskytuje se větší množství kontraindikací, metoda je méně dostupná, a hlavně je zde horší dohled na pacienty, kteří jsou ve špatném zdravotním stavu (Heřman, 2007, str. 259).

Prioritou jsou neinvazivní metody, ale pokud za jejich pomoci nelze odhalit drobná aneurysmata, přichází na řadu DSA, která je nej přesnější a nejspolehlivější. Digitální subtrakční angiografie je invazivní metoda, která souvisí s radiační zátěží jak nemocného, tak personálu. Je nezbytné podání jodové kontrastní látky s potencionálními negativními účinky. Dnes je DSA využívána z diagnostických důvodů, pokud je nález na CTA či MRA negativní nebo nejasný. Dále se využívá bezprostředně před coilingem aneurysmat, jedná se o intervenční radiologickou techniku, jež se využívá k léčbě aneurysmat (Heřman, 2007, str. 259).

Pro diagnostiku náhlého krvácení se metoda perfuzního CT neuplatňuje. Využití přichází při kontrolách několik dní po SAH, jelikož se rozvíjejí spazmy na tepnách mozku. Ty se poté zobrazí jako oblast s prodlouženým tranzitním časem. Pokud se jedná o závažnější postižení, je zobrazen výpadek na perfuzní mapě – CBV, tedy pokles regionální perfuze a v krajním případě i pokles objemu krve. Pak jde o klasické zobrazení ischemického postižení (Kalina a kol., 2008, str. 181).

## **Komplikace**

Mezi typické komplikace, které existují pro subarachnoidální krvácení, patří: recidiva krvácení, hydrocefalus a vazospazmy.

### **1) Recidiva krvácení**

To, že nastane opakované krvácení, není v tomto případě ojedinělé. Nejvyšší riziko se vyskytuje v prvních několika hodinách po prodělané SAH. Během 24 hodin se uvádí, že je riziko obnovy krvácení zhruba 4,5 % (Dufek, 2002, str. 7).

### **2) Hydrocefalus**

Patří mezi poměrně běžné komplikace po prodělaném subarachnoidálním krvácení. Podle doby vzniku od proběhnutého krvácení se kategorizuje jako akutní, subakutní nebo chronické. Hydrocefalus vzniká ucpáním toku nebo poruchou vstřebávání



mozkomíšního moku. Na počátku je to způsobeno krví, následně jsou příčinou rozpadové produkty a z nich vznikající fibróza a adheze (Jurák, 2013, str. 71).

### 3) Vazospazmy

Objevují se v důsledku reakce tepen na podráždění, které vyvolávají složky extravaskulární krve. V konečném stavu se zvyšuje tonus hladké svaloviny v cévní stěně, která následně vyvolá spasmus. Jejich obvyklý výskyt je mezi 4. – 14. dnem. Nebezpečné jsou hlavně z toho důvodu, že mohou způsobovat závažné ischemické příhody. Konzervativní léčbou je 3H terapie: tedy hypervolemie, hemodiluce a hypertenze. Další možností je invazivní léčba, kdy se provede balónková angioplastika na místě, kde se vazospasmus nachází. Jako prevence se všem pacientům po SAH podává nimodipin (Dufek, 2002, str. 7).

#### 2.7.4 Příznaky akutní CMP

Příznaky mozkové příhody můžou být tělesné, duševní nebo se mohou promítnout změnou chování jedince. Nemoc může mít podstatně proměnlivé projevy, jelikož klinický obraz je vázán na to, která část mozku je postižena. Přesto není těžké rozpoznat nemocného s akutní mrtvicí (Vilímovský, 2012).

Rozdělení příznaků, které mohou upozorňovat na nebezpečí vzniku CMP.

- a) Přichází zcela náhlá nevolnost, malátnost, necitlivost, porucha hybnosti obličeje. Dochází k brnění nebo úplnému zatuhnutí jedné poloviny tváře. Nemocný není schopen se usmát a má problémy s příjmem potravy a polykáním. Na ochrnuté straně má pokleslý koutek. Může ochrnout pravá nebo levá polovina těla s tím, že pacient v ruce neudrží žádný předmět a ruku nedokáže ovládat. Taktéž i dolní končetinu na stejné straně nelze ovlivňovat, a znemožňuje tak chůzi.
- b) Přidružují se poruchy řeči, tedy problémy s mluvením, ale i porozuměním. Pacient nedostatečně artikuluje, nenapadají ho běžná slova, přeřikává se a celkově mu není rozumět. Jednak není lehké mluvit, ale mohou být i problémy s pochopením pokynů personálu.
- c) Dále je to poškození zraku, které může postihnout obě oči, ale někdy pouze jedno. Najednou dochází k dvojitému či rozmazanému vidění, někdy může dojít k úplné ztrátě zraku.
- d) Náhlá intenzivní bolest hlavy bez zřejmé příčiny. Jedná se o tak silnou bolest, že pacient doposud takovou bolest nezažil. Někdy může bolest přecházet ve strnulost krku.

- e) Neschopnost koordinovat svoje pohyby během chůze. Náhlý pokles stability, jako by se s postiženým začal točit svět a s tím související náhlá závrať a zvracení (Kalita, 2010, str. 21–22).

Někdy se může mozková mrtvice objevit bez výše uvedených příznaků, a to v mohutném rozměru. Kdy nastává ztráta vědomí, a dokonce může dojít až ke smrti, pokud mrtvice poškodí centra řídící základní životní funkce.

Za hlavní následky je považována porucha řeči, poškození citlivosti a ochrnutí jedné poloviny těla. Tyto problémy přetrvávají i po skončení akutní fáze nemoci. Představují komplikace, jež vyřazují nemocného z běžného života a zbavují soběstačnosti i v základních věcech. V poškozené oblasti postižený mrtvicí nevnímá dotyk, bolest, zimu ani teplo a nezvládne určit, v jaké pozici jsou jeho postižené končetiny. Navíc až v 80 % případů se u takto postižených pacientů rozvíjí tzv. neglect syndrom. Pro tento syndrom je typické, že pacient přehlídí jednu polovinu prostoru, která se nachází na opačné straně jeho mozkové léze (Vilímovský, 2012).

### **2.7.5 Rizikové faktory pro CMP**

Existuje mnoho faktorů, které ovlivňují riziko vzniku cévní mozkové příhody. Rozdělují se na faktory neovlivnitelné a ovlivnitelné.

#### **Neovlivnitelné faktory**

Do této skupiny lze zařadit věk, u každého jedince po dosažení 55 roku života se zdvojnásobňuje šance vzniku CMP. Dále je spojen vznik nemoci s pohlavím, zvýšeně se cévní mozková příhoda vyskytuje u mužů než žen. Posledním předpokladem řazeným mezi neovlivnitelné faktory jsou genetické predispozice, např. sklon k diabetes mellitus (Kalita, 2010, str. 15).

#### **Ovlivnitelné faktory**

##### **a) Hypertenze**

Hlavním rizikovým faktorem je hypertenze neboli vysoký krevní tlak. Důležitá je správná léčba pomocí léků a správné životosprávy. Úspěšnou léčbou se snižuje výskyt CMP. Za zvýšený krevní tlak se považují hodnoty nad 130 torr systoly a nad 80 torr diastoly (Kalita, 2010, str. 15).

## b) Onemocnění srdce

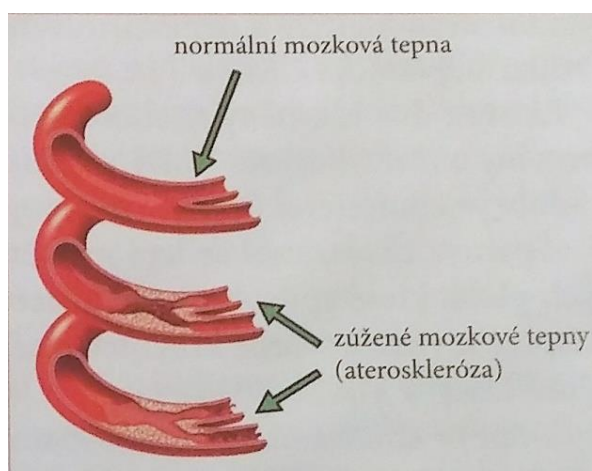
Dalším rizikem je onemocnění srdce, a to zejména fibrilace síní, infarkt myokardu, mitrální vada nebo kardiální dekompenzace (Dufek, 2002, str. 8). V srdci občas dochází k tvorbě krevních sraženin (embolus) kvůli porušené funkci chlopní nebo nepravidelnému srdečnímu rytmu. Emboly se mohou ze srdce uvolňovat a pak se krevní cestou dostat do mozku či jiných částí těla. Pokud se embolus dostane do mozku, může způsobit ischemickou CMP tím, že ucpe některou z tepen mozku (Feigin, 2007, str. 51).

## c) Diabetes mellitus

Neboli úplavice cukrová také výrazně zvyšuje nebezpečí vzniku, avšak v dnešní době se jedná o poměrně dobře léčitelné onemocnění. V České republice se toto onemocnění vyskytuje asi u 900 tisíců pacientů. Jedná se o rizikovou část populace vzhledem k tomu, že se u nich předčasně objevuje ateroskleróza tepen, která se rychleji zhoršuje. Jelikož je u nich zrychlen rozvoj aterosklerózy, zvyšuje se i pravděpodobnost vzniku kardiovaskulárních příhod včetně CMP. Důležité je brát ohledy na tuto nemoc a dodržovat stanovená pravidla a k tomu zvýšeně kontrolovat svůj krevní tlak (Kalita, 2010, str. 16).

## d) Ateroskleróza

Ateroskleróza neboli tvrdnutí tepen, jedná se o poškození cév, kdy dochází k pozvolnému ukládání tuku na cévní stěny (obrázek č. 6)<sup>9</sup>. Může k ní docházet u všech přívodních tepen mozku, a to obzvlášť u krkavice. V dnešní době se charakter a velikost usazených plátů dá celkem přesně prozkoumat za pomoci neinvazivního ultrazvukového vyšetření (Kalita, 2010, str. 17–18).



Obrázek 6 - ateroskleróza<sup>9</sup>

<sup>9</sup>FEIGIN, Valery L. *Cévní mozková příhoda: prevence a léčba mozkového iktu*. Praha: Galén, c2007. ISBN 978-80-7262-428-7.

#### e) Špatný životní styl

Dále se dá CMP ovlivnit nesprávnými návyky a způsobem života. Na prvním místě je kouření cigaret, bez závislosti na věku či pohlaví se riziko zdvojnásobuje. Jestliže kuřák trpí některou z výše uvedených nemocí, jeho riziko vzniku se ještě dál násobí. Ukazuje se, že i pasivní kouření zvyšuje pravděpodobnost vzniku.

Riskantní je i pravidelné nadměrné požívání alkoholu, záleží na množství. Pokud denní dávka přesáhne 20–25 g alkoholu, což je více než 2 piva či 2 decilitry vína, riziko pro muže se zvýší, u žen platí poloviční údaje (Kalina a kol., 2008, str. 142).

Zvláště nebezpečná je obezita, která představuje riziko u mužů mezi 35–64 rokem a u žen ve věku 65–94 let.

Projednává se vliv orální antikoncepce, u které nastává problém, pokud žena současně s ní i kouří. Spojením těchto dvou věcí rapidně stoupá pravděpodobnost vzniku CMP.

Abychom předešli vzniku nemoci, je potřeba udržovat tělo ve fyzické i psychické rovnováze (Kalita, 2010, str. 18–19).

#### 2.7.6 Sekundární prevence

Prevence, která se musí zahájit neprodleně a do určité míry se prolíná s akutní terapií. Nejvyšší riziko, že se TIA nebo ischemická příhoda bude opakovat, nastává v prvních dnech po prodělané příhodě a s odstupem času se snižuje. Nebezpečí recidivy nemoci je v prvním roce asi 10 %, v dalších letech riziko klesá na 5 %. Recidivě se musí předcházet vždy, aby se tak co nejvíc navýšil prospěch pacienta z jeho dlouhodobé medikace a minimalizovalo se riziko prováděného zákroku (Kalina a kol., 2008, str. 139).

#### 2.7.7 Možnost léčby CMP

K perfuznímu CT mozku jsou indikováni pacienti s podezřením na akutní CMP k terapii.

Je-li podezření, že se jedná o akutní CMP, měla by vždy být přivolána zdravotnická záchranná služba, a to i v případě, že se projevují pouze mírné příznaky. Každý takovýto pacient by měl být dopraven do zdravotního zařízení, které má k dispozici iktovou jednotku. Za předpokladu, že pacient splňuje časové požadavky pro zahájení trombolytické terapie, musí být směřován do zařízení, kde mu lze poskytnout intravenózní (i. v.) či intraarteriální (i. a.) trombolýzu (Lacman, Janoušková, 2010, str. 138).

Lacman a Janoušková říkají, že jediným způsobem, jak poměrně účinně vyléčit iCMP, je pokusit se o rekanalizaci uzavřených tepen (Lacman, Janoušková, 2010, str. 139).

## **Intravenozní trombolýza – IVT**

*„Intravenózní trombolytická léčba rekombinantním tkáňovým aktivátorem plasminogenu (rt-PA), podávaná pacientům s akutním mozkovým infarktem, je standardním léčebným postupem.“ (Neumann a kol., 2014, [online]).*

Vhodným kandidátem k léčbě IVT je pacient s mozkovým infarktem. Mezi indikace patří:

- Diagnóza ischemické cévní mozkové příhody podle klinických příznaků s náhle vzniklým a zřetelným neurologickým deficitem.
- Symptomy se musí objevit v posledních 4,5 hodinách, výjimku tvoří pouze uzávěr Bazilární tepny, kdy je akceptována i. v. trombolýza i mimo terapeutické okno 4,5 hodin.
- Věk  $\geq$  18 let.

Dávka léku se určuje podle tělesné hmotnosti pacienta. Doporučuje se podat rt-PA v dávce 0,9 mg/kg hmotnosti pacienta. Dávka nesmí překročit hranici 90 mg. Při zahájení léčby rt-PA se nejdříve podává 10 % z celkové dávky intravenózně jako bolus během 1 minuty. Zbývající 90 % dávky se aplikuje v následující infúzi během 60 minut. Léčbu rt-PA nelze mísit s jinými léčivými ve stejné infuzní láhvi a v žádném případě se nesmí podávat stejným katétrem ještě jiné léky (Neumann a kol., 2014, [online]).

## **Intraarteriální trombolýza - IAT**

Intraarteriální trombolýza spočívá v tom, že je katetrem aplikované trombolytikum přímo do místa, kde se nachází uzávěr. V klinické praxi se využívá altepláza (tPA), dávkování není standardizováno, ale udává se zhruba od 22-69mg. Předností je, že IAT je možné provádět u pacientů s iCMP během delšího terapeutického okna. Terapeutické okno u IAT trvá 6 hodin (Cerebrovaskulární manuál, 2018, [online]).

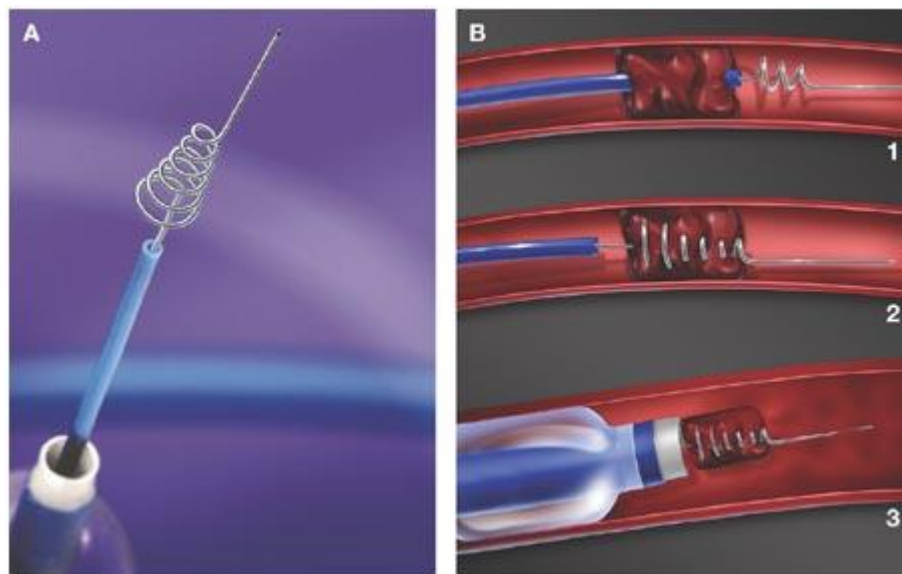
Indikací je akutní iCMP s deficitem a uzávěrem intrakraniální tepny. V této době je preferována mechanická rekanalizace před intraarteriální trombolýzou. IAT je používána spíše jako doplněk k mechanické rekanalizaci, např. pokud je trombus pro mechanickou rekanalizaci nedostupný (Cerebrovaskulární manuál, 2018, [online]).

## Mechanická trombektomie – MT

Mechanická trombektomie je výkon, který se provádí za účelem odstranění trombu. Terapeutické okno stejně jako u IAT trvá až 6 hodin. Zásadní využití pro MT je u uzávěrů velkých tepen. MT lze provádět jako primární trombektomii, pokud se vyskytne některá z kontraindikací k provedení IVT. Další možností je provádět kombinaci terapie IVT a MT. Pokud ještě neuplynulo 4,5 hodiny od vzniku příznaků, nemá mechanická rekanalizace přednost před IVT (Cerebrovaskulární manuál, 2019, [online]).

Nejdříve je provedený nástřik, díky kterému dochází k posouzení místa a rozsahu uzávěru. Je nutné zhodnotit po průchodu katetru trombem průchodnost distálních úseků tepen. Poté je zahájena trombektomie. Po průchodu stentu a po dokončení výkonu musí být vždy proveden kontrolní nástřik. Pokud dojde k objevení těsné stenózy či uzávěru ACI, je zde možnost akutního provedení perkutánní transluminální angioplastiky (PTA). PTA je léčebná metoda, kdy je zaveden balónek a s jeho pomocí se rozšíří uzavřená nebo zúžená část tepny. Za předpokladu, že se rekanalizace vydařila, je nutné počkat 15 minut a následně provést nástřik pro kontrolu. V případě, že je uzavření v distálním úseku tepny reziduální, musí se zvážit přínos a riziko komplikací. Po opakovaně nezdařilém pokusu (cca 6 pokusů) se výkon ukončuje (Cerebrovaskulární manuál, 2019, [online]).

Mezi metody mechanické rekanalizace patří např. Solitaire, Trevo retriever, MERCI katetr (obrázek č. 7)<sup>10</sup>, Penumbra, Bonnet retriever, a další.



Obrázek 7 - MERCI katetr<sup>10</sup>

<sup>10</sup>CEREBROVASKULÁRNÍ MANUÁL. [online] 2018-2019 [cit. 2018-04-08] Dostupné z <http://www.cmp-manual.cz/>

## **3 PRAKTICKÁ STUDIE NA PRACOVIŠTĚ PARDUBICKÉ NEMOCNICE**

### **3.1 Metodika výzkumu**

Výzkumná část bakalářské práce se zabývá kvantitativním výzkumným šetřením, které bylo provedeno formou retrospektivní analýzy dat. Šetření probíhalo na podkladě sběru dat z nemocničního informačního systému Pardubické nemocnice. Do zkoumaného souboru byli vybráni pacienti, kteří podstoupili vyšetření zvané perfuzní CT mozku pro podezření na cévní mozkovou příhodu. Vytvoření výzkumných otázek a sběr dat byl prokonzultován s vedoucím práce.

Do skupiny respondentů byli zvoleni pacienti, kteří v období ledna až června 2017 absolvovali perfuzní CT mozku. Zkoumaným souborem bylo 80 pacientů, u nichž bylo podezření na cévní mozkovou příhodu. V mé práci se nevyskytují žádné informace, pomocí nichž by se dalo identifikovat některého z pacientů.

Cílem mojí práce bylo zhodnotit, u kterého pohlaví se provádí perfuzní CT mozku více a jaký je nejčastější věk těchto pacientů. Dále bylo pozorováno, kolik pacientů mělo nález na nativním CT (pozitivní/negativní), u kolika pacientů byl nález na perfuzním CT (pozitivní/negativní) a u kolika pacientů byl nález na CTA (pozitivní/negativní). Poté bylo sledováno, kolik pacientů mělo pozitivní nález na PCT a CTA, a přitom jejich nativní CT bylo negativní. Dále bylo zjišťováno, kolik pacientů mělo pozitivní nález na CTA, a přitom PCT bylo negativní a naopak. A kolik pacientů mělo pozitivní/negativní nálezy na nativním CT, PCT a CTA současně.

### 3.2 Výzkumné otázky

1. Jaké je pohlaví a věk u zkoumaného souboru pacientů při perfuzním CT?
2. Jaké klinické příznaky se nejvíce vyskytovaly u zkoumaných pacientů?
3. Byl nález na nativním CT pozitivní, nebo negativní? Vyskytují se nějaké vedlejší nálezy?
4. Byl nález na perfuzním CT pozitivní, nebo negativní? Pokud byl nález pozitivní, o jaký nález se jednalo nejčastěji?
5. Byl nález na CT angiografii pozitivní, nebo negativní? Pokud byl nález pozitivní, o jaký nález se jednalo nejčastěji?
6. Kolik pacientů mělo pozitivní nález na PCT, a přitom nativní CT bylo negativní?
7. Kolik pacientů mělo pozitivní nález na CTA, a přitom nativní CT bylo negativní?
8. Kolik pacientů mělo pozitivní nález na CTA, a přitom perfuzní CT bylo negativní?
9. Kolik pacientů mělo pozitivní nález na PCT, a přitom CTA bylo negativní?
10. Kolik pacientů mělo pozitivní nález na nativním CT, PCT i na CTA?
11. Kolik pacientů mělo negativní nález na nativním CT, PCT i na CTA?



### 3.3 Výsledky

#### 3.3.1 Výzkumná otázka číslo 1

Jaké je pohlaví a věk u zkoumaného souboru pacientů při perfuzním CT?

**Tabulka 4** - soubor pacientů

	absolutní četnost	relativní četnost
ženy	36	45,0 %
Muži	44	55,0 %
celkem	80	100 %

Po dobu zkoumaného období absolvovalo perfuzní vyšetření mozku 36 žen, což je 45 %, a 44 mužů, tedy 55 %. PCT celkově podstoupilo 80 pacientů (tabulka 4).

**Tabulka 5** - věk pacientů

věk	ženy	muži
medián	76	72
maximum	90	86
minimum	35	33

Z tabulky 5 lze vyčíst věk sledovaných pacientů. Medián neboli rozložení věkových kategorií je u žen 76 let a u mužů 72 let. Nejstaršímu pacientovi, který se v tomto souboru nachází, je 86 let a nejmladšímu 33 let. Nejstarší pacientka byla ve věku 90 let a nejmladší 35 let. Dle toho lze soudit, že PCT pro podezření na akutní ischemii mozku se provádí spíše u starších osob.

### 3.3.2 Výzkumná otázka číslo 2

Jaké klinické příznaky se nejvíce vyskytovaly u zkoumaných pacientů?

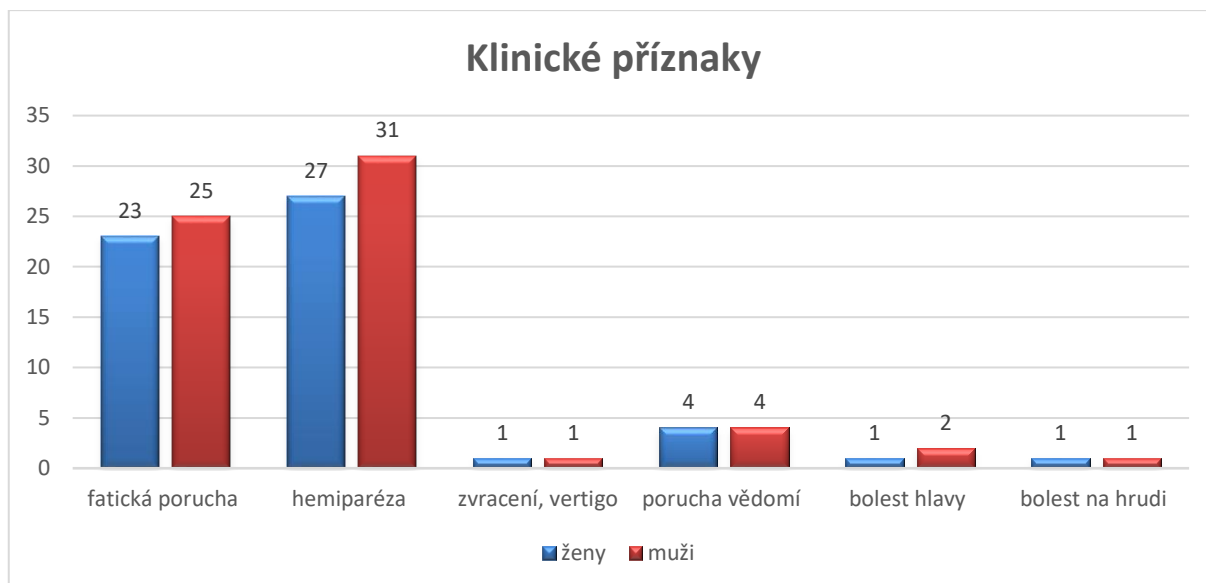
Tabulka 6 - klinické příznaky

klinické příznaky	ženy	muži	absolutní četnost	relativní četnost
fatická porucha	23	25	48	39,7%
hemiparéza	27	31	58	47,9%
zvracení, vertigo	1	1	2	1,7%
porucha vědomí	4	4	8	6,6%
bolest hlavy	1	2	3	2,5%
bolest na hrudi	1	1	2	1,7%
celkem	57	64	121	100,0%



Graf 1 - klinické příznaky celkem

Tabulka 6 znázorňuje klinické příznaky zkoumaných pacientů. U některých pacientů se vyskytl více než jeden příznak, proto počet nekoresponduje s počtem zkoumaných pacientů. Nejvíce se u zkoumaného souboru v 58 případech (47,9%) vyskytuje hemiparéza neboli částečné ochrnutí jedné poloviny těla. Ta je rozdělena podle toho, jaká polovina těla je postižena na pravostrannou a levostrannou. Další velkou složku tvoří fatická porucha, což je porucha řeči a porozumění, ta se vyskytuje v 48 případech (39,7%). Dále se zde vyskytují klinické příznaky jako porucha vědomí (6,6 %), bolest hlavy (2,5 %), bolest na hrudi (1,7 %) nebo zvracení (1,7 %), (graf 1).



**Graf 2** - klinické příznaky

V grafu 2 jsou rozděleny klinické příznaky na muže a ženy. Nejčastějším symptomem je zde hemiparéza, která se vyskytla 27krát u žen a 31krát u mužů. Více se u pacientů objevila levostranná hemiparéza, u žen 18krát a u mužů 15krát. U pravostranné hemiparézy byl výskyt u žen 9krát a u mužů 16krát. Levostranná byla více u žen, kdežto pravostranná více u mužů. Porucha řeči je jedním z dalších nejtýpčtějších příznaků cévní mozkové příhody, ta se u zkoumaného souboru vyskytla 23 krát u žen a 25 krát u mužů. Stejný počet případů se vyskytl u poruchy vědomí, celkem se objevila u osmi pacientů. Dalším příznakem může být bolest, o bolest hlavy se jednalo u jedné ženy a dvou mužů, bolest na hrudi se vyskytla pouze jednou u ženy a jednou u muže. Posledním příznakem je zvracení, to se objevilo celkem u dvou pacientů, jednou u ženy a jednou u muže.

### 3.3.3 Výzkumná otázka číslo 3

Byl nález na nativním CT pozitivní, nebo negativní? Vyskytují se nějaké vedlejší nálezy?

**Tabulka 7** - pozitivní nález na nativním CT

nativní CT	pozitivní nález CMP	
	absolutní četnost	relativní četnost
ženy	8	22,2 %
muži	11	25,0 %
celkem	19	24,0%

Z celkového počtu pacientů, kteří podstoupili vyšetření, mělo pozitivní nález na nativním CT celkem 19 (24,0%) z nich (tabulka 7). Z tohoto počtu bylo 8 žen a 11 mužů. V procentech to z celkového počtu pacientů vychází tak, že mělo 22,2% žen z celkového počtu 36 žen pozitivní nález. U mužů je to 25,0% z celkového počtu 44 mužů, u kterých se prokázal pozitivní nález na nativním CT. Je patrné, že více pozitivních nálezů bylo u mužů, a to o 3 pacienty. Tento výsledek může zkreslovat skutečnost, že v celkovém počtu vyšetřovaných pacientů bylo o 8 mužů více než žen.

**Tabulka 8** - negativní nález na nativním CT

nativní CT	negativní nález CMP	
	absolutní četnost	relativní četnost
ženy	28	77,8 %
muži	33	75,0 %
celkem	61	76,0 %

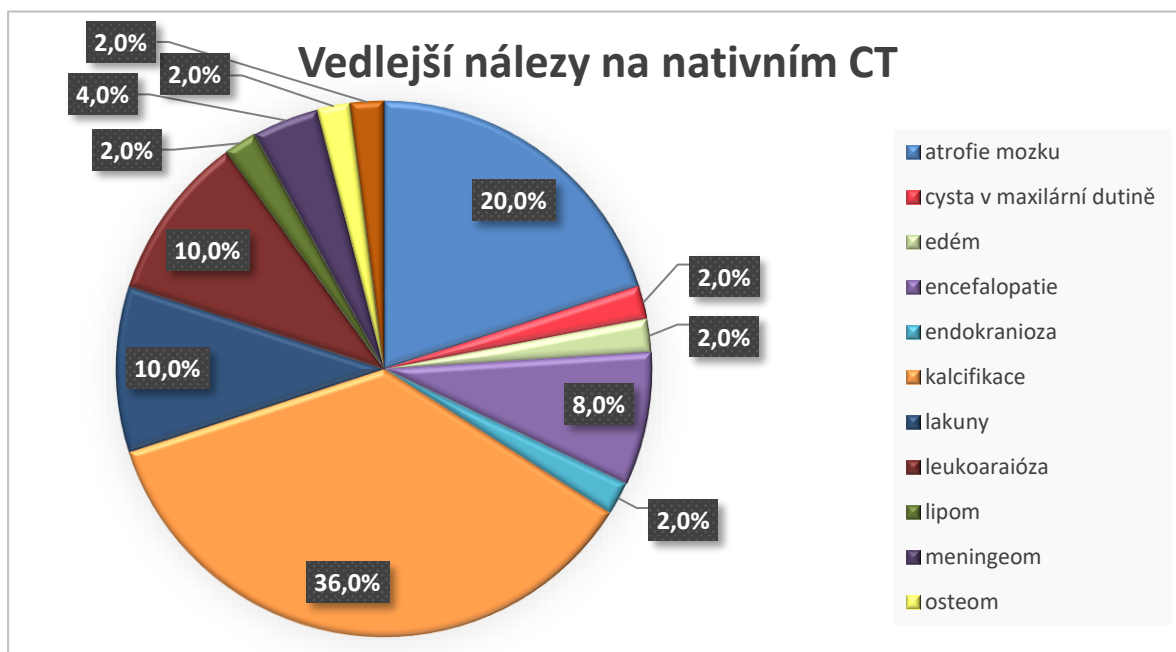
Tabulka 8 shrnuje počet negativních nálezů na nativním CT. Celkový počet je 61 pacientů, z celkového počtu osmdesáti vyšetřovaných je to 76,0 %. Z toho bylo 28 žen a 33 mužů. Procentuálně z celkového počtu pacientů byl u 77,8% žen negativní nález na nativním CT. U mužů je to 75,0% z celkového počtu 44 mužů, u nichž se zjistil negativní nález na nativním CT. Přesto, že je velký počet nálezů negativních na cévní mozkovou příhodu, bylo objeveno i několik nálezů vedlejších, které jsou shrnuté v tabulce 9 a v grafu 3.

**Tabulka 9** - vedlejší nálezy na nativním CT

vedlejší nález	absolutní četnost	relativní četnost
atrofie mozku	10	20,0%
cysta v maxilární dutině	1	2,0%
edém	1	2,0%
encefalopatie	4	8,0%
endokranióza	1	2,0%
kalcifikace	18	36,0%
lakuny	5	10,0%
leukoaraióza	5	10,0%
lipom	1	2,0%
meningeom	2	4,0%
osteom	1	2,0%
pansinusitida	1	2,0%
celkem	50	62,5%

Dále byl v této otázce zjišťován výskyt vedlejších nálezů při nativním CT (tabulka 9). V 19 případech z celkového počtu pacientů byl nález na cévní mozkovou příhodu pozitivní a u 50 případů byl nalezen na nativním CT vedlejší nález. Vedlejší nálezy byly jak u pacientů s pozitivním nálezem na CMP, tak i u pacientů ostatních. Ze všech vyšetřovaných 80 pacientů to bylo 62,5%.

Nejčastěji se vyskytovaly kalcifikace u 18 (36,0%) vyšetřovaných. Další podstatnou část vedlejších účinků tvořila atrofie mozku (20,0 %), která se projevuje zmenšováním mozku oproti lebce. V 10,0% se u vyšetřovaných objevila leukoaraióza a lakuny. U 4 pacientů byla objevena encefalopatie (8,0%) a u 2 případů meningeom, což jsou z celkového počtu 4,0%. Lipom, osteom, edém, pansinusitida, endokranióza a cysta v maxilární dutině se vyskytly jedenkrát (2,0%).



**Graf 3** - vedlejší nálezy na nativním CT

Koláčový graf 3 nám názorně zobrazuje výskyt vedlejších nálezů při vyšetření nativním CT u zkoumaného souboru 80 pacientů. Z grafu lze vyčíst, že největší část tvoří kalcifikace. Důležité je, zda jsou objevené vedlejší nálezy klinicky významné nebo nevýznamné. Nevýznamnými nálezy se často ani nemusí lékaři zabývat, buď nejsou příliš důležité, nebo mohou být způsobeny např. pokročilým věkem pacienta. Naopak klinicky významné nálezy mohou narušit pozdější léčbu, či tvořit kontraindikaci k léčbě CMP. U zkoumaného souboru se pouze u 3 pacientů jednalo právě o klinicky významný nález. U 2 pacientů tento nález tvořil meningeom a u 1 pacienta osteom. Tedy v obou případech se jednalo o benigní nádor.

### 3.3.4 Výzkumná otázka číslo 4

Byl nález na perfuzním CT pozitivní, nebo negativní? Pokud byl nález pozitivní, o jaký nález se jednalo nejčastěji?

**Tabulka 10** - pozitivní nález na PCT

perfuzní CT	pozitivní nález CMP	
	absolutní četnost	relativní četnost
Ženy	20	55,6 %
Muži	24	54,5 %
Celkem	44	55%

Ze všech 80 vyšetřovaných pacientů mělo 44 pacientů pozitivní nález na perfuzním CT. Z těchto 44 respondentů bylo 20 žen, což z celkového počtu 36 žen je v procentech 55,6 %, a mužů 24, což z celkového počtu 44 mužů je v procentech 54,5 %. Více pozitivních nálezů bylo objeveno u mužů, tato data jsou shrnuta v tabulce 10.

**Tabulka 11** - negativní nález na PCT

perfuzní CT	negativní nález CMP	
	absolutní četnost	relativní četnost
Ženy	16	44,4 %
Muži	20	45,5 %
celkem	36	45 %

Negativní nález byl u 36 vyšetřovaných, tedy u 16 žen, z celkového počtu vyšetřovaných žen je to v procentech 44,4%, a u 20 mužů, z celkového počtu vyšetřovaných mužů je to v procentech 45,5%. Více negativních nálezů bylo u mužů (tabulka 11).



**Graf 4** - porovnání negativních a pozitivních nálezů

Pokud se zaměříme na pozitivní a negativní nález při perfuzním CT celkově a nebudeme rozlišovat na ženy a muže, bylo nalezeno o 8 pozitivních nálezů víc než negativních. V grafu 4 je zobrazeno rozložení nálezů na 55% pozitivních a 45% negativních nálezů z celkového počtu 80 vyšetřených pacientů.

**Tabulka 12** - rozdělení pozitivních nálezů PCT

perfuzní CT	pozitivní nález CMP	
	absolutní četnost	relativní četnost
oligémie	18	40,9%
penumbra	2	4,5%
dokonalý infarkt	11	25,0%
oligémie s penumbrou	1	2,3%
oligémie s infarktem	3	6,8%
penumbra s infarktem	6	13,6%
oligémie, penumbra, infarkt	3	6,8%
nálezů celkem	44	100%

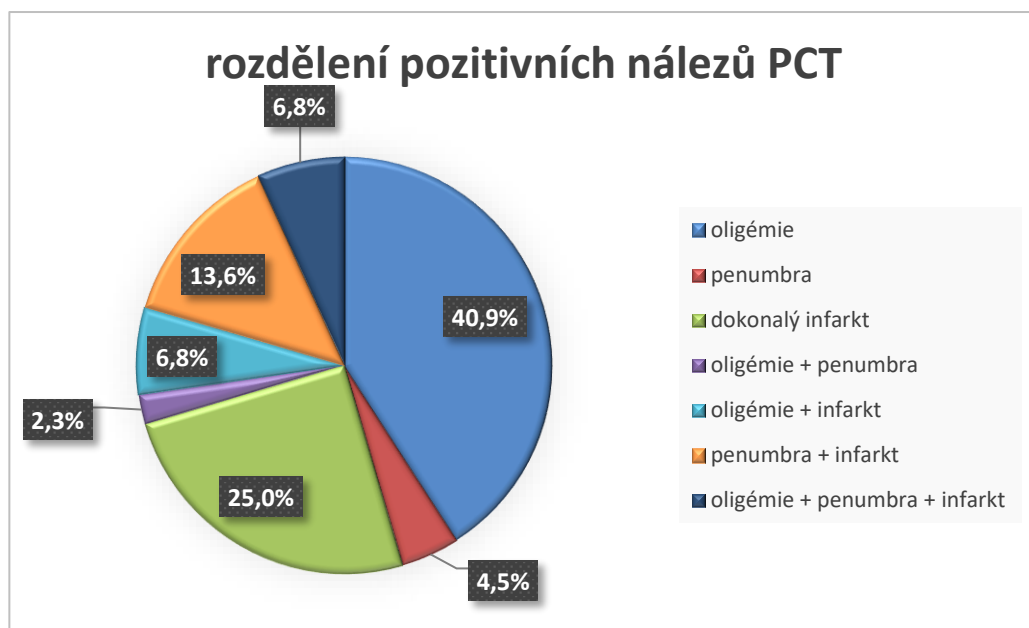
Pomocí perfuzního CT se odhaluje poškozená tkáň, určuje se rozsah postižení a napomáhá rozlišit, zda jde o oligémii, penumbrou, či dokonalý infarkt (tabulka 12, graf 5). U zkoumaného souboru došlo i k tomu, že se vyskytovalo hned několik nálezů současně. Nejvíce byla objevena oligémie, kdy dochází k poklesu množství cirkulující krve tkání. Oligémie se vyskytla u 18 pacientů, z celkového počtu 44 pozitivních nálezů tvoří oligémie 40,9%.



Další možností poškození je penumbra neboli polostín ischemie, kdy se jedná o reverzibilní poškození mozku. U zkoumaného souboru se o penumbře jednalo pouze ve 2 případech. Z celkového počtu 44 pozitivních nálezů je to pouze 4,5% výskytu.

Další velkou část z celkového počtu tvoří obraz dokonalého infarktu, který byl prokázán u 11 pacientů. Z celkového počtu pozitivních nálezů na PCT se vyskytl u 25,0% vyšetřovaných pacientů. Jasně specifické nálezy byly u 31 pacientů, zbývajících 13 pacientů mělo kombinaci výše uvedených nálezů.

Z takovýchto kombinací se nejčastěji vyskytl dokonalý infarkt, který doplňuje místy penumbra. K zobrazení došlo u 6 pacientů, procentuálně u 13,6% z celkového počtu 44 pozitivních PCT nálezů. Další byla kombinace dokonalého infarktu, který byl místy doplněn oligémií a kombinací oligémie, penumbry a infarktu. U zkoumaného souboru se vyskytly právě tyto příznaky třikrát, v procentech se jedná o 6,8% z celkového počtu pozitivních perfuzních nálezů. Úplně nejméně, v jednom případě (2,3%), byla zobrazena kombinace oligémie a penumbry. Na základě toho, že se tato kombinace vyskytla pouze jedenkrát, nejedná se zcela určitě o časté spojení.



**Graf 5** - rozdělení pozitivních nálezů PCT

### 3.3.5 Výzkumná otázka číslo 5

Byl nález na CT angiografii pozitivní, nebo negativní? Pokud byl nález pozitivní, o jaký nález se jednalo nejčastěji?

**Tabulka 13** - pozitivní nález CTA

CTA	pozitivní nález	
	absolutní četnost	relativní četnost
Ženy	16	44,4%
Muži	13	29,5%
celkem	29	36,3%

**Tabulka 14** - negativní nález CTA

CTA	Negativní nález	
	absolutní četnost	relativní četnost
Ženy	20	55,6%
Muži	31	70,5%
celkem	51	63,8%

Tabulky 13 a 14 znázorňují četnost pozitivních a negativních nálezů na CT angiografii. Z nich je zřejmé, že z celkového počtu 80 pacientů bylo 29 pozitivních a 51 negativních nálezů. Pozitivní nálezy mělo 16 žen, z celkového počtu 36 žen se jedná o 44,4%. U 13 mužů byl prokázán pozitivní nález na CTA, což z celkového počtu 44 vyšetřovaných mužů je 29,5%. Z celého zkoumaného souboru 80 pacientů byl zobrazen uzávěr tepny u 36,6% z nich. Zbývajících 51 pacientů mělo negativní nález na CT angiografii.

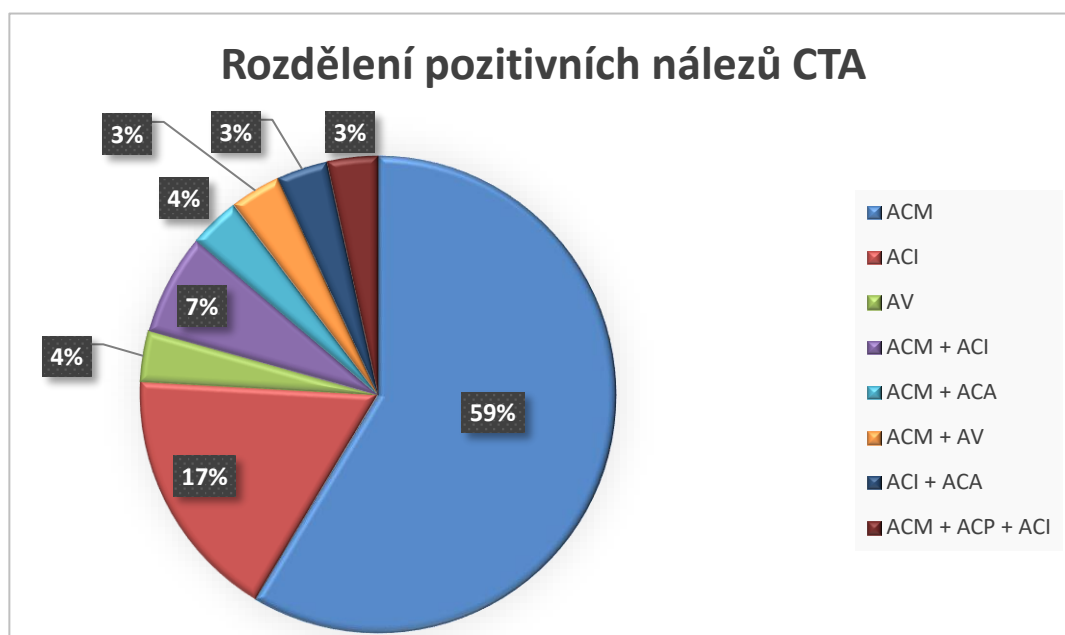
Pokud porovnáme rozdíl mezi pozitivními nálezy žen a negativními nálezy žen na CTA, liší se pouze o 4 pacientky. Lze říci, že jsou na CTA nálezy žen téměř srovnatelné. Naopak u mužů je rozdíl na první pohled zřejmý. Pozitivních nálezů na CTA u mužů je o 18 nálezů méně než negativních. Tedy u více jak dvou třetin celkového počtu mužů nebyl prokázán uzávěr některé tepny.

**Tabulka 15** - rozdělení pozitivních nálezů CTA

CTA	pozitivní nález	
	absolutní četnost	relativní četnost
ACM	17	58,6%
ACI	5	17,2%
AV	1	3,4%
ACM + ACI	2	6,9%
ACM + ACA	1	3,4%
ACM + AV	1	3,4%
ACI + ACA	1	3,4%
ACM + ACP + ACI	1	3,4%
celkem	29	100,00%

U CT angiografie se zjistilo, že 29 pacientů mělo pozitivní nález (tabulka 15), tedy prokázal se u nich uzávěr některé mozkové tepny. U zkoumaných pacientů byl zjištěn uzávěr ACM – a. cerebri media, ACI – a. carotis interna, ACA – a. cerebri anterior, AV - a. vertebralis a ACP – a. cerebri posterior. U zkoumaného souboru pacientů byl objeven uzávěr buď jedné tepny, nebo několika tepen současně. O uzávěr jedné tepny se jednalo v 23 případech, byly to ACM, ACI a AV. U 5 pacientů byl uzávěr prokázán u dvou tepen a v jednom případě byl uzávěr u tří tepen současně.

Nejčastěji se vyskytoval uzávěr ACM u 17 pacientů. Další tepna s největším počtem uzávěrů byla ACI, a to u 5 pacientů. U 2 vyšetřovaných byl uzávěr dvou tepen ACM a ACI. Zbývající uzávěry byly u pacientů objeveny po jednom případě. Vyskytl se uzávěr AV, ACM a ACA, ACM a AV, ACI a ACA. V jednom případě, jak již bylo uvedeno, byl prokázán uzávěr tří tepen zároveň, jednalo se o ACM, ACP a ACI.



**Graf 6** - rozdělení pozitivních nálezů CTA

Graf číslo 6 nám názorně zobrazuje uzávěry tepen v procentech. Data nejsou rozdělena na muže a ženy, proto jsou procenta počítána ze všech 29 pozitivních nálezů na CT angiografii. Více jak polovina grafu zobrazuje uzávěr a. cerebri media v 59 procentech. Dalším větším zástupcem je a. carotis interna, která představuje sedmnáctiprocentní část grafu.

### 3.3.6 Výzkumná otázka číslo 6

Kolik pacientů mělo pozitivní nález na PCT, a přitom nativní CT bylo negativní?

**Tabulka 16** - negativní nález na nativním CT, pozitivní na PCT

	PCT pozitivní	nativní CT negativní, ale PCT pozitivní	relativní četnost
Ženy	20	13	36,1%
Muži	24	12	27,3%
celkem	44	25	31,3%

V této otázce bylo zjišťováno, kolik pacientů mělo pozitivní nález na cévní mozkovou příhodu na perfuzním CT, ale přitom byl nález na nativním CT negativní (tabulka 16). Podle zpracovaných údajů bylo zjištěno, že takových případů bylo celkem 25. Z celkového počtu 80 vyšetřovaných pacientů je to 31,3%. Žen s takovýmto výsledkem bylo 13, z celkového počtu 36 žen je to 36,1%, a 12 mužů, z celkového počtu 44 mužů je to 27,3%.

Z toho vyplývá, že perfuzní CT pomohlo k diagnostice cévní mozkové příhody v 25 případech (31,3%). Naopak pozitivní nálezy na nativním CT a následně potvrzené pozitivní nálezy na perfuzním CT byly jen u 19 pacientů. Z toho bylo 8 žen a 11 mužů.

U žádného z 80 zkoumaných pacientů se nevyskytoval případ, kdy byl pozitivní nález na nativním CT a následně negativní nález na perfuzním CT.

### 3.3.7 Výzkumná otázka číslo 7

Kolik pacientů mělo pozitivní nález na CTA, a přitom nativní CT bylo negativní?

**Tabulka 17** - negativní nález na nativním CT, pozitivní na CTA

	CTA pozitivní	nativní CT negativní, ale CTA pozitivní	relativní četnost
Ženy	16	9	25,0%
Muži	13	4	9,1%
Celkem	29	13	16,3%

V této otázce bylo zjišťováno, u kolika pacientů byl pozitivní nález na CT angiografii a zároveň byl na nativním CT nález negativní, což shrnuje tabulka 17. Celkově tomu tak bylo u 13 pacientů, ze všech vyšetřovaných pacientů je to v procentech 16,3%. Z těchto 13 vyšetřovaných bylo 9 žen a 4 muži. Ze všech 36 žen, které podstoupily vyšetření, splňuje tuto podmínku 25,0% z nich. U mužů se pozitivní nález na CTA a negativní nález na nativním CT objevuje podstatně méně, ze všech 44 mužů pouze u 9,1% z nich.

CT angiografie odhalilo uzávěr tepny v 13 případech (16,3%). Naopak pozitivní nálezy na nativním CT a následně potvrzené pozitivní nálezy na CT angiografii byly u 16 pacientů. Z toho bylo 7 žen a 9 mužů.

U 3 z 80 zkoumaných pacientů se vyskytoval případ, kdy byl pozitivní nález na nativním CT a následně negativní nález na CT angiografii. Bylo tomu tak u 2 mužů a 1 ženy.

### 3.3.8 Výzkumná otázka číslo 8

Kolik pacientů mělo pozitivní nález na CTA, a přitom perfuzní CT bylo negativní?

**Tabulka 18** - pozitivní nález na CTA, negativní na PCT

	pozitivní CTA	negativní PCT	pozitivní CTA, negativní PCT	relativní četnost
ženy	16	16	2	5,6%
muži	13	20	0	0%
celkem	29	36	2	2,5%

Otázka 8 zkoumá, jaký byl výskyt pacientů s pozitivním nálezem na CT angiografii a zároveň negativní na perfuzním CT (tabulka 18). Dle zkoumaných výsledků k tomu došlo u 2 žen. Z celkového počtu žen je to 5,6% a z celkového počtu pacientů se jedná o 2,5%. U mužů k této kombinaci nedošlo ani u jednoho z nich.

Přestože mělo pozitivní nález na CTA 16 žen a nezávisle na tom negativní PCT také 16 žen, ke zkoumané kombinaci došlo pouze u 2 z nich. U mužů je zjištění ještě zásadnější, pozitivní CTA mělo 13 mužů a nezávisle na tom negativní PCT 20 mužů, k této kombinaci nedošlo ani u jednoho z nich.

Lze tedy říct, že pravděpodobnost výskytu negativního nálezu na PCT a následně pozitivního nálezu na CTA je téměř minimální.

### 3.3.9 Výzkumná otázka číslo 9

Kolik pacientů mělo pozitivní nález na PCT, a přitom CTA bylo negativní?

**Tabulka 19** - pozitivní nález na PCT, negativní nález na CTA

	pozitivní PCT	negativní CTA	pozitivní PCT, negativní CTA	relativní četnost
Ženy	20	20	6	16,7%
muži	24	31	11	25%
Celkem	44	51	17	21,3%

Tato otázka zjišťuje ze zkoumaného souboru, kolik pacientů mělo pozitivní nález na PCT a současně negativní nález na CTA. Tabulka 19 shrnuje, že k tomu došlo celkem u 17 případů. Z celkového počtu pacientů je to 21,3%. Z toho je 6 žen, v procentech 16,7% ze všech vyšetřovaných žen, a 11 mužů, v procentech 25% ze všech vyšetřovaných mužů.

I přesto, že mělo pozitivní nález na PCT 20 žen a nezávisle na tom negativní nález na CTA 20 žen, kombinace obojí byla potvrzena pouze u 6 z nich.

U mužů mělo pozitivní PCT 24 z nich a nezávisle na tom negativní CTA 31 mužů, k této kombinaci došlo u 11 zkoumaných mužů.

Lze tedy říct, že pravděpodobnost výskytu pozitivního nálezu na PCT a následně negativního nálezu na CTA je docela častý.



### 3.3.10 Výzkumná otázka číslo 10

Kolik pacientů mělo pozitivní nález na nativním CT, PCT i na CTA?

**Tabulka 20** - pozitivní nálezy

	pozitivní nativní CT	pozitivní PCT	pozitivní CTA
Ženy	8	20	16
muži	11	24	13
Celkem	19	44	29

Zde nás zajímá, kolik pacientů mělo pozitivní nález u všech vyšetření, tedy u nativního CT, PCT i CTA současně. Tabulka 20 shrnuje všechny dosavadní výsledky, co se pozitivních nálezů na jednotlivých vyšetřeních týče. Nejvíce pozitivních nálezů bylo na perfuzním CT u 44 pacientů, dále na CT angiografii u 29 pacientů a nejméně pozitivních nálezů bylo na nativním CT u 19 pacientů. Tyto pozitivní nálezy mohou být současně, ale i nezávisle na sobě.

**Tabulka 21** - pozitivní nálezy nativní CT, PCT i CTA

	pozitivní nativní CT, PCT i CTA	relativní četnost
Ženy	7	19,4%
muži	9	20,5%
Celkem	16	20,0%

V tabulce 21 jsou uvedeni pacienti, kteří měli pozitivní nález na všech třech vyšetřeních současně. Takových respondentů ve zkoumaném souboru bylo celkem 16 a z celkového počtu pacientů to vychází na 20%. Z 16 bylo 7 žen a 9 mužů. U žen se jednalo v procentech o 19,4% ze všech zkoumaných žen a u mužů o 20,5% z nich.

### 3.3.11 Výzkumná otázka číslo 11

Kolik pacientů mělo negativní nález na nativním CT, PCT i na CTA?

**Tabulka 22** - negativní nálezy

	negativní nativní CT	negativní PCT	negativní CTA
Ženy	28	16	20
muži	33	20	31
Celkem	61	36	51

V otázce číslo 11 zkoumáme, kolik pacientů mělo negativní nález u všech vyšetření. Negativní nález na nativním CT, PCT i CTA zároveň.

Tabulka 22 zobrazuje všechny dosavadní výsledky z hlediska negativních nálezů na jednotlivých vyšetřeních. Největší počet negativních nálezů byl na nativním CT u 61 pacientů, dále na CT angiografii u 51 pacientů a nejméně negativních nálezů bylo na perfuzním CT celkem u 36 pacientů. Tyto negativní nálezy mohou být současně, ale i nezávisle na sobě.

**Tabulka 23** - negativní nálezy nativní CT, PCT i CTA

	negativní nativní CT, PCT i CTA	relativní četnost
Ženy	14	38,9%
muži	20	45,5%
Celkem	34	42,5%

V tabulce 23 jsou uvedeni pacienti, kteří měli negativní nález u všech tří vyšetření současně. Takových pacientů ve zkoumaném souboru bylo celkem 34 a z celkového počtu pacientů to vychází na 42,5%. Z tohoto počtu bylo 14 žen a 20 mužů. U žen se jednalo v procentech o 38,9% ze všech zkoumaných žen a u mužů o 45,5% z nich.

## 4 DISKUZE

V diskuzi bych ráda poukázala na současná doporučení k léčbě pacientů s CMP a na to, jak jsou tato doporučení realizována na konkrétním pracovišti, aby zvolená metoda léčby byla vhodnou pro včasnou a správnou diagnostiku.

Prvním dokumentem je klinický standard pro diagnostiku a léčbu pacientů s ischemickou cévní mozkovou příhodou a s tranzitorní ischemickou atakou z roku 2011. Tento standard se týká pacientů, kteří prodělali ischemickou cévní mozkovou příhodu, případně tranzitorní ischemickou ataku (Škoda a kol., 2011, [online]).

Základem diagnostického postupu je vyžadováno včasné zhotovení CT mozku, eventuálně MR mozku. Ostatní diagnostické metody se používají doplňkově. Mezi doplňující diagnostické metody patří:

- duplexní sonografie tepen,
- transkraniální sonografie,
- CT či MR angiografie,
- perfuzní vyšetření a další.

Z výkonů terapeutických jsou v brzké fázi indikovány zejména rekanalizační výkony. Z nich je první standardní volbou systémová trombolýza. Zbývající terapeutické výkony jsou vyhrazeny jen pro určité pacienty podle jejich klinického stavu a dalších okolností. Mezi tyto výkony patří například intraarteriální trombolýza či mechanické postupy rekanalizace (Škoda a kol., 2011, [online]).

Co se týče nemocniční péče celkově, tak poté, co je pacient dovezen do nemocnice pro podezření na CMP, musí být provedeny následující testy a vyšetření. Nejdůležitějším akutním diagnostickým testem je zhotovení CT mozku (případně MRI mozku), které bude ve většině případů vstupním vyšetřením. Dále musíme u pacienta změřit krevní tlak, saturaci kyslíku a provést neurologické a EKG vyšetření. Poté se provádí laboratorní vyšetření, čímž je myšleno zjištění krevního obrazu, koagulace a biochemického screeningu. Musí se provést ještě ultrazvukové vyšetření extrakraniálních a intrakraniálních tepen. Individuálně lze ultrazvukové vyšetření nahradit jiným cévním vyšetřením, např.: CTA, MRA nebo DSA (Škoda a kol., 2011, [online]).

Urgentnost těchto testů a vyšetření je dána prodlevou, s jakou se dostane pacient do nemocnice. Pacienti, u kterých je možná indikace k trombolýze, musí být vyšetřeni do 60 minut od jejich příjezdu do nemocnice (Škoda a kol., 2011, [online]).

Dál jsou ve standardu popsány další možnosti vyšetření, která se provádí během hospitalizace pacienta v nemocnici k upřesnění nemoci. Mezi taková vyšetření patří:

- kardiologické nebo interní vyšetření,
- speciální sonografické vyšetření,
- CTA, MRA nebo DSA,
- transtorakální a transezofageální echokardiografie,
- Holterovo monitorování EKG a TK,
- SPECT mozku,
- perfuzní CT nebo MR mozku (Škoda a kol., 2011, [online]).

Druhým dokumentem je klinický standard pro diagnostiku a léčbu pacientů s ischemickou cévní mozkovou příhodou a s tranzitorní ischemickou atakou – verze 2016. S ohledem na odborný vývoj v oblastech diagnostiky, prevence i léčby CMP bylo nezbytné aktualizovat tento standard. Standard nemá nahrazovat platné předpisy, ale jako dohodnuté doporučení výboru Cerebrovaskulární sekce České neurologické společnosti sumarizuje dnešní postupy v diagnostice a léčbě CMP. Opět se standard týká pacientů, kteří prodělali ischemickou cévní mozkovou příhodu, případně tranzitorní ischemickou ataku (Škoda a kol., 2016, [online]).

Co se týče diagnostického postupu, je stále vyžadováno včasné provedení CT mozku (případně MR mozku) a ostatní diagnostické metody jsou spíše doplňkové. V tomto případě nedošlo v aktualizaci standardu k žádné změně. Stále je nativní CT mozku první nejdůležitější volbou k diagnostice CMP a následnému možnému zahájení léčby (Škoda a kol., 2016, [online]).

V iktovém centru je nezbytná nepřetržitá dostupnost laboratorního komplementu (biochemie, hematologie, případně nukleární medicíny), RTGa CT nebo MR. Do 24 hodin nejdéle je nezbytná dostupnost sonografického vyšetření extrakraniálních tepen. Pro velice specializované centrum je nezbytná nepřetržitá možnost angiografie, neurochirurgických, neuroradiologických a cévněchirurgických intervencí. Součástí takových center bývá i lůžková část, která je přizpůsobená péči o pacienty s CMP. Zde se s pacienty pokračuje

v léčbě, je jim poskytovaná rehabilitační péče, a tím i možnost na kvalitnější život i po prodělané CMP (Škoda a kol., 2016, [online]).

U popisu nemocniční péče po příjezdu pacienta do nemocnice nebyla novější verze pozměněná. U těchto pacientů se nadále provádějí testy a vyšetření, viz. popis výše. I standard z roku 2016 potvrzuje, že nejdůležitějším akutním diagnostickým testem je zhotovení nativního CT mozku (případně MRI mozku). Nadále platí, že pacienti, u nichž je možná indikace k trombolýze, musí být vyšetřeni nejpozději do 60 minut od jejich příjezdu do nemocnice. A stejně tak je v platnosti fakt, že se perfuzní CT doplňuje až během hospitalizace pacienta pro upřesnění nemoci, nikoli však jako první metoda volby (Škoda a kol., 2016, [online]).

Třetí dokument je od MUDr. Jiřího Neumanna a dalších s názvem Doporučený postup pro intravenózní trombolýzu v léčbě akutního mozkového infarktu – verze 2014. Shrnuje zobrazovací vyšetření:

- U kandidáta na IVT by měly být zobrazovací metody objasněny hned po jejich provedení.
- Informace k rozhodnutí zda indikovat IVT ve většině případů poskytuje urgentní nativní CT mozku.
- IVT je doporučena i při brzkých příznacích ischemie nezávisle na jejím rozsahu. To znamená, že pokud nativní CT mozku zobrazí např. setření kontrastního rozdílu mezi šedou a bílou hmotou, rozostření ohraničení bazálních ganglií, edém nebo místa s vyhlazením gyrifikace, již je doporučeno provést IVT.
- Prospěšným doplňujícím vyšetřením je CT angiografie nebo MR angiografie. Z toho důvodu, že dokáže potvrdit místo uzávěru tepny mozku, případně rozezná okluzi od pseudookluzie tepny. Zhotovení CTA nebo MRA je z hlediska IVT volitelnou možností a především nesmí vést ke zdržení zahajování IVT. Pokud se jedná o pacienty, kteří jsou indikováni k mechanické rekanalizace, pak je CTA (nebo MRA) nezbytným vyšetřením (Neumann a kol., 2014, [online]).

Ve výzkumné části bakalářské práce byly porovnány výsledky vyšetření u 80 pacientů. Z toho bylo 36 žen a 44 mužů. Medián věku pacientů byl u žen 76 let a u mužů 72 let. Ze sledovaných 80 pacientů mělo pozitivní nález na perfuzním CT 44 z nich. U žen pozitivní nález tvořil 55,6% z celkového počtu vyšetřovaných žen, u mužů tvořil 54,5% z celkového

počtu vyšetřovaných mužů. Z celkového počtu perfuzních vyšetření bylo o 8 pozitivních nálezů více než negativních.

Dále byl sledován výskyt pozitivních nálezů na perfuzním CT, které byly při nativním CT vyhodnoceny negativně. Bylo zjištěno, že takových případů bylo celkem 25 z celkového počtu 80 lidí, v procentuálním vyjádření 31,3%. U 19 vyšetřovaných byl pozitivní nález na nativním CT a následně i pozitivní nález na perfuzním CT. Výzkumem bylo zjištěno, že z 80 vyšetřovaných pacientů se nevyskytl případ s pozitivním nálezem na nativním CT a negativním nálezem na perfuzním CT.

Pozitivní nález na nativním CT, PCT i CTA mělo celkem 16 pacientů, v procentech 20%. Největší počet pozitivních nálezů bylo objeveno u PCT u 44 pacientů, poté na CTA u 29 pacientů a nejméně pozitivních nálezů bylo objeveno na nativním CT u 19 pacientů.

Negativní nález na nativním CT, PCT i CTA byl u 34 zkoumaných pacientů, v procentech 42,5%. Nejvíce negativních nálezů bylo nalezeno na nativním CT u 61 pacientů, na CTA to bylo 51 pacientů a nejméně negativních nálezů na PCT u 36 pacientů.

Ze standardů vyplývá, že metodou první volby pro diagnostiku CMP je nativní CT. Na základě výsledků výzkumné části práce je patrné, že perfuzní CT má dobré výsledky v diagnostice CMP. V současné době se v praxi využívá ve většině případů nativní CT, v případě náznaku CMP je prováděn neprodleně rekanalizační výkon. Pouze v případě nejasností ve stanovení diagnózy je vyšetření doplněno perfuzním CT nebo CTA.

## 5 ZÁVĚR

V teoretické části jsou popsány základní principy vyšetření pomocí výpočetní tomografie spojené s diagnostikou cévní mozkové příhody. Cévní mozková příhoda je velmi vážné onemocnění, které je druhou až třetí nejčastější příčinou úmrtí či následné invalidizace nemocných. Seznamuje s popisem výpočetní tomografie, perfuzního CT a CT angiografie. Dále je práce doplněna informacemi o cévním zásobení mozku, cévní mozkové příhodě a o komplikace, rizikové faktory a možnosti léčby této nemoci.

Hlavním cílem výzkumné části bylo statistické zhodnocení a porovnání informací o pacientech, kteří podstoupili vyšetření perfuzního CT mozku s podezřením na CMP. S porovnáním nálezů z nativního CT, perfuzního CT a CT angiografie bylo zjišťováno, jestli je perfuzní CT mozku přínosné k diagnostice cévní mozkové příhody.

Diskuze je zaměřena na popis postupů při hospitalizaci pacientů s podezřením na CMP. S pomocí klinických standardů pro diagnostiku a léčbu pacientů s ischemickou cévní mozkovou příhodou a s tranzitorní ischemickou atakou bylo zjištěno, že metodou první volby vyšetření je nativní CT.

Perfuzní CT je prospěšné, ale používá se vzhledem k prováděným vyšetřením pouze u specifických případů. V současné době stačí udělat pouze nativní CT, které je dostatečné pro odhalení alespoň náznaku CMP, a neprodleně se provádí rekanalizační výkon. Proto je nyní od perfuzního CT odklon.

## 6 POUŽITÁ LITERATURA

CARTEROVÁ, Rita. *Lidský mozek*. V Praze: Knižní klub, 2010. ISBN 978-80-242-2669-9.

CEREBROVASKULÁRNÍ MANUÁL. [online] 2018-2019 [cit. 2018-04-08] Dostupné z: <http://www.cmp-manual.cz/>

CEREBROVASKULÁRNÍ SEKCE ČESKÉ NEUROLOGICKÉ SPOLEČNOSTI ČLS JEP [online]. 2011 [cit. 2018-08-10]. Dostupné z: [http://www.cmp.cz/public/99/28/a4/4566\\_19952\\_KS\\_text.pdf](http://www.cmp.cz/public/99/28/a4/4566_19952_KS_text.pdf)

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5636-3.

DUFEK, Michal. *Cévní mozkové příhody, obecný úvod a klasifikace*. Interní medicína – mezioborové přehledy [online]. 2002, 6, s.5-10, [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/pdfs/int/2002/06/10.pdf>

ELIÁŠ, MÁCA, NEUWIRTH a VÁLEK. *Moderní diagnostické metody*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1998. ISBN 80-7013-294-9.

FEIGIN, Valery L. *Cévní mozková příhoda: prevence a léčba mozkového iktu*. Praha: Galén, 2007. ISBN 978-80-7262-428-7.

FERDA, Jiří, Boris KREUZBERG a Milan NOVÁK. *Výpočetní tomografie*. Praha: Galén, 2002. ISBN 80-7262-172-6.

FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA, Jan BAXA a Alexander MALÁN. *Základy zobrazovacích metod*. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-164-3.

FERDA, KASTNER, KREUZBERG, NOVÁK a ROHAN. *Zobrazení akutní mozkové ischemie*. Ces Radiol [online]. 2007, 61(3), s. 231-241 [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: [http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad0703\\_01.pdf](http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad0703_01.pdf)

HEŘMAN, Miroslav. *Akutní CT mozku: atlas nálezů*. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2006. ISBN 80-244-1229-2.



HEŘMAN, M. *Neinvazivní diagnostika subarachnoidálního krvácení*. Česká radiologie [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007 [cit. 2017-12-27]. Dostupné z: [http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad0703\\_04.pdf](http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad0703_04.pdf)

JURÁK, Lubomír, O. BRADÁČ, M. KAISER, R. BRABEC, P. BUCHVALD, L. ENDRYCH a P. SUCHOMEL. *Hydrocefalus jako komplikace subarachnoidálního krvácení*. Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie [online]. 2013, 76/109(1), s. 70–75 [cit. 2018-04-09]. Dostupné z: <http://www.csmn.eu/pdf?id=39612>

KALINA, Miroslav. *Cévní mozková příhoda v medicínské praxi*. Praha: Triton, 2008. ISBN 978-80-7387-107-9.

KALITA, Zbyněk. *Akutní cévní mozkové příhody: diagnostika, patofyziologie, management*. Praha, 2006. ISBN 80-85912-26-0.

KALITA, Zbyněk. *Akutní cévní mozkové příhody: příručka pro osoby ohrožené cévní mozkovou příhodou, jejich rodinné příslušníky a známé*. Praha: Mladá fronta, 2010. Lékař a pacient. ISBN 978-80-204-2093-0.

KALVACH, Pavel. *Mozkové ischemie a hemoragie*. 3., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2765-3.

LACMAN, Jiří a Ladislava JANOUŠKOVÁ. *Současné možnosti diagnostiky a léčby akutní ischemické cévní mozkové příhody*. Česká radiologie [online]. 2010, 64 (2), s. 137-144 [cit. 2018-01-24]. Dostupné z: <http://www.cesradiol.cz/detail.php?stat=286>

MIKŠÍK, Lukáš. *Princip CT* [online]. Praha, 2014 [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: [https://www.lf2.cuni.cz/files/page/files/2014/principy\\_ct.pdf](https://www.lf2.cuni.cz/files/page/files/2014/principy_ct.pdf)

MÍRKA, Hynek a Jiří FERDA. *Multidetektorová výpočetní tomografie: perfuzní vyšetření*. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-185-8.

MÍRKA, Hynek a Jiří FERDA. *Skenovací parametry* [online]. Plzeň, 2010 [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <http://radiologieplzen.eu/wpcontent/uploads/CT%C5%A1kola2010skenovac%C3%ADparametry.pdf>

MZ ČR Věstník. *Standardy zdravotní péče – národní radiologické standardy – výpočetní tomografie*, 2016, částka 2, str. 39.

NAŇKA, Ondřej, Miloslava ELIŠKOVÁ a Oldřich ELIŠKA. *Přehled anatomie. 2.*, doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-612-0.

NEUMANN, Jiří, A. TOMEK, D. ŠKOLOUDÍK, O. ŠKODA, R. MIKULÍK, R.HERZIG, D.VÁCLAVÍK, M. BAR a Daniel ŠAŇÁK. *Doporučený postup pro intravenózní trombolýzu v léčbě akutního mozkového infarktu – verze 2014*. Cerebrovaskulární sekce České neurologické společnosti ČLS J.E.P [online]. 2014[cit. 2018-05-03]. Dostupné z: [http://www.cmp.cz/public/e/4f/22/4655\\_20606\\_Doporučený\\_postup\\_pro\\_IVT\\_definitivní\\_verze\\_unor\\_2014.pdf](http://www.cmp.cz/public/e/4f/22/4655_20606_Doporučený_postup_pro_IVT_definitivní_verze_unor_2014.pdf)

NOVOTNÝ, Jiří, Jan H. PEREGRIN a Dana KAUTZNEROVÁ. *CT angiografie – podmínky pro kvalitní vyšetření*. Česká radiologie[online]. 2010, 64 (2), s. 145-157 [cit. 2018-01-22]. Dostupné z: [http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad\\_1002\\_145\\_157.pdf](http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad_1002_145_157.pdf)

PETEROVÁ, věra. *CT základy vyšetření, indikace, kontraindikace, možnosti, praktické zkušenosti*. Medicína pro praxi [online]. 2010, 7(2), s. 90-94 [cit. 2017-10-31]. ISSN 1803-5310. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2010/02/12.pdf>

PROKOP a GALANSKI. *Spiral and multislice computed tomography of the body*. Stuttgart: Thieme, c2003. ISBN 3-13-116481-6.

REIF, M., GOLDEMUND D. a R. MIKULÍK. *Nejdůležitější metody v diagnostice akutní cévní mozkové příhody*. KARDIOL REV [online]. Brno, 2013, 15(1): 11–25 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://www.kardiologickarevue.cz/pdf?id=40428>

ROHAN, ŠEVČÍK, POLÍVKA, AMBLER, KREUZBERG a FERDA. *Klinický pohled na výpočetní tomografii u akutní ischemie mozku*. Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie [online]. 2007, 70/103(6), s. 643-652 [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: [http://www.prolekare.cz/pdf?id=nn\\_07\\_06\\_05.pdf](http://www.prolekare.cz/pdf?id=nn_07_06_05.pdf)

SÚKUPOVÁ, Lucie. *Pitch faktor u CT* [online]. Praha, 2013 [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/pitch-faktor-u-ct/>

ŠKODA, Ondřej, R. HERZIG, R. MIKULÍK, Z. KALITA, J. NEUMANN, J. BAUER, D. VÁCLAVÍK a Michal BAR. *Klinický standard pro diagnostiku a léčbu pacientů s ischemickou cévní mozkovou příhodou a s tranzitorní ischemickou atakou*.

ŠKODA, Ondřej, R. HERZIG, R. MIKULÍK, J. NEUMANN, D. VÁCLAVÍK, D. ŠAŇÁK, A. TOMEK, D. ŠKOLOUDÍK a Michal BAR. Klinický standard pro diagnostiku a léčbu pacientů s ischemickou cévní mozkovou příhodou a s tranzitorní ischemickou atakou – verze 2016. Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie [online]. 2016, 79/112(3), s. 351-363 [cit. 2018-09-15]. Dostupné z: <http://www.csnn.eu/pdf?id=58279>

ŠKORŇA, Miroslav, J. NEUMANN, S. PEŠKA a R. MIKULÍK. *Management tranzitorní ischemické ataky a minor stroke*. Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie [online]. 2016, 79/112(2), s. 178–187 [cit. 2018-01-27]. Dostupné z: <http://www.csnn.eu/pdf?id=57774>

ŠMORANC, Pavel. *Rentgenová technika v lékařství*. Pardubice: Střední průmyslová škola elektrotechnická a Vyšší odborná škola, 2004. ISBN 80-85438-19-4.

ULLMANN, Vojtěch. *AstroNuklFyzika*. [Online] [cit. 2018-01-24]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/>

ÚVOD DO CENTRÁLNÍ NERVOVÉ SOUSTAVY [online]. Praha, 2014 [cit. 2018-03-27]. Dostupné z: <http://www.cnsonline.cz/>

VENDIŠ Tomáš a Jan BAXA. *Informační portál Kliniky zobrazovacích metod*. Radiologieplzen.eu [Online]. Plzeň, 2007-2017 [Cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://radiologieplzen.eu/angiografie-angiography/>

VILÍMOVSKÝ, Michal. *Mozková mrtvice: prevence, příznaky, následky a rehabilitace*. MEDLICKER [online]. Praha, 2012 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <https://cs.medlicker.com/24-mozkova-mrtvice-prevence-priznaky-nasledky-a-rehabilitace>