

UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2016

Nikola Kendíková

Univerzita Pardubice  
Fakulta zdravotnických studií

Úloha radiologického asistenta při CT vyšetření u pacientů s CMP

Nikola Kendíková

Bakalářská práce

2016

Univerzita Pardubice  
Fakulta zdravotnických studií  
Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Nikola Kendíková**  
Osobní číslo: **Z13052**  
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**  
Studijní obor: **Radiologický asistent**  
Název tématu: **Úloha radiologického asistenta při CT vyšetření u pacientů s CMP**  
Zadávající katedra: **Katedra informatiky, managementu a radiologie**

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

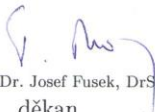
1. Studium literatury, sběr informací a popis současného stavu řešené problematiky.
  2. Stanovení cílů a metodiky práce.
  3. Příprava a realizace výzkumného šetření dle stanovené metodiky.
  4. Analýza a interpretace získaných dat.
  5. Zhodnocení výsledků práce.
-

Rozsah grafických prací: dle doporučení vedoucího  
Rozsah pracovní zprávy: 35 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:

1. NAŇKA, Ondřej, Miloslava ELIŠKOVÁ a Oldřich ELIŠKA. Přehled anatomie. 2. vyd. Editor Lubomír Houdek. Praha: Karolinum, 2009, 416 s. ISBN 9788024617176
2. FEIGIN, Valery L. Cévní mozková příhoda: prevence a léčba mozkového iktu. 1. vyd. Praha: Galén, 2007, 207 s. ISBN 978-80-7262-428-7
3. FERDA, Jiří. CT angiografie. 1. vyd. Praha: Galén, 2004, 408 s. ISBN 80-7262-281-1
4. FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA a Jan BAXA. Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, 213 s. ISBN 978-80-7262-608-3
5. PROKOP, Mathias a Michael GALANSKI. Spiral and multislice computed tomography of the body. 1st ed. Stuttgart: Thieme, 2003, 1090 s. ISBN 3131164816

Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Helena Steinbauerová  
Katedra informatiky, managementu a radiologie

Datum zadání bakalářské práce: 1. prosince 2014  
Termín odevzdání bakalářské práce: 9. května 2016

  
prof. MUDr. Josef Fusek, DrSc.  
děkan

L.S.

  
Ing. Lukáš Čegan, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. března 2016

#### Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto práci 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.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 4. 5. 2016

Nikola Kendíková

## **PODĚKOVÁNÍ**

Poděkování patří především vedoucí práce MUDr. Heleně Steinbauerové za pomoc a trpělivost. Dále taktěž komplexnímu cerebrovaskulárnímu centru, zvláště zaměstnancům radiodiagnostického oddělení, za souhlas s uskutečněním praktické části práce a pomoci s ní.

## **ANOTACE**

*Bakalářská práce se zabývá významem výpočetní tomografie u diagnostiky cévní mozkové příhody. Teoretická část práce obsahuje informace o oboru radiologický asistent, o výpočetní tomografii, přesněji o historii vzniku tohoto přístroje a princip jeho funkce. Dále jsou nezbytnou součástí poznatky o anatomii mozku a onemocnění CMP. Přesněji jsou zde informace o rizikových faktorech, diagnostice a možnostech léčby. V praktické části je podrobně popsán postup radiologického asistenta při CT vyšetření u pacientů s CMP, který vznikl v rámci sledování práce RA v komplexním cerebrovaskulárním centru. Dále jsou zde obsaženy také postupy práce lékaře radiologa, včetně intervenčního radiologa, které vznikaly stejným způsobem. Závěr praktické části je věnován popisu některých CT skenů a obrazové dokumentace z průběhu léčby CMP pomocí mechanické trombektomie, které byly pořízeny na stejném pracovišti.*

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

*radiologický asistent, výpočetní tomografie, cévní mozková příhoda, radiodiagnostika*

## **TITLE**

*The role of radiology assistant during the CT examination of patients with stroke*

## **ANNOTATION**

*Bachelor thesis deals with the importance of computed tomography in diagnostic of stroke. The theoretical part contains information about a radiology assistant, about CT, exactly about history and principle of CT. Important part of theoretical part presents information about brain anatomy and information about stroke, like a risk factors, diagnostic or a cure of stroke. In the practical part is a detailed description of radiology assistant's work during CT of patient with stroke, which was realized by watching a radiology assistant in the complex cerebrovascular center. Descriptions of work of radiologist and interventional radiologist are in practical part too, which were made by the same way. Final of the practical part is about description of some CT scans and pictures, which were made during the interventional cure of stroke by mechanical thrombectomy, which was done in the same center.*

## **KEYWORDS**

*radiology assistant, computed tomography, stroke, radiology*

## OBSAH

0	ÚVOD .....	12
	TEORETICKÁ ČÁST .....	13
1	RADIOLOGICKÝ ASISTENT .....	13
2	VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE.....	16
2.1	Historie CT vyšetření .....	16
2.2	Popis CT přístroje .....	17
2.3	Princip CT vyšetření .....	17
2.4	Kontrastní látky .....	19
2.5	Obdržená dávka při CT vyšetření .....	20
2.6	Důležitost CT vyšetření při diagnostice cévní mozkové příhody .....	21
3	CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA .....	22
3.1	Popis cévní mozkové příhody .....	22
3.2	Anatomie mozku .....	23
3.2.1	Obaly mozku .....	23
3.2.2	Části mozku .....	24
3.2.3	Mozková centra, korové oblasti.....	27
3.2.4	Cévní zásobení mozku .....	29
3.3	Rizikové faktory cévní mozkové příhody .....	29
3.4	Důsledky cévní mozkové příhody.....	30
3.5	Princip a postup vyšetření cévní mozkové příhody .....	31
3.6	Péče o pacienty s cévní mozkovou příhodou .....	31
3.6.1	Komplexní cerebrovaskulární centrum.....	32
3.6.2	Iktové centrum .....	33
3.6.3	Ostatní cerebrovaskulární péče .....	33
3.7	Léčba cévní mozkové příhody .....	34
3.7.1	Farmakologická léčba ischemické cévní mozkové příhody .....	34



3.7.2	Endovaskulární odstranění trombu při ischemické cévní mozkové příhodě .....	34
	PRAKTICKÁ ČÁST .....	36
4	METODIKA PRAKTICKÉ ČÁSTI PRÁCE .....	36
5	POSTUPY PŘI AKUTNÍ CÉVNÍ MOZKOVÉ PŘÍHODĚ V KOMPLEXNÍM CEREBROVASKULÁRNÍM CENTRU .....	37
5.1	Postup při podezření na cévní mozkovou příhodu .....	37
5.2	Postup radiologického asistenta .....	37
5.3	Postup lékaře radiologa .....	39
5.4	Postup intervenčního radiologa.....	41
6	OBRAZOVÁ DOKUMENTACE Z KOMPLEXNÍHO CEREBROVASKULÁRNÍHO CENTRA .....	42
6.1	Příklady nálezů při CT vyšetření.....	42
6.2	Náhled na průběh mechanické trombektomie.....	46
7	DISKUZE .....	49
8	ZÁVĚR .....	50
9	POUŽITÁ LITERATURA .....	51

## SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

### SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek 1 <i>CT přístroj</i> .....	17
Obrázek 2 <i>Obaly mozku</i> .....	23
Obrázek 3 <i>Části mozku</i> .....	24
Obrázek 4 <i>Mozková centra, korové oblasti</i> .....	27
Obrázek 5 <i>Cévní zásobení mozku - Willisův okruh</i> .....	29
Obrázek 6 <i>CT nativ - ischemie</i> .....	42
Obrázek 7 <i>CT nativ - krvácení</i> .....	43
Obrázek 8 <i>CT nativ - bez nálezu ischemie</i> .....	44
Obrázek 9 <i>CT angiografie</i> .....	45
Obrázek 10 <i>Sken před MTE</i> .....	46
Obrázek 11 <i>Mechanická trombektomie – Solitaire</i> .....	47
Obrázek 12 <i>Sken po MTE</i> .....	48

### SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 <i>Denzita tkání</i> .....	18
Tabulka 2 <i>Nastavení CT okna</i> .....	19
Tabulka 3 <i>Typické hodnoty efektivních dávek pro vybraná konvenční RTG a CT vyšetření</i> ....	20

## **SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK**

CMP	Cévní mozková příhoda
CT	Výpočetní tomografie („computed tomography“)
ČR	Česká republika
HU	Hounsfieldovi jednotky („Hounsfield unit“)
IC	Iktové centrum
JIP	Jednotka intenzivní péče
KCC	Komplexní cerebrovaskulární centrum
KL	Kontrastní látka
MTE	Mechanická trombektomie
MZ	Ministerstvo zdravotnictví
RA	Radiologický asistent
TIA	Tranzitorní ischemická ataka

## 0 ÚVOD

V závažnosti poškození zdraví jsou mozkové ikty celosvětově na prvním místě, co se týče úmrtnosti na místě druhém (Feigin, 2007, s. 31).

Proto je úloha radiologického asistenta, který je nezbytnou součástí týmu, podílejícího se na diagnostice CMP pomocí výpočetní tomografie, tématem této práce. V ČR za rok 2010 byla incidence hospitalizací pro cévní nemoci mozku 57 484 u 41 690 osob. Z těchto osob jich 5 826 v nemocnici zemřelo. Takhle nízkého čísla oproti celku lze dosáhnout jen při správném postupu po zjištění vzniku této nemoci (Ústav zdravotnických informací a statistiky v ČR, 2013, s. 1).

Teoretická část obsahuje nejprve charakteristiku radiologického asistenta, jelikož jeho úloha je při provádění CT vyšetření u cévních mozkových příhod velice významná. Jsou zde uvedeny vyhlášky charakterizující náplň práce tohoto zdravotnického pracovníka a důležitost při provádění různých druhů vyšetření. Dále jsou v teoretické části obsaženy informace o výpočetní tomografii, která je stěžejní pro diagnostiku iktů, tedy míře rozvoje ischemie mozku. Uvedeny jsou zde informace o historii a vývoji výpočetní tomografie, popis přístroje a jiné. V neposlední řadě jsou v teoretické části obsaženy informace o cévní mozkové příhodě. V této kapitole jsou zahrnuty informace o anatomii mozku, popis cévní mozkové příhody, principy ošetření, možnosti léčby a jiné.

V praktické části je uveden podrobný popis kroků, které musí vykonat radiologický asistent při diagnóze cévní mozkové příhody na CT. Dále je v praktické části uveden podrobný postup kroků lékaře radiologa a intervenčního radiologa při stejném vyšetření, tedy při cévní mozkové příhodě diagnostikované pomocí výpočetní tomografie. Všechny tyto postupy vznikaly sledováním, které probíhalo v komplexním cerebrovaskulárním centru. Dále je v praktické části ukázka několika CT skenů, na kterých nalezneme jednotlivé důvody vzniku cévní mozkové příhody a to krvácení či ischemie a několik obrázků přímo z práce intervenčního radiologa při léčbě CMP.

Cílem práce je vytvoření přesných postupů práce radiologického asistenta, který by měl být nejpodrobnější, lékaře radiologa a intervenčního radiologa, které jsou stěžejní pro diagnostiku iktů a pro určení správných léčebných postupů. Dále jsou tyto postupy a celková péče o pacienty s iktem v tomto KCC porovnány se standardy uvedenými ve Věstníku MZ ČR. Dílčím cílem je zhodnocení obrázků iktů z výpočetní tomografie a z průběhu léčby na angiografickém sále.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1 RADIOLOGICKÝ ASISTENT

Nynější moderní zobrazovací metody jsou závislé na těch nejmodernějších počítačových technologiích, proto je při obsluze těchto přístrojů velmi důležitá specifická znalost a dovednost. Toto se vyžaduje nejen od lékařů, ale i od některých dalších zdravotníků jako jsou radiologičtí asistenti, kteří jsou v této době schopni samostatně provést vyšetření na těchto přístrojích. Medicínské znalosti jsou důležité u klasických metod na digitálních radiografických přístrojích a proto se od dřívější metody výuky, která byla založená prakticky jen na technickou stránku věci, upustilo. Po vstupu České republiky do Evropské unie se proto musela výuka tohoto oboru přesunout ze středních škol na školy vysoké a je zakončena bakalářským titulem. Cíl studia se tedy změnil a nyní je cílem zkombinování technických znalostí se základními znalostmi medicínskými (Nekula, 2005, s. 14).

Radiologický asistent je tedy, jak z předchozího odstavce vyplívá, nezbytnou součástí radiodiagnostiky, přesněji i diagnostiky cévních mozkových příhod. Jeho kompetence jsou uvedené ve vyhlášce č. 55/2011 Sb., která pojednává o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků. Dále je popsáno vše, co vyhláška uvádí.

Vyhláška uvádí, že radiologický asistent může sám bez odborného dohledu a indikace vykonávat činnosti uvedené níže (Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2011, s. 487 [cit. 2016-03-14]).

- Zkoušky provozní stálosti zdrojů ionizujícího záření a souvisejících přístrojů smí provádět sám i je sám vyhodnocovat a to ve všech typech zdravotnických radiologických pracovišť.
- Smí sám zajišťovat některé činnosti spojené s radiační ochranou, přesněji smí zajistit, aby lékařské ozáření nebylo v rozporu práce s radiační ochranou, a v rámci své odborně způsobilosti vykonává zajišťování optimalizace radiační ochrany.
- Dále provádí zvláště důležité činnosti v rámci radiační ochrany, pokud ovšem splňují požadavky jiného právního předpisu.
- V souvislosti s radiologickými výkony smí provádět specifickou ošetrovatelskou péči.
- Lékařské přípravky smí sám kontrolovat, přejímat, ukládat, manipulovat s nimi a zabezpečovat jejich dostatečné množství.

- Zdravotnické prostředky a prádlo smí kontrolovat, přejímat, ukládat, manipulovat s ním, zabezpečit jejich desinfekci, či sterilizaci a jejich dostatečné množství.

Dále je uvedeno, že smí radiologický asistent provádět na základě požadavků indikujícího lékaře lékařské ozáření v obecně zdůvodněných případech podle standardů bez odborného dohledu, přesněji v případech uvedených níže. Za všechny uvedené případy nese klinickou odpovědnost (Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2011, s. 487-488 [cit. 2016-03-14]).

- Smí provádět skiagrafické zobrazovací postupy včetně screeningových.
- Smí bez odborného dohledu provádět peroperační skiaskopii.
- Může provádět kostní denzitometrii.

Radiologický asistent je oprávněn k provádění praktické části lékařského ozáření. Při provedení konkrétního ozáření nemusí být pod odborným dohledem a je za tyto postupy klinicky odpovědný. Tento výkon aplikuje na základě požadavku indikujícího lékaře (Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2011, s. 488 [cit. 2016-03-14]).

- Radiologický asistent může provádět radiologické zobrazovací postupy, které jsou využívány v rámci lékařského ozáření.
- Smí asistovat, popřípadě instrumentovat během postupů v rámci intervenční radiologie.
- Dále může radiologický asistent aplikovat léčebné ozařovací postupy.
- Radiologický asistent má kompetence k provádění nukleárních medicínských zobrazovacích i nezobrazovacích postupů.

Vyhláška mimo jiné také upřesňuje, co může radiologický asistent provádět bez odborného dohledu v rámci indikace lékaře (Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2011, s. 488 [cit. 2016-03-14]).

- Radiologický asistent smí provádět léčebné a zobrazovací metody využívající jiné fyzikální principy, než je ionizující záření.
- Dále může provádět aplikaci léčebných přípravků nutných k provedení výkonů uvedených v předešlém bodě a to trávícím traktem, podkožní formou, formou nitrosvalových a kožních injekcí, či dýchacími cestami.

Radiologický asistent může také provádět intravenózní aplikaci léčiva pod lékařských dohledem a to v rámci postupů, kdy je tato aplikace nezbytná. Při plánování radioterapie smí radiologický asistent provádět dílčí činnosti pod dohledem radiologického fyzika, který má specializovanou způsobilost v radioterapii (Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2011, s. 488 [cit. 2016-03-14]).

## 2 VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE

### 2.1 Historie CT vyšetření

Objevení výpočetní tomografie bylo jedním z největších mezníků v radiodiagnostice. První CT přístroj byl vynalezen panem Godfrey N. Hounsfieldem v roce 1971 a byl určen ke skenování hlavy. První celotělový CT přístroj byl použit v roce 1974. Během osmdesátých let byly vysvětleny všechny detaily ohledně výpočetní tomografie a během let devadesátých se již plně využívalo. Následně přicházely objevy jako spirální CT a s ním i pokročilé techniky jako CT angiografie, 3D CT apod. (Prokop, 2003, s. 2).

Prozatím byly vyvinuty 4 generace CT přístrojů. U první generace prováděla rentgenka spolu s detektorem rotační pohyb kolem pacienta, což znamená, že byl pouze jeden detektor a jedna rentgenka. Při rotačním pohybu rentgenka prozářila tělo pacienta, poté se posunula a prozářila další řez. Skenovací čas jednoho řezu u CT první generace byl 5 minut, díky tomu bylo vyšetření velmi dlouhé. U této generace byl svazek záření kolimován do tvaru úzkého válce. U CT přístroje druhé generace prováděla rentgenka, stejně jako u první a všech ostatních generací, rotační pohyb kolem pacienta, při němž bylo tělo prozařováno. V této generaci už byl počet detektorů vyšší, poslední přístroje druhé generace měly až 30 detektorů. Skenovací čas jednoho řezu byl u posledních typů druhé generace asi 20 vteřin a svazek záření byl kolimován již do tvaru vějíře jako u následujících generací. V dnešní době se používají přístroje třetí i čtvrté generace. U třetí generace jsou detektory v řadách za sebou a rotují spolu s protilehlou rentgenkou. Oproti tomu u čtvrté generace tvoří detektory kolem pacienta již úplný kruh a pohybuje se pouze rentgenka. U starších typů CT bylo 64 řad detektorů za sebou, u novějších již 128. Rentgenka u posledních dvou typů přístroje nezáří stále, ale pracuje v pulzním režimu, který trvá asi 1 až 4 ms, a který tak umožní výrazné snížení dávky pro pacienta. Skenovací čas řezu u těchto generací je 1 až 12 vteřin, což velmi usnadňuje vyšetřování v oblasti dutiny břišní, jelikož u starších a pomalejších typů přístroje peristaltika střev způsobovala rozostření a zhoršení kvality výsledného obrazu. Obrovskou výhodou těchto nových typů CT je možnost vyšetření srdce a velkých tepen (Chudáček, 1995, s. 266-267).



## 2.2 Popis CT přístroje



Obrázek 1 CT přístroj

online k dispozici [cit. 2016-03-18]:

<http://www.technickytydenik.cz/obrazek/53aafe6c46be3/7-53aaff92d4b14.jpg>

CT přístroj se skládá z několika částí. První z částí je gantry, jinak vyšetřovací tunel. V gantry se nachází rentgenka a detektory, které při skenování rotují kolem pacienta. Samotné gantry se dá podle potřeby sklánět, maximálně však do úhlu asi 25° směrem k nohám či hlavě. Pacient se ukládá doprostřed gantry, kde je otvor o různém průměru, obvykle okolo 70 centimetrů. Součástí tunelu je vyšetřovací stůl, který se dá zdvíhat a posouvat. Posun stolu lze také řídit počítačem. Důležitá je i konzole operátora, tedy počítač, kterým se celý přístroj obsluhuje, a který umožňuje i následné rekonstrukce obrazů vzniklých při vyšetření (Chudáček, 1995, s. 268-271).

Součástí výpočetní tomografie jsou i různá přídatná zařízení. Jednou z nich je například tlakový injektor, pomocí kterého se aplikuje do těla kontrastní látka během vyšetření. Aplikace se naprogramuje a je spuštěna pomocí počítače v určenou dobu. Dalším zařízením může být například anesteziologický přístroj a další (Vomáčka, 2012, s. 43).

## 2.3 Princip CT vyšetření

Principem výpočetní tomografie je získávání obrazů těla v různých řezech. Pacient leží na vyšetřovacím stole mezi rentgenkou a detektory přímo v gantry. Detektory slouží k zjištění množství záření, které prošlo prozařovanou částí těla. Cílem CT je tedy zjištění hodnoty absorpce rentgenového záření v drobných částech těla, které mají velice malý objem. Těmto

drobným částem, u kterých zjišťujeme absorpční schopnost o objemu asi 1 mm, se říká voxel, plošně pixel. Transverzální řez lidským tělem je tvořen velkým množstvím voxelů. Detektory následně po prozáření části těla zjistí celkový součet absorpcí všech voxelů. K tomu je zapotřebí prozáření voxelu ze všech možných úhlů. Díky zpětné projekci dílčích dat vzniká na monitoru obraz vyšetřované tkáně. Rekonstrukční čas se většinou shoduje nebo je jen o pár vteřin delší než čas skenovací. Při rekonstrukci provádí počítač korekce, které jsou uloženy v jeho softwaru a bez kterých by obraz nebyl kvalitní. Jednou z korekcí je např. odstraňování artefaktů vznikajících na rozhraní kosti a měkkých částí, např. při vyšetření mozku. Po ozáření následuje spočítání absorpce jednotlivých voxelů. Tyto digitální hodnoty jsou převedeny na stupně šedi. Počítačové tomografy jsou schopny rozlišit 64 stupňů šedi, ovšem lidské oko jen něco mezi 16 a 30. Proto existují tzv. Hounsfieldovi jednotky (HU), které vynalezl pan G. N. Hounsfield. Tyto jednotky jsou jednotkami absorpce. Každá tkáň má rozdílné rozpětí denzit, pro každou tkáň jsou tedy dané různé stupně šedi, tedy i rozdílné hodnoty Hounsfieldových jednotek. V tabulce č. 1 jsou uvedené důležité hodnoty HU pro dané tkáně (Chudáček, 1995, s. 264-266).

**Tabulka 1** Denzita tkání

<b>Tkáň/struktura</b>	<b>Denzita (HU)</b>
Vzduch	-1000
Tuk	-100 až -50
Voda	0
Mozkomíšni mok	+ 15
Bílá hmota mozková	+20 až +30
Šedá hmota mozková	+37 až +46
Nekoagulovaná krev	+30 až +45
Játra	+50 až +65
Koagula	+60 až +80
Kost	> +700
Kovy	až +3000

(Převzato z: Ferda, 2015, s. 18)

CT obraz je tedy tvořen různými odstíny šedi. Jelikož lidské oko není schopné rozpoznat všechny stupně šedi, je nezbytné pracovat při vyšetření pouze s jistou šíří denzit a jejich středem, které jsou v Hounsfieldových jednotkách. Proto jsou vytvořena tzv. „CT okna“. Existuje několik druhů oken, podle druhu vyšetření a podle potřeby vidění, např. pro vyšetření

mozku, plic, či skeletu. Radiologický asistent musí tyto základní informace a principy znát, jelikož pracuje na základě dohodnutých protokolů a následně zpracovává informace a zhotovuje dokumentaci jako škálu obrazů, obvykle v různých CT oknech (Vomáčka, 2012, s. 42).

CT okno je tedy tvořeno ze středu (center – C) a šíře intervalu zobrazených denzit (width – W). Hodnoty středů a šíří jednotlivých CT oken jsou uvedeny v tabulce č. 2 (Ferda, 2009, s. 56-57).

**Tabulka 2** Nastavení CT okna

<b>CT okno</b>	<b>Hodnota středu a šíře (HU)</b>
Plicní tkáň	C -600, W 1600
Měkké tkáně	C 0, W 350
Játra postkontrastně	C 50-100, W 300
Mozek	C 35, W 85-120
CT-angiografie	C 100-200, W 500
Skelet	C 500, W 2000
Spánková kost	C 700, W 4000

(Převzato z: Ferda, 2009, s. 57)

## **2.4 Kontrastní látky**

Pro větší kontrast cév a parenchymových orgánů se u CT vyšetření využívají kontrastní látky. U výpočetní tomografie se využívají jodové kontrastní látky a aplikují se intravenózně. Koncentrace, objem a rychlost podávané kontrastní látky se odvíjí od druhu přístroje a zejména druhu vyšetření. Před aplikací kontrastní látky je důležité minimálně čtyřhodinové lačnění. Dalším důležitým krokem je zjištění přítomnosti alergií, funkce ledvin, štítné žlázy apod. U pacientů s alergií se provádí speciální protialergická příprava pomocí kortikoidů. Pro nemocné, kteří mají sníženou funkci ledvin je také důležitá speciální příprava, přesněji nutná hydratace a podání premedikace v podobě nefroprotektiva. Vstup do žíly je umožněn pomocí plastové nitrožilní kanyly nejčastěji umístěné na dorsu ruky, předloktí, vzácně na dorsu nohy, stehenní žíle nebo je zajištěn pomocí centrálního žilního katetru. K aplikaci je nezbytný přetlakový injektor, který umožní řízenou aplikaci KL v daném čase pro zajištění vyšetření ve specifických fázích. Průtok je jedním z jednotek určujících hodnotu maximální dosažené denzity a strmosti jejího nárůstu ve vyšetřované oblasti. Normálními hodnotami pro průtokovou rychlost je 2 až 5 ml/s. Při perfuzním zobrazení se využívá vyšších průtokových rychlostí, asi 6 ml/s, výjimečně až 8 ml/s. Při vyšších rychlostech je nutné zajistit vstup širší kanylou. Objem je druhou důležitou jednotkou při aplikaci KL. Lze jej spočítat jako součin průtoku

a skenovacího času. Při použití dvoupístových injektorů, které jsou dnes již standardem, lze objem kontrastní látky snížit pomocí proplachu fyziologickým roztokem, který kontrastní látku posouvá dál z periferního žilního systému. Při tomto postupu lze tedy podat např. při CT angiografii jen 50 až 60 ml kontrastní látky. Při CT břicha by množství nemělo být nižší než 80 ml (Ferda, 2009, s. 46-49).

## 2.5 Obdržená dávka při CT vyšetření

Jelikož je s vyšetřením pomocí výpočetní tomografie spojena významná dávka záření, jsou, pro porovnání s konvenčním rentgenovým vyšetřením, v následující tabulce uvedené hodnoty efektivních dávek při vybraných výkonech. V tabulce je také uveden přepočtený obdržená dávka při výkonu na přibližnou dobu záření z přírodních zdrojů, která je potřebná pro obdržení stejné dávky jako při daném vyšetření.

**Tabulka 3** Typické hodnoty efektivních dávek pro vybraná konvenční RTG a CT vyšetření

Diagnostický výkon		Typické efektivní dávky (mSv)	Přibližná doba pro stejné ozáření z přírodních zdrojů
<b>Konvenční rentgenová vyšetření</b>	Končetiny a klouby	< 0,01	< 1,5 dne
	Plice (jeden PA snímek)	0,02	3 dny
	Lebka	0,07	11 dní
	Kyčle	0,3	7 týdnů
	Pánev, hrudní páteř	0,7	4 měsíce
	Břicho	1,0	6 měsíců
	Bederní páteř	1,3	7 měsíců
	Polykací akt	1,5	8 měsíců
	Vyšetření žaludku, střevní pasáž	3	16 měsíců
	Irigoskopie	7	3,2 roku
<b>CT vyšetření</b>	CT hlavy	2,3	1 rok
	CT hrudníku	8	3,6 let
	CT břicha nebo pánve	10	4,5 roku

Dostupné online na [cit. 2016-03-24]:

<https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/zajimavosti-z-praxe-radiacni-ochrany/pouzivani-rentgenu-lekarske-ozareni/>

## **2.6 Důležitost CT vyšetření při diagnostice cévní mozkové příhody**

V současnosti se pro diagnostiku cévních mozkových příhod využívá především výpočetní tomografie a magnetická rezonance. Metodou první volby při tomto onemocnění je nativní CT mozku. Pokročilejší vyšetřovací metody, především magnetická rezonance, mohou zobrazovat mozkovou tkáň podrobněji, přesto se při diagnostice iktů nejvíce využívá výpočetní tomografie a to pro její dostupnost a rychlost. U iktu je tedy CT mozku základním vyšetřením a je jednoznačně indikované, ostatní nadstavbové druhy vyšetření indikuje odborné pracoviště, které se problematikou iktů zabývá. CT vyšetření je nutné provést co nejrychleji, tedy nejlépe ihned po vzniku iktu. Jelikož je síť přístrojů výpočetní tomografie u nás již poměrně hustá, je toto vyšetření závislé hlavně na organizačních opatřeních. Hlavním úkolem nativního CT vyšetření je vyloučení rozvinuté ischemie nebo krvácení do mozkových obalů, či přímo do mozku anebo jinou expanzi. Podle těchto zjištěných informací se dále volí léčebný postup. Výhodami výpočetní tomografie u cévní mozkové příhody je tedy dostupnost, rychlost, zejména u neklidných a kriticky nemocných pacientů, dostatečná přesnost pro určení postupu další léčby, relativně levnější druh vyšetření (oproti magnetické rezonanci) v poměru s diagnostickým přínosem a dobrá tolerance. Nevýhodami výpočetní tomografie je zajisté radiační zátěž a relativní necitlivost pro časné ischemické změny. Výhodou magnetické rezonance je právě rozpoznání časných ischemických změn, u některých iktů lze lépe určit rozsah, naprosto nulová radiační zátěž a možnost zobrazování starších krvácení. Nevýhodou použití magnetické rezonance je větší množství kontraindikací, což bývá problém u pacientů s iktem, u kterých nelze kvalitně odebrat anamnézu, dále obtížnější zobrazení menších čerstvých krvácení a asi největšími nevýhodami je delší vyšetřovací čas a menší dostupnost oproti výpočetní tomografii (Polívka, 1998, s. 35-37).

## 3 CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA

### 3.1 Popis cévní mozkové příhody

Cévní mozková příhoda, mozková mrtvice nebo iktus, je mnoho názvů pro toto onemocnění. V závěru jde o to samé, o náhlé závažné poškození cév v mozku. Tento druh poškození může mít mnoho příčin vzniku. Jednou z možností vzniku iktu je ucpaní cévy krevní sraženinou. Další možností je zúžení cévy v mozku nebo její prasknutí. Samozřejmě se tyto příčiny mohou i kombinovat, tudíž může dojít k ucpaní zúžené cévy. Všechny tyto jevy mají za následek nedostatečné zásobení mozku krví. V případě ucpané cévy v mozku dochází k rozvoji ischemie, v případě prasknutí cévy dochází k nitrolebečnímu krvácení, krvácení do mozku, tedy hemoragii, která může tlačit na důležité mozkové struktury. Podle lokalizace a míry poškození má iktus různé klinické příznaky, ale nemusí mít také žádné, v tom případě jde o tzv. němý iktus. Mozkový iktus se manifestuje různě dle lokalizace v mozku. Může mít za následek změny fyzické, psychické nebo se objeví změny v chování. Mezi nejčastější tělesné projevy vzniku CMP patří ochrnutí, necitlivost ve tváři, neschopnost nebo ztížená schopnost mluvit či druhému rozumět, zhoršené polykání, zhoršené vidění na jedné straně, či ochabnutí až ochrnutí dolní nebo horní končetiny na jedné straně těla. Pokud tento stav přetrvává 24 hodin, jde o známku mozkového iktu. Pokud příznaky po pár hodinách odezní, jedná se o tzv. krátké průtokové selhání, TIA neboli tranzitorní ischemickou ataku. TIA ovšem neznamená, že by po odeznění příznaků byl člověk mimo ohrožení života. Po tomto přechodném stavu v mnoha případech dochází k úplnému mozkovému iktu a je proto nutné i při projevech netrvajících přes 24 hodin vyhledat ihned lékařskou pomoc (Feigin, 2007, s. 39).

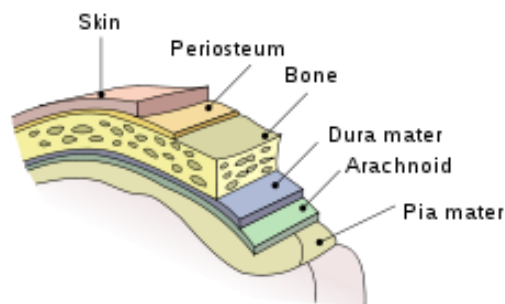
Bezpříznakový, neboli němý iktus, nemá žádné klinické příznaky nebo jen přechodné, které do 24 hodin úplně odezní, jak už bylo psáno. Lze jej diagnostikovat pouze pomocí speciálních zobrazovacích metod, jako např. magnetická rezonance. Tyto příznaky většinou nemají na výpočetní tomografii žádný korelát, tedy CT obraz je bez přítomnosti ischemie. Pokud je němý iktus zjištěn, je opět důležitý lékařský dohled. Může totiž vést i k úplnému mozkovému iktu včetně všech klinických projevů a nebezpečných následků (Feigin, 2007, s. 40).

## 3.2 Anatomie mozku

„Mozek je životně důležitý orgán. Je zodpovědný za naše individuální mentální a intelektuální funkce, jako jsou myšlení a paměť. Řídí naše vztahy se zevním světem, např. interpretuje, s čím se setkávají naše smysly, a řídí naše volní pohyby. Také reguluje mnohé z našich automatických tělesných funkcí.“ (Feigin, 2007, s. 33)

Mozek je umístěn v dutině lebeční. Vstupní signály ze smyslových orgánů zpracovává a tvoří z nich signály výstupní. Ty pak odesílá k výkonným orgánům. Velmi významnou funkcí mozku je interakce a koordinace aktivit, vztahující se ke všem orgánům a částem těla (Kopecký, 2010, s. 228).

### 3.2.1 Obaly mozku

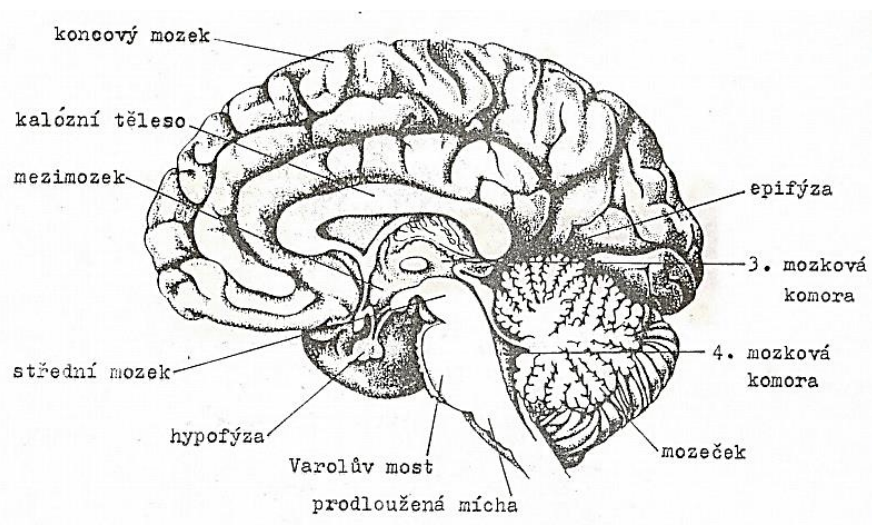


Obrázek 2 Obaly mozku

online k dispozici na [cit. 2016-03-18]:  
<http://en.academic.ru/pictures/enwiki/77/Meninges-en.svg>

Mozek je chráněn především kostmi, které utvářejí dutinu lebeční. Do této dutiny zakotvují mozek právě mozkové obaly. Na povrchu mozku se nachází pia mater, česky omozečnice nebo měkká plena mozková. Tento obal kopíruje všechny nerovnosti a zářezy v mozku. Arachnoidea neboli pavučnice, se nachází nad omozečnicí, je to bezcévná vazivová blána. Prostor mezi omozečnicí a pavučnicí je vyplněn mozkomíšním mokem. Nejzevnějším obalem mozku je dura mater, tvrdá plena mozková. Tvrdou plenu mozkovou tvoří dva listy, mezi nimiž se kolem mozku utvářejí žilní splavy, které se značně podílejí na odvádění odkysličené krve z mozku (Blažek, 2006, s. 46; Holibková, 2010, s. 117).

### 3.2.2 Části mozku



Obrázek 3 Části mozku

online k dispozici na [cit. 2016-03-18]:

[https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/block\\_images/6529/Mozek00.jpg](https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/block_images/6529/Mozek00.jpg)

Mozek je složen z 6 částí. Částmi jsou: prodloužená mícha, most Varolův, střední mozek, mozeček, mezimozek a mozek koncový. Prodloužená mícha, most Varolův a střední mozek společně utvářejí tzv. mozkový kmen. Jednotlivé části kmene na sebe navazují a jejich stavba a funkce je podobná (Kopecký, 2010, s. 229).

Prodloužená mícha, medulla oblongata, je pokračováním hřbetní míchy, odstupují odtud mozkové nervy, které zde mají svá jádra. Dále se zde nachází oblast organizace složitějších vrozených reakcí, jinak označovány jako nepodmíněné reflexy. Mezi tyto reakce patří zajišťování ochranné funkce, kam patří zejména reflexy kašlací a kýchací, které umožňují zbavování nahromaděných hlenů a nečistot z dýchacího systému, také reflex dávicí, který vyprazdňuje žaludek při přeplnění či otravách, či reflexy mrkací a slzící, ochraňující oční bulvu proti vysušení a prachem. Nepodmíněné reflexy zajišťují také alimentární děje. Mezi tyto děje patří sací reflex, polykací reflex, bránění pronikání potravy a tekutin do dýchacích cest, slinění a utváření žaludečních šťáv. Nachází se zde čtvrtá mozková komora, přesněji se rozprostírá v celém mozkovém kmeni (Blažek, 2006, s. 75).

Most Varolův, pons Varoli, je utvořen nervovými drahami a je především mozkovou částí, která přepojuje informace vedené nervovými vlákny, především do mozečku, ale také z mozečku do vyšších mozkových center (Blažek, 2006, s. 75).



Střední mozek, mesencephalon, je nejkratším oddílem mozku. Jeho součástí jsou důležitá jádra pro koordinaci motoriky. Uvnitř středního mozku se nachází Sylviov kanálek, který propojuje třetí a čtvrtou mozkovou komoru (Blažek, 2006, s. 81).

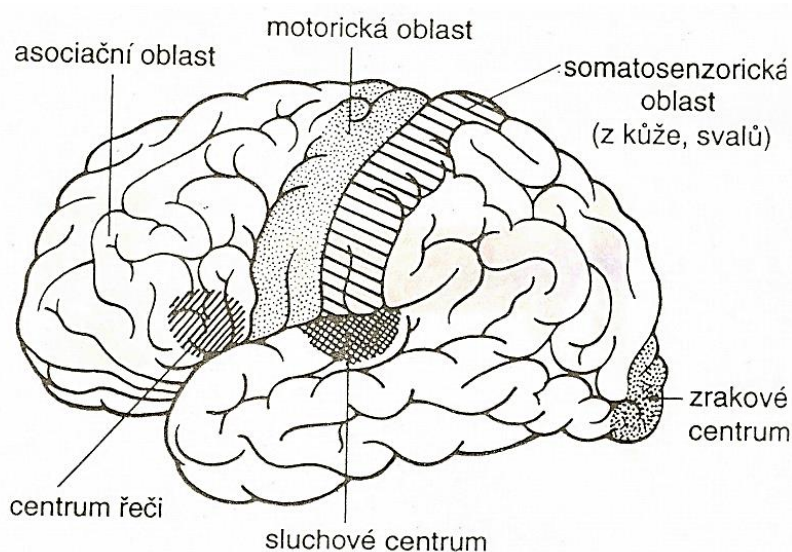
Mozeček, cerebellum, je uspořádán do dvou částí, tzv. mozečkových polokoulí, hemisfér, které jsou ve střední čáře spojeny mozečkovým červem. Povrch mozečku je pokryt šedou kůrou mozečkovou, která má typickou histologickou stavbu, je tvořena třemi vrstvami. V prostřední z nich jsou obsaženy velké a rozvětvené neurony, nazývající se Purkyňovy buňky. Tyto buňky jsou nejspíš základním propojením mnoha neuronů při koordinaci pohybů. Vzhledem k velikosti mozečku, celkový povrch mozečku tvoří asi 40 % povrchu celého mozku, je počet mozečkových neuronů velice vysoký, nejspíš největší koncentrace z celé centrální nervové soustavy. Jsou však velmi citlivé na špatné životní podmínky, např. hypoxie, otrava jedy, či působení některých drog, proto velmi jednoduše zanikají. Nebylo zatím zjištěno, že by byly schopny alespoň částečného obnovování. Mozeček se dělí též na evolučně odlišné části. Jsou to vestibulární mozeček, důležitý hlavně pro rovnováhu při chůzi a stoji, spinální mozeček, který ovládá svalové napětí a reflexní dráždivost svalů, a poslední část, pontinní neboli cerebrální mozeček, který velmi složitě koordinuje pohyby. Tyto pohyby kontroluje a koordinuje na základě informací z mozku koncového, jsou to informace o připravovaných volních pohybech a z proprioreceptorů svalů prostřednictvím míchy o momentálním stavu napětí svalů. Velmi významnou roli zde mají i jiné smyslové informace, jako jsou zrakové. Tato část mozečku je velmi významnou nejen pro celkovou, neboli hrubou, motoriku, ale samozřejmě také pro jemnou motoriku. Poškození mozečku má za následek narušení rovnováhy, pohybovou nepřesnost, třes, poruchy řeči a také občas i poruchu pohybů očí (Blažek, 2006, s. 75-80).

Mezimozek, diencephalon, není velikostně významný v poměru k ostatním částem mozku, je však velmi důležitý a složitý svou funkcí a anatomickou stavbou. Nachází se zde třetí mozková komora. Mezimozek lze rozdělit na tři hlavní části: mezimozkové hrboly, levý a pravý thalamus a podhrbolí, hypothalamus, na který navazuje podvěšek mozkový, hypofýza. Jádra thalamu jsou důležitá pro zpracovávání sensorických a senzitivních informací. Neurony těchto jader neboli projekční neurony, přenáší tuto informaci pomocí drah do jiných míst, zvláště pak do kůry mozkových analyzátorů. Existují zde pak i interneurony, které spojují jednotlivá jádra a mají většinou inhibiční, čili tlumící účinek. Přímou v thalamu nalezneme tedy velmi důležitá jádra, jako jsou jádra převádějící informace z kůže, zrakové podněty, sluchové, chuťové a z části i čichové, jelikož není prozatím úplně objeveno, jak přesně čichové dráhy vedou. Jsou

zde dále jádra utvářející emoční reakce, jádra pro příjem informací z mozečku, jádra zachycující bolestivé podněty a řada dalších jader. Thalamy lze tedy celkově brát jako významnou přepojovací strukturu podílející se na selekci toho, co je pro nás důležité v porovnání s informacemi z jednotlivých smyslových orgánů. V hypothalamu, podhrbolí, je také složitý komplex jader, který má velmi velký význam pro řízení vegetativních funkcí a řídí složku hormonální regulace zvanou hypotalamo-hypofyzární systém. Nachází se zde také jádra ovlivňující sexuální funkce, specifická centra pro pocity hladu, žízně, sytosti, regulaci tělesné teploty a množství tělesných tekutin. Poslední samostatnou částí mezimozku je šišinka, epifýza, kde se vytváří hormon melatonin a kde se reguluje spánek (Blažek, 2006, s. 81-87).

Koncový mozek, telencephalon, je utvořen z bazálních ganglií (jádra pod oběma hemisférami kolem přilehlých hrbolů mezimozkových), pláštěm, utvořeným povrchovou vrstvou neuronů, tedy šedou kůrou mozkovou, a je rozdělen do dvou mozkových polokoulí neboli hemisfér. Tato část mozku je vysoce strukturovaná a plastická a je důležitá pro kognitivní analýzu, prožívání, učení, zapamatování, sebeuvědomování a tvoření sociálních vztahů. Uvnitř polokoulí je levá a pravá mozková komora a obě komory ústí do 3. komory v mezimozku (Blažek, 2006, s. 96- 97).

### 3.2.3 Mozková centra, korové oblasti



**Obrázek 4** Mozková centra, korové oblasti

online k dispozici na [cit. 2016-03-18]:

<http://skolajecna.cz/biologie/Images/Textbook/Big/0090000/00336.jpg>

Kůra mozková má určité oblasti, centra. Proto je možné v mozku rozlišit projekční funkční okrsy se specializovanými funkcemi. Oblasti nemusí být vždy umístěny stejně, jejich funkce nebo rozsah se může měnit, což je závislé na plasticitě mozku. Mezi hlavní centra v mozku řadíme centrum řeči, centrum sluchové, centrum zrakové, somatosenzorickou oblast, motorickou oblast a oblast asociční (Blažek, 2006, s. 103-106).

Centra řeči rozeznáváme dvě: motorické a sluchové. Motorické neboli Brocovo centrum řeči je umístěno pouze v jedné hemisféře, u praváků vždy vlevo, u leváků většinou vlevo, a je tudíž nepárové. Při poškození tohoto centra člověk nemluví, ale mluvené řeči rozumí. Sluchové, Wernickovo, či akustické centrum řeči leží vždy jen v dominantní hemisféře. Slouží k rozpoznávání fonémů jako základu řeči. Bez přítomnosti tohoto centra se dítě nemůže naučit mluvit, podobně jako při hluchotě. Při poškození pacient mluví nesrozumitelně a není schopen rozumět řeči (Blažek, 2006, s. 105-106; Naňka, 2009, s. 298).

Centrum sluchové je umístěno ve spánkovém laloku, v horních částech spánkového závitu. Slouží k analýze zvukových vjemů, jeho okrsy jsou rozděleny podle analýzy rytmu, šumů a výšky a barvy tónu. Při poškození dochází k výpadku sluchu, tedy neschopnosti rozumět řeči (Blažek, 2006, s. 105; Naňka, 2009, s. 297-298).

Zrakové centrum se vyskytuje na vnitřní straně týlního laloku. Slouží ke vnímání zrakových vjemů. Je rozděleno do okrsků sloužících k analyzování barvy, pohybu podle rychlosti a směru, k analyzování kontury a tvarů objektů. Podle neurofyziologů existuje těchto funkčních zrakových okrsků přes třicet (Blažek, 2006, s. 104-105).

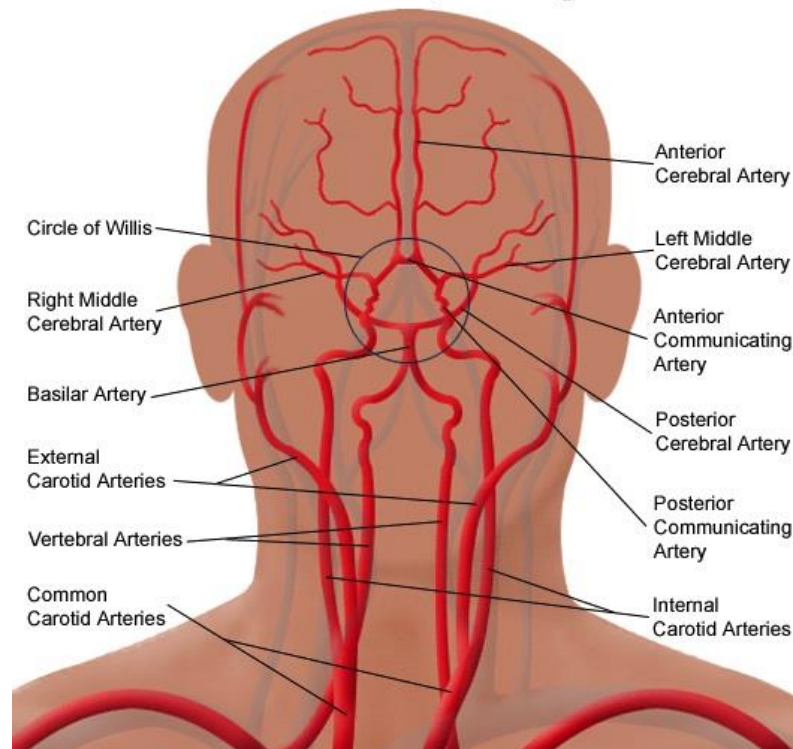
Somatosenzorická oblast slouží k analýze kožní citlivosti. Je rozdělena na oblasti odpovídající jednotlivým částem těla. Velikost plochy je různá, není však závislá na velikosti části těla, ale na počtu smyslových kožních receptorů. Proto je pro části těla jako rty, jazyk, dlaň či prsty rukou, vymezena mnohem větší plocha než např. pro stehna či záda (Blažek, 2006, s. 104).

Motorická oblast je, přibližně stejně jako somatosenzorická oblast, rozdělena na jednotlivé okrsky. Okrsky jsou rozděleny podle částí těla, přesněji řečeno pro specifické svalové skupiny, či konkrétní svaly těchto částí těla. Největší plochu zaujímá okrsek pro ruce, hlavně pro palec, dále jazyk a svalstvo obličeje neboli mimické svaly. V této části se nachází také premotorická oblast, či frontální okoohybné pole (Blažek, 2006, s. 105-106).

Asociační oblast je oblast, kde zřejmě dochází k výběru těch vjemů, na které motoricky reagujeme. Tento výběr je závislý na vliv předních částí čelních laloků. Také zde dochází k integraci zrakových, somatosenzorických a sluchových oblastí (Blažek, 2006, s. 106; Naňka, 2009, s. 298).

### 3.2.4 Cévní zásobení mozku

#### Arterial Circulation of the Brain, Including Carotid Arteries



**Obrázek 5** Cévní zásobení mozku - Willisův okruh

online k dispozici na [cit. 2016-03-21]:

[http://www.neuroems.com/wp-content/uploads/sites/48/2014/03/ei\\_23972.jpg](http://www.neuroems.com/wp-content/uploads/sites/48/2014/03/ei_23972.jpg)

Pro mozek je zapotřebí intenzivní dodávání živin a kyslíku. Krev je k mozku přiváděna pomocí pravé a levé vnitřní krkavice, arteria carotis interna, a dvěma páteřními tepnami, arteria vertebralis. Na bazi mozku tyto tepny utvářejí tepenný mozkový okruh, Willisův okruh, který je stěžejní při výživě mozku. Odkysličená krev je poté odváděna mozkovými žilami, které jsou dvojí. Žíly, které odvádějí krev z polokoulí koncového mozku a žíly, které odvádějí krev z mozkového kmene. Z povrchových částí mozku je poté krev odváděna pomocí žilních splavů, které se nachází v tvrdé pleně mozkové a utvářejí základ hlavní odtokové žíly, vena jugularis interna (Blažek, 2006, s. 47-48; Holibková, 2010, s. 117).

### 3.3 Rizikové faktory cévní mozkové příhody

Valná část CMP vzniká jako následek různých příčin, někdy i kombinací několika příčin dohromady. Např. kuřák s vysokým krevním tlakem kombinuje hned dvě příčiny vzniku CMP. Těmto příčinám se říká rizikové faktory. Každý člověk se může těmto rizikovým faktorům vyhnout nebo je snížit. Kuřák může změnit svůj životní styl, pacient s vysokým tlakem si může

nechat předepsat léky, který tento problém vyřeší apod. Rizikové faktory dělíme do tři skupin. První z nich jsou tzv. ovlivnitelné rizikové faktory. Jsou to ty, které člověk může změnit, a které zaujímají valnou většinu rizikových faktorů způsobujících právě CMP. Patří mezi ně například právě kouření, přemíra alkoholu, nezdravá strava, tělesná nečinnost, antikoncepční pilulky apod. Druhou skupinou rizikových faktorů jsou neovlivnitelné. To jsou ty, které člověk nemůže změnit, je to stárnutí, rasový původ a geneticky dědičné příčiny. Poslední, tedy třetí skupinou, jsou faktory medicínské, kam patří hypertenze, migréna, ateroskleróza, vysoká hladina tuků, srdeční poruchy a samozřejmě i výskyt CMP v rodině. Všechny tyto faktory se navzájem ovlivňují a zesilují. Většina faktorů se dá ovšem ovlivnit, regulovat či úplně eliminovat (Feigin, 2007, s. 49-63).

### **3.4 Důsledky cévní mozkové příhody**

*„Přibližně 2 lidé z 10 po akutní mozkové příhodě umírají během prvního měsíce, 3 z 10 během prvního roku, 5 z 10 během prvních 5 let a 7 z 10 postižených zemře po prodělání iktu během následujících deseti let.“ (Feigin, 2007, s. 99)*

Důsledky CMP mohou být různé. Nejhorší z následků je samozřejmě smrt, může ovšem nastat také trvalé, či jen dočasné postižení. Uplynulá doba od vzniku mozkové příhody do léčby by měla být co nejkratší, aby se riziko úmrtí postiženého člověka snížilo na minimum. Nejrizikovějším obdobím jsou první tři dny po vzniku iktu. Nejčastější je úmrtí po akutním CMP u pacientů, kteří v prvním dnu po vzniku iktu upadli do bezvědomí, či dokonce do hlubokého kómatu. Platí zde, že čím hlubší je bezvědomí, tím je vyšší pravděpodobnost úmrtí. Riziko se také zvyšuje spolu s věkem (Feigin, 2007, s. 99-101).

Projevy závisí na tom, která část mozku je postižena. Následnými komplikacemi po iktu bývá částečná či úplná ztráta hybnosti, či síly v paži či noze v jedné polovině těla, asi u 80 %. Parézou se rozumí částečná ztráta hybnosti, úplná ztráta hybnosti se nazývá plegie, či paralýza. Velmi často bývá také problém se vzpomínáním, či myšlením nebo se objevuje zmatenost, to vše se vyskytuje u 80 až 90 % postižených. Asi 30 % postižených má obtíže s komunikací s okolím. Mezi tyto obtíže se řadí například neschopnost mluvit, nerozumění mluvené řeči, nerozumění psaným textům, nechápání humoru či nesmyslné užívání slov. Obtíže s polykáním má asi 30 %. Hemianopie, což je neschopnost vidět předměty v jedné polovině zorného pole se vyskytuje u 10 % a stejný počet, tedy asi 10 %, má dvojité vidění, neboli diplopii. Ataxii, tedy problém s koordinací, má necelých 10 %. Nadpoloviční většina má problémy se změnou nálad a depresí,

asi 70 %. Objevuje se i spousta dalších následných komplikací, které nejsou, co do počtu, tak četné (Feigin, 2007, s. 102- 105).

### **3.5 Princip a postup vyšetření cévní mozkové příhody**

Nedostatečné zásobení nervových buněk v mozku krví způsobuje jejich úmrtí. Pokud dojde k úmrtí těchto buněk, nelze je nijak zachránit. Pokud se ovšem při vzniku CMP jedná rychle, lze ještě zabránit odumření některých buněk. Rychlé jednání zvyšuje jak pacientovi šance na přežití, tak zjednodušení následné rehabilitace a uzdravení po iktu (Feigin, 2007, s. 85).

Nejdůležitější pro pacienta s CMP je neodkladná nemocniční péče a hospitalizace. Zhodnocením klinických příznaků lze určit, zda se jedná o CMP či nikoliv, je ovšem rozdílné, co CMP způsobilo. Jak bylo již psáno, existují dvě skupiny cévních mozkových příhod a to hemoragické, způsobené prasknutím cévy a vznikem mozkového krvácení a příhody ischemické, způsobené uzávěrem nebo významným zúžením mozkové cévy. Podle způsobu vzniku a doby uběhlé od vzniku iktu se poté volí vhodné metody léčby, které se liší právě podle druhu mozkového iktu. U hemoragického iktu je léčba především neurologická nebo neurochirurgická, která spočívá v odstranění vzniklé hemoragie a u ischemického iktu je to neurologická, čili farmakologická, nebo intervenční radiologická léčba vedoucí ke zprůchodnění postižené mozkové cévy. Pro správnou diagnostiku a postupy léčby je stěžejní co nejrychlejší diagnóza pomocí speciálních vyšetřovacích metod, jako je výpočetní tomografie či magnetická rezonance. Díky těmto metodám se dá zjistit, zdali byl iktus způsoben ucpaním cévy, či krvácením v důsledku prasknutí cévy, které se většinou samo vstřebá, či se řeší chirurgicky. Diagnostickou metodou, která odliší mozkové krvácení od ischemie je nativní CT mozku, poté po vyloučení krvácení většinou následuje CT angiografie, která určí lokalizaci postižené cévy, v některých případech ji předchází i CT perfuze. Multidisciplinární tým odborníků poté určí individuální strategii léčby a zvolí jak zahajovací, tak následný postup (Feigin, 2007, s. 86-88).

Pro pacienty po CMP jsou důležité také další léčebné strategie jako kontrola a zajišťování dechu díky odsávání dýchacích cest, či oxygenoterapií. Dále také kontrola příjmu a výdeje tekutin, sledování krevního tlaku, či další ošetrovatelská péče (Feigin, 2007, s. 89).

### **3.6 Péče o pacienty s cévní mozkovou příhodou**

Péče o pacienty s cerebrovaskulárním onemocněním, mezi které patří samozřejmě i cévní mozková příhoda, je v ČR zajištěna třemi stupni péče. Nejvyšším stupněm péče je komplexním cerebrovaskulární centrum, o kterém pojednává praktická část této práce. Nižším stupněm péče

jsou iktová centra a základním stupněm jsou centra s ostatní cerebrovaskulární péčí. Všechny stupně péče mají daná personální, materiálně technická a organizační kritéria, která jsou povinna splňovat. V případě nalezených nedostatků v některých z těchto kritérií je ministerstvo zdravotnictví ČR povinno buď pozastavit dočasně statut komplexního cerebrovaskulárního centra, nebo iktového centra do doby, než bude nedostatek odstraněn, či je tento status zdravotnickému zařízení zcela odebrán, pokud se jedná o závažné nedostatky (Věstník ministerstva zdravotnictví ČR, 2010, s. 3 [cit. 2016-02-18]).

### **3.6.1 Komplexní cerebrovaskulární centrum**

Komplexní cerebrovaskulární centrum (KCC) je tedy nejvyšším stupněm péče o pacienty s cerebrovaskulárním onemocněním. Toto centrum musí zabezpečovat nepřetržitou specializovanou péči v mnoha oborech. Pro upřesnění jsou to obory neurologie, neurochirurgie, cévní chirurgie, radiologie a zobrazovací metody, intervenční radiologie a neuroradiologie, rehabilitační a fyzikální medicína (s denním provozem 7 dnů v týdnu), vnitřní lékařství a kardiologie. Pod KCC spadají iktová centra, tedy pracoviště nižšího typu péče, a pro každý region by mělo být, pro maximální a včasnou péči všem pacientům s CMP, zřízeno minimálně jedno komplexní cerebrovaskulární centrum. Péče o pacienta v tomto centru je zajištěna oborem neurologie, které musí mít neurologickou jednotku intenzivní péče (JIP). Tento JIP je buď samostatný, nebo spadá do multioborového JIP, kde má vyčleněná lůžka a personál pro cerebrovaskulární péči. V tomto centru jsou povinni zajistit dané výkony. Mezi ně patří intraarteriální a intravenózní trombolýza, mechanická trombektomie, chirurgické a endovaskulární výkony pro aneurysmata, arteriovenózní zkraty a stenózy magistrálních tepen, dekompresní kraniektomie a systémovou trombolýzu. Mezi další důležité výkony, které je komplexní cerebrovaskulární centrum povinno zajistit, je rehabilitační a ošetrovatelská péče. KCC je ucelenou jednotkou ve zdravotnickém zařízení a pro činnost tohoto centra je nutné určité personální složení. Vedoucím KCC je lékař z oboru neurologie nebo neurochirurgie, který má certifikovaný kurz intenzivní medicíny. Lékařů s touto specializací musí být v rámci centra minimálně 5. V komplexním cerebrovaskulárním centru musí být dále 24 hodin denně dostupný lékaři jako intervenční radiolog, neurochirurg, anesteziolog, cévní chirurg, radiolog, lékař z oboru vnitřního lékařství, neuroradiolog a lékař z oboru biochemie a hematologie. Dále zde musejí být dostupní zdravotničtí pracovníci z oboru rehabilitace, radiologický asistent, zajišťující diagnostickou péče, ošetrovatelský personál a další. V rámci materiálního a technického vybavení musí KCC zajistit prostorové vybavení jako urgentní příjem, sál pro neurointervenci a lůžkovou část vybavenou dle vyhlášek ministerstva



zdravotnictví. Přístrojovým vybavením KCC musí být vybavení operačních sálů, ultrazvuk, multidetektorové CT, magnetická rezonance, digitální substrakční angiografie a zařízení pro mechanickou trombektomii. KCC je tvořeno organizačním spojením jednotlivých pracovních týmů, které jsou tvořeny pracovníky výše uvedenými. Střed tvoří oddělení neurologie s dostatečným lůžkovým vybavením, jelikož KCC je vytvořeno pro péči o 0,7 – 1 milion obyvatel (Věstník ministerstva zdravotnictví ČR, 2010, s. 3-7 [cit. 2016-02-18]).

### **3.6.2 Iktové centrum**

Iktové centrum (IC) musí zajišťovat nepřetržitou péči v těchto oborech: neurologie, radiologie a zobrazovací metody, rehabilitační a fyzikální medicína, která je k dispozici denně 7 dnů v týdnu, vnitřní lékařství a kardiologie. Musí se zde nacházet také neurologický JIP, buď samostatný nebo v rámci multioborového JIP. Iktové centrum je povinno obstarat také diagnostiku, léčbu a rehabilitaci pacientům s CMP a samozřejmě také péči ošetrovatelskou. Toto centrum nezajišťuje péči neurochirurgickou a intervenční radiologii, to je v kompetencích pouze KCC. Jediným výkonem, který je povinnou součástí IC, je systémová trombolýza. Vedoucím iktové centra je neurolog s certifikovaným kurzem intenzivní medicíny. V rámci IC je počtem těchto specializovaných pracovníků stanovený počet 3. V centru je funkční cerebrovaskulární tým, který je povinen zajistit včasnou diagnostiku, sledování, akutní léčbu pomocí intravenózní trombolýzy a akutní rehabilitaci pacientům s akutní CMP. V tomto týmu je povinen být 24 hodin denně k dispozici kromě neurologa také lékař jako cévní chirurg, radiolog, lékař z oboru vnitřního lékařství nebo kardiologie, anesteziolog a lékař z oboru biochemie a hematologie. Dále zde musejí být také dostupní ostatní zdravotničtí pracovníci jako pracovníci zajišťující rehabilitaci, radiologický asistent, který provede včasnou diagnostiku a ošetrovatelský personál. V rámci prostorového vybavení musí iktové centrum obsahovat urgentní příjem a lůžkovou část vybavenou dle vyhlášek ministerstva zdravotnictví. Povinným přístrojovým vybavením v rámci IC musí být ultrazvuk a multidetektorové CT. Iktové centrum je také tvořeno souborem týmů, které vzájemně spolupracují. Jádrem je neurologické oddělení s dostatečným počtem lůžek. Iktové centrum zabezpečuje péči minimálně 400 000 obyvatel, dle umístění (Věstník ministerstva zdravotnictví ČR, 2010, s. 4-9 [cit. 2016-02-18]).

### **3.6.3 Ostatní cerebrovaskulární péče**

Tento základní stupeň péče zajišťuje zejména doléčování pacientů, kteří byli předem ošetřeni v centrech s vyšším stupněm péče. Zajišťuje se zde také komplexní rehabilitace. Je zde

poskytnuta akutní a následná lůžková péče, jsou zde ambulantní zařízení v rámci oboru neurologie, vnitřního lékařství, geriatric, rehabilitační a fyzikální medicíny. Toto pracoviště musí též splňovat požadavky dané platnými právními předpisy (Věstník ministerstva zdravotnictví ČR, 2010, s. 4 a 10 [cit. 2016-02-18]).

### **3.7 Léčba cévní mozkové příhody**

Hemoragické CMP jsou v péči neurologů, kteří provádějí sledování pacienta nebo neurochirurgů, kteří hemoragii vyřeší operativně. Dále uvedeny pouze postupy léčby při ischemických mozkových příhodách, jelikož ty jsou jednou z hlavních úloh radiologie (Feigin, 2007, s. 87-89).

#### **3.7.1 Farmakologická léčba ischemické cévní mozkové příhody**

Tato léčebná metoda je možná pouze u stavů, které jsou předem diagnostikovány pomocí CT jako ucpaní mozkové cévy. Například u krvácení, by byla tato léčba smrtelná. Principem této léčby je rozpuštění trombu v ucpané cévě pomocí trombolytických léků, které krevní sraženinu rozpustí a obnoví tím v postižené oblasti mozku krevní oběh. Tyto léky jsou podávány intravenózně. Tato metoda se nedá využít u všech pacientů. Pro využití této léčby je nejdůležitější podmínkou zahájení léčby nejpozději do 3 hodin od vzniku iktu. Další důležitou podmínkou je zdravotní stav pacienta. Pro pacienty trpící poruchou srážení krve, fibrilací síní, či během posledního měsíce před vznikem iktu měli krvácející vřed, není tato léčebná metoda vhodná (Feigin, 2007, s. 85-88).

#### **3.7.2 Endovaskulární odstranění trombu při ischemické cévní mozkové příhodě**

Při CMP, kdy se pomocí výpočetní tomografie nezjistí krvácení, ale ucpaní cévy se provádí angiografie určená k terapii, tedy zprůchodnění postižené cévy. Díky CT angiografii, která předchází intervenční léčbě, je znám rozsah postižení a lokalizace ucpané cévy (Nebudová, 1998, s. 29-30).

Je-li pacient v tzv. „časovém okně“, což je doba do 6 hodin po vzniku iktu, může se přistoupit k endovaskulárnímu odstranění trombu z ucpané cévy. Tento výkon lze provést v částečné nebo úplně anestezii. Umístění trombu je známo z CT angiografie. Nejprve se pomocí mikrokatétru, který je na určené místo zaveden pomocí mikrovodiče, aplikováno 5 mg Actilyse a po 5 minutách se kontroluje, zda byl trombus rozpuštěn pomocí kontrolní AG. Pokud k rozpuštění nedošlo, tento postup se opakuje do dávky 20 mg Actilyse. Z dalších možností pro odstranění trombu z cévy je použití speciálního „minikošíčku“, pomocí kterého lze trombus zachytit a vytáhnout z cévy. Další možností je užití systému Merci Retriever, který se skládá

z nitinolového drátu, který je zakončen platinovým vodičem. Princip spočívá v zavedení konce tohoto vodiče do trombu a následné vytažení trombu, které je umožněno, díky tvaru konce vodiče, který je stočen do vývrtky, tedy umožňuje se do trombu „zanořit“ a odstranit. Dále lze použít systém Solitaire. Principem tohoto systému je projít mikrovodičem a mikrokatétre za trombus, poté po vytažení mikrovodiče zavést stent Solitaire, který se díky vytažení mikrokatetru roztáhne a při jeho postupném vytahování se trombus zachytí uvnitř a je vytažen (Vomáčka, 2012, s. 129-130).

# PRAKTICKÁ ČÁST

## 4 METODIKA PRAKTICKÉ ČÁSTI PRÁCE

Při cévní mozkové příhodě, přesněji její diagnostice a léčbě jsou důležité postupy práce lékařů (přesněji radiologa a intervenčního radiologa) a také radiologického asistenta. Praktická část je proto založena na podrobném popisu kroků, podle kterých tyto tři zdravotnické pracovníky při cévní mozkové příhodě postupují. Dále jsou v praktické části též příklady CT skenů, na kterých lze vidět jednotlivé možnosti nálezů po provedení tohoto druhu vyšetření u pacientů s podezřením na CMP. Dále je v praktické části také náhled na průběh intervenčního výkonu, přesněji mechanické trombektomie a výsledek po provedení výkonu.

Praktická část vznikala pomocí sledování radiologických asistentů přímo při CT vyšetření u pacientů s CMP, stejně tak lékařů. U intervenčních radiologů byl sledován zejména postup před provedením intervenčního výkonu, tedy příprava pacienta atd. Obrázky uvedené v praktické části byly získány též během sledování.

Sledování i sběr obrázků probíhal od 14. 12. 2015 do 29. 2. 2016 v jednom z komplexních cerebrovaskulárních center. Během tohoto časového úseku bylo sledováno celkem 7 radiologických asistentů, 2 lékaři radiologové a 2 intervenční radiologové. Sledování bylo ústně i písemně odsouhlaseno vrchním radiologickým asistentem. Též uvedené obrázky byly před uvedením do bakalářské práce odsouhlaseny primářem a neobsahují žádná citlivá data pacientů. Sledování práce radiologických asistentů probíhalo na spirálním multidetektorovém CT přístroji, přesněji na přístroji Siemens Somatom Definition Flash. Nastavení přístroje během vyšetření proto odpovídá parametrům tohoto konkrétního přístroje a může se v závislosti na pracovišti a typu přístroje lišit.

Zpracování probíhalo formou přepisu vlastnoručně psaných poznámek vzniklých v průběhu sledování do programu Microsoft Word. Následně byly upraveny do podoby, ve které jsou uvedené v práci, tedy do podoby popisů postupů. Obrázky byly upraveny, pro vymazání osobních údajů pacienta, v programu Zoner Photo Studio a poté zpracovány v programu Microsoft Word.

## **5 POSTUPY PŘI AKUTNÍ CÉVNÍ MOZKOVÉ PŘÍHODĚ V KOMPLEXNÍM CEREBROVASKULÁRNÍM CENTRU**

### **5.1 Postup při podezření na cévní mozkovou příhodu**

Nejdůležitějším krokem je správná a důkladná edukace laické veřejnosti o tom, co je iktus a jak se chovat při jeho vzniku. Což znamená, co nejdříve přivolat odbornou pomoc, protože následky jsou přímo závislé na včasnosti diagnostiky a následné péče. V rámci iktového programu v komplexním cerebrovaskulárním centru musí dohromady spolupracovat mnoho odborností. První přichází do kontaktu s pacientem záchranná služba, která by měla být správně poučena o tom, že je důležité co nejrychleji pacienta dopravit do nejbližšího iktového centra. Po příjezdu na urgentní příjem je pacient důkladně vyšetřen neurologem, zhodnocen jeho neurologický deficit a dle nálezu indikována další vyšetření.

### **5.2 Postup radiologického asistenta**

Při cévní mozkové příhodě je jako první informován radiologický asistent neurologem a poté se neurolog s pacientem ihned vydává na CT vyšetření. Po informování radiologického asistenta kontaktuje asistent lékaře radiologa. U všech ostatních případů se informuje lékař, pouze u iktu se nejprve informuje radiologický asistent, aby byla zajištěna jeho včasná přítomnost. O pacienta se na CT během vyšetření stará sestra pracující na CT spolu se sestrami z iktového centra, pokud jde o iktus odehrávající se během denní služby, pokud jde o iktus v noci, během služby, stará se o pacienta radiologický asistent též se sestrou z iktového centra. Pacienti mají vždy zajištěnou žílu zelenou kanylou již při příjezdu na CT a jsou tedy připraveni k vyšetření. Důležitá je příprava CT na vyšetření, tedy příprava obsluhovací konzole a přetlakového injektoru. Vyšetření je z vitální indikace, tedy není potřeba informovaný souhlas od pacienta. Pokud ovšem víme hodnoty urey a kreatinu z odběru krve a jsou vyšší než je obvyklé, aplikujeme jako kontrastní látku Visipaque, což je kontrastní látka, která snižuje riziko nefropatie a alergické reakce. V ostatních případech se může aplikovat kontrastní látka jako Xenetix, Ultravist či Iomeron. V případě informace o alergii na kontrastní látky by měl neurolog zajistit, aby byl během CT vyšetření přítomen ARO tým. Množství kontrastní látky v injektoru musí být minimálně 100 ml, aby byl dostatek i pro případné provedení CT perfuze, tedy 60 ml na CT angiografii a 40 ml na CT perfuzi. Přimo před provedením vyšetření a napojením na tlakový injektor je zkontrolována zavedená kanyla pro funkčnost během vyšetření. Pacient je pomocí laserů zacentrován, lasery míří nad vrchol lebky. Poté dochází k samotnému vyšetření. Během celého vyšetření může pacient pravidelně dýchat. Nejprve

se provede toposcan. Provádí se bočný toposcan v rozsahu od hrudníku přes celou lebku. Toposcan je proveden pouze jeden v celém rozsahu, jelikož lze podle něj naplánovat, jak nativní CT, tak CT angiografii popřípadě i CT perfuzi. První se provádí nativní CT mozku v šíři od baze přes celou lebku. CT nativ se rekonstruuje ve třech řezech a to v koronárním, transverzálním a sagitálním. Napětí pro CT nativ je 120 kV. Proud si přístroj přepočítává sám. Kolimace je 40x0,6 mm. Sken je proveden v rekonstrukčních řezech o tloušťce 1 mm. Po provedení nativního CT mozku se zvažuje další postup. Edukovaný radiologický asistent dokáže sám rozlišit, zdali je přítomna hemoragie, tedy krvácení, či rozvinutá ischemie, případně o tom předem informovat radiologa. Pokud je v mozku nalezeno krvácení, perfuze se neprovádí, angiografie se může provádět v případě ložiskového krvácení, v případě krvácení subdurálního se CT angiografie nedělá. Pokud se radiolog, po konzultaci s neurologem, rozhodne pro perfuzi, provádí se ihned po nativním CT. Jde o krátký sken ve vrstvě mozku o tloušťce asi 42 mm. Tento krátký sken se provádí v úrovni bazálních ganglií. Při uzávěru bazilární tepny může chtít neurolog perfuzi na zadní jámu, kde je ovšem velké riziko artefaktů, které vznikají z kostí od baze. Sken je dlouhý 42 vteřin. Napětí pro CT perfuzi je 80 kV. Proud je v tomto případě fixní a to 200 mA. Sken se spouští po 6 vteřinách od aplikace kontrastní látky, aby byl kontrast již v mozku, ale i tak se většinou začne mozek sytit kontrastní látkou až o pár vteřin později. Rychlost aplikace kontrastní látky je 5 ml/s o objemu 40 ml, který je poté propláchnut 30 ml fyziologického roztoku. Kolimace je 32x1,2 mm. Sken je proveden v rekonstrukčních řezech o velikosti 5 mm a je provedeno celkem 287 obrázků, kdy se stále dokola skenuje daná vrstva mozku. Perfuzi nerekonstruuji radiologičtí asistenti, ale lékaři radiologové sami. Oproti minulosti se perfuze dělá méně často. O tom, kdy se perfuze zhotovuje, rozhoduje lékař radiolog, který má určené, kdy ji provádět a kdy nikoliv, k tomu mu slouží interní předpisy. Poté, s časovým odstupem cca 6-8 minut, aby se z cévního řečiště vyplavila kontrastní látka, se provádí CT angiografie. Časový odstup je dán situací a stavem pacienta. Rozsah CT angiografie je naplánován tak, aby byl vždy zachycen celý oblouk aorty a celá lebka. Aorta je potřeba zachytit z důvodu možné následné mechanické trombektomie. Intervenční radiolog díky tomu ví, jak vypadají odstupy karotid z aorty. Po naplánování se provádí premonitoring, jinak bolus track. Jedná se o jeden sken, který se umístí do oblasti pod oblouk aorty, přesněji do descendentní aorty. Určí se velikost lokátoru tak, aby v něm nebyly obsaženy například sklerotické plátky, které mají vyšší hodnotu Hounsfieldových jednotek a které by mohly spustit vyšetření dříve, než je žádoucí. Současně se spustí tlakový injektor a sken. Rychlost kontrastní látky je 4 ml/s o objemu 60 ml, po kterém následuje proplach fyziologickým roztokem o objemu 30 ml. Během aplikace

kontrastní látky se kontruje křivka, která znázorňuje průchodnost cévy, kam je kontrastní látka aplikována, aby byla zjištěna případná aplikace mimo žílu. Po 8 vteřinách probíhají skeny v místě umístění lokátoru. Ve chvíli, kdy je rozdíl mezi původní hodnotou HU v lokátoru před začátkem vyšetření a po aplikaci kontrastní látky 100 HU, je cévní řečiště řádně naplněno kontrastní látkou a celý sken od oblouku aorty přes celou lebku je spuštěn. Rychlost plnění cévního řečiště je u každého jiná. Samotný sken trvá přibližně 7 vteřin. Pro toto vyšetření se využívá tzv. protokol dual energy. Principem tohoto protokolu je použití dvou různých hodnot napětí na lampách, 140 kV a 100 kV. Tento protokol má lepší výtěžnost, jelikož lze využít subtrakce. Což znamená, že lze po tomto protokolu potlačit při rekonstrukci kosti a vyhodnocuje se jím jen kontrastní náplň v cévách. Proud si počítač spočítá a vyhodnotí sám. Rekonstrukční řez je v tomto případě o velikosti 0,6 mm a kolimace 64x0,6 mm. Na karotidy se provádí rekonstrukce ve třech rovinách, koronární, transverzální a sagitální. Tyto rekonstrukce se provádějí v tzv. MIP, anglicky maximum intensity projection, tedy maximální intenzita, které slouží k zvýraznění kontrastu a potlačení pozadí. Poté se rekonstruuje CT angiografie mozku, ovšem již jen v transverzální rovině a již bez použití MIP.

### **5.3 Postup lékaře radiologa**

Po příjezdu pacienta na CT a provedení nativního CT mozku kontaktuje radiologický asistent lékaře radiologa, který je na CT pracovišti, eventuálně sloužícího radiologa. Po zhodnocení nativního CT mozku radiologem probíhá konzultace s neurologem. Podle časového okna a nálezu na nativním CT mozku radiolog rozhodne o zhotovení CT angiografie a eventuální CT perfuzi, která předchází CT angiografii a která pomůže radiologům určit přesnější rozsah ischemické tkáně a tzv. polostínu, penumbry, což je důležité pro další léčbu, protože rozvinutá ischemie je kontraindikací intervenční léčby pro riziko vzniku krvácení do ischemické tkáně. Po zhotovení CT angiografie radiologickým asistentem, který provede základní rekonstrukce, si lékař radiolog provádí speciální rekonstrukce zaměřené na konkrétní patologie, jako stenózy a uzávěry. Pro případy, kdy předchází CT angiografii CT perfuze, jsou na tomto oddělení interní postupy, které vydal primář tohoto radiodiagnostického oddělení a které jsou dále uvedeny.

Indikace k CT perfuzi:

- wake up stroke (neboli iktus vzniklý během spánku),
- nejasná doba vzniku,
- klinické příznaky déle než 3,5 hodiny
- a věk nad 80 let.

Guidelines, neboli interní postupy pro CT vyšetření u pacientů s cévní mozkovou příhodou

1. Výzvu od neurologa může přijmout radiologický asistent.
2. Radiologický asistent u akutní cévní mozkové příhody volá vždy lékaře neodkladně po zhotovení nativního CT.
3. Lékař rozhodne, zda je potřeba zhotovení CT perfuze, či postačí CT angiografie.
4. Lékař po zhotovení perfuze/CT angiografie nejprve rychle orientačně zhodnotí hlavní řečiště (bifurkace karotid, M1/2, vertebrálky, basilární tepna + větvení), eventuálně CT perfuzi a aktivně informuje neurologa (ústně, telefonicky) o předběžných výsledcích – termín max. do 5 minut od obdržení skenů CT angiografie.
5. V případě pravděpodobného intervenčního řešení bezodkladně informuje intervenčního radiologa. Další postup již řeší s neurologem intervenční radiolog.
6. Následně lékař provede rekonstrukce řečiště s uložením do PACSu (lze samozřejmě v rámci bodu 4, pokud je dostatečně rychlý) a provede popis do NIS. (V případě zjištění patologie vyžadující intervenční řešení eventuálně rozporu s negativním prvotním hodnocením informuje neodkladně neurologa i intervenčního radiologa!)
7. Radiologický asistent ukládá do PACS rekonstrukce nativního mozku (TRA/COR/SAG) a MIP CT angiografii (TRA, SAG eventuálně COR).
8. Radiolog vždy kontroluje, zda rekonstrukce cévního systému odešly do PACSu!

Pokud jde o iktus s těžkým neurologickým deficitem a pacient je ve správném časovém okně, podává neurolog farmakologickou léčbu, tedy intravenózní trombolýzu. Mezitím radiolog zhodnotí nález z CT angiografie a při nálezu uzavřené cévy kontaktuje angiografický tým, který se skládá z intervenčního radiologa, sestry a radiologického asistenta.

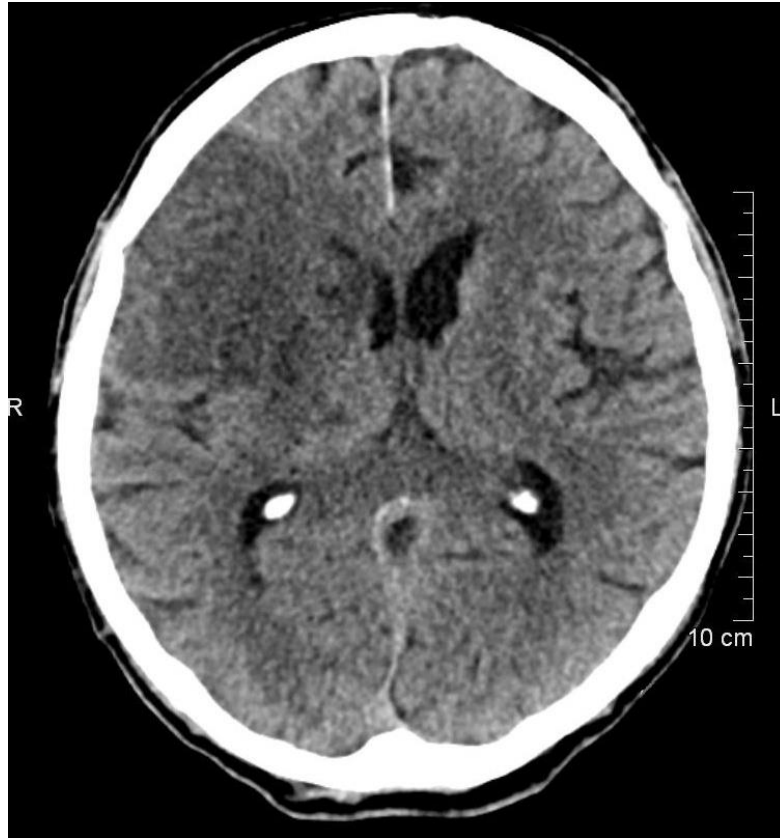


## 5.4 Postup intervenčního radiologa

Radiolog po zjištění ucpání cévy v mozku kontaktuje intervenčního radiologa. Intervenční radiolog po zhodnocení a eventuální konzultaci s radiologem kontaktuje neurologa telefonicky. Ten musí intervenčnímu radiologovi popsat kliniku, nynější stav pacienta, stav pacienta před iktem, soběstačnost, atd. Společně s neurologem indikuje endovaskulární intervenční výkon, který musí být vždy odsouhlasen v rámci dohody obou lékařů. Když je nález vhodný k intervenci, je kontaktován radiologický asistent sloužící na angiografickém sále. Ten musí svolat celý intervenční tým v co nejkratším čase. Intervenční radiolog je k dispozici 24 hodin denně po celý rok. Pokud se iktus vyskytne v noci nebo mimo hlavní pracovní dobu je kontaktován intervenční radiolog na příslužbě a po kontaktování radiologem ve službě se musí do nemocnice po zavolání dostavit do 30 minut, stejně tak sestra z angiografie. Mezitím jsou provedené základní odběry k vyloučení závažných poruch srážlivosti. Ihned po CT neurolog přiváží pacienta na angiografický sál, kde ho sestry z iktové jednotky připraví na výkon, tedy zacévkují atd., pokud nebyl pacient připraven již na urgentním příjmu, kam ho přivezla rychlá záchranná služba. Neurolog předá pacienta intervenčnímu radiologovi a odchází. Vždy je na místě výkonu ARO tým, který vždy zajistí ošetřující neurolog, přesněji sestra a lékař z anesteziologickoresuscitačního oddělení. Nikdy se nepracuje bez ARO týmu, i když je pacient při vědomí. Pokud to jde, tak se pacient neuspává, pokud není možno pro neklidnost pacienta provést výkon, ARO tým pacienta zaintubuje a uspí. Během výkonu se o pacienta starají sestry z ARO týmu, kontrolují životní funkce, jako např. tlak, jelikož je intervenční výkon na hodnotách tlaku zcela závislý. Dále se provádí buď MTE, čili mechanická trombektomie, či akutní stenting, což je plastika se stentem karotidy nebo se provádí intraarteriální trombolýza. Nyní se z 95 % provádí mechanická trombektomie, dříve se prováděla spíše intraarteriální trombolýza. Po výkonu si pacienta opět přebírá neurolog a sestry z iktové jednotky. Již po angiografickém výkonu se může pacientův stav velmi výrazně zlepšit. Ihned po výkonu se provádí nativní CT mozku, kvůli kontrole, zdali nedošlo ke krvácení v důsledku výkonu. Po provedení CT je pacient převezen na iktovou jednotku, kde je monitorován a pod neustálým dohledem neurologa.

## 6 OBRAZOVÁ DOKUMENTACE Z KOMPLEXNÍHO CEREBROVASKULÁRNÍHO CENTRA

### 6.1 Příklady nálezů při CT vyšetření



Obrázek 6 CT nativ - ischemie

Na tomto skenu z nativního CT mozku se v pravé přední části mozku nachází rozsáhlá ischemie. V tomto případě se dále může provádět CT perfuze, která informuje lékaře o tom, jak rozsáhlá je, protože rozsáhlá ischemie (v povodí více než 1/3 arterie cerebri media) je kontraindikací intervenční léčby, jelikož může dojít k zakrvácení již ischemické tkáně. Po CT perfuzi se provádí CT angiografie a poté, pokud je k tomu indikován, je odeslán na intervenční výkon.



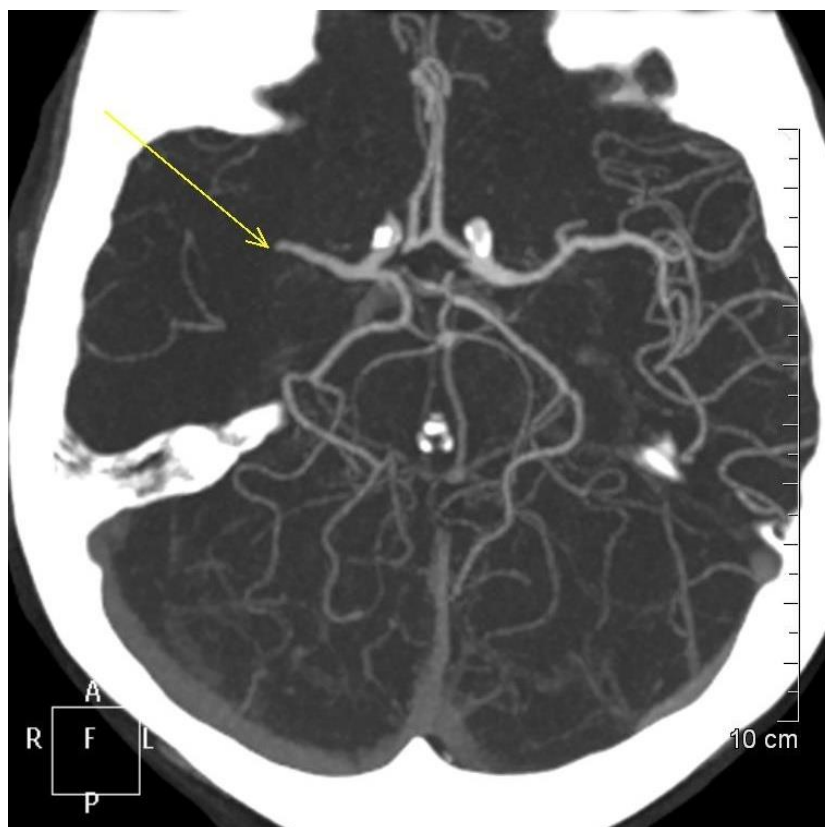
**Obrázek 7** CT nativ - krvácení

Na tomto skenu z nativního CT vyšetření mozku se v mozečku nachází masivní krvácení, zde konkrétně hypertonické. V tomto případě se neprovádí ani CT angiografie, ani CT perfuze. Krvácení je poté léčenou buď neurologickou, či neurochirurgickou formou, která spočívá v odstranění vzniklého krvácení.



**Obrázek 8** CT nativ - bez nálezu ischemie

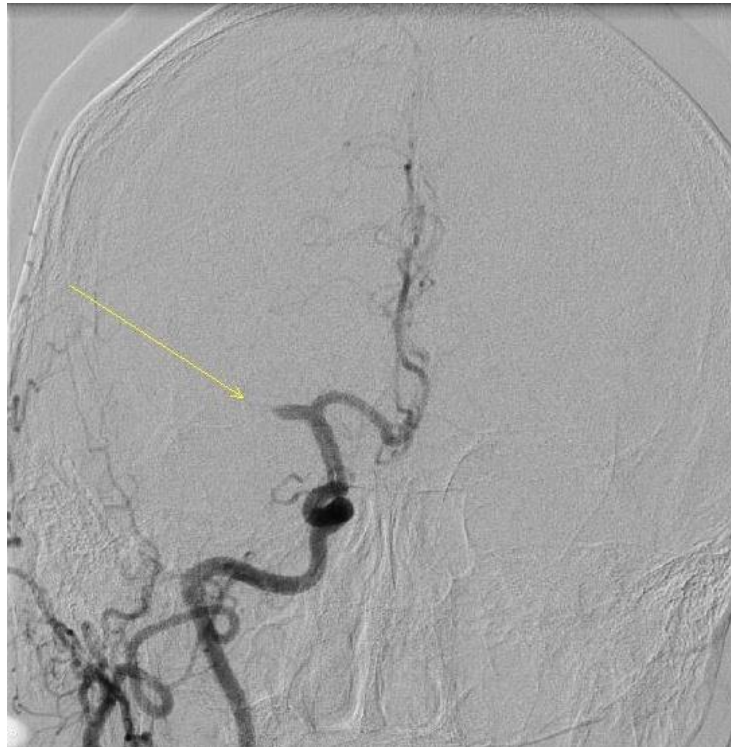
Tento sken z nativního CT mozku je bez jasnějšího patologického nálezu ve smyslu čerstvé ischemie. Proto se může, podle rozhodnutí lékařů, dále provádět CT perfuze. Po CT perfuzi se poté provádí CT angiografie a podle zjištěných nálezů je pro pacienta dále volen léčebný postup.



**Obrázek 9** CT angiografie

Tento sken je z angiografického CT vyšetření. Je zde jasný uzávěr jedné z mozkových tepen, přesněji arteria cerebri media. Pacient má levostrannou plegii. Po tomto nálezů je pacient ihned transportován na angiografický sál pro provedení intervenčního výkonu.

## 6.2 Náhled na průběh mechanické trombektomie



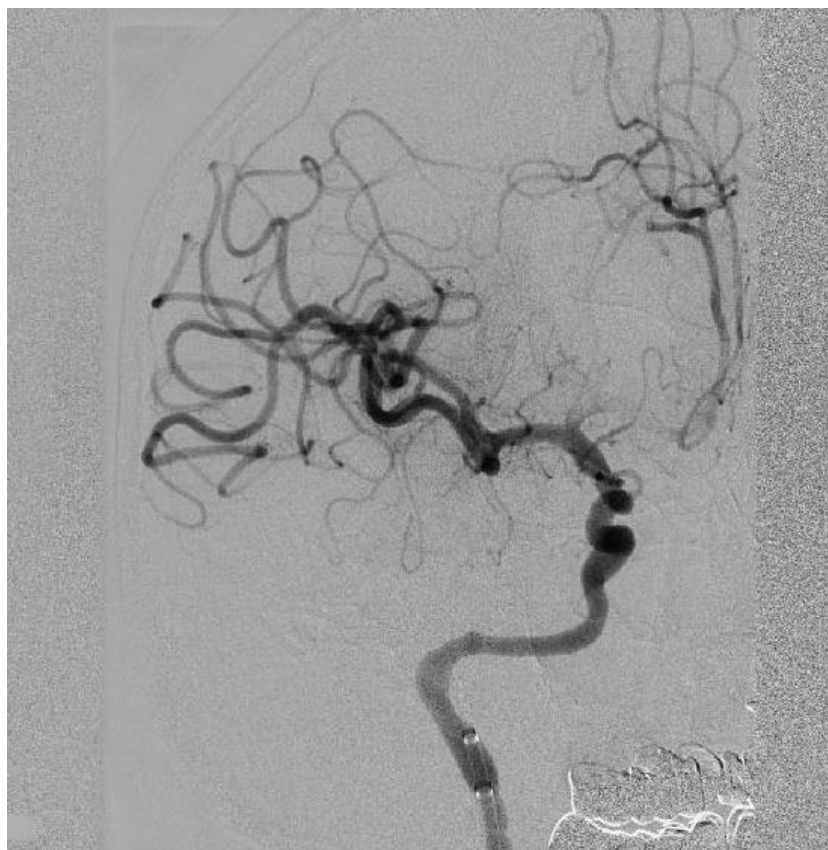
Obrázek 10 Sken před MTE

Na tomto obrázku, který pochází přímo z angiografického sálu během intervenční léčby, je označena uzavřená tepna, arteria cerebri media. Úkolem intervenčního radiologa je tuto cévu zprůchodnit, aby došlo co nejrychleji k obnovení poškozeného zásobení dané části mozku krví.



**Obrázek 11** Mechanická trombektomie – Solitaire

Tento obraz zachycuje práci na zprůchodňování postižení cévy mozku pomocí mechanické trombektomie. Céva se v tomto případě zprůchodňuje pomocí systému Solitaire, který zabezpečí vytažení trombu v postižené cévě. Již zde je vidět malý průchod krve postiženou cévou.



**Obrázek 12** Sken po MTE

Tento sken je po proběhlé mechanické trombektomii. Došlo k úspěšnému zprůchodnění cévy a pacient je odvážen na iktovou jednotku pro následné pozorování.



## 7 DISKUZE

V úvodu této práce jsou uvedeny cíle, které má tato bakalářská práce splnit. Postupy práce radiologického asistenta, lékaře radiologa a intervenčního radiologa byly vytvořeny podle plánu. Sledováním radiologických asistentů při obsluze výpočetní tomografie přímo při diagnostice cévní mozkové příhody vznikl podrobný a nejobsáhlejší postup ze tří výše zmíněných, což bylo též cílem této práce. Sledování bylo předem schváleno nejen vrchním radiologickým asistentem, ale i primářem radiodiagnostického oddělení v nemocnici, kde se komplexní cerebrovaskulární centrum nachází. Při porovnání práce v KCC s údaji z Věstníku ministerstva zdravotnictví České republiky, které jsou ve zkratce uvedeny v teoretické části, bylo vyhodnoceno, že práce v tomto centru je velmi efektivní a odpovídá všem standardům uvedených ve Věstníku z roku 2010. Díky existenci těchto center je opravdu významně zajištěna kvalitní péče o pacienty s cévní mozkovou příhodou. Tento názor byl vytvořen během zmíněného dlouhodobějšího sledování. Dílčím cílem bylo popsání CT skenů a obrazové dokumentace z léčby intervenčního radiologa. CT skeny a dokumentace byly popsány a popis byl konzultován a schválen lékaři z KCC, kde probíhalo sledování a odkud dokumentace pochází.

Sledování bylo pro mne, jako studentku a budoucí radiologickou asistentku, velmi významné a obohacující. Získala jsem opravdu bohatý přehled, jak v rámci organizace péče o pacienty s cévní mozkovou příhodou, tak i v mnoha dalších oborech, jako např. diagnostiky právě cévní mozkové příhody. Určitě by bylo, podle mého názoru, vyplývajícího právě ze sledování, velkým přínosem pro studium tohoto oboru, kdyby si tímto nebo kterýmkoliv jiným z komplexních cerebrovaskulárních center v České republice, mohl projít každý student tohoto oboru.

## 8 ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývá významem výpočetní tomografie u diagnostiky cévní mozkové příhody a úlohy radiologických asistentů při tomto vyšetření.

Teoretická část práce pojednává o kompetencích radiologického asistenta, dále se věnuje výpočetní tomografii, přesněji historii, principu přístroje, kontrastním látkám, které se při tomto vyšetření využívají, odhadu dávky, který pacient při CT vyšetření obdrží atd. Dále jsou v teoretické části uvedeny informace o cévní mozkové příhodě, její příznaky, důsledky, jak se diagnostikuje, léčí a další.

Praktická část práce se skládá ze dvou částí. Hlavní částí je popis postupů tří zdravotníků po přívozu pacienta do nemocnice a to radiologický asistent, lékař radiolog a intervenční radiolog. Tyto postupy vznikaly během dlouhodobějšího sledování v jednom z komplexních cerebrovaskulárních center. Druhou částí praktické části je popis skenů, vytvořených během vyšetření výpočetní tomografií u pacientů s cévní mozkovou příhodou a také obrazové dokumentace, vzniklé při intervenční léčbě, přesněji mechanické trombektomii, na angiografickém sále. Tyto skeny byly vytvořeny ve stejném komplexním cerebrovaskulárním centru, jako probíhalo sledování.

Sledováním a porovnáním postupů z komplexního cerebrovaskulárního centra s tím, co uvádí Věstník ministerstva zdravotnictví, vznikl názor, že komplexní cerebrovaskulární centra jsou pro léčbu cévních mozkových příhod velmi důležitá. Jednak zrychlují diagnostiku a poté také léčbu iktů, což má za následek menší riziko či zmírnění trvalých následků. Též úloha radiologického asistenta v tomto centru je velmi důležitá. Jelikož praxí získávají větší přehled o diagnostice toho onemocnění a jsou schopni rozeznat důležité jevy při nativním CT vyšetření mozku, jsou velkou pomocí lékařům a i tím se urychluje právě diagnostika tohoto onemocnění.

Cíle práce byly z hlediska zadání splněny, jediným výhledem do budoucna je, pro zkvalitnění práce, možný delší časový interval sledování v tomto komplexním cerebrovaskulárním centru.

## 9 POUŽITÁ LITERATURA

### Tištěné zdroje

1. BLAŽEK, Vladimír. *Základy neurofyzologie a neuroanatomie člověka: antropologie chování 1*. 1. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2006. ISBN 80-86898-63-6.
2. FEIGIN, Valery L. *Cévní mozková příhoda: prevence a léčba mozkového iktu*. 1. české vyd. Praha: Galén, c2007. ISBN 978-80-7262-428-7.
3. FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA a Jan BAXA. *Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-608-3.
4. FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA, Jan BAXA a Alexander MALÁN. *Základy zobrazovacích metod*. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-164-3.
5. HOLIBKOVÁ, Alžběta a Stanislav LAICHMAN. *Přehled anatomie člověka*. 5. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2615-0.
6. CHUDÁČEK, Zdeněk. *Radiodiagnostika*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. Učební text (Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví). ISBN 80-7013-114-4.
7. KOPECKÝ, Miroslav. *Somatologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2271-8.
8. NAŇKA, Ondřej, Miloslava ELIŠKOVÁ a Oldřich ELIŠKA, HOUDEK, Lubomír (ed.). *Přehled anatomie*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1717-6.
9. NEBUDOVÁ, Jaroslava. *Cévní mozkové příhody: [minimum pro praxi]*. Vyd. 1. Praha: Triton, 1998. Levou zadní. ISBN 80-85875-54-3.
10. NEKULA, Josef a Jana CHMELOVÁ. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. Ostrava: Ostravská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2005. ISBN 80-7368-057-2.
11. POLÍVKA, Jiří a Petr ŠEVČÍK. *Mozkové cévní příhody: Stručný přehled o ischemických iktech*. Praha: APOTEX ČR, 1998. ISBN 80-238-5636-7.
12. PROKOP, Mathias a Michael GALANSKI. *Spiral and multislice computed tomography of the body*. 1st ed. Stuttgart: Thieme, c2003. ISBN 3-13-116481-6.
13. VOMÁČKA, Jaroslav, Josef NEKULA a Jiří KOZÁK. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 1. vyd. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2012. ISBN 978-80-244-3126-0.

## Elektronické zdroje

14. *Academic* - obrázek. [cit. 2016-03-18].  
Dostupné z: <http://en.academic.ru/pictures/enwiki/77/Meninges-en.svg>
15. *ELUC* – *Elektronické učebnice* – obrázek. [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: [https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/block\\_images/6529/Mozek00.jpg](https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/block_images/6529/Mozek00.jpg)
16. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Věstník ministerstva zdravotnictví České republiky*. [online] Praha: Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2010, (2). ISSN 1211-0868. [cit. 2016-02-18]. Dostupné také z: [http://www.mzcr.cz/Legislativa/dokumenty/vestnik-c\\_3703\\_1770\\_11.html](http://www.mzcr.cz/Legislativa/dokumenty/vestnik-c_3703_1770_11.html)
17. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků* [online]. [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: [http://www.mzcr.cz/dokumenty/informace-k-vyhlasce-c-sb-kterou-se-stanovi-cinnosti-zdravotnickych-pracovniku-a-jinych-odbornych-pracovniku-ve-zneni-vyhlasky-c-sb\\_4763\\_3120\\_3.html](http://www.mzcr.cz/dokumenty/informace-k-vyhlasce-c-sb-kterou-se-stanovi-cinnosti-zdravotnickych-pracovniku-a-jinych-odbornych-pracovniku-ve-zneni-vyhlasky-c-sb_4763_3120_3.html)
18. *Neuro EMS* – obrázek. [cit. 2016-03-21]. Dostupné z: [http://www.neuroems.com/wp-content/uploads/sites/48/2014/03/ei\\_23972.jpg](http://www.neuroems.com/wp-content/uploads/sites/48/2014/03/ei_23972.jpg)
19. *Technický týdeník* – obrázek. [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: <http://www.technickytydenik.cz/obrazek/53aafe6c46be3/7-53aaff92d4b14.jpg>
20. *Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB)* - tabulka. [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/zajimavosti-z-praxe-radiacni-ochrany/pouzivani-rentgenu-lekarske-ozareni/>
21. *Škola Ječná* – obrázek. [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: <http://skolajecna.cz/biologie/Images/Textbook/Big/0090000/00336.jpg>
22. ÚZIS: Ústav zdravotnických informací a statistiky v ČR. *Hospitalizovaní a zemřelí na cévní nemoci mozku v ČR v letech 2003-2010*. [online]. www.uzis.cz, 2012, 29. 10. 2013 [cit. 2015-12-08]. Dostupné z: <http://www.uzis.cz/rychle-informace/hospitalizovani-zemreli-na-cevni-nemoci-mozku-cr-letech-2003-2010>