

# UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Jana Okáčová

Role zobrazovacích metod v diagnostice ischemické cévní mozkové příhody. Jaký je stávající stav diagnostického postupu zobrazovacími metodami v rámci Stroke managementu?

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Vávra, DiS.

Olomouc 2023

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 21.4. 2023

Chtěla bych poděkovat Mgr. Tomáši Vávrovi, DiS. za odborné vedení, užitečné rady, poznatky a věnovaný čas. Při tvorbě této bakalářské práce.

## ANOTACE

**Typ závěrečné práce:** Bakalářská práce

**Téma práce:** Role zobrazovacích metod v diagnostice ischemické cévní mozkové příhody. Jaký je stávající stav diagnostického postupu zobrazovacími metodami v rámci Stroke managementu?

**Název práce:** Role zobrazovacích metod v diagnostice ischemické cévní mozkové příhody. Jaký je stávající stav diagnostického postupu zobrazovacími metodami v rámci Stroke managementu?

**Název práce v AJ:** The role of neuroimaging in the diagnosis of ischemic stroke. What is the current status of the diagnostic procedure using imaging methods in Stroke management?

**Datum zadání:** 15.5.2023

**Datum odevzdání:** 21.4. 2023

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta zdravotnických věd, ústav radiologických metod

**Autor práce:** Jana Okáčová

**Vedoucí práce:** Mgr. Tomáš Vávra, DiS.

**Oponent práce:** MUDr. Jiří Kozák

**Abstrakt v ČJ:** Bakalářská práce se zabývá ischemickou cévní mozkovou příhodou. Klíčovým tématem této práce je role zobrazovacích metod v diagnostice ischemické cévní mozkové příhody. Dále se také zaměřuje na stávající stav diagnostického postupu v rámci Stroke managementu. V první kapitole se zabýváme dělením cévních mozkových příhod, patofyziologie a etiologie ischemické cévní mozkové příhody.

Dále popisuje diagnostiku ischemické cévní mozkové příhody pomocí klinického obrazu a hodnotících škál.

Stěžejní kapitolou této práce je 3. kapitola, která se zabývá zobrazovacími metodami využívanými při diagnostice ischemické cévní mozkové příhody, které navrhuje možnosti využití těchto metod. Základními metodami při neurozobrazování akutní ischemické cévní mozkové příhody jsou výpočetní tomografie a magnetická rezonance. Dále popisuje i další modalities využívané při diagnostice včetně zobrazovacích metod a metod využívajících se v nukleární medicíně.

Poslední kapitola se zabývá Stroke managementem, její přednemocniční péče, léčbou a následnou péčí o pacienty s akutní ischemické cévní mozkovou příhodou.

Abstrakt v AJ:

The bachelor thesis focuses on acute ischemic stroke. The key topic of this thesis is the role of imaging methods in the diagnosis of ischemic stroke. Furthermore, it also focuses on the current state of the diagnostic process within Stroke Management. The first chapter discusses the stroke classification, pathophysiology and etiology of ischemic stroke. It also describes the diagnosis of ischemic stroke using clinical picture and assessment scales.

Chapter 3, which deals with the imaging methods used in the diagnosis of ischemic stroke, is the main chapter of this thesis and suggests possible applications of these methods. The basic methods in neuroimaging of acute ischemic stroke are computed tomography and magnetic resonance imaging. It also describes other modalities used in diagnosis, including imaging methods and methods used in nuclear medicine.

The last chapter covers Stroke management, its pre-hospital care, treatment and follow-up care of patients with acute ischemic stroke.

Klíčová slova v ČJ: Cévní mozková příhoda, Ischémická cévní mozková příhoda, stroke management, zobrazovací metody při iCMP, diagnostika iCMP, iktus, mozková příhoda, iCMP, výpočetní tomografie, magnetická rezonance, DWI, FLAIR MR, stroke protokol, neurozobrazování, PET/CT, PET/MR, SPECT, neurosonografie

Klíčová slova v AJ: stroke, Ischemic stroke, stroke management, neuroimaging of ischemic stroke, computing tomography, magnetic resonance, artificial intelligence in diagnostic of ischemic stroke, DWI, FLAIR MRI, stroke protocol, AIS, Brain imaging, magnetic resonance imaging, PET/CT, PET/MR, SPECT, neurosonography,

Rozsah: 66 stran

## Obsah

<b>ÚVOD</b> .....	<b>6</b>
<b>1 CÉVNÍ MOZKOVÉ PŘÍHODY A JEJICH DĚLENÍ</b> .....	<b>9</b>
1.1 ANATOMIE CÉVNÍHO SYSTÉMU MOZKU .....	10
1.2 PATOFYZIOLOGIE A ETIOLOGIE MOZKOVÉ ISCHEMIE .....	12
1.3 KLASIFIKAČNÍ SYSTÉMY PRO ISCHEMICKÉ CÉVNÍ MOZKOVÉ PŘÍHODY .....	16
1.4 RIZIKOVÉ FAKTORY .....	20
1.5 EPIDEMIOLOGIE .....	22
<b>2 DIAGNOSTIKA ISCHEMICKÉ CÉVNÍ MOZKOVÉ PŘÍHODY</b> .....	<b>23</b>
2.1 KLINICKÝ OBRAZ , PŘÍZNAKY A SYMPTOMY .....	23
2.2 NEUROLOGICKÉ VYŠETŘENÍ .....	25
2.3 HODNOTÍCÍ ŠKÁLY NEUROLOGICKÉHO A FUNKČNÍHO POŠKOZENÍ .....	26
<b>3 ZOBRAZOVACÍ METODY VYUŽÍVANÉ PŘI DIAGNOSTICE ISCHEMICKÉ MOZKOVÉ PŘÍHODY</b> .....	<b>30</b>
3.1 VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE .....	31
3.2 NATIVNÍ CT .....	33
3.3 CT ANGIOGRAFIE .....	34
3.4 CT PERFUZE.....	35
3.5 MAGNETICKÁ REZONANCE .....	38
3.6 DALŠÍ VYŠETŘOVACÍ METODY V DIAGNOSTICE ISCHEMICKÉ CÉVNÍ MOZKOVÉ PŘÍHODY .....	44
3.7 METODY NUKLEÁRNÍ MEDICÍNY V DIAGNOSTICE CÉVNÍ MOZKOVÉ PŘÍHODY .....	45
<b>4 STROKE MANAGEMENT – PŘEDNEMOCNIČNÍ A NEMOCNIČNÍ PÉČE</b> .....	<b>48</b>
4.1 PŘEDNEMOCNIČNÍ PÉČE O PACIENTY S ICMP .....	51
4.2 NEMOCNIČNÍ PÉČE O PACIENTY S ICMP .....	52
4.3 LÉČEBNÉ METODY ICMP .....	53
4.4 DALŠÍ PÉČE O PACIENTY S ICMP .....	57
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>60</b>
<b>SEZNAM ZDROJŮ</b> .....	<b>61</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK</b> .....	<b>66</b>

## ÚVOD

Cévní mozkové příhody (CMP) jsou celosvětově jednou z nejčastějších příčin morbidity a mortality, ale také dlouhodobé invalidity lidské populace. V uplynulých dekádách začal být na problematiku CMP kladen velký důraz, začaly být více vnímány jako závažný urgentní stav. U ischemických cévních mozkových příhod byl prokázán výrazně pozitivní efekt v případě poskytnutí akutní, následné a rehabilitační péče ve specializovaných komplexních cerebrovaskulárních a iktových centrech.

Ischemické cévní mozkové příhody (iCMP) se na celkovém počtu mozkových příhod podílejí 87 %. Právě na tento typ cévních mozkových příhod je v současné době zásadně cíleno diagnostické a terapeutické úsilí, s ohledem na možnost návratu podstatné části postižených pacientů do plnohodnotného, funkčně nezávislého, života. Organizovaný systém poskytované zdravotní péče pacientům postiženým iCMP (tzv. Stroke management), tedy rychlá, přesná a včasná diagnostika, s následnou vhodnou včasnou léčbou zásadně souvisí se snížením mortality a vyšší šancí dosažení soběstačnosti pacientů s iCMP.

V posledním desetiletí došlo k podstatným pokrokům v dostupných diagnostických a léčebných možnostech, vlivem kterých se dále minimalizují dopady iCMP. Klíčovým prvním krokem v péči o pacienty s iCMP je včasná a správná diagnostika této závažné diagnózy a jejich třídění do center schopných poskytnout vhodnou a komplexní léčbu, a to s co nejkratší časovou prodlevou. (Herzig, 2014)

Tématem této bakalářské práce je role zobrazovacích metod v diagnostice ischemické cévní mozkové příhody a stávajícího stavu diagnostického postupu za využití zobrazovacích metod v rámci aktuálně doporučeného Stroke managementu.

Cílem této bakalářské práce je pak nalezení odpovědí na následující otázky:

- Co je to ischemická cévní mozková příhoda?
- Jaké jsou současné možnosti diagnostiky ischemické cévní mozkové příhody v oblasti zobrazovacích metod?
- Jaké jsou stávající doporučené postupy při využití zobrazovacích metod v rámci diagnostiky iCMP?
- Jaká jsou aktuální doporučení v rámci Stroke managementu, tedy organizaci přednemocniční a nemocniční péče, včetně léčby s následnou rehabilitací?



K tvorbě této bakalářské práce a k dosažení jejího cíle byla použita tato vstupní literatura:

- (1) CLARKE, Charles, Robin HOWARD, Martin ROSSOR a Simon SHORVON. *Neurology: A Queen Square Textbook*. Second edition. London: Wiley Blackwell, 2016. ISBN 9781118486153.
- (2) SEIDL, Zdeněk, Manuela VENĚČKOVÁ. *Diagnostická radiologie: Neuroradiologie*. 03.10.2014. Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-4546-6.
- (3) RŮŽIČKA, Evžen, 2021. *Neurologie*. 2., rozšířené vydání. Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-908-3.
- (4) HERZIG, Roman. *Ischemické cévní mozkové příhody* 2. vydání. Praha: Maxdorf, 2014. ISBN 978-80-7345-373-2.
- (5) VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.
- (6) SEIDL, Zdeněk, 2015. *Neurologie pro studium i praxi*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5247-1.
- (7) KALITA, Zbyněk, 2006. *Akutní cévní mozkové příhody: diagnostika, patofyziologie, management*. Praha: Maxdorf. Jessenius. ISBN 80-859-1226-0.

Tato bakalářská práce se člení do 4 kapitol. První kapitola popisuje cévní mozkové příhody a jejich dělení, cévní anatomii mozku, vysvětluje etiologii a patofyziologii ischemické cévní mozkové příhody, zaobírá se rizikovými faktory vzniku iCMP. Obsahuje nejpoužívanější klasifikační systémy pro klasifikaci CMP a dává informaci o epidemiologii tohoto onemocnění. Druhá kapitola se zabývá diagnostikou iCMP, klinickým obrazem, příznaky a symptomy, neurologickým vyšetřením a hodnotícími škálami používanými neurologickými lékaři. Třetí kapitola se věnuje zobrazovacím metodám při diagnostice iCMP, stěžejních modalit jako je CT a MR ale také dalším vyšetřovacím metodám a metodám využívaných v nukleární medicíně. Čtvrtá kapitola popisuje Stroke management, přednemocniční a nemocniční léčbu, triáž pacientů a zabývá se i další péčí o pacienty s CMP.

Při tvorbě této bakalářské práce byly v rámci rešeršní činnosti k vyhledání vhodné literatury (zejména odborných článků) použity databáze EBSCO, Medvik, Web of Science, Up to Date, Radiopedia a Goodle scholar.

Vyhledávacími jazyky byly čeština a angličtina. V rámci rešeršní činnosti byla použita tato klíčová slova:

v českém jazyce: Cévní mozková příhoda, ischemická cévní mozková příhoda, stroke management, zobrazovací metody při iCMP, diagnostika iCMP, iktus, mozková příhoda, výpočetní tomografie, magnetická rezonance, DWI, FLAIR, MR, stroke protokol, PET/CT, SPECT, PET/MR, mechanická trombektomie, léčba iCMP.

v anglickém jazyce: Ischemic stroke, stroke management, neuroimaging of ischemic stroke, computing tomography, magnetic resonance, magnetic resonance imaging, artificial intelligence in diagnostic of ischemic stroke, DWI, FLAIR MRI, stroke protocol, AIS, Brain imaging, PET/CT, SPECT, PET/MR, mechanical thrombectomy, stroke treatment.

Výběr zdrojů v rešeršní činnosti byl omezen na období 2013-2023. Bylo vyhledáno a analyzováno asi 189 článků, z nichž celkem 42 bylo použito při sestavování této bakalářské práce.

# 1 Cévní mozkové příhody a jejich dělení

Cévní mozková příhoda je akutní neurologické onemocnění, ke kterému dochází, když je přerušeno nebo sníženo přívod krve do části mozku, což vede k poškození nebo smrti mozkových buněk. Vzniká na podkladě jedné z těchto patologických procesů a je rozdělena do dvou základních typů:

1. Ischemická cévní mozková příhoda (podíl 87 % ze všech CMP) (Franco, 2018, s. 549-568) – závažné poškození mozku, vznikající na podkladě trombózy, embolie, či úplného uzávěru mozkových tepen, nebo systematickou hypoperfuzí mozkové tkáně (Vilela, 2017).
2. Hemoragická mozková příhoda (podíl 13 % ze všech CMP) – vzniká na podkladě průsaku krve oslabenou cévní stěnou v mozkovém povodí. Tento stav, označovaný jako subarachnoidální krvácení (SAH), vede k otoku a zvyšování intrakraniálního tlaku se všemi nepříznivými důsledky pro činnost mozkovou (Vilela, 2017).

Akutní cévní mozková příhoda (iCMP) se vyznačuje klinickými příznaky poruchy funkce mozku trvajících déle než 24 hodin nebo vedoucích ke smrti pacienta.

Tranzitorní ischemická ataka (TIA) - příznaky neurologického deficitu vznikající v důsledku nedostatečného zásobení mozku krví, příznaky mizí do 24 hodin. (Seidl, 2015, s. 191).

TIA jsou spojeny s vysokou mírou výskytu následné iCMP, kdy jedna třetina všech neléčených pacientů po prodělání TIA má následně iCMP. Bezprostřední riziko pro vznik iCMP je vysoké: 20 % mozkových příhod nastane do měsíce a 50 % do roka od příznaků TIA (Clarke, 2016, s. 152).

Reverzibilní ischemický neurologický deficit (RIND) je obdobou TIA. Úprava pacienta do stavu bez následků bývá obvykle do 1 týdne. TIA a RIND jsou tedy významnými rizikovými faktory hrozící iCMP. Progredující iCMP (tzv. stroke in evolution) je stav, kdy dochází k rozvoji klinických symptomů.

Dokončená iCMP (také označována jako CS –completed stroke) je potom stav, kdy v posledních 24 hodinách nedochází v karotickém povodí ke změně klinického obrazu, či v posledních 72 hodinách ve vertebrobazilárním povodí (Seidl, 2015, s. 191).

## 1.1 Anatomie cévního systému mozku

ICMP vznikají v důsledku poruchy perfuze části nebo celého mozku. Cerebrální perfuze (průtok krve mozkem) je realizován jeho cévním zásobením, tento důmyslný systém mozkových tepen je označován jako Willisův okruh.

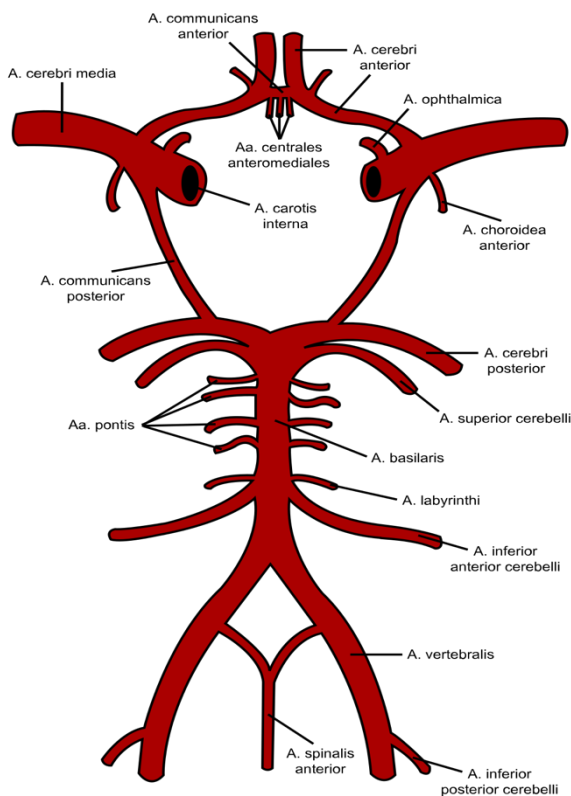
Arcus aortae je jedna z částí aorty. Z konvexity arcus aortae odstupují 3 hlavní kmene : truncus brachiocephalicus, a. subclavia sinistra. a a. carotis communis. sinistra.

Na každé straně z a. subclavia dextra. a sinistra, odstupuje z kmene podklíčkové tepny a.vertebralis dx. et sin. jejíž větví je a. cerebelli inferior posterior, která zásobuje spodní část mozečku a a. spinalis anterior. (Hudák, 2021)

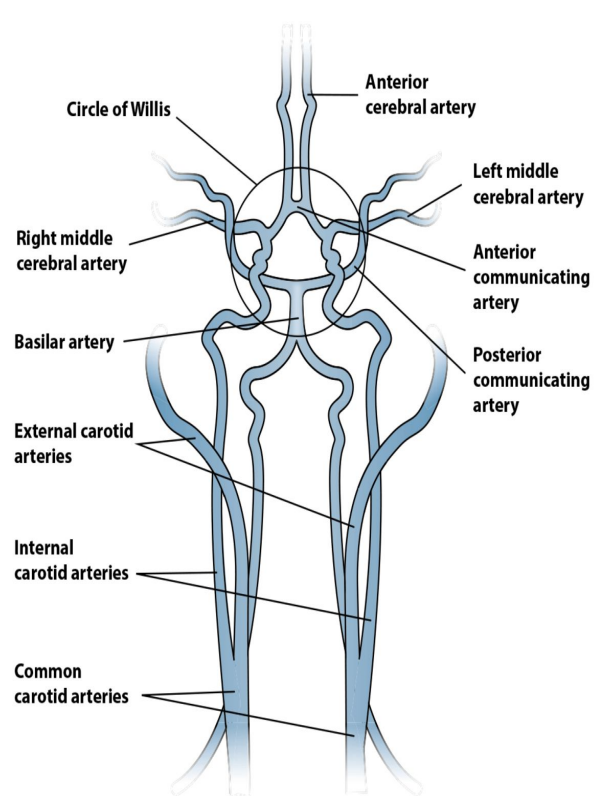
V etiopatogenezi iCMP mají dominantní postavení cévní zásobení mozku a regulační mechanismy mozkové cirkulace. (Nevšimalová, 2002)

Cévní zásobení mozku zajišťují a.carotis interna dextra et sinistra které odstupují z a. carotis communis, a a. vertebralis dextra et sinistra, které se spojují v a. basilaris, která je uložena na ventrální straně kraniálního konce prodloužené míchy a celého pontu, na kraniálním konci pontu se opět rozdělí na dvě aa. cerebri posteriores, dextra et sinistra, které, jsou k hemisféře koncového mozku na mediální plochu týlního a spánkového laloku. Aa. carotides internae, dextra et sinistra se ve své pars cerebralis dělí na několik tepen, z nichž do mozku přicházejí: a. cerebri anterior dextra et sinistra jdoucí dopředu a mediálně před chiasma opticum a dále vzhůru do fissura interhemisphaerica na přední a horní stranu corpus callosum a na mediální plochu čelního a temenního laloku koncového mozku. A communicans anterior je transversální nepárová tepenná spojka, která navzájem propojuje aa. cerebri anteriores obou stran před jejich vstupem do fissura interhemisphaerica. A. cerebri media dextra et sinistra jdoucí vpravo i vlevo jakoby v prodloužení kmene a. carotis interna laterálně, do fossa cerebri lateralis a do insuly; odtud pokračují na zevní plochu hemisféry. Z a. cerebri media jde na obou stranách dorsomediálně tepenná spojka a. communicans posterior dextra et sinistra – do a. cerebri posterior, která vznikla rozdělením a. basilaris. Circulus arteriosus cerebri párově vytvářejí: aa. cerebri posteriores, aa. communicantes posteriores, a. cerebri media, a. cerebri anterior a nepárová a. communicans anterior (Číhák, 2016, s. 364). Prostřednictvím komunikujících artérií (a. communicans posterior dx. et sin.) vytvářejí tyto tepny na

spodně mozku tzv. Willisův okruh, nesmírně důležitou spojkou nejen mezi karotickým a vertebrobasilárním povodím, ale také mezi pravou a levou stranou mozkové cirkulace. Willisův okruh do jisté míry umožňuje kompenzovat porušený přívod arteriální krve z některých přívodných zásobujících artérií (viz. kolaterální oběh). Z Willisova okruhu vycházejí dva systémy artérií. Velké párové tepny probíhají po povrchu mozku a zásobují kortikální a subkortikální oblasti mozkové tkáně. Malé perforující artérie odstupují z přední (karotické) i zadní (vertebrobasilární) části Willisova okruhu a zásobují centrální struktury mozku, především bazální ganglia, thalamus, hypothalamus a dráhy vnitřního pouzdra. Mozkový kmen je zásoben větvkami z vertebrobasilárního povodí, mozeček třemi párovými mozečkovými



Obrázek 1 - Willisův Okruh (wikiskripta.eu)



Obrázek 2 - Cévní systém mozku, (ASRT 2017).

tepny (Nevšímalová, 2002).

## 1.2 Patofyziologie a etiologie mozkové ischemie

Většina tělesných tkání obsahuje při relativně malé spotřebě značné zásoby rezervních žilních látek pro případ blokády v jejich přívodu. Vydrží proto i delší dobu anaerobního metabolismu poměrně beze škody utilizací lipidů a proteinů jako energetických zdrojů. Mozek však nikoliv. (Kalvach, 2010)

Mozková tkáň má velké energetické nároky, což vyžaduje neustálý příjem kyslíku a glukózy (mozková tkáň má 2% hmotnosti, ale 20% celkové spotřeby kyslíku). Spotřeba není konstantní, ale při aktivitě se mírně zvyšuje<sup>1</sup> (Seidl, 2007).

Veškerá kyslíková zásoba mozkové tkáně je 315  $\mu\text{mol/g}$ . Z toho 90  $\mu\text{mol}$  se nachází v parenchymu samotném, 225  $\mu\text{mol}$  v cévách. Tato zásoba umožňuje přežití při náhlé zástavě krevního přítoku na cca 8 minut. Ztráta funkce neuronů s bezvědomím nastává již za 10 sekund od zástavy přívodu krve.

Zásoba uhlovodanů 9  $\mu\text{mol/g}$  se skládá z 5  $\mu\text{mol}$  glykogenu a 4  $\mu\text{mol}$  glukózy. Dovoluje přežití buněk asi 90 min.

Cerebrální metabolický obrat kyslíku je 3,5 ml/100g tkáně / min, tj. 50 ml/min pro celý mozek<sup>2</sup>. Využití glukózy činí 5,5 mg/100g tkáně/min, což představuje pro celý mozek asi 75 mg/min. Glukóza je za normálních podmínek pro mozkovou tkáň hlavním energetickým zdrojem. V situaci krajní nouze se však mozek také obrací k metabolismu ostatních zdrojů, avšak na účet dysfunkce a ireverzibilních strukturálních změn. (Kalvach, 2010)

### **Časový průběh deficitu průtoku krve mozkovou tkání:**

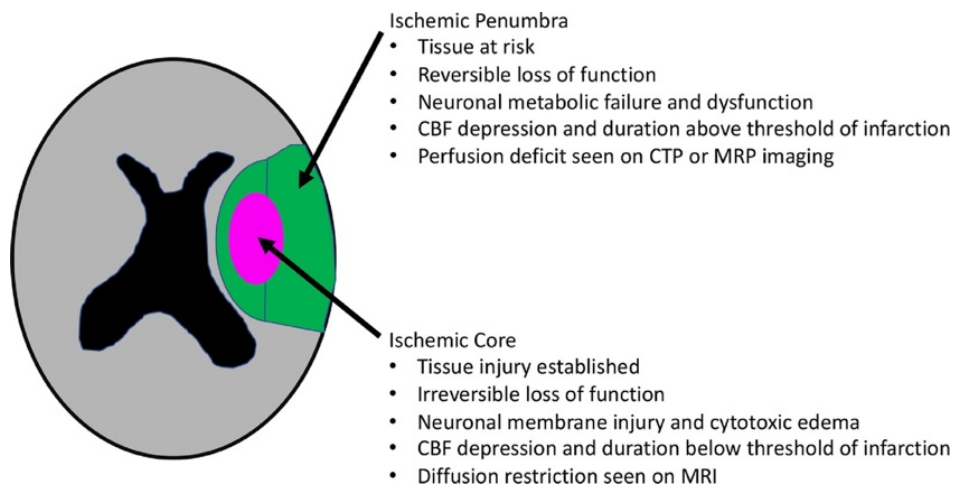
Mozkový objem krve (CBV) ve 100g mozkové tkáně je 60 ml (60 ml/100g). Více relevantní hodnotou je minutový mozkový průtok (mozková perfuze – CBF), který nás informuje, kolik krve proteče 100g mozkové tkáně za minutu (60-80 ml/100 g/1 min) Při poklesu pod 20ml/100g/1 min dochází k poruše funkce mozkových buněk, která bývá označována jako penumbra, tedy ischemický polostín. Postižené mozkové buňky při obnovení mozkového průtoku mají v této fázi ještě schopnost úpravy své funkce, jedná se tedy o reverzibilní poškození. Při snížení průtoku pod 12 ml/100 g/1 min) dochází k ireverzibilnímu poškození mozkových buněk, manifestující se tzv.

---

<sup>1</sup>Výrazné zvýšení spotřeby kyslíku je prokazatelné například při epileptickém záchvatu (Seidl, 2007 str. 102)

<sup>2</sup> Šedá hmota mozková má větší spotřebu než bílá

dokonanou mozkovou ischemií. Terapeutické úsilí je tedy směřováno na léčebné ovlivnění buněk v oblasti penumbry. (Seidl, 2007)



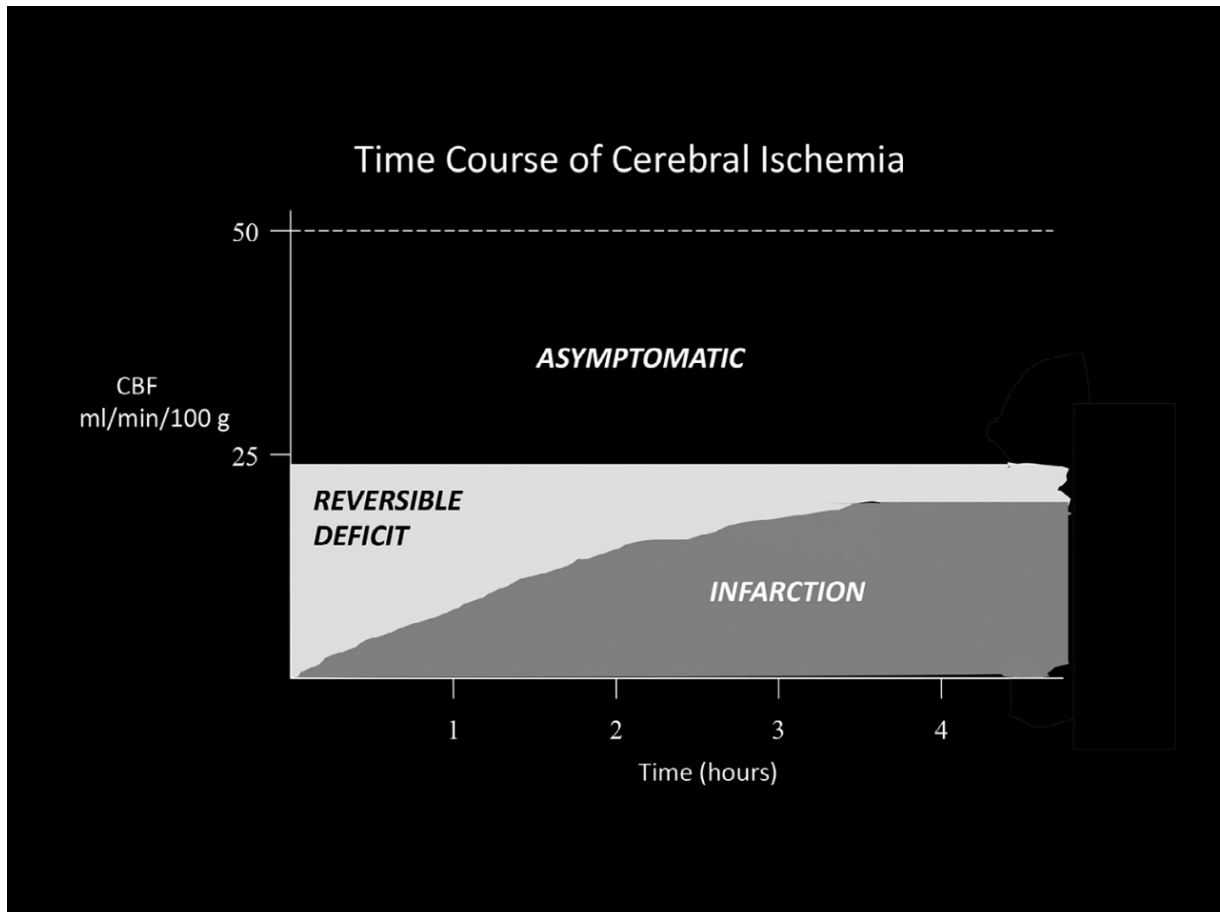
Obrázek 3 - Schematické zobrazení mozkové penumbry a jádra ischemie (Feske, 2021).

Progrese mozkové tkáně k ireverzibilnímu infarktu závisí na velikosti poklesu průtoku krve mozkem a době trvání tohoto poklesu. Při poklesu průtoku krve mozkem přibližně o 50 % zůstávají pacienti asymptomatictí. S dalším poklesem však dochází k reverzibilní neuronální dysfunkci, která vede k ischemickým symptomům, typicky funkčním deficitům odpovídajícím lokalizaci ischemie. Pokud se průtok autonomně obnoví dostatečně rychle, neuronální funkce se obnoví plně a hovoříme pak o prodělaném přechodném ischemickém záchvatu (TIA).

Přerušeni přívodu kyslíku a živin do mozkové tkáně vede v průběhu minut k rozvoji nekrózy mozkové tkáně. Oblast nekrózy je obklopena tkání se sníženou perfuzí (tzv. mozkovou penumbrou). Bezprostřední okolí nekrózy má natolik sníženou perfuzi, že dochází k funkční paralýze neuronů s jejich plně zachovanou buněčnou integritou. Tento stav kriticky snížené perfuze vede ke klinicky zřetelnému neurologickému deficitu. Nedojde-li k včasné revaskularizaci postiženého úseku, dochází k rozšíření nekrózy i do zóny penumbry.

Pokud nízký průtok způsobující ischemii trvá dostatečně dlouho, dojde k nevratnému poškození tkáně, které vede k patofyziologickým událostem popsaným pro mozkový infarkt nebo iCMP. Doba od nástupu příznaků do nástupu nevratného poškození tkáně závisí na velikosti a trvání poklesu průtoku krve mozkem. Infarkt se může objevit již během několika minut v jádru léze a s pokračující dobou trvání ischemie následně progredovat až na periferii místa postižení. Trvání od počátku

ischemie do dokončení infarktu se může pohybovat v řádu minut až hodin (obr. 4), tento časový úsek, označován také jako tzv. terapeutické okno, poskytuje prostor a příležitost pro urgentní terapii za účelem obnovení průtoku krve mozkovou tkání. (Feske, 2021)



Obrázek 4 - Časový průběh v závislosti na mozkovou perfuzi a šíření ischemického jádra (Feske, 2021.)

ICMP jsou způsobeny sníženým přísunem arteriální krve, která přenáší glukózu a kyslík do mozku, což vede k dysfunkci mozkové tkáně v dané oblasti.

Příčiny, odpovědné za vznik icmp shrnuje následující tabulka.

Trombóza	krevní sraženina (trombus) se vytvoří postupně lokálně v přívodné cévě a zpomalí nebo zablokuje průtok krve
Embolie	Vmetek (embolus) je tvořen různorodým materiálem (část aterosklerotických plátů, trombus, kalcifikační materiál, shluky fibrinu a destiček)



Systémová hypoperfuze	Hemodynamické selhání – celkový pokles krevního zásobení
Trombóza mozkových žil a splavů	Venózní okluze způsobuje venostázu, která má za následek edém mozku, navíc může způsobit mozkovou ischemii či krvácení do mozku.
Onemocnění malých tepen	Způsobují tzv. lakunární infarkty mozkové tkáně.
Ostatní	Ikty se známou etiologií (např. neaterosklerotické vaskulopatie, žilní trombóza)

Tabulka 1 - příčiny odpovědné za vznik iCMP, (Clarke, 2016)

Každá uvedená příčina může produkovat odlišné klinické symptomy, ačkoliv bývají příčiny vzniku iCMP často navzájem propojené. Při diagnostice pacientů s iCMP je nutné brát výše uvedené příčiny v potaz, s ohledem na indikaci vhodné následující terapie.

Vliv lokalizovaného uzávěru krevní cévy na průtok krve v oblasti zásobované cévou je závislý na následujících faktorech:

- rozsahu uzávěru
- době trvání uzávěru
- přítomnosti a přiměřenosti kolaterálního oběhu

Výsledné fokální symptomy jsou pak závislé na oblasti mozku, ve které je průtok krve snížen pod minimum nutné k zachování normální neurální aktivity (Clarke, 2016, s. 137).

### **Kolaterální oběh**

Kolaterální oběh<sup>3</sup> hraje klíčovou roli v patofyziologii cerebrální ischemie.

Kolaterální cirkulace mozku má protektivní úlohu. (Kalita, 2006, s. 178)

Anatomické popisy kolaterální cirkulace se často zaměřují na proximálnější anastomózy na Willisově kruhu a zanedbávají sekundární kolaterální dráhy poskytované leptomeningeálními cévami. Patofyziologický nábor kolaterálních cév pravděpodobně závisí na časovém průběhu řady kompenzačních hemodynamických, metabolických a nervových mechanismů. Následná výdrž těchto ochranných cévních

---

<sup>3</sup> Kolaterální oběh zabezpečuje průtok krve v tkáni, jejíž přirozený zdroj krve byl vyřazen.

drah může určit závažnost ischemického poškození. Charakterizace kolaterálního oběhu pomocí pokročilých neurozobrazovacích modalit, které poskytují angiografickou informaci a perfuzní data, může objasnit kritické determinanty kolaterálního průtoku krve. Tyto informace o stavu kolaterálního oběhu mohou být použity k vedení terapeutických intervencí. Prognóza a stratifikace rizika mohou být také zlepšeny rutinním hodnocením kolaterálního průtoku krve (Liebeskind, 2003).

Kolaterální mozková cirkulace na úrovni leptomeningeálních kolaterál představuje důležitý systém nativních (preexistujících) anastomóz. Leptomeningeální (neboli piální) kolaterály představují systém drobných distálních arteriol, které propojují hlavní tepny mozkové cirkulace. Právě tyto kolaterály představují potenciální „zadní vrátka“ k udržení dostatečné perfuze v podmínkách akutní ischemické iCMP. Stav kolaterálního řečiště je jedním z prognostických ukazatelů pacientů s akutní iCMP (Volný, 2013).

### **1.3 Klasifikační systémy pro ischemické cévní mozkové příhody**

iCMP je etiologicky heterogenní skupinou a podle zjištěné příčiny se dělí na subtypy. Zjistit příslušný subtyp iCMP je velmi potřebné nejen pro specifikaci léčby akutní fáze, ale zejména pro výběr druhu sekundární prevence (viz. podkapitola 4.4).

Podtypování iCMP může mít různé účely, např. popis charakteristik pacientů v klinické studii, seskupování pacientů v epidemiologické studii, pečlivé fenotypování pacientů v genetické studii a klasifikace pacientů pro terapeutické rozhodování v každodenní praxi (Amarenco, 2009).

Tedy etiologická klasifikace iCMP je přínosná pro stanovení správné diagnózy a zahájení optimální léčby; má význam také pro výzkumné účely.

Každý z těchto klasifikačních systémů má své silné a slabé stránky a volba, který systém použít, může záviset na konkrétní klinické situaci a účelu klasifikace.

Nejrozšířenější a nejpoužívanější klasifikační systém iCMP je TOAST.

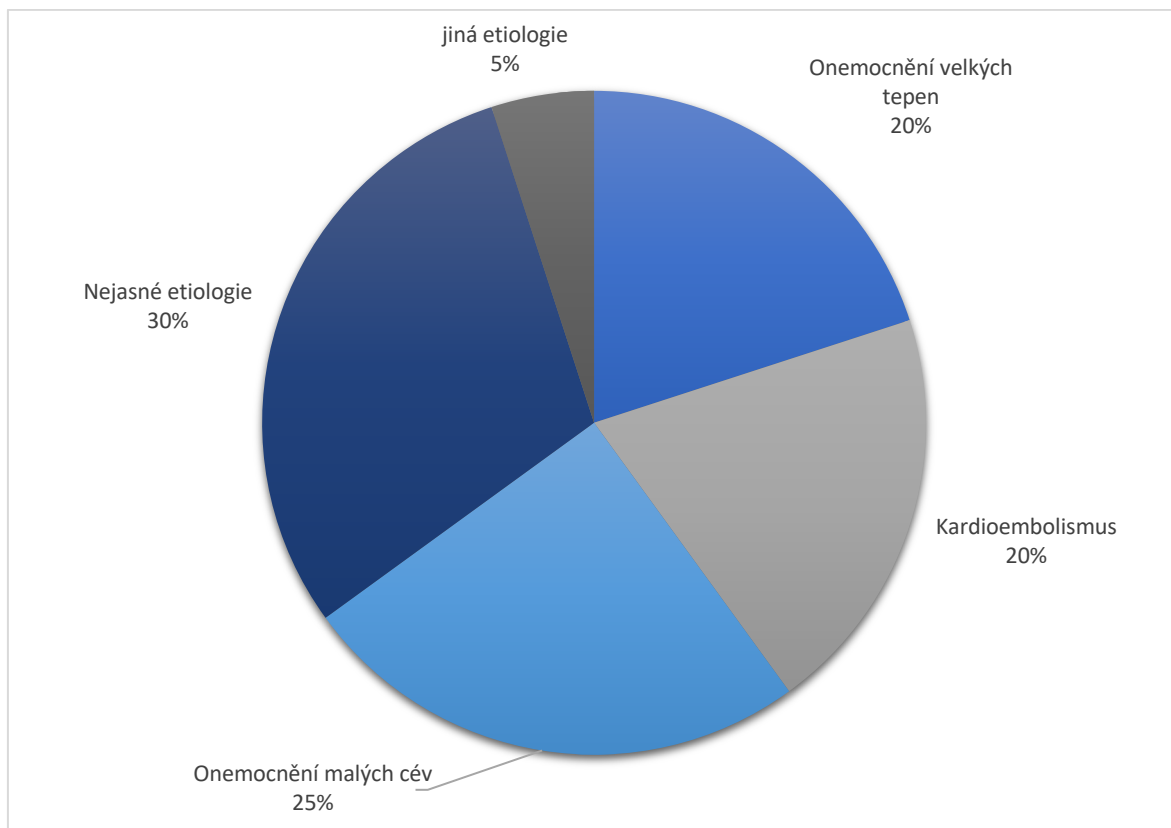
#### **Klasifikace TOAST (Trial of Org 10 172 in Acute Stroke Treatment)**

V nejužívanější klasifikační systém subtypů akutního iCMP je systém, který kategorizuje iCMP podle hlavní etiologie. Byl vytvořen pro studii TOAST. (Kalita, 2006, s. 23) Klasifikační schéma TOAST pro iCMP je široce používán. Tento systém se pokouší klasifikovat iCMP podle hlavních patofyziologických mechanismů, které jsou považovány za příčinu většiny iCMP. Přiřazuje iCMP do pěti subtypů na základě

klinických znaků a výsledků pomocných studií včetně zobrazování mozku, neurovaskulárních hodnocení, vyšetření srdce a laboratorních hodnocení protrombotického stavu.

Pět subtypů TOAST ischemické cévní mozkové příhody jsou:

- Onemocnění velkých tepen (aterombogenní, trombotická iCMP)
- Kardioembolické mozkové příhody
- Onemocnění malých cév (lakunární iCMP)
- Cévní mozková příhoda jiné určené etiologie
- Cévní mozková příhoda nejasné etiologie (Caplan, 2023)



Graf 1 - Subtypy iCMP a jejich procentuální zastoupení v rámci TOAST. Data: Toast Classification of Stroke 2023 (vlastní zpracování).

## ASCOD

V roce 2009 byl navržen nový systém pro fenotypování pacientů s ischemickou cévní mozkovou příhodou, nazvaný ASCO (A pro aterosklerózu; S pro onemocnění malých cév, C pro srdeční patologii a O pro jiné příčiny), abychom lépe popsali překrývání mezi chorobami, které jsou základem CMP. Předchozí klasifikace podtypů cévní mozkové příhody zohledňovala pouze velikost a lokalizaci mozkové ischemie nebo onemocnění považované za přímo kauzálně související s iCMP, přičemž

zanedbávala další základní onemocnění, která nejsou považována za kauzálně související, i když jsou přítomna, jako jsou klasifikace TOAST a CCS. (Amarenco, 2013)

Novější a podrobnější systém představuje klasifikace ASCOD (A – atherosclerosis – ateroskleróza, S – small vessel disease – onemocnění malých tepen, C – cardiac source – kardiální zdroj, O – other cause – jiná příčina, D – dissection – disekce). Každá z těchto kategorií je navíc odstupňována (1-3) Pokud není příčina iCMP zjištěna, případně zůstává nejasná, považujeme ji zpravidla za kryptogenní<sup>4</sup>. V současné době je nejčastější příčinou iCMP kardiální zdroj. Včasné a správné stanovení příčiny iCMP je zásadním předpokladem pro efektivní sekundární prevenci. (Šaňák, 2018, s. 290-295)

Jednou z hlavních výhod fenotypizace ASCOD je absence „neurčené“ nebo „kryptogenní“ skupiny nebo „embolické CMP neznámého původu“. U pacienta, který nezapadá do žádné kategorie ASCOD, můžeme říci, že jsme našli specifická onemocnění, ale že nejsme schopni stanovit přímou příčinnou souvislost mezi onemocněními KVS a iCMP. Tato onemocnění však můžeme léčit podle směrných doporučení, abychom snížili riziko recidivy. (Amarenco, 2013)

### **Causative Classification of Stroke (CCS)**

Kauzativní klasifikace ischemické cévní mozkové příhody, CCS, je automatizovaná verze systému TOAST, což je systém založený na důkazech, který sjednocuje více aspektů diagnostického vyhodnocení CMP regulovaným způsobem, aby byl navrhnut nejpravděpodobnější mechanismus v přítomnosti více potenciální příčiny. Byl vyvinut s cílem maximalizovat spolehlivost mezi vyšetřujícími při klasifikaci iCMP a zároveň využívat úplný soubor diagnostických dat z typického „zpracování iCMP“. Automatizovaný systém CCS omezuje variabilitu mezi vyšetřujícími při interpretaci charakteristik souvisejících s CMP zajišťuje konzistenci při zadávání dat, a tím dále zvyšuje spolehlivost klasifikace TOAST v etiologické klasifikaci CMP. Tento systém klasifikuje iCMP do podtypů na základě etiologie, včetně aterosklerózy velkých tepen, kardioembolie, okluze malých cév, jiné určené etiologie a neurčené etiologie. CCS nabízí informace o podtypu ve dvou různých formátech: kauzativní podtyp a

---

<sup>4</sup> Kryptogenní CMP = neznámé etiologie, (kryptós; z řečtiny skrytý).

fenotypový podtyp. Identifikace kauzativního podtypu vyžaduje integraci mnoha aspektů hodnocení iCMP včetně charakteristik symptomů, vaskulárních rizikových faktorů, výsledků diagnostických testů, odpovědi na léčbu a prognózy.

Jinými slovy, označení kauzativního podtypu vyžaduje rozhodovací proces. Diagnóza okluze malých cév například vyžaduje nejen přítomnost lakunárního infarktu v klinicky relevantním místě, ale také vyloučení stavů, jako je disekce, ateroskleróza, vaskulitida nebo vazospasmus mateřské tepny na počátku penetrující tepny. Fenotypové podtypy jsou na druhé straně dokumentací abnormálních testů. Proces fenotypové subtypizace nevyžaduje žádné posouzení ze strany klinického lékaře-zkoušejícího. Například u pacienta s lakunárním infarktem v ponsu, mnohočetnými stereotypními lakunárními TIA během předchozích dnů, otevřeným foramen ovale a středně těžkou až těžkou stenózou v počátku jedné z vertebrálních tepen je kauzativní subtyp CCS „pravděpodobná okluze cévy“, zatímco fenotypovým podtypem je „ateroskleróza velkých tepen + lakunární infarkt + srdeční embolie“. CCS obsahuje čtyři fenotypové podtypy (ateroskleróza velkých tepen, srdeční embolie, lakunární infarkt, jiné neobvyklé příčiny).

Existují čtyři možné stavy pro aterosklerózu velkých tepen a kardioembolismus (velký, malý, chybějící, neúplné hodnocení), tři pro lakunární infarkt (závažný, nepřítomný, neúplné hodnocení) a dva pro skupinu „jiných neobvyklých příčin“ (závažný, chybí). Poslední kategorie (jiné neobvyklé příčiny) nezahrnuje neúplné hodnocení, protože neexistuje žádné standardní minimální diagnostické hodnocení pro různorodou řadu etiologií iCMP zahrnutých v této kategorii. Celkově systém CCS nabízí 96 fenotypových kombinací.

Systém CCS klasifikuje etiologii CMP do 5 hlavních kauzálních kategorií:

1. ateroskleróza velké supraaortální tepny
2. kardioaortální embolie
3. okluze malé tepny
4. další neobvyklé příčiny
5. neurčené příčiny.

Neurčená skupina se dále dělí na 4 podkategorie jako:

1. kryptogenní embolie
2. neznámá

3. neúplné hodnocení
4. neklasifikované skupiny

(Causative Classification System for Ischemic Stroke (CCS))

## 1.4 Rizikové faktory

Rizikové faktory pro vznik iCMP můžeme rozdělit na ovlivnitelné a neovlivnitelné. Mezi závažné ovlivnitelné rizikové faktory pro vznik CMP řadíme například arteriální hypertenzi a diabetes mellitus. U osob s diabetem je 1,5 - 3x vyšší pravděpodobnost vzniku iCMP v porovnání se zdravou populací. Oba uvedené faktory mohou vést k ateroskleróze tepen, která je ve svém důsledku velmi častou příčinou iCMP (Alloubani 2018, s. 578-583).

Je však potřeba si uvědomit, že rizikové faktory nejsou přímými příčinami iCMP. Z velké části jsou odpovědné zejména demografické faktory, již existující onemocnění nebo životní styl jedinců, kteří mají kardiovaskulární onemocnění.

Hlavními rizikovými faktory pro vznik iCMP jsou tedy rizikové faktory aterosklerózy a srdečních onemocnění. Přítomnost více než jednoho rizikového faktoru iCMP se stává multiplikativním (rizika se znásobují), nikoli aditivní (rizika se nesčítají). iCMP je proto často asociována s kombinací rizikových faktorů, které se násobí, než jedním faktorem odpovědným za její vznik (Clarke, 2016, s. 137).

K neovlivnitelným rizikovým faktorům patří rasa (postižených iCMP v mladém věku převažuje černošská rasa), věk, pohlaví (více jsou iCMP postiženi muži), a dále pak vlivy genetické, socioekonomické, zeměpisné a klimatické (Seidl, 2006, str. 36).

### Arteriální hypertenze

Je nejvýznamnější ovlivnitelný rizikový faktor iCMP. Arteriální hypertenze (AH) se definuje jako hodnota krevního tlaku (TK)  $\geq 140/90$  mm Hg naměřený při dvou návštěvách v ambulanci lékaře.

Prevalence AH v dospělé populaci průmyslových zemí je vysoká 20 – 50% v české populaci ve věku 25 – 64 let se pohybuje kolem 35%. S rostoucím věkem výrazně narůstá. Přesto uvádí anamnesticky AH jen jedna čtvrtina až třetina nemocných s CMP. Řada nemocných o svém vysokém TK neví a řada známých hypertoniků není léčena dostatečně – 27% ischemických a 57% hemoragických CMP postihuje nemocné s nedostatečně léčenou AH.

Prevence: Léčba. Cílem léčby je snížení TK < 140/90 mm Hg. U nemocných po prodělané iCMP je přínosnější snížení TK < 130/85 mm Hg. U diabetiků a některých dalších rizikových skupin je cílem léčby TK pod 120/80 mm Hg. U každého hypertonika má být ihned zahájena nefarmakologická léčba. Nefarmakologická léčba zahrnuje snížení nadváhy (body mass index > 25kg/m<sup>2</sup>) a abdominální obezity (obvod pasu u muže > 102 cm, u ženy > 88 cm), zvýšení fyzické aktivity omezení konzumace alkoholu, a omezení příjmu sodíku. Farmakologická léčba má být zahájena ihned při přítomnosti dalších rizikových faktorů aterosklerózy a při AH 2. stupně (TK 160 – 179 / 100 – 109 mm Hg) a 3. stupně (TK ≥180/ ≥110 mm Hg). V terapii vysokého krevního tlaku se používají antihypertenziva, mezi které se řadí inhibitory angiotenzin konvertujícího enzymu, blokátory receptorů angiotenzinu, blokátory kalciových kanálů, beta blokátory, diuretika. K dosažení cílových hodnot TK je většinou potřebná kombinace léků. Výhodnější je kombinace nižších dávek více léků než zvyšování dávek jednotlivého léků.

### **Srdeční onemocnění**

Embolizace ze srdce jako příčina iCMP. Embolizace z levostranných srdečních oddílů do mozku nebo paradoxní embolizace z žilního systému přes srdeční zkratovou vadu je poměrně častou příčinou iCMP. Až 20% iCMP a TIA je embolizační etiologie. Přítomnost nitrosrdečního trombu ještě nepotvrzuje, že prodělaná iCMP byla embolizační a nepřítomnost trombu embolizační etiologii nevyklučuje. Trombus mohl právě embolizovat nebo byl příliš malý pro detekci. Nejsou dokonce ani údaje o tom, že by nemocní s detekovatelným trombem měli větší počet iCMP.

### **Diabetes mellitus**

Diabetes mellitus 2. typu, doprovázený často obezitou a poruchami lipidového metabolismu, je v populaci velmi častým onemocněním. Dlouhodobá hyperglykemie vede k poškození a snížení funkce mnoha životně důležitých orgánů včetně CNS, k akceleraci aterosklerózy v oblasti makro i mikrovaskulární, a zvýšené citlivosti organismu k dalším rizikovým faktorům. Zvyšuje hladinu fibrinogenu a dále podporuje koagulaci zvyšováním koagulačních faktorů V a VII.

Endoteliální poruchy z hyperglykemie a zvýšeného oxidačního stresu usnadňují aterogenezi a remodelaci cévní stěny. V jejich důsledku strádají početné orgány, z nichž je mozek ohrožen nejvíce sekundárně: srdeční poruchy představují ischemické

kardiomyopatie a arytmie, které spolu se zvýšenou koagulací predisponují ke kardioembolismu.

Podle Framinghamské studie by eliminace diabetu zabránila 21% CMP. Při vzniku iCMP se rozsah postižení i mortalita a klinické následky zhoršují současnou hyperglykemií. Ta vede k laktacidóze, která zrychluje přechod ischemického polostínu do plné ischemické nekrózy.

Opatření k prevenci diabetické angiopatie: Léčbu je třeba zaměřovat na všechny faktory většinou přítomného metabolického syndromu. Žádoucí je zaměřit se též na omezení příjmu tuku a cholesterolu, limitace obsahu proteinů ve stravě na 10 – 20% celkového energetického příjmu. Snížit hmotnost pacientů hlavně pomocí zvýšené fyzické aktivity. Dodržování diabetické diety, dostatek pohybu a farmakologická kompenzace glykemie.

### **Migréna**

Statisticky se jeví přítomnost aury při migréně faktorem zvyšujícím 6 – 8 násobně nebezpečí CMP. V epidemiologii iCMP se počítá migréna za nezávislý rizikový faktor, který se u osob postižených iCMP před 50. rokem věku eviduje ve 25%.

Dispozice k migrenóznímu mechanismu iCMP je vlastní nejen mladším věkovým skupinám, ale především ženskému pohlaví. Do 45 let je riziko žen oproti mužům čtyřnásobné. Riziko se dále zvyšuje užíváním hormonální antikoncepce, riziko žen v této dvojkombinaci je již čtrnáctinásobné, v kombinaci s kouřením je desetinásobné. Nejhorší je trojkombinace migréna + kouření + perorální hormonální antikoncepce, kde přidané riziko stoupá proti zdravým jedincům 34x.

### **Perorální antikoncepce / substituční hormonální léčba**

U p.o. antikoncepce se absolutní riziko může jevit nízké 1 iCMP na 24 000 žen, avšak umocňuje se při přítomnosti dalších RF jako je hypertenze, kuřácky, a hlavně u žen s genetickou predispozicí k trombofilii. Pacientky s migrénou, zejména s aurou, je třeba od p.o. antikoncepce odradit, protože se rizika v těchto kombinacích umocňují (Kalvach, 2010).

## **1.5 Epidemiologie**

Cévní mozková příhoda je jednou z nejčastějších příčin úmrtí a invalidity ve vyspělých zemích s odhadovanou celkovou prevalencí u dospělých 2,5%, která roste s rostoucím věkem, přičemž se odhaduje na 45% ve věkové skupině nad 85 let, pokud



se jedná o tiché infarkty. iCMP je jednou ze tří hlavních příčin úmrtí ve vyspělých zemích; s jedním úmrtím způsobeným cévní mozkovou příhodou na každých 15–18 celkových úmrtí. ICMP představuje také obrovskou sociální zátěž, zejména svou morbiditou spojenou s funkční závislostí postiženého. V důsledku zvyšujícímu se věku populace se očekává, že zdravotní náklady spojené s iCMP budou v příštích desetiletích nadále exponenciálně růst. (Vilela, 2017)

Dle dat zveřejněných Ústavem zdravotnických informací a statistiky ČR (ÚZIS ČR) bylo v roce 2017 v důsledku iCMP hospitalizováno celkem 28 513 pacientů (14 568 mužů a 13 945 žen), což je více než počet hospitalizovaných kvůli ICHS (25 560) a akutnímu infarktu myokardu (22 883). Z celkového počtu 28 513 hospitalizovaných zemřelo 2 310. Kardiovaskulární nemoci jsou v ČR nejčastější příčinou úmrtí. Podle dat z roku 2017 (ČSÚ) se diagnostika dále výrazně zpřesnila: hospitalizovaných s neurčenou CMP bylo vykázáno jen 8 %.

## **2 Diagnostika ischemické cévní mozkové příhody**

V předchozí kapitole bylo vysvětleno mechanismus vzniku iCMP, rozdělení CMP, její patologie a rizikové faktory. Dle poznatků z epidemiologických dat, bylo zjištěno, že KVN jsou v České republice i na světě jedny z nejčastějších příčin úmrtí, a proto při postižení touto nemocí je důležitá rychlá intervence lékaře a přesná diagnostika, kterou se budeme zabývat v této kapitole. Nejdůležitějším úkolem diagnostiky rozpoznání symptomů CMP a aktivaci záchranné zdravotnické služby (viz kapitola 4.), zhodnotit závažnost a zhodnotit funkční postižení, a možné dopady. Důležité také je rozlišit iCMP od hCMP, což je stěžejní informace pro následnou léčbu. Což bude vysvětleno v této kapitole.

### **2.1 Klinický obraz , příznaky a symptomy**

CMP se projevují náhlým výpadkem části mozkových funkcí odpovídajícím umístění ložiska ischemie či hemoragie. Klinické projevy CMP jsou tudíž pestré. Nejčastěji se projeví kontralaterální centrální parézou a centrální hemiparézou, hemihypestezií, je-li postižena dominantní mozková hemisféra, též afázií. Při lézích vertebrobazilárního povodí jsou v popředí poruchy rovnováhy, poruchy polykání a dysartrie, parézy okohybných nervů s diplopií, parézy a poruchy koordinace končetin.

U nejzávažnějších forem i poruchy vědomí. V mnoha případech je rozpoznání ischemické a hemoragické CMP podle klinických příznaků nemožné.

Obecně je u většiny pacientů s akutním CMP přítomna dekompenzovaná hypertenze, může se vyskytovat i arytmie nebo selhání levo či pravostranných srdečních oddílů nebo nedávné prodělaní infarktu myokardu (Fiksa, 2015).

Z důvodu zaměření této práce nelze podrobně popsat klinickou symptomatologii.

Tedy jen velmi zjednodušeně by mohlo být vysvětleno, že při postižení teritoria a. cerebri media, je přítomna hemiparéza<sup>5</sup> na kontralaterální straně těla, s výraznějším postižením horní končetiny, při lézi dominantní hemisféry často doprovázená afázií (je ztráta nebo porucha řeči způsobená porušením řečových oblastí mozku). Při iCMP v povodí a. cerebri posterior je dominantním příznakem kontralaterální homonymní hemianaopsie<sup>6</sup>. Při těžké poruše nebo úplné zástavě mozkové perfuze dochází k celkové mozkové hypoxii, kdy po několika minutách při neobnovení mozkové cirkulace nastane mozková smrt (Seidl, 2007 str. 103).

### **Příznaky a symptomy**

ICMP je lékařskou pohotovostí, protože každou minutu, kdy není iCMP léčena, pacienti ztrácejí v průměru 1,9 milionu neuronů v postižené oblasti mozku. Proto je důležité rozpoznat počáteční příznaky a symptomy a rychle vyhledat lékařskou pomoc. Čím dříve je mozková příhoda léčena, tím větší je šance na uzdravení. Mezi běžné příznaky iktu patří:

- závratě
- náhlý zmatek
- náhlá, silná a atypická bolest hlavy potenciálně doprovázená zvracením nebo ztrátou vědomí
- náhlé poruchy vidění (např. dvojité vidění, rozmazané vidění, slepota)
- potíže s mluvením nebo porozuměním druhým
- slabost nebo necitlivost na jedné straně těla nebo obličeje

---

<sup>5</sup> Částečné ochrnutí jedné poloviny těla

<sup>6</sup> Hemianopsie je specifický výpadek zorného pole, který postihuje buď pravou, nebo levou polovinu zorného pole. Hemianopsii vzniklou na obou očích rozlišujeme na homonymní (na obou očích je výpadek na stejné straně) a heteronymní (výpadek je na protilehlých stranách). U heteronymní hemianopsie lze ještě rozlišit situaci, kdy vypadnou obě vnitřní poloviny zorného pole (tj. obě směrem ke kořeni nosu), nebo obě zevní poloviny (tj. obě směrem k ušním boltcům). (Collins, 2007)

Tyto příznaky se nemusí objevit současně. Některé iCMP mají méně typické příznaky, zatímco jiné jsou zcela asymptomatické a mohou být diagnostikovány měsíce nebo roky poté, co k nim došlo.

K diagnóze asymptomatických mozkových příhod obvykle dochází, když pacient prochází symptomatickou iCMP a neurozobrazení ukazuje známky infarktů proběhlých v minulosti. Nedávné studie však odhalují, že asymptomatické iCMP způsobují trvalé poškození, zejména kognitivní deficity.

### **Test: Face, Arm, Speech, Time (běžně zkrácený jako FAST)**

Jedná se o rychlé vyhodnocení CMP, které může provést kdokoli bez ohledu na vzdělání ve zdravotnickém oboru:

- **Oblíče (FACE)** – Když se dotyčný usměje, poklesne některá část obličeje?
- **Paže (ARM)** – Když osoba zvedne obě paže, klesá jedna paže dolů nebo je zvednutá níže než druhá?
- **Řeč (SPEECH)**– Když osoba opakuje jednoduchou frázi, je řeč nezřetelná, zkomolená nebo nesmyslná?
- **Čas zavolat 155 (TIME to call)**– Pokud osoba vykazuje některý z výše uvedených příznaků, volejte 155 bez ohledu na pozorované zlepšení (Ferrara, 2020).

## **2.2 Neurologické vyšetření**

Klasické neurologické vyšetření je nedílnou a důležitou součástí diagnostického postupu u akutní iCMP. Jeho součástí je i získání relevantních anamnestických dat jak z hlediska předchorobí (údaje o cévních rizikových faktorech, prodělaných CMP, kardiálních onemocněních aj.), tak okolností vzniku příznaků (rychlost, charakter a zejména čas jejich rozvoje). Informace pomáhají nasměrovat vyšetřovací algoritmus, určit nejpravděpodobnější lokalizaci léze a tím také přispět k specifitějšímu zaměření dalších vyšetřovacích metod. Důležité je však zdůraznit, že samotné klinické vyšetření není dostatečně citlivé k zjištění etiologie příznaků CMP (tzv. stroke-like symptoms) a tedy ani k odlišení hemoragické a ischemické CMP. Některé indicie mohou zvyšovat pravděpodobnost jedné z variant, ale k definitivnímu stanovení je vždy nutné neurozobrazovací vyšetření.

Klinické neurologické vyšetření však může mít, zejména v případě iCMP, prognostický význam. V případě akutní cévní mozkové příhody stanovujeme na základě standardizovaného neurologického vyšetření - NIHSS (The National Institute

of Health Stroke Scale). NIHSS je škála mapující aktuální neurotopický deficit. Má 15 složek, kde jsou kvantifikovány jednotlivé komponenty neurologického vyšetření, jako jsou vědomí, řeč, motorika, senze, vizuální a cerebelární funkce (Reif, 2013).

V akutní fázi iCMP jsou nejsilnějšími prediktory výsledku závažnost iCMP a věk pacienta. Závažnost cévní mozkové příhody může být posouzena klinicky na základě stupně neurologického postižení (např. ztížená mobilita, mluva, chování, deficit zorného pole, motorický deficit) a velikosti a umístění infarktu na zobrazovacích metodách, hlavně pomocí magnetické rezonance (MRI) nebo výpočetní tomografie (CT), kterým se budeme věnovat v této bakalářské práci později.

Mezi další důležité vlivy na důsledek cévní mozkové příhody patří mechanismus iCMP, komorbidní stavy, epidemiologické faktory a komplikace cévní mozkové příhody.

### **2.3 Hodnotící škály neurologického a funkčního poškození**

Existuje mnoho hodnotících škál vyhodnocujících funkční poškození mozku, zde zmíníme pouze ty nejpoužívanější v našem zdravotnictví.

Neurologická závažnost — Závažnost iCMP při neurologickém vyšetření je pravděpodobně nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím krátkodobý i dlouhodobý výsledek. Obecně platí, že CMP se závažnými počátečními klinickými deficity mají špatné výsledky ve srovnání se slabšími CMP.

Neurologické poškození se v mnoha výzkumných studiích a stále častěji i v klinické praxi měří kvantitativně pomocí škály National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS).

**Skóre NIHSS** se nejčastěji používá, když se u pacientů poprvé objeví příznaky CMP. Několik studií prokázalo, že NIHSS je dobrým prediktorem výsledku CMP. Výsledek z výzkumu, který analyzoval skóre NIHSS získaný do 24 hodin od nástupu příznaků akutní iCMP od více než 1200 pacientů zařazených do klinické studie. Každý další bod na NIHSS snížil šanci na vynikající výsledek za tři měsíce o 17 procent. Po třech měsících byl podíl pacientů s vynikajícími výsledky pro skóre NIHSS 7 až 10 a 11 až 15 přibližně 46 a 23 procent.

Skóre NIHSS  $\leq 6$  předpovídalo dobré uzdravení (schopný žít samostatně, bez ohledu na to, zda je schopen se vrátit do práce nebo školy), zatímco skóre  $\geq 16$  bylo spojeno s vysokou pravděpodobností úmrtí nebo těžkého postižení.

V mnoha takových studiích jsou ukazatelé jako „dobré zotavení“ na nezávislosti v činnostech každodenního života, jako je například mobilita. NIHSS však nehodnotí komplexnější cíle, jako je návrat k předchozímu zaměstnání, účast na volnočasových aktivitách nebo začlenění do plnohodnotného sociálního života.

Obecně platí, že začlenění do těchto každodenních aktivit a oblastí je menší než ta, která naměřila NIHSS (Edwardson, Kasner, 2023).

### **Kanadská neurologická škála (CNS)**

CNS je také užitečná pro predikci výsledku terapie po iCMP. Skóre CNS < 6,5 při přijetí je spojeno se zvýšenou 30-denní mortalitou a špatným výsledkem po šesti měsících.

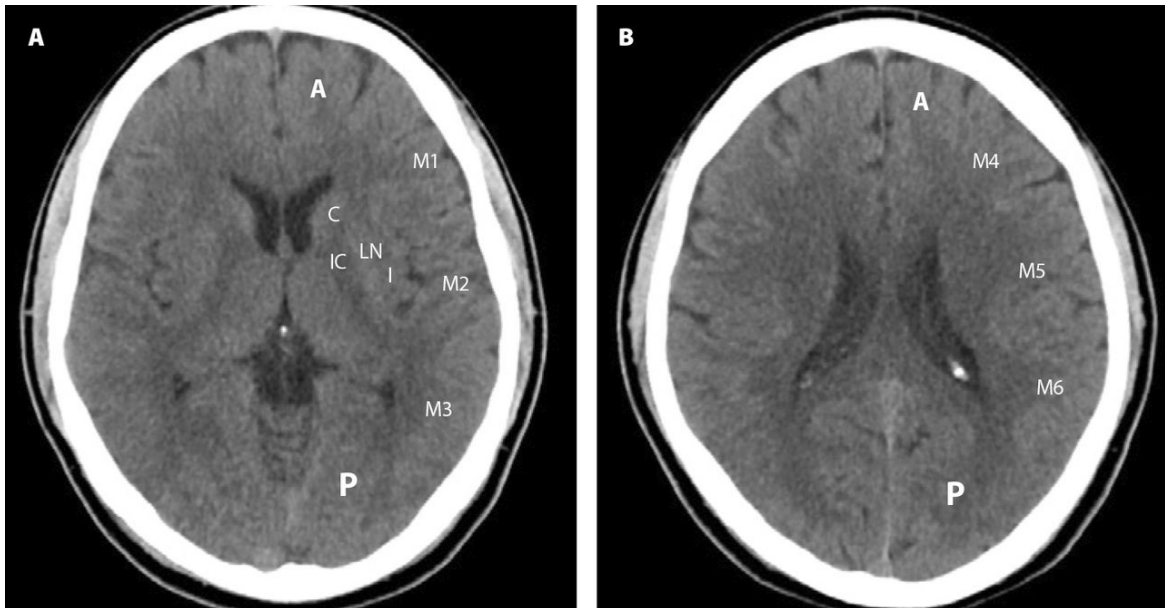
Důležitým omezením škál NIHSS i CNS je, že nezachycují všechna postižení související s iCMP. Například iCMP může způsobit významné postižení v důsledku poškození funkce ruky a jemné motorické koordinace, aniž by došlo ke změně NIHSS. Obě škály nemusí zachytit významnou kognitivní dysfunkci a ani jedna neměří pacientovu schopnost rovnováhy.

U pacientů s iCMP, kteří jsou léčeni intravenózní trombolýzou a/nebo mechanickou trombektomií podle doporučených pokynů, může dojít k dramatickému snížení neurologického poškození. Metaanalýza studií s mechanickou trombektomií zjistila, že ve srovnání s kontrolami měli pacienti, kteří podstoupili intervenci, dvakrát vyšší pravděpodobnost návratu k funkční nezávislosti do 90 dnů po léčbě (Goyal, 2016). Škály poškození provedené po intervenci jsou tedy přesnějším měřítkem prognózy než ty, které byly provedeny při úvodním neurologickém vyšetření. (Jeong, 2018)

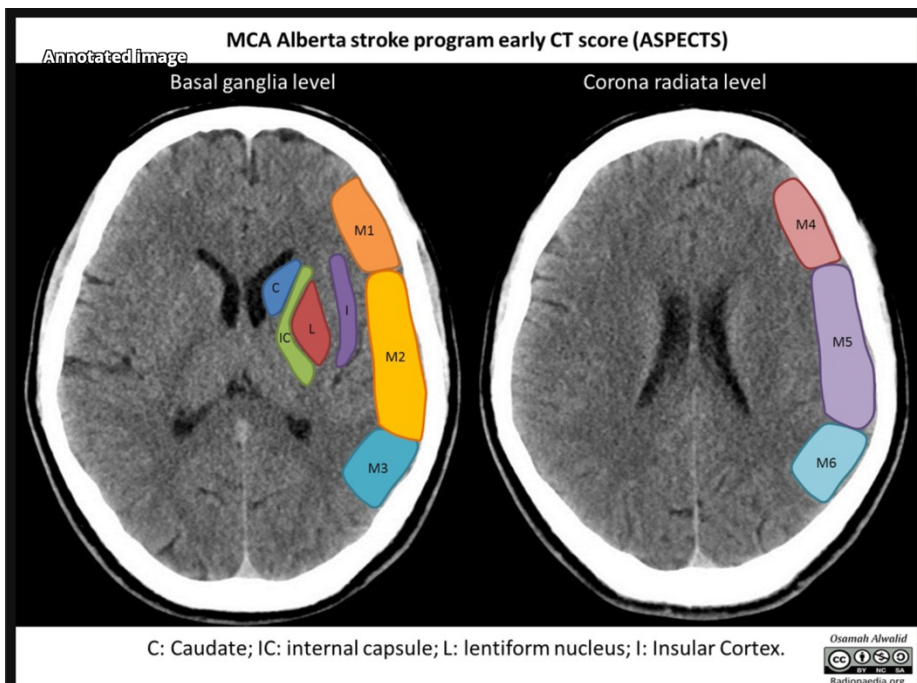
### **Skóre ASPECTS (Alberta Stroke Program Early CT Score)**

ASPECTS je hojně používaným klinickým vyšetřením pro hodnocení časných ischemických změn v mozkové tkáni. Tato škála umožňuje hodnotit rozsah ischemických změn v mozku v přední cirkulaci (oblast ACM). Tato oblast je rozdělena na 10 regionů, nabývá hodnot od 0 (postižení celé oblasti ACM), 10 (žádné ischemické změny). Při každém dalším regionu postiženém ischemií je odečten 1 bod. Hodnotíme nucleus caudatus (C), nucleus lentiformis (L), capsula interna (IC), insulu (I) a úseky M1-M6, přičemž M1-M3 jsou ve výši bazálních ganglií a M4-M6 na úrovni stropu postranních komor. Byla vytvořena i modifikace ASPECTS skóre pro zadní povodí

(vertebrobazální) - pc-ASPECTS, ta se však v praxi nerozšířila. (Vinklársek, 2018, s. 257)



Obrázek 5 - Nativní snímky počítačové tomografie (CT) v axiální rovině (A) na úrovni thalamu a bazálního ganglia, včetně 4 hlubokých a 3 kortikálních teritorií, (B) a na úrovni sousedící s nejvyšším okrajem gangliových struktur, včetně 3 kortikálních větví středního mozku tepny (MCA). Zkratky: A, přední oběh; C, ocasní hlava; IC, vnitřní kapsle; I, ostrovní kůra; LN, lentiformní jádro; M1, přední kůra MCA; M2, MCA kortex laterálně k insulární stuze; M3, zadní MCA kortex; M4, M5, M6, přední, laterální a zadní teritoria MCA (přibližně 2 cm nad M1, M2 a M3, v tomto pořadí); P, zadní oběh. (Dr Subash Thapa and Radiopaedia.org)



Obrázek 6 - Anotovaný CT obraz při vyšetření pomocí ASPECTS škály (radiopedia.org)

## **Glasgow Coma Scale (GCS)**

GCS byla vyvinuta k popisu hloubky a trvání poruchy vědomí nebo kómatu. V tomto měření se nezávisle měří tři aspekty chování: motorická reakce, verbální výkon a otevírání očí. GCS lze použít u jedinců s traumatickým poraněním mozku, CMP, netraumatickým kómatem, zástavou srdce a požitím toxických látek.

GCS se skládá ze tří složek:

- 1) Nejlepší odezva oka, o které se předpokládá, že ukazuje, zda jsou vzrušivé mechanismy v mozkovém kmeni aktivní
- 2) Nejlepší verbální odpověď, která je považována za nejběžnější definici konce kómatu nebo obnovení vědomí;
- 3) Nejlepší motorická odezva, o které se předpokládá, že je spojena s fungováním centrálního nervového systému.

Každá složka má určitý počet stupňů počínaje tím nejzávažnějším. Nejlepší reakce očí má 4 stupně; Nejlepší verbální odpověď má 5 stupňů; Nejlepší motorická odezva má 6 stupňů.

GCS sice lze použít u pacientů s cévní mozkovou příhodou, nicméně užitečnějším hodnocením vědomí u této populace může být škála National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS), vyvinutá speciálně pro použití u pacientů s CMP. (Zeltzer, Korner-Bitensky, 2008)

Modifikovaná Rankinova škála (mRS):

Jedná se o jednoduché hodnocení míry funkční nezávislosti pacientů s prodělanou iCMP. Škála obsahuje pět stupňů:

1. postižení lehkého stupně
2. životní styl ovlivněn, ale pacient je schopen se o sebe postarat
3. lehké až střední poškození, nemocný potřebuje pomoc při některých činnostech, chůze schopen bez dopomoci
4. těžší neschopnost, postižený není schopen chůze bez dopomoci
5. stav těžké neschopnosti, tedy plná závislost na druhé osobě, pacient je upoután na lůžko.

Dále pak také doplňuje 0 = žádné postižení, stupeň 6 = smrt (Kalita, 2006, s. 103-104, 108).

### **3 Zobrazovací metody využívané při diagnostice ischemické mozkové příhody**

Vyšetření zobrazovacími metodami by mělo být vždy provedeno u každého pacienta s podezřením na CMP. Mozkové a neurovaskulární zobrazování hraje zásadní roli při diagnostice CMP, a to zejména s ohledem na:

- Rozlišení ischemie od krvácení
- Odhalení jiných příčin, napodobujících iCMP, jako je například mozkový nádor
- Posouzení stavu (tvaru a průchodnosti) velkých krčních a intrakraniálních tepen
- Odhad objemu mozkové tkáně, která je nevratně poškozena (tj. infarktové jádro)
- Odhad rozsahu potenciálně zachranitelné mozkové tkáně, která je ohrožena infarktem (mozková penumbra)
- Vedení akutních intervencí, včetně výběru pacienta vhodného pro reperfuční terapii (např. intravenózní trombolytická terapie a mechanická či aspirační trombektomie) (viz kapitola 4).

Zobrazování poskytuje základní informace pro potvrzení diagnózy a výběr vhodné léčby pacientů, je proto prioritou okamžité vyšetření zobrazovacími metodami u pacientů s podezřením na akutní iCMP. Zobrazování mozku je nutné k vyloučení přítomnosti akutního krvácení, protože léčba pacientů s hCMP je velmi odlišná od léčby pacientů s akutní ischemickou cévní mozkovou příhodou. (Oliveira-Filho, 2023)

Základní neurovaskulární zobrazení pomocí výpočetní tomografie (CT) s případnou angiografií (CTA) a perfuzí (CTP) nebo magnetickou rezonancí (MR) + MR angiografií (MRA) je nezbytné pro potvrzení přítomnosti okluze velkých tepen u pacientů, kteří jsou potenciálními kandidáty na mechanickou trombektomii.

CT a MRI mohou identifikovat akutní CMP, okluzi velkých přírodních cév, odlišit infarktové jádro od penumbry a slouží tím k selekci pacientů vhodných pro intravenózní trombolýzu, mechanickou rekanalizaci či jejich užívané kombinace.

Magnetická rezonance (MR) mozku je u akutní iCMP doplňkové vyšetření, které umožňuje odhadnout trvání iCMP - jádro ischemie je zjistiitelné v prvních minutách od jeho vzniku. MR ale nepřináší u pacientů se známým časem vzniku obtíží žádný benefit oproti CT a naopak zdržuje zahájení léčby. MRI s DWI k identifikaci pacientů s tzv. Wake – up stroke nebo neznámým časem začátků příznaků, kteří mají léze, které jsou



pozitivní na DWI, ale negativní na sekvenci FLAIR, což naznačuje počátek příznaků do 4,5 hodiny a způsobilost pro intravenózní trombolýzu.

Akutně se MR včetně venografie indikuje při podezření na trombózu splavů (Oliveira-Filho, 2023).

Duplexní ultrazvukové vyšetření mozkových tepen v extrakraniálním průběhu karotid a vertebrálních tepen je základní neinvazivní strategií pro zhodnocení stenóz, okluzí a aterosklerotických změn (plátů, trombóz). S použitím nízkofrekvenční transkraniální sondy můžeme v případě nepříliš silné squamy temporální kosti (tzv. temporální okénko) vyšetřit i intrakraniální struktury. Transkraniální dopplerovská ultrasonografie nám poskytne informaci o směru a rychlostech toku v mozkových tepnách. Transkraniální duplexní sonografie pak umožňuje i přímé zobrazení intrakraniálních cév a mozkového parenchymu. Výhodou ultrazvuku je nulová radiační zátěž pro pacienta, možnost vyšetření u lůžka, a tedy častého opakování vyšetření.

### **Digitální subtrakční angiografie**

Digitální subtrakční angiografie (DSA) se v současnosti používá takřka výlučně jen v souvislosti s endovaskulárními léčebnými výkony – trombektomií u ischemií nebo coilingem aneurysmat.

Vyšetření mozkomíšního moku

Mozkomíšní mok se u iCMP vyšetřuje při pochybnostech o diagnóze (vyloučení encefalidity) nebo při vyšetření etiologie (vaskulitida). (Růžička, 2021, s. 246 – 250)

### **3.1 Výpočetní tomografie**

Tato kapitola se bude zabývat metodami zobrazení pomocí výpočetní tomografie. Prvním cílem při zobrazování pacientů se symptomy CMP je rozlišit mezi hemoragickou a ischemickou CMP, protože typ cévní mozkové příhody výrazně ovlivňuje další postup léčby. U pacientů, kteří mají iCMP příhodu, je důležité identifikovat umístění a rozsah a velikost krevních sraženin a také rozsah ischemického jádra<sup>7</sup> a penumbry<sup>8</sup>. CT pomáhá určit tyto důležité oblasti spolu s určením základní příčiny CMP, jako je onemocnění karotid nebo ateroskleróza.

---

<sup>7</sup> ischemické jádro – tkáň, která je nevratně poškozená.

<sup>8</sup> Penumbra – oblast ohrožená infarktem.

Nativní vyšetření pomocí CT je tzv. „zlatým standardem“ při diagnostice iCMP a je dostupné ve většině nemocničních zařízeních nepřetržitě. Také akviziční čas je ze všech diagnostických metod, které se využívá při diagnostice iCMP nejrychlejší.

Před objevem nebylo neobvyklé, že při užití klinických kritérií bylo drobné krvácení považováno za ischemii a naopak rozsáhlou ischemii (zvláště způsobenou embolií) diagnostikovali jako krvácení.

Objev CT (Hounsfield a Ambrose v r. 1972) dokázal již v prvních minutách od počátku klinické symptomatologie prokázat mozkové hemoragii jako ložisko zvýšené denzity (Seidl, 2007 str. 103).

Průřezové a vícerozměrné aspekty CT poskytují vynikající strukturální detaily. Úspěch využití CT v diagnostice se setkal s obavami z radiační expozice z vyšetření. Kromě úsilí zaměřeného na optimalizaci dávky byl kladen zvýšený důraz na zdůvodnění expozice pacienta a vhodné použití (Ocampo, 2015).

CMP je primární indikací na urgentních odděleních pro urgentní neurozobrazení. Čas je kritický („time is brain“) a vyžaduje co nejrychlejší zobrazení ( $\leq 60$  minut od příjezdu do nemocnice do ošetření), během níž mohou lékaři podat tkáňový aktivátor plasminogenu (rtPA) nebo provést jiné intervence, vyžaduje rychlou tiráž pacientů a diagnostiku. (Ode, 2020)

1. Vyšetřovací protokol u CMP (stroke protokol)
2. Nativní CT - vyloučí krvácení, prokáže časné známky ischemie
3. Perfuzní CT - jehož nedostatkem je fakt, že nedokáže rozlišit ireverzibilně poškozenou tkáň od penumbry
4. CTA – zobrazení cév, prokážeme okluzi cév, nezbytné je toto vyšetření provést od oblouku aorty po vrchol kalvy. (Seidl, 2014, str. 110)

Výpočetní tomografie (CT) je základním vyšetřením při podezření na CMP. Vždy se provádí nativní CT mozku, které spolehlivě odliší ischemii a krvácení. CT zároveň dává informaci o edému a případných posunech mozkových struktur. Nativní CT mozku musí být provedeno co nejdříve od příjezdu postiženého do nemocničního zařízení. Opakování nativního CT je vhodné po 24 hodinách k posouzení vývoje ischemie či krvácení nebo rozvoje edému.

CT angiografie (CTA) se vždy provádí spolu s nativním CT jako vstupní vyšetření u iCMP. Cílem je zhodnocení okluzí a stenóz tepen krku a mozku pro indikaci

rekanalizační léčby. V případě intracerebrální hemoragie může CTA zobrazit zdroj krvácení, v případě SAK aneuryzma, při zobrazení venózní fáze lze ověřit podezření na tromózu splavů.

Perfuzní CT je indikováno k zobrazení penumbry a ischemického jádra mezi 6. a 24. hodinou od vzniku iCMP nebo u iCMP nejasného stáří. Podle výsledků se rozhoduje o rekanalizačním výkonu.

Ischemie může mít v prvních hodinách po vzniku příznaků na CT normální obraz. První změny na CT – progredující hypodenzita a případně edém mozkové tkáně (vyhlazení subarachnoidálních prostor nebo stlačení komorového systému) jsou patrné až po 2 hodinách. Viditelná hypodenzita při mozkové ischemii se na CT vyvíjí postupně postupně do 48 hodin. Nekróza mozkové tkáně po ischemii se v řádu týdnů a měsíců může přeměnit na gliovou jizvu (mírný vzestup denzity tkáně) nebo na postmalatickou pseudocystu (výrazně hypodenzní) (Oliveira-Filho, 2023).

### **3.2 Nativní CT**

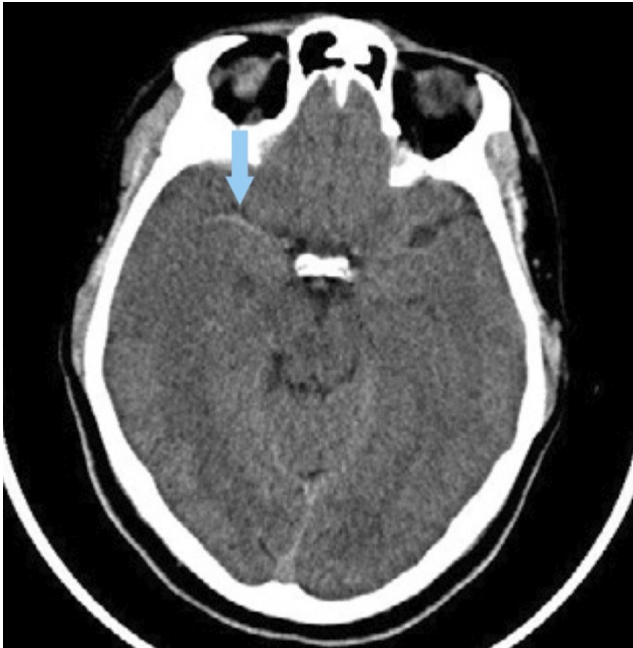
Vzhledem ke své dostupnosti, cenové dostupnosti a rychlosti získávání snímků je nativní CT nejběžněji používanou zobrazovací modalitou pro diagnostiku akutní cévní mozkové příhody. NCCT (Non-contrast computed tomography = CT vyšetření bez použití kontrastní látky) má téměř 100% specifitu a senzitivitu při detekci mozkové hemoragie, které je viditelné na snímcích a proto pomáhá stanovit počáteční diferenciální diagnózu mezi ischemickými a hemoragickými CMP. Pacienti s krvácením, bez ohledu na příčinu, nemají nárok na tPA nebo endovaskulární terapii.

U pacientů s akutní iCMP zahrnují klasické nálezy NCCT příznak hyperdenzní MCA (obr. 7), ztrátu rozlišení mezi šedou a bílou hmotou, ztrátu bazálních ganglií a projevení absence inzulární stužky a hypoatenuaci parenchymu. Poslední jmenovaný představuje nevratné poškození mozku. Tyto nálezy se nemusí nutně objevit u každé mozkové příhody. Navíc hyperdenzní příznak MCA, který se může objevit až u dvou třetin pacientů s iCMP, může být také výsledkem kalcifikace tepny nebo artefaktů souvisejících s bazí lební (Ferrara, 2020).

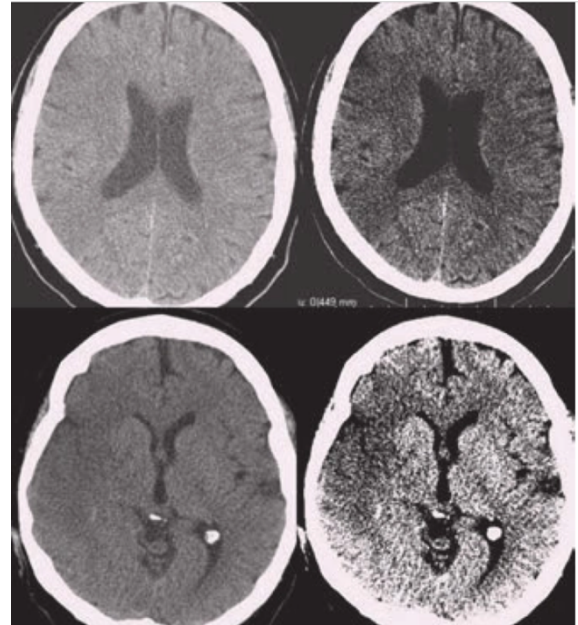
Senzitivita detekce časných známek bývá udávána kolem 70 % (rozmezí 20–87 %) a specifita 87 % (rozsah 56–100 %). Rozpoznání časných známek je silně závislé na zkušenosti hodnotícího lékaře. K lepší detekci časných známek přispívá vyšší

kvalita zobrazení u nových CT přístrojů a dále možnost softwarové úpravy parametrů okna (kontrast, stupně šedi apod.) (obr. 8) (Reif, 2013).

Nativní CT skeny jsou typicky následovány CTA hlavy a krku s kontrastní nebo MR angiografií u pacientů s méně než 6 hodinami od začátku fokálního neurologického deficitu a podezření na cévní mozkovou příhodu. (Odle, 2020)



Obrázek 8 - Akutní infarkt MCA vpravo se znakem hyperdenzní cévy (šipka), (radiopedia.org).



Obr. 6. Časné známky ischemie v povodí ACM vpravo na nativním CT před úpravou okna a po ní (W110/L35)  
Obrázek 7 - Časné známky ischemie v povodí ACM vpravo na nativním CT před úpravou okna a po ní, (Reif 2013).

### 3.3 CT angiografie

Výpočetní tomografická angiografie (CTA) se běžně používá k hodnocení a diagnostice akutních CMP.

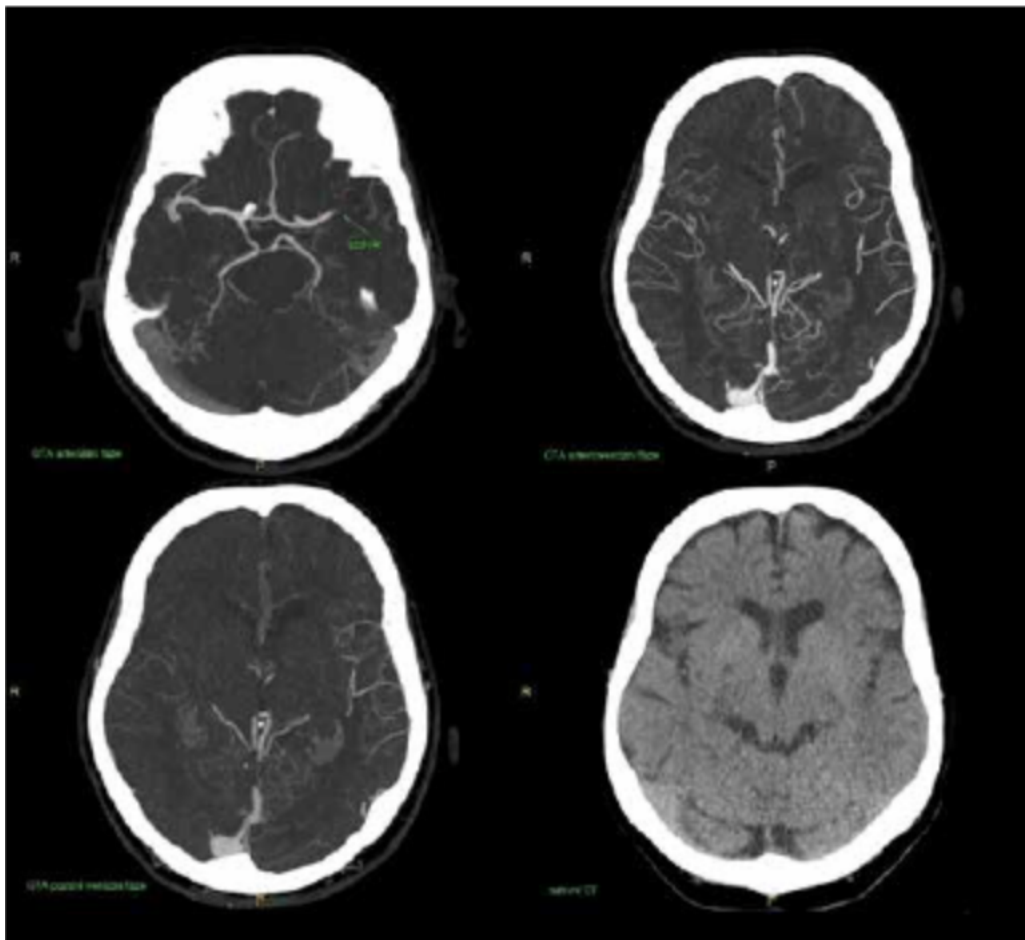
Využívá časovanou rychlou aplikaci jodovaného nitrožilního kontrastu k získání tenkých spirálových CT snímků během arteriální fáze, které je radiologický asistent schopný přeformátovat ve všech 3 rovinách pomocí postprocessingového softwaru. Tyto 3-D reformace poskytují jasné snímky celého intra a extrakraniálního oběhu z aortálního oblouku do Willisova kruhu za 60 sekund. Pokud CTA prokáže okluzi velké mozkové tepny do 3 hodin od nástupu příznaků CMP, lékař může podat i.v. tkáňový aktivátor plazminogenu (tPA), lék proti krevní srážlivosti. Lék rychle rozpouští sraženinu a zlepšuje průtok krve do oblasti mozku, která byla zablokována. Přibližně 22 % až 31

% pacientů kteří mají akutní iCMP, nemají nárok na léčbu tPA, protože se nedostaví do nemocničního zařízení do 4,5 hodin od nástupu příznaků.

Pacient, jehož výsledky CTA vykazují známky iCMP, může být převezen na oddělení vaskulární intervenční radiologie k odstranění krevní sraženiny, i když pacient není způsobilý pro léčbu tPA. CTA lze použít k rychlému vyhodnocení iCMP, mnoho komplexních iktových center ji používá u všech pacientů s akutní iCMP (Franco, 2018).

CTA je užitečná při lokalizaci blokády nebo při hodnocení stenózy, okluze, disekce, aneuryzmatu a dalších vaskulárních problémů hlavy a krku.

CT venografie může pomoci vyhodnotit trombózu žilního sinu nebo vaskulární malformace. Protokoly CTA pro klinickou indikaci akutního zánětu obvykle zahrnují helikální skenování v transverzální rovině od oblouku aorty až po vertex. (Odle, 2020)



Obrázek 9 - Nativní CT a multifázová CTA u iCMP s uzávěrem úseku M1 ACM vlevo (Vališ, 2022).

### 3.4 CT perfuze

CT perfuze (CTP) je funkčním vyšetřením mozkové tkáně. Jedná se o metodu, která umožní zobrazit tkáňové poškození mozku, tedy jak velká část mozku je již

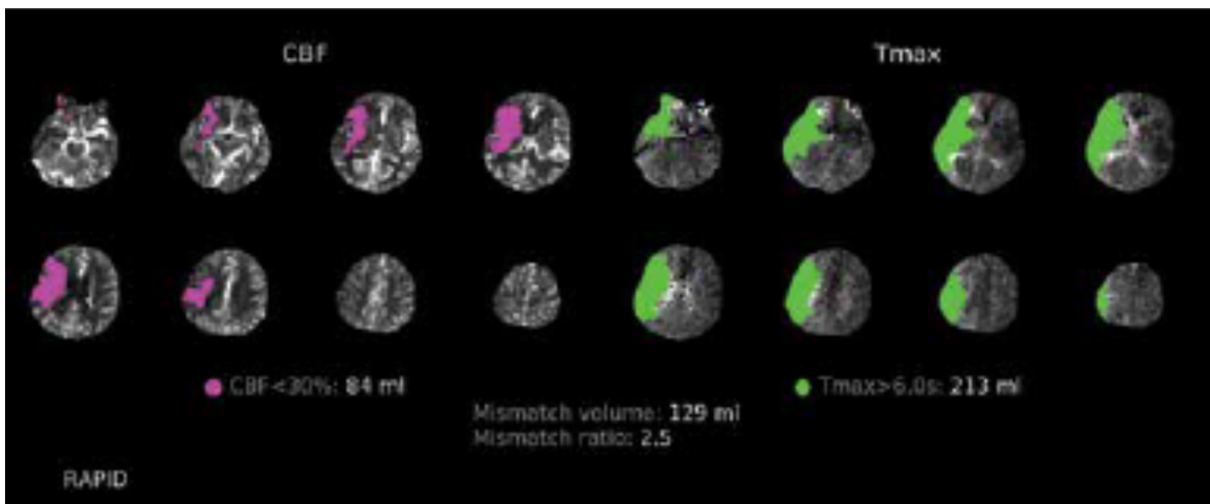
pravděpodobně ischemií nenávratně poškozena = jádro ischemie a jak velká část mozku podléhá „pouze“ hypoperfuzi = penumbra, což je tkáň pravděpodobně viabilní, jejíž nenávratné poškození může být včasnou reperfuzí odvráceno. K vyhodnocení dat z CTP se používají automatické softwary, výsledky jsou dostupné do 4 minut od náběru dat (obr. 10). CTP je přínosná zejména u pacientů 6–24 hodin od vzniku klinických příznaků nebo u pacientů s neznámou dobou vzniku – wake up stroke (Vališ, 2022).

CT perfuze se stává standardním nástrojem vedle CTA, který doplňuje nativní CT a pomáhá při rozhodování o následné rekanalizační terapii pacientů s iCMP. Vyžaduje i.v. podání jodové kontrastní látky, během níž je mozek neustále skenován. Tato opakovaná skenování zachycují odliv a tok kontrastní látky v různých oblastech mozku, což udává několik užitečných informací o mozkové perfuzi (obr 11.) (Ferrara, 2020).

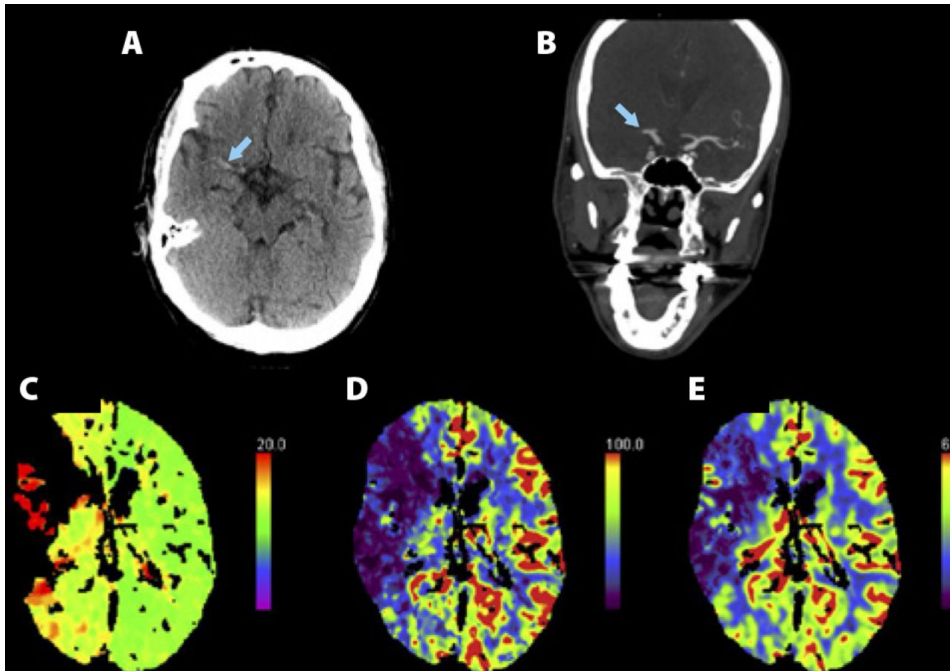
Po aplikaci jodové kontrastní látky dojde k přechodnému zvýšení denzity parenchymu úměrně množství kontrastní látky v cévním řečišti dané oblasti. Softwarovým zpracováním naměřené denzity mozkové tkáně při prostupu kontrastní látky získáme čtyři parametry. Jsou jimi Cerebral Blood Volume (CBV), který udává množství krve v určitém objemu tkáně (v ml/100 mg tkáně), Cerebral Blood Flow (CBF), udávající hodnotu průtoku krve (ml/100 g tkáně/min), mean transit time (MTT), což je průměrný čas arteriovenózního přechodu krve daným objemem tkáně (v sekundách), a time to peak (TTP), který určuje průměrný čas do maximální denzity ve snímané oblasti (v sekundách). Vzájemný vztah uvedených parametrů je vyjádřen rovnicí:  $CBF = CBV/MTT$ , která je rovněž rovnicí autoregulační schopnosti mozkového řečiště (při zhoršení průtoku – např. stenóze či okluzi – dojde k prodloužení MTT a autoregulací k postobstrukční vazodilataci – zvýšení CBV – tak, aby hodnota CBF neboli průtoku byla zachována).

Číselná hodnota CBV je získána jako výpočet plochy pod perfuzní křivkou, relativní hodnota MTT je získána jako polovina doby mezi časem od vzestupu denzity z bazální úrovně po její pokles zpět na bazální úroveň. Na základě naměřených a vypočtených hodnot se potom vytváří barevné perfuzní mapy pro jednotlivé parametry, kde lze oblasti s rozdílným prokrvením od sebe odlišit a jejich rozsah porovnat.

K odlišení jádra infarktu od penumbry lze použít parametry CBF a CBV. Optimální protokol se zatím hledá, nicméně se ukazuje, že ve tkáni se sníženou hodnotou CBV pod 2 ml/100 g tkáně dojde v 99 % k rozvoji ischemie. Objem tkáně s poruchou perfuze v podobě prodlouženého MTT ( $> 145\%$ ) či sníženého CBF (65 % a méně) představuje celkovou, ischemií ohroženou oblast. Kolaterálami dostatečně zásobená oblast tkáně za okluzí tepny bude mít sice prodloužené MTT, ale normální či zvýšené CBV a podhraničně snížené CBF. Nicméně i tak dochází často k nadhodnocení rozsahu penumbry zahrnutím i oblastí s benigní oligémií. Určení přesného rozsahu penumbry se tím komplikuje a jak MR, tak CT perfuze často rozsah penumbry nadhodnocují. Zjednodušeně však lze penumbru určit jako rozdíl rozsahu tkáně potenciálně infarktem ohrožené (CBF) a rozsahu tkáně infarktem již postižené (CBV), tedy  $CBF - CBV$  (CBF/CBV mismatch) (Reif, 2013).



Obrázek 10 - CT perfuze. Fialová = ischemické jádro, zelená = penumbra, (Vališ, 2022).



Obrázek 11 - (A) - nativní CT vykazuje časné ischemické změny v pravé hemisféře s hyperdensitou v M1 segmentu pravé MCA, (B) - CTA vykazuje, že proximální okluze M1 je potvrzena (šipka), (C) - Nedostatek cév v této hemisféře je způsoben okluzí a nedostatkem kolaterálních cév, (D) – deficit průtoku krve mozkem je kompenzován snížením mozkové krve, (E) – Neprokazuje žádnou existenci penumbry, tudíž reperfuze terapie nepřinese žádný přínos, (Wing, 2019).

### Kontraindikace CT vyšetření

Nejčastějšími kontraindikacemi kontrastního CT jsou alergie na jodovou kontrastní látku a renální insuficience. Pacienti se špatnou funkcí ledvin jsou vystaveni riziku rozvoje kontrastem indukované nefropatie, potenciálně závažného typu akutního poškození ledvin, které má za následek zvýšení kreatininu v krevním séru o více než 25 % během 3 dnů po podání intravenózního jodovaného kontrastu.

CT poskytuje vyšší dávku záření ve srovnání s jinými metodami, takže poskytovatelé zdravotní péče u těhotných žen a dětských pacientů mohou jako alternativu zvolit vyšetření pomocí magnetické rezonance (Franco, 2018).

### 3.5 Magnetická rezonance

Oproti CT je magnetická rezonance v rámci akutní diagnostiky iCMP využívána v ČR výrazně méně. Přestože má MR vyšší specifitu a senzitivitu k detekci ischemických změn, limitací je však dostupnost na pracovištích 24/7 (Vališ, 2022).

MR je časově náročnější než CT vyšetření. Proto může být nejužitečnější pro pacienty s nejistou diagnózou, nejistým časem vzniku příznaků iCMP (Wake-up stroke) nebo v centrech, která mají 24-hodinovou dostupnost MR a efektivní protokoly, které mají krátký akviziční čas. Pokud však získání MR obrazu zdrží léčbu, je výhodnější



použit CT pro počáteční zobrazení a MR při pozdějším hodnocení pacienta (Franco, 2018).

### **Vyšetřovací protokol pro magnetickou rezonanci**

Vyšetřovací protokol u CMP (stroke protokol) pro MR zahrnuje tyto sekvence:

- FFE-T2 v.o. - prokázání přítomnosti nebo absence hemoragie (FFE-Fast Field Echo- jedna z rychlých sekvencí)
- T2 v.o. nebo FLAIR - umožní zjistit ischemii staršího data, edém, a další patologie
- DWI (včetně ADC mapy) - zobrazí restrikcí difuze
- PWI
- MRA - zobrazí úzavěr cév (Seidl, 2014, s. 110 - 111)

Nejpřesnější v hodnocení časných ischemických změn je zobrazení vážené difuze (DWI) (Vališ, 2022).

### **Sekvence FLAIR (Fluid Attenuated Inversion Recovery)**

Sekvence FLAIR (fluid attenuated inversion recovery) má vysokou senzitivitu pro subakutní ischemické léze (Vališ, 2022). Patří mezi speciální sekvence (tzv. Inversion recovery), jedná se o variantu silně vážené T1. Je použit obrácený postup, kdy je nejdříve použit 180°, poté 90° impulz. Slouží k potlačení signálu vody. Na T2 v.o. jsou likvor a některá patologicky změněná ložiska obsahující větší množství vody hypersignální, tudíž je od sebe nelze dobře odlišit. Na FLAIR sekvenci jsou tekutiny asignální nebo hyposignální ale patologická ložiska zůstávají hypersignální (Vomáčka, 2015, s. 48, 52). Sekvence FLAIR/T2 v.o. mohou poskytovat důležité informace týkající se doby vzniku příznaků, což je přínosné v případech wake-up stroke. (Vilela, 2017, s. 165)

### **Wake – up stroke**

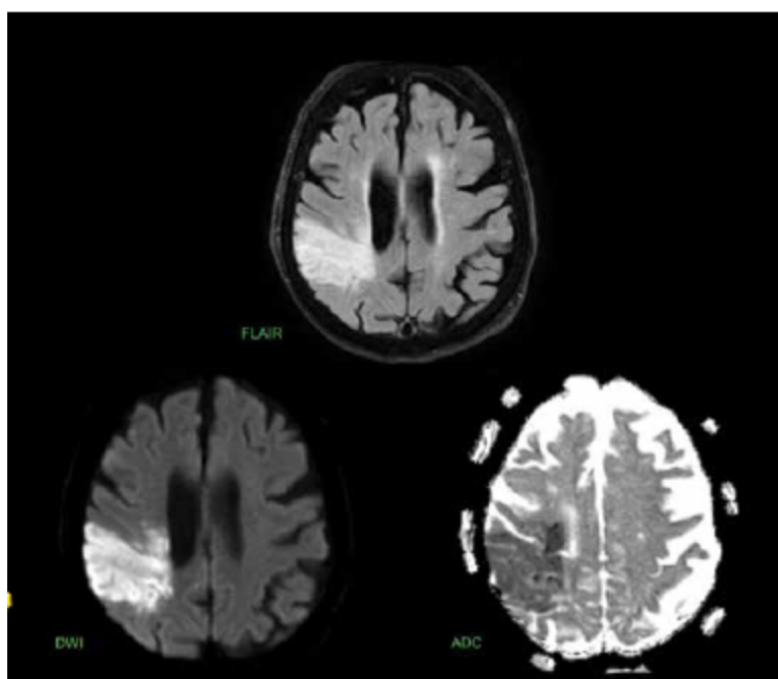
Wake – up stroke je klinicky definován jako iCMP s neurologickými symptomy hned po pobuzení postiženého. Podle definice, poslední známý čas normálního neurologického stavu pacienta je před tím, než šel spát nebo během spánku. Tito pacienti představují přibližně 1 z 5 postižených s akutní iCMP (Tsai, 2017).

### **MR difúzně vážené zobrazování (DWI)**

MR difúzně vážené zobrazení (DWI) lze získat do 10 minut a může dramaticky ovlivnit léčbu (Franco, 2018). Díky vynikající senzitivě a specifičnosti DWI při detekci

ischemického jádra během několika minut od začátku iCMP je MR optimální modalitou pro hodnocení pacientů s wake-up stroke. Porovnáním DWI s jinou zobrazovací sekvencí je MR schopen odhadnout dobu od začátku iCMP, vymezit ischemické jádro a oblast penumbry a spolehlivě identifikovat pacienty s potenciálem dobrého funkčního výsledku po reperfuční terapii (Tsai, 2017). Při detekci ischemie má DWI 99 % senzitivitu a 92 % specifitu (Franco, 2018). Rozdíl mezi lézí na DWI a lézí na FLAIR (DWI-FLAIR mismatch) je nápomocný pro stanovení stáří ischemické léze, zejména např. u pacientů s neznámou dobou vzniku akutních příznaků (Vališ, 2022).

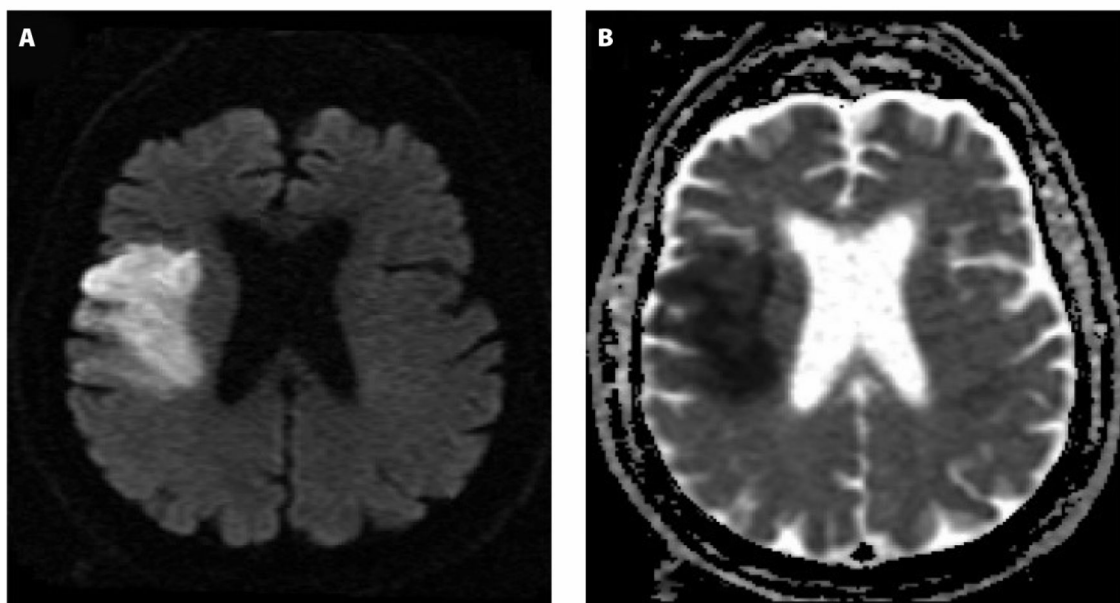
DWI funguje na základě kvantifikace pohybu vody molekuly<sup>9</sup>. Zdravé neuronální buňky umožňují rovnoměrný pohyb vody mezi zdravými buňkami. Když dojde k akutní iCMP, jsou neuronální buňky poraněny a mezi poraněnými buňkami se hromadí intracelulární voda. Rozdíl v obsahu vody a difúzi vody mezi poraněnými a neporaněnými buňkami je poté změřen a radiologem použit k identifikaci ischemické mozkové tkáně. Mapy zdánlivého difúzního koeficientu (ADC) vytvořené ze snímků DWI pomáhají identifikovat tyto oblasti ischemie, které se na MR difúzi jeví jako světlé. Snížený pohyb protonů je detekován jako nízký ADC, což je tmavší oblast na mapě ADC. (Franco, 2018).



Obrázek 12 - Subakutní ischemická léze vpravo na MR u pacienta s iCMP. FLAIR, DWI a ADC zobrazení, (Vališ, 2022).

---

<sup>9</sup> Brownův pohyb molekul vody



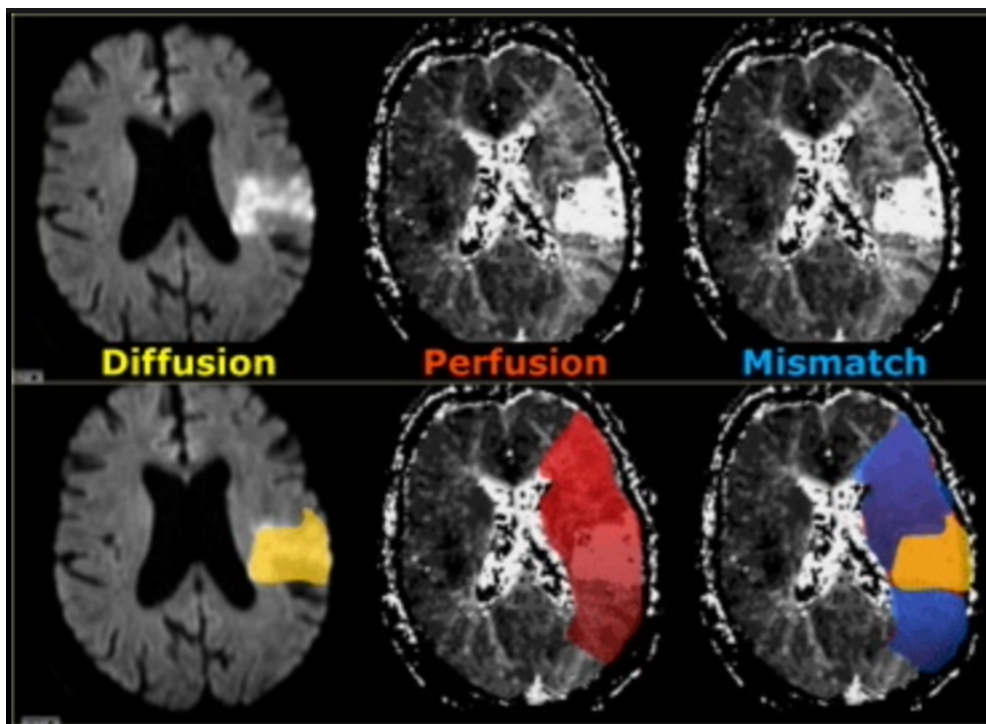
Obrázek 13 - MR obraz - (A) Ischemie vpravo demonstrována oblastí hyperintenzivity na (DWI) zobrazení, a (B) - Hypointenzivitou na ADC zobrazení, (Franco, 2018).

### MR perfuzní zobrazení

Obdobně jako u CT existuje i MR perfuzní vyšetření (PWI). Oblasti s perfuzním defektem mají vysokou citlivost v detekci ischemie (Vališ, 2022).

PWI se typicky provádí intravenózním podáním gadoliniové kontrastní látky a získáváním rychlé série MR snímků. Obrázky sledují průchod kontrastní látky mozkovou tkání, aby bylo možné posoudit průtok krve a objem krve v různých oblastech mozku. Snímky PWI jsou porovnávány se snímky DWI (nesoulad = DWI/PWI mis-match) (Franco, 2018).

PWI/DWI mis-match znamená rozdíl rozsahů perfuzního a difuzního deficitu. V současné době je tato metoda nejpřesnější k určení poměru ischemického jádra a penumbry (Reif, 2013, s. 21). Znárodnuje tkáň, která je ohrožena dalším rozvojem ischemie. (Obr. 17). Pokud je tedy nulový rozdíl mezi lézí na DWI a na PWI, nedochází už k dalšímu šíření mozkové ischemie. Významný rozdíl mezi DWI-PWI lézí (DWI-PWI mismatch) tedy ukazuje, že existuje hypoperfundovaná část mozku, o kterou má cenu terapií bojovat (Vališ, 2022).



Obrázek 14 - MR DWI, PWI a DWI/PWI mis-match, (manual-cmp.cz).

## MR angiografie

MR umožňuje zobrazit i cévní systém. Bez podání kontrastní látky je to TOF-MRA nebo klasická MR angiografie s podáním kontrastní látky. Obě techniky mají své přednosti i nedostatky (Vališ, 2022).

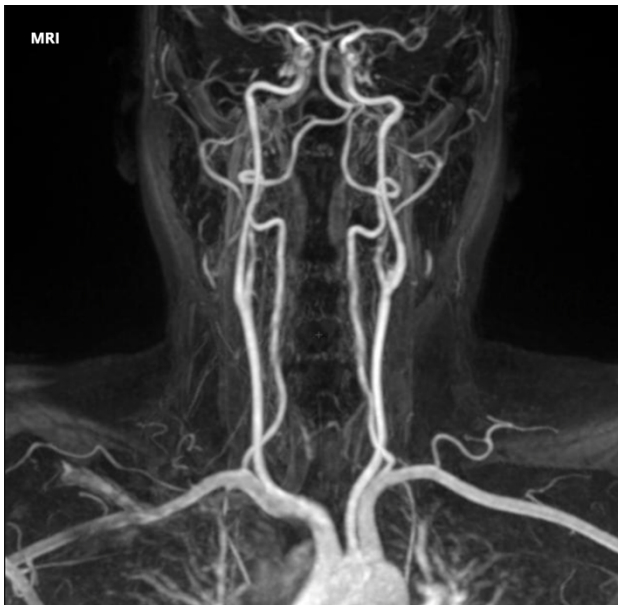
MR angiografie (MRA) pomáhá detekovat aterosklerotické léze v krku a hlavě. existují dva základní protokoly MRA, které se vzájemně doplňují. A to kontrastní a nekontrastní MRA.

MRA Time of Flight (TOF) je technika MR k vizualizaci průtoku v cévách bez nutnosti podávání kontrastu. Je založen na fenoménu hyperintenzity spinů souvisejících s tokem vstupujících do obrazového řezu. V důsledku toho, že jsou nenasycené, dávají tyto spiny více signálu než okolní stacionární spiny

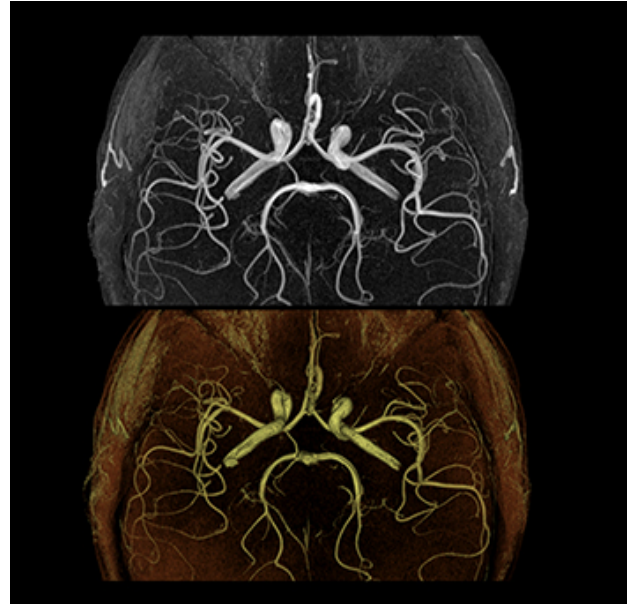
S 2-D TOF je pořízeno více tenkých řezů se sekvencí gradientu a echa s kompenzací průtoku. Tyto snímky mohou být kombinovány pomocí techniky rekonstrukce, jako je projekce maximální intenzity (MIP), pro získání 3-D obrazu cév analogických konvenční angiografii.

S 3-D TOF se objem snímků získává současně fázovým kódováním ve směru výběru řezu. Angiografický vzhled lze vytvořit pomocí MIP, stejně jako provedení s 2-D TOF (Bashir, 2012).

Byly porovnávány TOF (time to flight) MRA a kontrastní MRA z hlediska diagnostického přínosu pro určení místa uzávěru tepny. Obě metody byly porovnávány vzhledem k digitální subtrakční angiografii. Kontrastní MRA se ukázala jako vhodnější technika pro diagnostiku iCMP, díky lepšímu zobrazení lokalizace uzávěru tepny (Boujan, 2018, s. 1710).



Obrázek 15 - Kontrastní MIP MRA krku demonstrující normální aortální oblouk a karotidovou a vertebrální cirkulaci, (radiopedia.org).



Obrázek 16 - MRA Time of flight (TOF), provedený na 3T MR použitím maximalní intenzity (MIP) a stínovaného povrchu (SSD), (mriquestions.com).

### Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci

Chemický základ kontrastních látek používaných pro magnetickou rezonanci jsou cheláty obsahující gadolinium, což jsou poměrně velké molekuly. Gadolinium má schopnost relaxivity, tzn. zkracuje oba relaxační časy. Tkáň je vlivem nasycení kontrastní látkou hypersignální. Komerční preparáty této paramagnetické KL jsou např. Dotarem, Gadovist, MultiHance. Vedlejší reakce na podání kontrastní látky jsou spíše vzácné, platí však podobné předpisy jako pro jodové KL. Velmi závažná může být nefrogenní systémová fibróza (NSF), projevující se fibrózou kůže a pojivových tkání celého organismu. Vyskytuje se u pacientů s renálním selháním. Je neléčitelná a výjimečně může dojít ke smrti. (Vomáčka, 2015, s. 54, 70)

### **3.6 Další vyšetřovací metody v diagnostice ischemické cévní mozkové příhody**

CT a MR jsou stěžejními zobrazovacími metodami v diagnostice iCMP. Existuje však řada dalších vyšetřovacích metod při diagnostice iCMP, které si stručně shrneme v této kapitole.

#### **Neurosonologie**

Transkraniální duplexní ultrasonografie (CDUS) a transkraniální dopplerovská ultrasonografie (TCD) jsou neinvazivní a neionizující metody pro neurovaskulární vyšetření extrakraniálních a intrakraniálních velkých cév. Karotický a vertebrální duplex a TCD se tradičně používají nezávisle převážně selektivním, neakutním způsobem k hodnocení pacientů s TIA a iCMP.

Transkraniální duplexní ultrasonografie (TCDUS) – duplexní ultrazvuk je neinvazivní vyšetření k hodnocení extrakraniálního aterosklerotického onemocnění. (Oliveira-Filho, 2023) jedná se o ultrazvukovou vyšetřovací metodu, která umožňuje zobrazit mozkové struktury v B módu. Při TCCD je využíván ultrazvuk o frekvenci 1-4 MHz. Pomocí této techniky můžeme podobně jako při použití TCD zobrazit průtokové křivky v mozkových cévách. Na rozdíl od TCD však lze přesněji měřit průtokové rychlosti pomocí korekce insonančního úhlu. Při okluzi arteria cerebri media lze využít přímého hodnocení B obrazu, ve kterém se tepna zobrazí, její echogenita je však vyšší, tepna nepulzuje a nezobrazí se v barevném ani energetickém módu. Další výhodou této metody je možnost sledování průběhu trombolytické léčby. Vyšetření je prováděno ze šesti základních přístupů: transtemporální, transforaminální, transfrontální, transorbitální, transokcipitální a submandibulární. (Kalita, 2006, s. 74-77)

#### **Transkraniální dopplerovská ultrasonografie (TCD)**

TCD ultrazvuk využívá nízkofrekvenční (2 MHz) pulzní zvuk k pronikání kostí a insonaci intrakraniálních cév Willisova kruhu. Jeho použití si získalo uznání jako neinvazivní prostředek k posouzení průchodnosti intrakraniálních cév. U pacientů s akutní cévní mozkovou příhodou je TCD schopen detekovat intrakraniální stenózu, identifikovat kolaterální dráhy, detekovat embolii v reálném čase a monitorovat reperfuzi po trombolýze. Mezi hlavní nevýhody patří závislost na lékaři provádějící

vyšetření, špatná akustická okna (tj. neschopnost insonovat proudění v 15% případů) a nízká citlivost na proudění ve vertebrobazilárních tepnách.

Kombinovaný duplex a TCD – Kombinace urgentního duplexu a TCD byla popsána v několika malých studiích. Například studie se 150 pacienty zjistila, že kombinace duplexu a TCD by mohla být účinně použita k detekci arteriálních lézí vhodných pro intervenční léčbu. Velkým omezením tohoto přístupu je, že mnoho center není schopno tato vyšetření provést z důvodu nedostatku zkušených sonografistů. (Oliveira-Filho, 2023)

Pro lepší provedení těchto metod lze použít kontrastní látky pro sonografii. V dopplerovském obraze lépe odrážejí ultrazvukové vlny z proudící krve. Jedná se o plynové mikrobubliny o průměru 2-4 mikrometry, které jsou aplikovány intravenózně. V ČR se v současnosti používá preparát SonoVue. Nevýhodou těchto kontrastních látek je pouze jejich vysoká cena. (Vomáčka, 2015, s. 70)

### **Digitální subtrakční angiografie**

Digitální subtrakční angiografie (DSA): Principem této metody je počítačová subtrakce neboli odečtení původního nativního snímku od snímků pořízených po aplikaci kontrastní látky. Výsledkem je rentgenový snímek s cévami naplněnými KL bez pozadí. Limitací DSA jsou pohybové artefakty mezi nativním obrazem a snímky pořízené po aplikaci KL. Tyto pohyby způsobuje neklid pacienta nebo vznikají fyziologicky (dýcháním). (Vomáčka, 2015, s. 62)

## **3.7 Metody nukleární medicíny v diagnostice cévní mozkové příhody**

Diagnostické metody využívané v nukleární medicíně využívají různá radiofarmaka. Jsou časově i finančně náročnější, nejsou dostupná ve všech zdravotnických zařízeních.

### **SPECT (single-photon emission tomography)**

Metody nukleární medicíny si při vyšetření regionální mozkové perfuze rCBF (regioal cerebral blood flow) již vydobily pevné postavení mezi zobrazovacími metodami v neurologii jak v diagnostice, tak v hodnocení prognózy iCMP. Obecně platí, že na rozdíl od vyšetření CT a MR, která poskytují dokonalou anatomickou informaci, SPECT (single photon emission computer tomography) ukazuje prokrvení, které je závislé na neuronální aktivitě tzn. na oxidaci a metabolismu glukózy

v neuronech, a k tomu je přímo úměrný průtok krve. Z charakteru zobrazení tedy vyplývá, že SPECT a PET (positron emission tomography) postihují změny intracelulární a CT změny extracelulární.

Postižení mozku ischemickým infarktem, nádorem nebo traumatem poškozuje neuronální aktivitu, snižuje metabolismus, a tím i krevní průtok, a zároveň může dojít ke ztrátě spojení s jinými mozkovými oblastmi, které mohou být od původní léze vzdálené – tento jev se nazývá diaschiza. Tyto mozkové oblasti se při zhoršení aferentního signálu mohou stát místy se sníženým metabolismem a tím i sníženým průtokem při SPECTu a mohou mít důležitou roli v patofyziologii a klinické prognóze.

Při stanovení regionálního krevního průtoku mozku metodou SPECT jsou posledních letech dominantou preparáty  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO (oxim hexamethylpropylenamin) a  $^{99}\text{Tc}$ -ECD. Jde o lipofilní látky, které prostupují skrz intaktní hematoencefalickou bariéru a vstupují do jednotlivých mozkových buněk, přičemž stupeň této akumulace je úměrný průtoku krve, který je odrazem funkčního stavu mozkových buněk.

Perfuzní SPECT v diagnostice iCMP přináší tyto výhody:

1. Má vysokou prognostickou hodnotu i pro indikaci trombolytické léčby v období terapeutického okna
2. Určí závažnost perfuzního deficitu, který je predikčním faktorem pro hemoragickou transformaci
3. Určí stupeň reperfuze v prvních 48 hodinách (prokáže účinnost léčby v akutní fázi)
4. Má prognostický význam pro určení závažnosti TIA
5. Průkaz zkřížené cerebrální diaschizy
6. Detekce endokrinní neuroprotektce (Kalita, 2006, s. 88-90)

Nálezy SPECT lze využít k hodnocení mozkové aktivity po cévní mozkové příhodě. Protože tato technika využívá radioaktivní látky, obecně se nepoužívá v urgentní medicíně, kde jsou pacienti přijímáni a je nutná rychlá diagnostika a léčba. SPECT je však užitečný pro hodnocení perfuze a mozkové aktivity po léčbě iCMP. Vychytávání  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO a  $^{123}\text{I}$  (isopropyl-jodamfetaminu) mozkovou tkání lze použít k hodnocení perfuze po prodělaní iCMP. Taková hodnocení se ukázala jako cenná při



detekci hyperperfuze nově ošetřených oblastí po iCMP, což je spojeno s vysokým rizikem krvácení (Ferrara, 2020).

### **PET/CT (Pozitronová emisní tomografie)**

Pozitronová emisní tomografie je 3D vyšetření nukleární medicíny, které detekuje fotony emitované stabilizací různých nitrožilně injikovaných radioizotopů, jako je  $^{18}\text{F}$ ,  $^{11}\text{C}$ ,  $^{86}\text{Yt}$ . Na rozdíl od anatomických zobrazovacích metod, jako je CT a MR, PET zobrazování ukazuje patofyziologické procesy, které předcházejí anatomickým změnám. PET se proto stal důležitým nástrojem pro detekci, lokalizaci, diagnostiku a charakterizaci několika patologií, které se vyskytují na mikroskopické a molekulární úrovni. Ačkoli PET/CT má nejširší využití v onkologické diagnostice, tak se tato zobrazovací metoda stále více používá při diagnostice a léčbě neurologických abnormalit a kardiovaskulárních patologií. (Ocampo, 2015)

### **PET/MR**

V současné době bylo diskutováno omezení PET/CT zobrazování a začalo se pracovat na kombinaci PET a MR jako na dalším logickém kroku v hybridním zobrazování. Z koncepčního hlediska je kombinace  $^{18}\text{F}$ -FDG PET s MR velkým klinickým příslibem v rozvíjející se oblasti individualizované lékařské péče. Pokroky v technologii PET detektorů a objev nových PET radiofarmak, jako je fluoromisonidazol F18 (FMISO) pro hypoxii a  $^{18}\text{F}$ -značený alfa-methyl tyrosin (FMT) pro angiogenezi, v kombinaci s pokroky v MR technologii a sekvencích by mohly dále zlepšit PET-MR zobrazování.

Použití segmentace měkkých tkání na bázi MR bylo klinicky úspěšné. Přiřazením neboli segmentací voxelů k typům tkání se různé tkáně v těle (např. měkká tkáň, kost a plíce) z celotělového T1 váženého zobrazení lze upravit tak, aby vytvořilo „pseudo-CT“ snímek, který pak lze překrýt PET snímkem a vytvořit fúzovaný nebo hybridní PET-MR snímek. (Ocampo, 2015)

## **4 Stroke management – přednemocniční a nemocniční péče**

U Akutní cévní mozkové příhody je jedním z nejkritičtějších faktorů čas. V praxi bývá užíváno rčení „Time Is Brain“ čili „čas je mozek“. Rychlá a přesná organizace péče o pacienta je klíčem k optimálním výsledkům léčby této závažné diagnózy. V této kapitole jsou shrnuta doporučení pro poskytování přednemocniční a nemocniční péče v rámci tzv. Stroke managementu.

Péče o pacienty s iCMP prodělala v České republice v posledních letech díky dostupnosti nových technologií, zejména od roku 2011 díky novému centrovému systému péče, radikální změny. Věstníky Ministerstva zdravotnictví ČR byly definovány tři úrovně péče o pacienty s akutní CMP. Novou dimenzi dostala tato péče také zavedením povinné tiráže, včetně programu na sledování kvality péče. (Tomek, 2018, s. 264 - 268).

### **Typy léčebných center dle úrovně poskytované péče v rámci iCMP:**

- Centrum vysoce specializované cerebrovaskulární péče (dříve Komplexní cerebrovaskulární centrum, KCC) nejvyšší úroveň péče, povinná dostupnost neurochirurgických a neuroradiologických intervencí.
- Centrum vysoce specializované péče o pacienty s iktem (dříve Iktové centrum, IC). Mimo neurochirurgie a intervenční radiologie stejná dostupnost péče jako v KCC.
- Třetí úroveň je jakýkoliv nejbližší poskytovatel akutní zdravotní péče

Rozložení a výskyt těchto léčebných center viz obr. 17



Obrázek 17 - Mapa výskytu léčebných center v ČR. IC = černá, KCC = šedá (Bryndová, 2021)

### První kontakt s pacientem s iCMP

První kontakt s pacientem postiženým iCMP zahrnuje následující kroky:

- Rozpoznání iCMP = určení triáž pozitivního pacienta
- Vyšetření triáž pozitivního pacienta
- Přednemocniční léčbu pacienta s CMP
- Určení místa prvního transportu triáž pozitivního pacienta

Rozpoznání CMP - určení triáž positivity

Pokud má pacient nejméně 1 ze 3 hlavních nebo 2 z 8 vedlejších příznaků CMP v posledních 24 hodinách, pak je triáž pozitivní a má být transportován do nejbližšího centra (Věstník MZ ČR 10/2012)

Hlavní příznaky pro triáž pacientů s CMP, (1 ze 3 = CMP) podle věstníku MZ ČR 10/2012.

Podmínkou je náhlý vznik obtíží, pokud je příznak sporný, raději pacienta uznáme jako triáž pozitivního.

Pokles ruky	Testujeme předpažením po dobu 10 s, jako pozitivní hodnotíme i pokles v řádu jednotlivých cm;
-------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

	náhle vzniklá hemiparéza
Pokles koutku	Náhle vzniklá centrální léze VII. hlavového nervu – n. facialis, testujeme ceněním zubů, usmátím; jako pozitivní hodnotíme i menší nález s vyhlazením nazolabiální rýhy
Porucha řeči	Pozitivní i lehčí nálezy, včetně izolované anatomické afázie (nevybavuje si některá slova)

Tabulka 2 - Hlavní příznaky pro triáž pacientů s CMP, (Tomek, 2018).

Vedlejší příznaky triáže pacientů s CMP (2 z 8 = CMP). Opět platí pro náhlý vznik příznaků.

Porucha vědomí	Kvalitativní nebo kvantitativní porucha
Porucha citu na polovině těla	Stačí testovat dotekem na pacientovi; pozitivní i neúplné nálezy – např. ruka + tvář
Setřelá řeč	Testujeme vyslovením 333 apod.
Výpadek poloviny zorného pole	Mimo hemianopie je suspektní CMP ještě výpadek adekvátních čtvrtin zorného pole a náhlá ztráta vidění na jednom oku při okluzi a. carotis interna ~ a. ophthalmica, která typicky spontánně ustoupí díky aktivaci kolaterálního oběhu.
Dvojité vidění (doplopie)	Testujeme sledování prstu vyšetřujícího lékaře
Prudká, atypická, dosud neznámá bolest hlavy	Bolest hlavy při SAH nastupuje náhle a do maxima se dostane do 1-5 minut; obecně jde o nejsilnější bolest hlavy, kterou kdy pacient zažil. Platí i pro migreniky.
Ztuhlost šíje	Cave – meningeální syndrom při SAH je plně vyjádřen až po 4- 6 hodinách!
Závratě s nauzeou či zvracením	Nejméně specifický příznak, jen 2% pacientů s vertigem má CMP

Tabulka 3 - Vedlejší příznaky triáže pacientů s CMP, (Tomek, 2018).

Samotné hlavní příznaky identifikují asi 80% pacientů s CMP, po doplnění o vedlejší příznaky se záchyť blíží 100%. (Tomek, 2018, s. 264 - 268)

## 4.1 Přednemocniční péče o pacienty s iCMP

Rozpoznání příznaků CMP i běžnou veřejností je důležitý krok k aktivaci záchranné zdravotnické služby a také krokem číslo 1 v přednemocniční péči. Rozpoznání příznaků pomocí testu FAST bylo již popsáno v podkapitole 2.1. Klinický obraz, příznaky a symptomy.

Po aktivaci systému záchranné zdravotní péče, kontaktováním nouzového telefonního čísla 155, dochází ke spuštění systému přednemocniční péče o pacienta postiženého iCMP.

### Dispečink záchranné služby a tým záchranné zdravotnické služby

Dispečer na lince záchranné zdravotnické služby, který je obecně jedním z prvních kontaktů systému zdravotní péče, hraje důležitou roli ve včasné péči a možných léčebných možnostech pro pacienta se suspektní CMP. Dispečer by měl být vyškolen, aby rozpoznal, že volající žádá o pomoc pro osobu s řadou neurologických deficitů a shromažďovat cenné informace, jako je poslední známý normální stav pacienta.

Poslední známý stav pacienta musí být stanoven, protože tyto informace se stávají kritickými v důsledku časových omezení léčby. To lze nejlépe získat od pacienta, pokud je to možné, ale rodina, přátelé a přihlížející mohou mít informace, které mohou přispět.

Záchranná zdravotnická služba v terénu po příjezdu k pacientovi se suspektní CMP posuzuje: dýchání, vitální funkce, vykonávají základní neurologické vyšetření, glykémii a monitorování srdce. Souběžně s posouzením je kritické shromažďování aktuálních seznamů léků užívaných pacientem, získání kontaktních informací o rodině a svědcích, tato opatření poskytují lékařům po transportu na urgentní příjem zdravotnického zařízení, které pacienta přijímá. Tyto informace jsou nezbytné, aby lékaři mohli urychleně rozhodovat o následné léčbě. (Bryndová, 2021)

Klíčová je anamnéza, zejména přesné (pokud možno na minuty) zjištění času vzniku příznaků iCMP (důležité pro indikaci rekanalizačních metod léčby).

Vysoký krevní tlak je lépe ponechat bez léčby, protože pokles TK snižuje mozkovou perfuzi v zóně penumbry a urychluje tak rozvoj ischemického ložiska.

Hypertenze bývá korigována pouze při extrémních hodnotách > 220 mm Hg systolického TK, nebo při známkách kardiálního selhávání. Při saturaci pod 94 % se

zahajuje oxigenoterapie. Během transportu by měl být pacient kardiopulmonálně monitorován. (Růžička, 2021, s. 250 - 251)

## 4.2 Nemocniční péče o pacienty s iCMP

Péče o pacienty s CMP má probíhat v akreditovaném IC nebo KCC.

Vstupní vyšetření při suspekci na CMP by nemělo trvat déle než 5 minut (Růžička, 2021, s.251).

Cílem první fáze nemocniční péče je co nejrychlejší provedení všech nezbytných laboratorních a diagnostických vyšetření, tak aby mohl být pacient co nejdříve po příjezdu do nemocnice léčen specifickou rekanalizační terapií v případě iCMP, se současnou snahou o zachování co největší části penumbry a následným přijetím na JIP lůžko IC nebo KCC. „Čas je mozek“.

Základní úkony při přijetí, optimálně v prostorách urgentního příjmu s přilehlým diagnostickým oddělením a vyškoleným iktovým personálem:

- Předání pacienta přímo mezi lékařem/záchranářem ZZS a lékařem iktového týmu (čekajícím na urgentním příjmu po telefonickém avízu).
- Základní celkové a neurologické vyšetření s vyplněním škály NIHSS, lékař musí detailně oškálovat pacienta ideálně v 2-3 minutách ( viz kapitola .....).
- Laboratorní odběry pro bed-side analyzátor, glykemie glukometrem, základní parametry ABR<sup>10</sup>, ionty.
- Základní laboratorní odběry do centrální laboratoře (krevní obraz, koagulace, biochemie) se odesílají ve vitálním režimu – na výsledky se nečeká.
- EKG - mimo podezření na akutní koronární syndrom je dostatečný monitor u lůžka se dvěma svody.
- Zobrazovací vyšetření mozku k určení základní etiologie CMP, ischemie x hemoragie subarachnoidální nebo intracerebrální), základem je vždy, CT nativní, doplníme o CTA nebo CTP, eventuelně MR + MRA (kritéria volby si zmíníme v podkapitole Strategie indikace rekanalizační léčby).
- Podle anamnézy, klinického obrazu a výsledků neurozobrazovacích metod, musí lékař neprodleně stanovit strategii léčby a případně aktivovat další

---

<sup>10</sup> Acidobazalická rovnováha

potřebné lékaře – intervenčního radiologa, neurochirurga, anesteziologa) podle výsledků zobrazení a stavu pacienta.

Určit místo přijetí pacienta v rámci centra nebo indikovat transport pacienta z IC do KCC. (Tomek, 2018, s. 275 - 276)

Všechny nemocnice, které se starají o pacienty s cévní mozkovou příhodou v rámci systému péče o cévní mozkovou příhodu, by měly vyvinout, přijmout a dodržovat protokoly péče, které odrážejí aktuální pokyny týkající se péče stanovené národními a mezinárodními odbornými organizacemi (např. AHA/ASA, ESO).

Různé služby v rámci nemocnice, které mohou převážet pacienty prostřednictvím nepřetržité péče, stejně jako různé nemocnice, které mohou převážet pacienty do jiných zařízení, by měly zavést protokoly a postupy pro předávání a převážení pacientů, které zajistí bezpečnou a efektivní péči o pacienty v rámci zařízení a mezi ostatními nemocničními zařízeními. Měly by být vytvořeny a schváleny protokoly pro mezinemocniční převoz pacientů. (AHA/ASA GUIDELINES, 2019)

Doporučení časů AHA/ASA GUIDELINES, 2019:

ČAS	AKCE
10 minut od příjezdu pacienta do nemocnice	Vyšetření lékařem
≤ 15 minut	Vyšetření iktovým specialistou nebo neurologem
≤ 20 minut	Neurozobrazení - nativní CT nebo MR
≤ 45 minut	Zhodnocení neurozobrazení
≤ 60 minut	Zahájení i.v. trombolýzy

Tabulka 4 - Doporučené časové úseky kroků léčby (dle AHA/ASA Guidelines, 2019)

### 4.3 Léčebné metody iCMP

Kauzální terapií akutní iCMP je rekanalizace uzavřené tepny léčivem či mechanicky a tím obnova krevního zásobení v postižené oblasti mozku. Terapeutické úsilí je cíleno na tkáň v oblasti ischemické penumbry. Rozhodujícím faktorem pro volbu rekanalizační terapie je čas od vzniku iCMP (časové okno), tedy časový úsek v němž je možné zahájit volený typ léčby. Pro intravenózní trombolýzu je časové okno 4,5 hodiny, při mechanické rekanalizaci až 24 hodin. Výjimkou jsou pacienti s okluzí a. basilaris, u nichž je při příznivém nálezů zobrazení mozku možno provést

rekanalizační terapii jako život zachraňující výkon i po uplynutí časového okna. Po překročení časového okna významně klesá účinnost terapie. (Tomek, 2018, s. 268) Ačkoli rekanalizace okludované tepny probíhá u většiny pacientů, při uzávěru větší mozkové tepny (kmen a. cerebri media, a. carotis interna, a. basilaris) dojde k rekanalizaci v prvních hodinách od vzniku, tedy v čase umožňujícím záchranu nervových buněk v oblasti penumbry jen u malé části pacientů. Rychlost rekanalizace mozkové tepny je jeden z nejdůležitějších prognostických faktorů pro dosažení soběstačnosti pacienta po mozkovém infarktu. K hodnocení stupně rekanalizace je využíváno skóre mTICI (tab. 5) (Procházka, 2021).

Skóre mTICI	Stav po trombolýze
0	Žádná reperfuze
1	Pronikání kontrastní látky za uzávěr s minimálním plněním daného teritoria
2a	Částečná reperfuze s plněním 2/3 daného teritoria
2b	Kompletní, ale zpomalené plnění vaskulárního teritoria
3	Kompletní reperfuze s normálním plněním distálních kortikálních větví

Tabulka 5 - Výsledky trombolýzy u mozkového infarktu, (Procházka, 2021).

### Intravenózní trombolytická léčba (IVT)

Standardem rekanalizační léčby je systémová trombolýza intravenózním podáním trombolytika (Altepláza rTPA). Systémová trombolýza je indikována u všech pacientů s iCMP, maximálně do 4,5 hodiny od vzniku příznaků. Efektivita léčby je zcela závislá čase jejího zahájení. Dobrého výsledného stavu dosáhneme u 1 ze 2 trombolyzovaných pacientů do 90 minut a jen u 1 ze 14 ve 4,5 hodinách.

Jedinou absolutní kontraindikací je průkaz intrakraniálního krvácení. Relativními kontraindikacemi jsou pak obraz rozvinuté ischemie na CT, nekorigovatelná hypertenze, hypoglykemie či poruchy hemostázy. U pacientů po vážném chirurgickém výkonu před méně než 14 dny, ale také u pacientek po porodu, nesmí být systémová trombolýza podána kvůli vysokému riziku krvácení.

Po IVT se po 24 hodinách opakuje CT mozku (v případě zhoršení neurologického nálezu dříve), které prokáže definitivní rozsah ischemického ložiska, či případné nitrolební krvácivé komplikace.



Úspěšné rekanalizace užitím IVT je dosaženo asi u 45 % postižených.

### **Endovaskulární metody léčby iCMP**

Rekanalizace cévy uzavřené trombem nebo embolem je nejvýznamnějším ovlivnitelným faktorem, který dokáže zvrátit nepříznivou prognózu u pacientů s iCMP. U pacientů, kde není dosaženo rekanalizace velké mozkové cévy, je mortalita morbidita téměř 100%. Dosažení cévní rekanalizace vede k redukci neurologického deficitu během 30 minut a pacienti mají, větší šanci, že dosáhnou soběstačnosti již za 3 měsíce od vzniku iCMP.

### **Intraarteriální trombolytická terapie (IAT)**

Je aplikace trombolytika katetrem přímo do místa okluze. V současnosti jsou preferovány metody mechanické trombektomie avšak IAT je používána například v případech pokud je trombus pro mechanickou rekanalizaci nedostupný (př. atypický odstup cév), k léčbě dostální embolizace vč. embolitických komplikacích mechanické trombektomie, rescue terapie při selhání mechanické trombektomie.

IAT se často používá jako doplňková terapie při mechanické rekanalizaci (Manual-cmp.cz).

### **Mechanická rekanalizace**

Počátky mechanické trombektomie lze zařadit do roku 1998, kdy pokus o extrakci trombu z mozkového řečiště byl poprvé proveden za pomoci extrakční kličky Amplatz Goose Neck. Toto „laso“ bylo zaváděno pomocí mikrokatétru do místa uzávěru se snahou o zachycení embolu. V roce 2002 byly použity košíky Neuronet. Přelomem však bylo uvedení na trh systému MERCI, ve tvaru helikální kličky („vývrtky“), zaváděné pomocí mikrokatétru do místa uzávěru mozkové tepny. Ve studiích Mechanical Embolus Removal in Cerebral Ischemia (*MERCI*) byl extraktor používán dohromady s balonokluzivním vodícím katétre. Následovalo uvedení extrakčních košíků tzv. stent retrieverů (Stentrieverů) na trh, dedikovaných k mechanické extrakci embolu z mozkového řečiště.

Při endovaskulární terapii je katetrizačně ošetřeno přímo místo uzávěru tepny extrakcí trombu z cévního řečiště – tzv. mechanická trombektomie/rekanalizace. Trombus se extrahuje speciálním stentem (stent retriever) nebo se odsaje aspiračním katétre. Na rozdíl od koronárních tepen se nepoužívá balónková angioplastika – u

uzávěru mozkové tepny většinou nejde o aterosklerotickou stenózou, ale o embolický uzávěr tepny se zdravým lumen (Růžička, 2021, s.251).

### **Aspirační trombektomie (FAST, ADAPT)**

Technika aspirace krevní sraženiny má svůj původ v periferních intervenčních výkonech na dolních končetinách s využitím manuální aspirace. Aspirační katétrů o velikosti 4–8 F jsou zaváděny těsně k trombu, který je poté jednoduše odsát manuálním podtlakem stříkačkou.

**FAST technika** spočívá ve využití vodícího katétru s okluzivním balonkem. 7–8 a distálního aspiračního katétru, který je zaváděn pomocí mikrokatétru po vodiči. Aspirace je prováděna ručně stříkačkou. Benefitem je zábrana fragmentace a distální embolizace aspirovaného trombu při blokování toku a. carotis interna okluzivním balonkovým vodícím katétre.

Při **ADAPT technice** je používán rychlý distální přístup pomocí novějších typů aspiračních katétrů s větším vnitřním lumenem. Jsou zaváděny rovněž po mikrokatétru a po vodičích direktně do trombu. Aspirace je pak prováděna dedikovanou aspirační pumpou s kontinuálním podtlakem. Pro aspirační techniku jsou dnes dostupné rozličné aspirační katétrů s různými parametry vnitřního lumen (Procházka, 2021).

### **Rekanalizace uzávěru užitím stentrieveru**

Stent retriever (resp. Stentriever) technologie byla původně použita jako odpoutatelný stent k remodelační léčbě mozkových aneuryzmat . Jedná se o extrakční zařízení na vodiči, zaváděné do místa uzávěru pomocí mikrokatétru. Retriever je zaváděn tak, aby překrýval místo tromboembolického uzávěru, pro uzávěry M1 úseku střední mozkové tepny a bazilární. Po uvolnění do místa uzávěru je košík ponechán cca 2–3 minuty a následně pomalu stahován do vodícího katétru se zachyceným trombem. V současné době je extrakce prováděna většinou za současné aspirace, ať již z vodícího okluzivního balonkového katétru, nebo z aspiračního katétru při kombinovaných technikách.

### **Kombinovaný přístup (Solumbra technika)**

V současné době je stále častěji využívána kombinovaná technika s výhodami jak FAST, tak i ADAPT techniky. Kombinace spočívá ve využití aspiračního katétru s velkým vnitřním průměrem a stent retrieveru. Současná aspirace během extrakce stent

retrieverem má snížit fragmentaci a distální embolizaci během mechanické rekanalizace (Procházka, 2021).

#### **4.4 Další péče o pacienty s iCMP**

Z důvodu vysokého rizika časně recidivy iCMP je důležité zahájit co nejdříve sekundárně preventivní terapii. Antitrombolická léčba je zahájena u pacientů léčených rekanalizační terapií až po 24 hodinách a po vyloučení případné krvácivé komplikace kontrolním CT mozku, u ostatních pacientů ihned po přijetí.

Při zhoršení stavu vědomí či neurologického nálezu se zvažuje zejména rozvíje edému mozku, hemoragickou transformaci ischemie, progresi ischemického ložiska nebo recidivu iCMP v jiném povodí, a je proto indikováno kontrolní CT, případně MR mozku.

Při edému mozku se elevuje trup a hlava o 30° a podává se manitol či hypersmolární roztok NaCl. Krajním řešením maligního edému mozku je dekompresní kraniektomie. V případě hemoragické transformace ischemického ložiska se musí přerušit antitrombotická terapie a případně se koriguje porucha hemostázy či dekompenzovaná hypertenze. Stav pacienta může vzácně v prvních hodinách komplikovat akutní symptomatický epileptický záchvat. Mezi nejčastější komplikace v časném období po vzniku iCMP patří rozvoj infekce (respirační, uroinfekce), kdy se zahajuje časně antibiotická léčba a antipyretika se podávají již při teplotách nad 37,5°C, protože hypertermie má nepříznivý vliv na rozvoj ischemického ložiska.

#### **Vyšetření etiologie a rizikových faktorů iCMP**

Každý pacient po proběhlé iCMP a TIA musí být důkladně vyšetřen s cílem určení etiologie a zjištění rizikových faktorů, aby mohla být adekvátně nastavena sekundární prevence.

Iniciální vyšetření zahrnuje zobrazení přívodných mozkových tepen – nejvhodnější je zobrazení CTA, alternativou je UZ vyšetření. K záchytu FIS nebo jiné arytmie je nezbytný EKG monitoring. Jeho trvání by mělo být individuální, minimálně 72 hodin, pokud však nenalezneme jinou příčinu je indikován až 30denní monitoring. K vyloučení potencionálních zdrojů kardioembolizace slouží jícnová echokardiografie, případně transkraniální dopplerovská sonografie.

U každého pacienta se vyšetřují standartní rizikové faktory aterosklerózy. U mladých jedinců (obvykle do 60 let) je vhodný screening vrozených či získaných hyperkoagulačních stavů a v určených případech i další cílen screening.

### **Sekundární prevence iCMP**

Pacienti po iCMP mají vysoké riziko recidivy. Opakování iCMP má navíc dvojnásobnou mortalitu než první příhoda. Proto je nezbytné co nejdříve zahájit sekundární prevenci, která zahrnuje antiagregační nebo antikoagulační terapii, úpravu rizikových faktorů iCMP (viz. podkapitola rizikové faktory) a eventuálně intervenční výkon.

Antiagregační terapie, která brání shlukování trombocytů a tvorbě destičkových trombů, bývá zahájena u všech pacientů nevyžadující antikoagulační léčbu: aterosklerotické postižení velkých tepen, nemoc malých tepen a většina kryptogenních iCMP.

Antikoagulační terapie je indikována u iCMP kardioembolizační etiologie, při cervikální arteriální disekci nebo při paradoxní embolizaci.

Hypertenzní terapie, správně léčená hypertenze snižuje riziko recidivy iCMP až o 30%. U pacientů s iCMP a dosud neléčenou hypertenzi se antihypertenziva nasazují až po několika dnech, po odeznění akutní fáze iCMP.

S dalších rizikových faktorů je nezbytná léčba diabetes mellitus. Při zjištěné klinicky významné obstrukční spánkové apnoe je indikována léčba s trvalým přetlakem v dýchacích cestách, protože závažná obstrukční spánková apnoe zhoršuje prognózu nemocného po CMP. Důležité je rovněž zanechání kouření, úprava životosprávy, redukce tělesné hmotnosti, pravidelná anaerobní fyzická aktivita a vyvarování se nadměrné konzumaci alkoholu. Strava by měla být středomořského typu s omezeným přísunem soli.

### **Rehabilitace po iCMP**

Rehabilitace je základní součástí terapie pacienta se všemi typy CMP, která zásadně ovlivňuje výsledný stav pacienta. Cílem rehabilitace je zlepšení hybnosti postižené části těla, nácvik chůze a soběstačnosti, kompenzace trvalých následků a prevence komplikací, jako je spasticita, kontraktury či kloubní bolesti. Možným vysvětlením zlepšení výsledného klinického stavu pacienta díky rehabilitaci je zapojení přeživších neuronů ve větší míře do nových funkčních okruhů.

Rehabilitace by proto měla být zahájena co nejdříve po vzniku CMP a dle závažnosti postižení pokračovat intenzivně nejméně tři měsíce, kdy je efektivnost rehabilitace největší (Růžička, 2021, s. 251 - 259).

## Závěr

Cévní mozková příhoda je naléhavou lékařskou a multidisciplinární pohotovostí, zpoždění v léčbě může vést k neurologickému poškození, trvalé invaliditě nebo smrti. Prostižený iCMP vykazuje typické syndromy a příznaky pro toto onemocnění, proto je potřeba, aby i laická veřejnost dokázala tyto symptomy rozlišit. Existuje jednoduchý a dobře zapamatovatelný test FAST, jak jsme si v této práci popsali. V posledních letech zobrazovací technologie mění schopnost lékařů lépe diagnostikovat a léčit iCMP. CT vyšetření je zlatým standardem a je přístupné ve většině zdravotnických zařízeních. Umožňují zdravotnickým zařízením vhodně vybrat pacienty k následné terapii.

Tato bakalářská je zaměřena na problematiku a diagnostiku ischemické cévní mozkovou příhody, možnosti její diagnostiky, především metodami CT a MRI ale jsou zde zmíněné i ostatní diagnostické metody. Z modalit výpočetní tomografie bylo popsáno nativní CT, které je ve většině případů považováno jako zlatý standart diagnostiky iCMP, CT angiografie mozkových tepen, což je přínosná metoda pro zobrazení uzávěrů intrakraniálních tepen a kolaterální cirkulace. Další z modalit CT bylo popsáno perfuzní vyšetření mozkové tkáně, které je vhodné pro odlišení nevratně poškozené tkáně - tzn. oblast ischemického jádra a oblast stále zachrannitelné mozkové tkáně – penumbry. Nejvhodnější modalita magnetické rezonance k časnému odhalení ischemie a také TIA jsou sekvence DWI, tyto difuzně vážené obrazy jsou nejvíce citlivé ve zobrazování časných projevů ischemie. S nimi souvisí i ADC mapy, které pomáhají při určování stáří ischemie. Podobně jako zmíněné CT perfuze, je výhodné použít perfuzní vyšetření magnetickou rezonancí (PWI) slouží k odlišení jádra ischemie a penumbry, a tak určovat pacienty, kteří jsou vhodní pro reperfuční terapii a předpovídat, jaký budou mít z této terapie výstup. Dále také důležitým vyšetřením v oblasti MR je MR angiografie.

Jedním z nejdůležitějších faktorů dobrého výstupu léčby iCMP jsou čas a vhodně zvolená reperfuční terapie, která se volí dle výsledku neurozobrazení a rozhodnutí lékařů. I přes včasě provedenou a technicky úspěšnou mechanickou trombektomii pro akutní ischemickou cévní mozkovou příhodu, bohužel ne všichni pacienti nedosáhnou dobrého klinického výsledku, proto je důležitým krokem v rámci Stroke managementu iCMP primární, sekundární prevence a následná rehabilitační péče.

## Seznam zdrojů

AHA/ASA GUIDELINES: Guidelines for the Early Management of Patients with Acute Ischemic Stroke: 2019 Update to the 2018 Guidelines for the Early Management of Acute Ischemic Stroke, 2019. *Heart* [online]. [cit. 2023-04-07]. Dostupné z: <https://www.heart.org/-/media/Files/Professional/Quality-Improvement/Get-With-the-Guidelines/Get-With-The-Guidelines-Stroke/2019UpdateAHAASAAISGuidelineSlideDeckrevisedADL12919.pdf>

ALLOUBANI, Aladeen, Abdulmoneam SALEH a Ibrahim ABDELHAFIZ, 2018. Hypertension and diabetes mellitus as a predictive risk factors for stroke. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* [online]. 12(4), 577-584 [cit. 2019-04-10]. DOI: 10.1016/j.dsx.2018.03.009. ISSN 1871-4021. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871402118300250>

AMARENCO, P., J. BOGOUSLAVSKY, L.R. CAPLAN, G.A. DONNAN a M.G. HENNERICI, 2009. Classification of Stroke Subtypes. *Cerebrovascular Diseases* [online]. 27(5), 493-501 [cit. 2023-04-09]. ISSN 1015-9770. Dostupné z: doi:10.1159/000210432

AMARENCO, P., J. BOGOUSLAVSKY, L.R. CAPLAN, G.A. DONNAN, M.E. WOLF a M.G. HENNERICI, 2013. The ASCOD Phenotyping of Ischemic Stroke (Updated ASCO Phenotyping). *Cerebrovascular Diseases* [online]. 36(1), 1-5 [cit. 2023-04-09]. ISSN 1015-9770. Dostupné z: doi:10.1159/000352050

BASHIR, Usman, 2012. Time of flight angiography. In: *Radiopaedia* [online]. 18.6. 2012 [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: <https://radiopaedia.org/articles/18193>

BOUJAN, T., U. NEUBERGER a J. PFAFF, 2018. Value of Contrast-Enhanced MRA versus Time-of-Flight MRA in Acute Ischemic Stroke MRI. *American Journal of Neuroradiology* [online]. 39(9), 1710-1716 [cit. 2019-04-06]. DOI: 10.3174/ajnr.A5771. ISSN 0195-6108. Dostupné z: <http://www.ajnr.org/lookup/doi/10.3174/ajnr.A5771>

BRYNDOVÁ, Lucie, Michal BAR, Roman HERZIG, et al., 2021. Concentrating stroke care provision in the Czech Republic: The establishment of Stroke Centres in 2011 has led to improved outcomes. *Health Policy* [online]. 125(4), 520-525 [cit. 2023-04-06]. ISSN 01688510. Dostupné z: doi: 10.1016/j.healthpol.2021.01.011

Causative Classification System for Ischemic Stroke (CCS). *Ccs.mgh.harvard.edu* [online]. [cit. 2023-04-08]. Dostupné z: [https://ccs.mgh.harvard.edu/ccs\\_intro.php](https://ccs.mgh.harvard.edu/ccs_intro.php)

CLARKE, Charles, Robin HOWARD, Martin ROSSOR a Simon SHORVON, 2016. *Neurology: A Queen Square Textbook*. Second edition. London: Wiley Blackwell. ISBN 9781118486153.

COLLINS, R. Douglas, 2007. *Diferenciální diagnostika prvního kontaktu*. 2. české vyd. Přeložil Jan LOMÍČEK, přeložil Zuzana LOMÍČKOVÁ. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-0897-3.

ČÍHÁK, Radomír, 2016. *Anatomie 3: Svazek II – Centrální nervový systém*. 3. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-9552-2.

FERRARA, Adi, 2020. Computed Tomography in Stroke Diagnosis, Assessment, and Treatment. *Radiologic Technology* [online]. 91(5), 447CT-462CT [cit. 2023-02-27]. ISSN:0033839. Dostupné z: <http://www.radiologictechnology.org/content/91/5/447CT.full>

FESKE, Steven K., 2021. Ischemic Stroke. *The American Journal of Medicine* [online]. 134(12), 1457-1464 [cit. 2023-02-21]. ISSN 00029343. Dostupné z: doi: 10.1016/j.amjmed.2021.07.027

FRANCO, Jennifer, 2018. Imaging and Treatment of Strokes. *Radiologic Technology* [online]. July/August 2018, 89(6), 549-568 [cit. 2023-02-22]. ISSN 0033-8397. Dostupné z: <http://www.radiologictechnology.org/content/89/6/549.full.pdf+html>



HERZIG, Roman, c2014. *Ischemické cévní mozkové příhody: průvodce ošetřujícího lékaře*. 2. vyd. Praha: Maxdorf. Farmakoterapie pro praxi. ISBN 978-80-7345-373-2.

Hospitalizovaní, 2017, 2017. *Ústav zdravotnických informací a statistiky* [online]. Praha, ÚZIS ČR [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <http://www.uzis.cz/katalog/zdravotnicka-statistika/hospitalizovani>

HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK, 2021. *Memorix anatomie*. 5. vydání. Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-873-4.

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

KALITA, Zbyněk, 2006. *Akutní cévní mozkové příhody: diagnostika, patofyziologie, management*. Praha: Maxdorf. Jessenius. ISBN 80-859-1226-0.

KALVACH, Pavel, 2010. *Mozkové ischemie a hemoragie*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2765-3

LIEBESKIND, David S., 2003. Collateral Circulation. *Stroke* [online]. **34**(9), 2279-2284 [cit. 2023-03-01]. ISSN 0039-2499. Dostupné z: doi: 10.1161/01.STR.0000086465.41263.06

NEVŠÍMALOVÁ, Soňa, Jiří TICHÝ a Evžen RŮŽIČKA, c2002. *Neurologie*. Praha: Galén. ISBN isbn80-7262-160-2.  
OCAMPO, Tessa, Katie KNIGHT, Rachel DUNLEAVY a Shetal N SHAH, 2015.

Techniques, Benefits, and Challenges of PET-MR. *Radiology Technology* [online]. 86(4), 393-412 [cit. 2023-02-26]. ISSN 0033-8397. Dostupné z: <http://www.radiologicstechnology.org/content/86/4/393.full#content-block>

OLIVEIRA-FILHO, Jamary a Maarten G LANSBERG, 2023. Neuroimaging of acute stroke. In: *UpToDate* [online]. USA [cit. 2023-02-14]. Dostupné z: [https://www.uptodate.com/contents/neuroimaging-of-acute-stroke?search=neuroradiology&source=search\\_result&selectedTitle=1~150&usage\\_type=default&display\\_rank=1](https://www.uptodate.com/contents/neuroimaging-of-acute-stroke?search=neuroradiology&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1)

PROCHÁZKA, Václav, 2021. Endovaskulární léčba akutní ischemické cévní mozkové příhody. *INTERVENČNÍ A AKUTNÍ KARDIOLOGIE* [online]. Olomouc: Solen, 20(4), 217–226 [cit. 2023-04-21]. ISSN 1803-5302. Dostupné z: <https://www.iakardiologie.cz/pdfs/kar/2021/04/06.pdf>

REIF, Michal, David GOLDEMUND a Robert MIKULÍK, 2013. Nejdůležitější metody v diagnostice akutní cévní mozkové příhody. *Kardiologická revue* [online]. **15**(1), 11-25 [cit. 2019-04-10]. ISSN 1801-8653.

RŮŽIČKA, Evžen, 2021. *Neurologie. 2.*, rozšířené vydání. Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-908-3.

SEIDL, Zdeněk a Manuela VANĚČKOVÁ, 2007. *Magnetická rezonance hlavy, mozku a páteře*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1106-5

SEIDL, Zdeněk a Manuela VANĚČKOVÁ, 2014. *Diagnostická radiologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4546-6.

SEIDL, Zdeněk, 2008. *Neurologie pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2733-2.

SEIDL, Zdeněk, 2012. *Radiologie pro studium i praxi*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4108-6.

SEIDL, Zdeněk, 2015. *Neurologie pro studium i praxi. 2.*, přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5247-1.

Time-of-Flight (TOF) MRA: How does time-of-flight MRA work?. In: *Questions and answers in MRI* [online]. [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: <https://mriquestions.com/time-of-flight-tof-mra.html>

Toast Classification Of Stroke, 2021. In: *Stroke-manual.com* [online]. 23.03.2021 [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: <https://www.stroke-manual.com/toast-stroke-classification/>

TOMEK, Aleš, 2018. *Neurointenzivní péče*. Třetí, přepracované a doplněné vydání. Praha: Mladá fronta. Edice postgraduální medicíny. ISBN 978-80-204-5119-4.

TSAI, Jenny P. a Gregory W. ALBERS, 2017. Wake-Up Stroke. *Topics in Magnetic Resonance Imaging* [online]. **26**(3), 97-102 [cit. 2023-04-19]. ISSN 0899-3459. Dostupné z: doi:10.1097/RMR.000000000000126

VALIŠ, Kateřina, 2022. Akutní terapie ischemické cévní mozkové příhody. *Profi Medicina* [online]. 7.2.2022 [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://profimedicina.cz/akutni-terapie-ischemicke-cevni-mozkove-prihody/>

VILELA, Pedro a Howard a. ROWLEY, 2017. Review: Brain ischemia. *European Journal of Radiology* [online]. **96**, 162-172 [cit. 2019-04-06]. DOI: 10.1016/j.ejrad.2017.08.014. ISSN 0720-048X.

VOLNÝ, Ondřej a Robert MIKULÍK, 2013. Kolaterální cirkulace mozku – potenciální cíl terapie mozkových infarktů. *ČESKÁ A SLOVENSKÁ NEUROLOGIE A NEUROCHIRURGIE*. Ambit Media a.s, **76**(3), 307-314. ISSN 1210-7859.

VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.

WING, Stevan Christopher a Hugh S MARKUS, 2019. Interpreting CT perfusion in stroke. *Practical Neurology*[online]. **19**(2), 136-142 [cit. 2023-04-21]. ISSN 1474-7758. Dostupné z: doi:10.1136/practneurol-2018-001917

ZELTZER, Lisa, KORNER-BITENSKY, Nicol a Elissa SITCOFF, ed., 2008. Glasgow Coma Scale (GCS). In: *Stroke Engine*[online]. Kanada, 29-09-2008 [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: <https://strokengine.ca/en/assessments/glasgow-coma-scale-gcs/>

Zemřelí 2017, 2017. *Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR* [online]. Praha: ÚZIS ČR [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <http://www.uzis.cz/katalog/zdravotnicka-statistika/zemreli>

## Seznam grafů, obrázků a tabulek

Graf 1 - Subtypy iCMP a jejich procentuální zastoupení v rámci TOAST. Data: Toast Classification of Stroke 2023 (vlastní zpracování).....	17
Obrázek 1 - Willisův Okruh (wikiskripta.eu).....	11
Obrázek 2 - Cévní systém mozku, (ASRT 2017). ....	11
Obrázek 3 - Schematické zobrazení mozkové penumbry a jádra ischemie (Feske, 2021). ....	13
Obrázek 4 - Časkový průběh v závislosti na mozkovou perfuzi a šíření ischemického jádra (Feske, 2021.) .....	14
Obrázek 5 - Nativní snímky počítačové tomografie (CT) v axiální rovině (A) na úrovni thalamu a bazálního ganglia, včetně 4 hlubokých a 3 kortikálních teritorií, (B) a na úrovni sousedící s nejvyšším okrajem gangliových struktur, včetně 3 kortikálních větví středního mozku tepny (MCA). Zkratky: A, přední oběh; C, ocasní hlava; IC, vnitřní kapsle; I, ostrovní kůra; LN, lentiformní jádro; M1, přední kůra MCA; M2, MCA kortex laterálně k insulární stuze; M3, zadní MCA kortex; M4, M5, M6, přední, laterální a zadní teritoria MCA (přibližně 2 cm nad M1, M2 a M3, v tomto pořadí); P, zadní oběh. (Dr Subash Thapa and Radiopaedia.org).....	28
Obrázek 6 - Anotovaný CT obraz při vyšetření pomocí ASPECTS škály (radiopedia.org) .....	28
Obrázek 7 - Časné známky ischemie v povodí ACM vpravo na nativním CT před úpravou okna a po ní, (Reif 2013). ....	34
Obrázek 8 - Akutní infarkt MCA vpravo se znakem hyperdenzní cévy (šipka), (radiopedia.org). ....	34

Obrázek 9 - Nativní CT a multifázová CTA u iCMP s uzávěrem úseku M1 ACM vlevo (Vališ, 2022). .....	35
Obrázek 10 - CT perfuze. Fialová = ischemické jádro, zelená = penumbra, (Vališ, 2022). .....	37
Obrázek 11 - (A) - nativní CT vykazuje časné ischemické změny v pravé hemisféře s hyperdenzitou v M1 segmentu pravé MCA, (B) - CTA vykazuje, že proximální okluze M1 je potvrzena (šipka), (C) - Nedostatek cév v této hemisféře je způsoben okluzí a nedostatkem kolaterálních cév, (D) – deficit průtoku krve mozkem je kompenzován snížením mozkové krve, (E) – Neprokazuje žádnou existenci penumbry, tudíž reperfuze terapie nepřinese žádný přínos, (Wing, 2019). .....	38
Obrázek 12 - Subakutní ischemická léze vpravo na MR u pacienta s iCMP. FLAIR, DWI a ADC zobrazení, (Vališ, 2022). .....	40
Obrázek 13 - MR obraz - (A) Ischemie vpravo demonstrována oblastí hyperintenzivity na (DWI) zobrazení, a (B) - Hypointenzivitou na ADC zobrazení, (Franco, 2018). ...	41
Obrázek 14 - MR DWI, PWI a DWI/PWI mis-match, (manual-cmp.cz). .....	42
Obrázek 16 - MRA Time of flight (TOF), provedený na 3T MR použitím maximální intenzity (MIP) a stínovaného povrchu (SSD), (mriquestions.com). .....	43
Obrázek 15 - Kontrastní MIP MRA krku demonstrující normální aortální oblouk a karotidovou a vertebrální cirkulaci, (radiopedia.org). .....	43
Obrázek 17 - Mapa výskytu léčebných center v ČR. IC = černá, KCC = šedá (Bryndová, 2021) .....	49
Tabulka 1 - příčiny odpovědné za vznik iCMP, (Clarke, 2016). .....	15
Tabulka 2 - Hlavní příznaky pro triáž pacientů s CMP, (Tomek, 2018). .....	50
Tabulka 3 - Vedlejší příznaky triáže pacientů s CMP, (Tomek, 2018). .....	50
Tabulka 4 - Doporučené časové úseky kroků léčby (dle AHA/ASA Guidelines, 2019) .....	53
Tabulka 5 - Výsledky trombolýzy u mozkového infarktu, (Procházka, 2021). .....	54