



## **Bakalářská práce**

# **Vyšetření pacientů s roztroušenou sklerózou na magnetické rezonanci**

*Studijní program:*

B0914P360009 Radiologická asistence

*Autor práce:*

**Simona Nováková**

*Vedoucí práce:*

prof. MUDr. Ing. Lukáš Lambert, Ph.D.  
Fakulta zdravotnických studií

Liberec 2023



## Zadání bakalářské práce

# Vyšetření pacientů s roztroušenou sklerózou na magnetické rezonanci

<i>Jméno a příjmení:</i>	<b>Simona Nováková</b>
<i>Osobní číslo:</i>	D20000227
<i>Studijní program:</i>	B0914P360009 Radiologická asistence
<i>Zadávající katedra:</i>	Fakulta zdravotnických studií
<i>Akademický rok:</i>	2021/2022

## Zásady pro vypracování:

### Cíle práce

Z neurologických pracovišť jsou odesíláni pacienti k diagnostice roztroušené sklerózy a v případě potvrzení diagnózy ke sledování vývoje nemoci v závislosti na léčbě. K dispozici jsou dva vyšetřovací protokoly, standardní vyšetřovací protokol pro pacienty s neurologickým onemocněním a dále pak vyšetřovací protokol pro monitoraci roztroušené sklerózy.

Prvním cílem práce je určit, zda k diagnostice onemocnění postačí protokol standardní, určený k diagnostice širokého spektra neurologických onemocnění nebo by měl být preferován protokol monitorovací, určený výhradně pro monitoraci roztroušené sklerózy.

Druhým cílem je stanovit, zda při diagnostice roztroušené sklerózy je nezbytná aplikace kontrastní látky.

### Teoretická východiska

Standardní vyšetřovací protokol pro neurologická onemocnění lze provést na libovolném MR přístroji s menší časovou náročností než protokol pro monitoraci roztroušené sklerózy, který je časově více náročný a musí být prováděn na přístroji magnetické rezonance o indukci 3 Tesla. Výsledkem kvalifikační práce bude informace, do jaké míry lze s jistotou diagnostikovat roztroušenou sklerózu ze standardních vyšetřovacích protokolů používaných při neurologických onemocněních a zda je nutná při diagnostice aplikace kontrastní látky.

### Výzkumné otázky

Lze doporučit standardní vyšetřovací protokol pro diagnostiku roztroušené sklerózy?

Přináší aplikace kontrastní látky dodatečnou informaci do diagnostické rozvahy?

### Metoda

Výzkumná část kvalifikační práce se dělí na kvantitativní a kvalitativní.

### Technika práce

Výzkumná část kvalifikační práce se dělí na část kvantitativní, která se bude zabývat statistickým vyhodnocením kódů diagnóz získaných z archivované dokumentace konkrétních pacientů a částí kvalitativní, ve které budou cíle práce určeny z anonymizovaných výsledků vyšetření magnetickou rezonancí.

### Místo a čas realizace výzkumu

Kvalifikační práce bude prováděna na radiodiagnostické klinice Všeobecné fakultní nemocnice v Praze.

### Vzorek

Plánovaný rozsah bude vyhodnocení cca 100 – 150 vyšetřených pacientů na přístrojích magnetické rezonance od září 2022 do prosince 2022.

### Rozsah práce

Rozsah bakalářské práce činí 50 – 70 stran (tzn. 1/3 teoretická část, 2/3 výzkumná část).

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování práce:

Jazyk práce:

tištěná/elektronická

Čeština

## Seznam odborné literatury:

- HEMOND, Christopher C. a Rohit BAKSHI. 2018. Magnetic Resonance Imaging in Multiple Sclerosis. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*. **8**(5).DOI 10.1101/cshperspect.a028969. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5932576>
- HORÁKOVÁ, Dana. 2017. *Autoimunita nervového systému v kazuistikách*. Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-4572-8.
- KAŇOVSKÝ, Petr et al. 2019. *Obecná neurologie a vyšetřovací metody v neurologii*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5488-7.
- KAŇOVSKÝ, Petr et al. 2020. *Speciální neurologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5611-9.
- PAVELEK, Zbyšek et al. 2020. Roztroušená skleróza: adherence k léčbě. *Neurologie pro praxi*. **21**(5), 380-383. ISSN 1213-1814. Dostupné také z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/archiv.php>
- PETERKA, Marek a Pavel POTUŽNÍK. 2021. Časná diagnostika a léčba roztroušené sklerózy. *Neurologie pro praxi*. **22**(2), 128-131. DOI 10.36290/neu.2021.003. Dostupné také z: [https://www.neurologiepropraxi.cz/artkey/neu-202102-0007\\_casna\\_diagnostika\\_a\\_lecba\\_roztrousene\\_sklerozy.php](https://www.neurologiepropraxi.cz/artkey/neu-202102-0007_casna_diagnostika_a_lecba_roztrousene_sklerozy.php)
- SUCHÁ, Lucie, ed. 2020. *Současné trendy v rehabilitaci pacientů s roztroušenou sklerózou II*. Olomouc: Solen, Medical education. ISBN 978-80-7471-331-6.
- VALIŠ, Martin et al. 2020. *Roztroušená skleróza pro praxi*. 2. vyd. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-672-6.
- VANĚČKOVÁ, Manuela. 2019a. MR monitorace aktivity pacientů s roztroušenou sklerózou (konvenční techniky, výsledky dlouhodobé MR monitorace léčby ocrelizumabem). *Neurologie pro praxi*. **20**(6), 460-466. ISSN 1213-1814. Dostupné také z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/archiv.php>
- VANĚČKOVÁ, Manuela. 2019b. U roztroušené sklerózy je magnetická rezonance nenahraditelná – rozhovor. *Medical tribune*. **15**(20), B4-B5. ISSN 1214-8911. Dostupné také z: <https://www.tribune.cz/tituly/mtr/archiv/736>
- VANĚČKOVÁ, Manuela a Zdeněk SEIDL. 2018. *Roztroušená skleróza a onemocnění bílé hmoty v MR zobrazení*. Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-4687-9.

Vedoucí práce:

prof. MUDr. Ing. Lukáš Lambert, Ph.D.  
Fakulta zdravotnických studií

Datum zadání práce:

14. června 2022

Předpokládaný termín odevzdání: 5. května 2023

L.S.

prof. MUDr. Karel Cvachovec, CSc.,  
MBA  
děkan

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.



## PROTOKOL K REALIZACI VÝZKUMU

<b>Jméno a příjmení studenta:</b>	SIMONA NOVÁKOVÁ
<b>Osobní číslo studenta:</b>	D20000227
<b>Univerzitní e-mail studenta:</b>	simona.novakova@tul.cz
<b>Studijní program:</b>	B0914P360009 RADIOLOGICKÁ ASISTENCE
<b>Ročník:</b>	3.
<b>Prohlášení studenta</b>	
Prohlašuji, že v kvalifikační práci ani v publikacích souvisejících s kvalifikační prací nebudu uvádět osobní údaje o respondentech nebo institucích, kde byl výzkum realizován, pokud k tomu není získán souhlas v tomto protokolu. Dále prohlašuji, že budu dodržovat povinnou mlčenlivost o skutečnostech, o kterých jsem se dozvěděl při realizaci výzkumu v rámci osobní ochrany zúčastněných osob.	
<b>Podpis studenta:</b>	
<b>Kvalifikační práce</b>	
<b>Téma kvalifikační práce:</b>	VYŠETŘENÍ PACIENTŮ S ROZTROUŠENOU SKLERÓZOU NA MAGNETICKÉ REZONANCI
<b>Kvalifikační práce:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> bakalářská <input type="checkbox"/> diplomová
<b>Jméno vedoucího kvalifikační práce:</b>	Prof. MUDr. Ing. LUKÁŠ LAMBERT, Ph.D.
<b>Metoda a technika výzkumu:</b>	Statistické vyhodnocení specifity popisů snímků z magnetické rezonance z různých vyšetřovacích protokolů
<b>Soubor respondentů:</b>	100 - 150
<b>Název pracoviště pro realizaci výzkumu:</b>	VŠEOBECNÁ FAKULTNÍ NEMOCNICE V PRAZE, RADIODIAGNOSTICKÁ KLINIKA
<b>Datum zahájení výzkumu:</b>	09/2022
<b>Datum ukončení výzkumu:</b>	12/2022
<b>Finanční zatížení pracoviště při realizaci výzkumu:</b>	<input type="checkbox"/> ANO <input checked="" type="checkbox"/> NE
<b>Souhlas vedoucího kvalifikační práce:</b>	<input type="checkbox"/> souhlasím <input type="checkbox"/> nesouhlasím
<b>Podpis vedoucího kvalifikační práce:</b>	
<b>Spolupracující instituce</b>	
<b>Souhlas odpovědného pracovníka instituce s realizací výzkumu:</b>	<input type="checkbox"/> souhlasím <input type="checkbox"/> nesouhlasím



**Souhlas s případným zveřejněním názvu  
instituce v kvalifikační práci a publikacích:  
Podpis odpovědného pracovníka a razítko  
instituce:**

souhlasím

nesouhlasím

## PODĚKOVÁNÍ

Velké poděkování patří mému vedoucímu této práce, prof. MUDr. Ing. Lukášovi Lambertovi, Ph.D., za metodické vedení, podněty a pomoc při zpracování mé bakalářské práce.

Dále bych chtěla poděkovat prof. MUDr. Manuele Vaněčkové, Ph.D., MBA, vedoucí lékařce oddělení magnetické rezonance Všeobecné fakultní nemocnice v Praze, za poskytnutí souhlasu s provedením výzkumu a poskytnutí materiálů nezbytných k provedení této práce.

Mnohokrát děkuji Bc. Miroslavu Kronovi, DiS. za konzultace, cenné rady a odborné poznatky, které mi pomohly tuto práci zkompletovat.

# **ANOTACE**

## **Vyšetření pacientů s roztroušenou sklerózou na magnetické rezonanci**

Cílem bakalářské práce je porovnání konvenčního a diagnostického protokolu pro diagnostiku roztroušené sklerózy. Statisticky bylo zpracováno cca 200 provedených vyšetření magnetickou rezonancí. Kritériem výběru byla indikace MR mozku u pacientů s neurologickými obtížemi s nálezem v MR obrazu. Data byla získána z nemocničního informačního systému Všeobecné fakultní nemocnice v Praze. Výsledkem práce je zjištění, že konvenční vyšetřovací protokol vykazuje menší specifitu než protokol diagnostický.

### **Klíčová slova**

diagnostika, magnetická rezonance, roztroušená skleróza



# **ANNOTATION**

## **Examination of patients with multiple sclerosis on magnetic resonance imaging**

The aim of the bachelor thesis is to compare the conventional and diagnostic protocol for the diagnosis of multiple sclerosis. Approximately 200 magnetic resonance imaging examinations were statistically processed. The selection criterion was the indication of brain MRI in patients with neurological difficulties with findings in the MR image. Data were obtained from the hospital information system of the Všeobecná fakultní nemocnice v Praze. As a result of the work, it was found that the conventional examination protocol shows less specificity than the diagnostic protocol.

## **Keywords**

diagnostics, magnetic resonance, multiple sclerosis

# Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>14</b>
2.1	Stručná anatomie a fyziologie centrální nervové soustavy.....	14
2.1.1	Mozek a mozkové struktury.....	14
2.1.2	Mícha .....	16
2.1.3	Fyziologické stárnutí mozku a tvorby myelinu.....	17
2.2	Roztroušená skleróza (sclerosis multiplex) .....	18
2.2.1	Etiopatogeneze a příčiny vzniku onemocnění.....	19
2.2.2	Klinické projevy.....	20
2.2.3	Stádia roztroušené sklerózy.....	22
2.2.4	Současná diagnostika roztroušené sklerózy .....	23
2.3	Léčba roztroušené sklerózy .....	25
2.3.1	Terapie akutní ataky.....	25
2.3.2	Imunomodulační terapie v remitentním stádiu.....	25
2.3.3	Léčba primární a sekundární progresse .....	26
2.3.4	Léčba roztroušené sklerózy.....	26
2.3.5	Režimová opatření a rehabilitační léčba .....	27
2.3.6	Psychoterapie .....	28
2.3.7	Psychický a sociální dopad roztroušené sklerózy na člověka .....	29
2.4	Vyšetřovací metody při podezření na RS .....	30
2.4.1	Evokované potenciály .....	30
2.4.2	Vyšetření mozkomíšního moku .....	30
2.4.3	Optická koherenční tomografie.....	30
2.5	Magnetická rezonance jako vyšetřovací metoda RS .....	31
2.5.1	Tvorba obrazu .....	31
2.5.2	Standardně využívání sekvence při zobrazení v neurologii.....	31
2.5.3	Mc Donaldova kritéria pro diagnostiku RS.....	33
2.5.4	RS v obrazu MR a diferenciální diagnostika při RS .....	34
<b>3</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>47</b>
<b>5</b>	<b>NÁVRH DOPORUČENÍ PRO PRAXI .....</b>	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>52</b>

## Seznam symbolů a zkratek

AIDS	<i>Acquired Immune Deficiency Syndrome</i> , infekční ztráta imunity
CNS	Centrální nervový systém
CT	výpočetní tomografie
DIS	Diseminace (rozsev ložisek) v prostoru
DIT	Diseminace (rozsev ložisek) v čase
FFE	<i>Fast Field Echo</i>
FLAIR	sekvence <i>Fluid Attenuated Inversion Recovery</i>
FSE	<i>Fast Spin Echo</i>
GdKL	Gadoliniová kontrastní látka
KL	Kontrastní látka
MM	Mozkomíšní mok
MR	Magnetická rezonance
n.	<i>Nervus</i> (nerv)
PD	protondenzita
TE	<i>Time To Echo</i>
TR	<i>Time To repetition</i>
TSE	<i>Turbo Spin Echo</i>
VFN	Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

## Seznam odborných termínů

<b>angiografie</b>	zobrazení cévního řečiště
<b>asignální</b>	neposkytující signál v obrazu MR, tedy místo zobrazené černou barvou
<b>ataka</b>	náhle vzniklý výrazný neurologický deficit
<b>dysestézie</b>	akcelerovaná parestézie vnímaná nepříjemně až bolestivě
<b>enhancement</b>	zvýšení signálu v T1W obrazu po podání GdKL
<b>hyperestézie</b>	zvýšená vnímavost k somatosenzitivním podnětům, například bolest, teplo, chlad či vibrace
<b>hypersignální</b>	označení světlejších míst v MR obrazu oproti průměru
<b>hypestézie</b>	snížená vnímavost k somatosenzitivním podnětům, například bolest, teplo, chlad či vibrace
<b>hyposignální</b>	označení tmavších míst v MR obrazu oproti průměru
<b>intramedulární</b>	nacházející se v míše
<b>oligodendrocyty</b>	podpůrné buňky v CNS tvořící myelinovou pochvu
<b>paramagnetismus</b>	schopnost látky stát se magnetickou pouze za přítomnosti vnějšího magnetického pole
<b>paraparéza</b>	částečné ochrnutí svalů
<b>parestézie</b>	porucha čítí, například „brnění“, „mravenčení“ či „pálení“
<b>perifokální edém</b>	tekutinou prosycená tkáň okolo patologického ložiska v mozku
<b>periventrikulární</b>	v oblasti okolo mozkových komor
<b>postkontrastní</b>	po aplikaci kontrastní látky
<b>postprocesing</b>	následné zpracování naskenovaných dat
<b>prevalence</b>	podíl počtu jedinců trpících danou nemocí k počtu všech jedinců ve sledované populaci
<b>subkortikální</b>	v oblasti bílé hmoty pod mozkovou kůrou

# 1 Úvod

V současné době problematika týkající se onemocnění roztroušené sklerózy vystupuje do popředí. V posledních dvou desetiletích došlo k rozšíření diagnostických metod této choroby a nyní zažíváme éru masivního rozšiřování hlavní diagnostické metody – magnetické rezonance, která již není výsadou pouze nemocnic a specializovaných diagnostických center, ale je k dispozici i na poliklinikách a v soukromých diagnostických zařízeních.

Magnetická rezonance jako diagnostická metoda nemá striktně stanovené vyšetřovací protokoly, jako tomu bylo u rentgenových vyšetřovacích metod. Jednotlivá vyšetření se tedy mohou výrazně lišit, a to i v rámci jednoho diagnostického centra u různých MR přístrojů.

Právě tyto rozdíly ve vyšetřovacích protokolech mohou vést k pozdní diagnostice choroby a pozdní zahájení léčby snižuje její efektivitu a přináší předčasnou neurologickou insuficienci pacienta.

## 2 Teoretická část

### 2.1 Stručná anatomie a fyziologie centrální nervové soustavy

#### 2.1.1 Mozek a mozkové struktury

**Mozek** je součástí centrálního nervového systému a je umístěn v neurokrainu. Vývojově nejstarší částí mozku je mozkový kmen, jež tvoří prodloužená mícha, Varolův most a střední mozek. V mozku jsou umístěna jádra 10 ze 12 hlavových nervů, celým kmenem prochází tzv. retikulární formace. Mozkový kmen je v jádru funkční jednotný celek, který ovládá řízení vegetativních reakcí. Mozek (*cerebrum*) je složen ze zadní části, střední části a přední části. Zadní mozek je složen ze 3 oddílů prodloužená mícha (*medulla oblongata*), Varolův most (pons Varoli), mozeček (*cerebellum*). V zadním mozku je uložena 4. mozková komora, kdy spodek komory je ve tvaru kosočtverce. Střední mozek (*mesencephalon*) je spojníkem mezi zadním a předním mozkiem, dohromady s Varolovým mostem a prodlouženou míchou formují mozkový kmen. Přední mozek se skládá z mezimozku a koncového mozku. Součástí jsou 2. boční komory a 3. mozková komora (Fiala, Valenta a Eberlová, 2015).

**Prodloužená mícha** je součástí centrálního nervového systému, je spojkou centrální nervové soustavy mezi koncovým mozkiem a páteřní míchou. Evolučně se jedná o jednu z nejstarších částí mozku. Je dlouhá 20-25 cm a dosahuje až k prvnímu krčnímu nervu a Varolova mostu. Na přední straně jsou 2 valy, které se protínají na rozhraní míchy a hřbetní míchy. Po laterální straně valu je oválná vyvýšenina, nazývaná oliva. Z olivy odstupuje 12. hlavový nerv a zvenku odstupuje 9, 10 a 11 nerv. Po zadní straně prodloužené míchy postupují směrem nahoru zadní provazce hřbetní míchy, a na jejich koncích jsou zasazena jádra zadních provazců (Kaňovský a Bártková, 2019).

**Varolův most** je součástí zadního mozku. Je uložen v dolní části mozku. Varolův most je kaudálně napojen na prodlouženou míchu a z opačného směru na střední mozek. Tyto tři části komplexně tvoří mozkový kmen, kterým procházejí veškeré nervové dráhy z mozku do míchy. V zadní části se směrem nahoru zavírá 4. komoru a přestupuje do 3. mozkové komory *aqueductem mesencephali*, kde jsou motorická jádra *n. trigeminus*, *n. trochlearis* a *n. facialis* (Fiala, Valenta a Eberlová, 2015).

**Mozeček** se z části nachází mezi a pod týlními laloky mozkových hemisfér. Na přední straně naléhá na střední mozek, Varolův most a prodlouženou míchu. Společně s kmenovým složením centrálního nervového systému je z každé strany spojen 3 pedunkuly. Mozeček má vrstevnatou strukturu a na povrchu je šedá hmota mozková tvořená těly neuronů, uvnitř je bílá hmota, kterou tvoří nervová vlákna (Fiala, Valenta a Eberlová, 2015).

Mozeček je umístěn v zadní části nad mozkovým kmenem a od zbývajících částí mozku je odloučen tvrdou plenou mozkovou. Centrální část se jmenuje vršek *vermis* a bočně jsou umístěny mozečkové hemisféry (Fiala, Valenta a Eberlová, 2015).

**Střední mozek** je konečnou částí mozkového kmene. Ventrálně je formován *crura cerebri*, silnými stvoly. Dále je střední mozek složen z *tegmentum* a *tectum*. v průřezu středním mozkem jsou tyto struktury: a) Tektum (*tectum*) - je umístěno nejdále, v zadní části, tvoří ho čtverhrbolí. Brachia kolikulů je sjednocují s převodními jádry mezimozku. b) *Tegmentum* – je uloženo pod tektem a prochází jím vzestupné i sestupné dráhy, které spojují vyšší oddíly mozku s nižšími a s míchou. Jsou zde umístěna jádra mozkových nervů. c) *Pedunculi cerebrales* – utváří přední část středního mozku. Prochází zde dráhy, které vedou z mozkové kůry do mozkového kmene a míchy (Fiala, Valenta a Eberlová, 2015).

Skrz střední mozek prochází kanál, který propojuje 3. a 4. komoru mozkovou. V této části se také vyskytují jádra *n. oculomotorius* a *n. abducens* (Fiala, Valenta a Eberlová, 2015).

**Mezimozek** je uložen mezi mozkovým kmenem a koncovým mozkem a je členěn na 5 oddílů. a) *Thalamus* - obklopuje 3. komoru mozkovou. S tkání prorůstá do mozkové komory *pia mater* a vytváří cévní pletěň *plexus choroidei*. Thalamus vede vzruchy do sensorické části mozkové kůry. b) *Metathalamus* – je součástí zrakové a sluchové dráhy. c) *Hypothalamus* vytváří spodní část a stěnu 3. mozkové komory a je sloučen se zrakovou dráhou. Jádra dohlížejí na životně důležité funkce a reakce. Je ústředím spousty vegetativních, endokrinních a emočních funkcí. Na hypothalamus naléhá podvěsek mozkový. d) *Epithalamus* je složen z nepárové šišinky a *corpus pineale*. Zahrnuje melatonin, jehož úkolem je řídit rytmus bdění a spánku společně s hypothalamem.

e) *Subthalamus* - leží pod thalamem. Jádra jsou spojena s bazálními ganglii (Havlíček, Červenková a Blanař, 2019).

**Šedá hmota** mozková a míšní jsou součástí centrální nervové soustavy, kde vznikají nervové vzruchy a jsou přepojeny. **Bílá hmota** mozková má za úkol transportovat vzruchy na stanovené místo. Lze ji rozdělit na tři úrovně (Havlíček, Červenková a Blanař, 2019).

**Juxtakortikální zóna** prezentuje vnější vrstvu bílé hmoty, která sousedí s kůrou mozkovou. Jsou zde zahrnuty tóny, které jsou oboustranně spojeny v podkorových vrstvách v místě sousedních gyrů, které se vzhledem k jejich tvaru obvykle značí jako u vlákna (Kaňovský a Bártková, 2020).

Následuje druhá, **periventrikulární zóna**, která tvoří vnitřní část bílé hmoty. Je uložena poblíž postranních komor a náleží k ní oblast kalózního tělesa. Mnohdy bývá nazývána subependymální na základě úzkého vztahu k ependymu u postranních komor (Kaňovský a Bártková, 2020).

Třetí je **paraventrikulární zóna**, která zastupuje hluboké vrstvy bílé hmoty, které jsou uloženy mezi juxtakortikální a periventrikulární zónou. Ta je umístěna v oblasti rozvodí arteriálního zásobení bílé hmoty a je typická přítomností inzultů vaskulární povahy. Tyto zóny jsou dostatečně zásobovány ze dvou arteriálních povodí, a proto nemají sklon k ischemickým postižením (Černoch, 2000).

### 2.1.2 Mícha

**Mícha** (*medulla spinalis*) je umístěna pod *foramen magnum* uprostřed týlní kosti a atlasu a je umístěna v páteřním kanálu. Na tomto místě se protínají snopce pyramidových drah, místo se nazývá *decussatio pyramidum*. Mícha končí v oblasti L2 kuželovitým zakončením nesoucí název *conus medullaris*. Postupuje dále kaudálně jako *filum terminale*, vlákno neuroglií formované vazivem měkké pleny. V oblasti krční míchy je zesílená *intumescencia cervicalis*, v oblasti beder je takové ztlustění pojmenováno jako *intumescencia lumbalis*. Podél celé míchy je vyhloubená zářez nesoucí název *fisura mediana anterior* (Havlíček, Červenková a Blanař, 2019).

V zadní části je mělká rýha (*sulcus medianus posterior*) a na předoboční straně míchy se vyskytuje podélně párová rýha (*sulcus anterolateralis*). V místě dorsolaterálně



je umístěna párová rýha (*sulcus posterolateralis*). Při průřezu míchy vidíme centrální míšňí kanál, který přechází do komorového systému mozku a zahrnuje mozkomíšňí mok. v okolí centrálního míšňího kanálu je šedá hmota míšňí. V průřezu má podobu motýla, nebo písmenka H. V transversálním řezu jsou její součásti označeny jako míšňí rohy (Havlíček, Červenková a Blanař, 2019).

Bílá hmota míšňí (*substantia alba*) je umístěna v oblasti mezi sloupci šedé hmoty a je členěna na 3 párové svazce míšňích provazců - zadní (*funikulus posterior*), postranní (*funikulus lateralis*) a přední (*funikulus anterior*).

Z míchy odstupuje 31 párů míšňích nervů. Jejich vlákna se seskupují a tvoří přední kořeny míšňích nervů, což jsou kořeny pohybové. Zadní kořeny jsou většinou citlivé. Oblast míchy, ze které odstupují kořeny je nazvána míšňí segment. V zadní části kořenu je umístěn *ganglion spinale*. Sloučením zadního a předního míšňího kořene vzniká míšňí nerv (Havlíček, Červenková a Blanař, 2019).

Detailnější popis míšňích nervů a ostatních struktur páteře není předmětem této bakalářské práce.

### 2.1.3 Fyziologické stárnutí mozku a tvorby myelinu

Myelinizace, neboli tvorba pochvy z **myelinu**<sup>1</sup>, který obepíná nervová vlákna je dlouhodobý proces. Myelin se nejprve začíná tvořit v hřbetní míše již ve 20. týdnu vývoje plodu a odtud pokračuje směrem kraniálním. Jednotlivá nervová vlákna jsou postupně myelinizována, zprvu myelin tvoří tenké vrstvy. S přibývajícímí myelinizovanými nervovými vlákny sílí i tloušťka již vytvořeného myelinu. Tvorba myelinu nekončí porodem dítěte, ale z větší části je proces myelinizace ukončen okolo druhého roku života dítěte. Tím však také není myelinizace završena, v parietooccipitálních částech mozku je tvořen myelin až do 30. – 40. roku života (Vaněčková a Seidl, 2018).

---

<sup>1</sup> **Myelin** je protein tvořící kolem axonů neuronů obaly, které se nazývají jako myelinové pochvy. Tyto pochvy se podílí na vedení vzruchu v axonu a jsou tudíž základní složkou CNS. Funkci myelinové pochvy můžeme tedy přirovnat k izolantu, kdy při porušení této pochvy dochází ke ztrátě vedení vzruchu axonem.

## 2.2 Roztroušená skleróza (sclerosis multiplex)

*„Roztroušená skleróza, je imunopatologické onemocnění charakterizované zánětlivým poškozením soustavy centrálního nervového systému a neurodegenerativními transformacemi mozku“ (Vališ a Pavelek, 2020, s. 10).*

*„Roztroušená skleróza je chronické zánětlivé demyelinizační onemocnění centrálního nervového systému. V patogenezi se v raných stádiích uplatňuje zejména autoimunitní záněť<sup>2</sup>, v následujících stádiích se jedná především o děje neurodegenerativní, a to částečně i nezávisle na zánětu“ (Ambler, Bednařík 2010, s. 509).*

Historicky jsou zmínky o roztroušené skleróze až ve 14. století. Do tohoto období se datuje islandská sága o sv. Thorlakře a příběh sv. Lidwině ze Schiedamu. Je spousta příběhů, které zmiňují roztroušenou sklerózu v 14. století. Hodnověrnou charakteristiku roztroušené sklerózy popsal v r. 1948 Augustus d'Este ve svém zápisníku. Jsou zde uvedeny nejenom charakteristické symptomy pro toto onemocnění, ale též časová osa o délce záchvatů. R. Carswell a J. Cruveilhier zveřejnily první odborné informace ohledně roztroušené sklerózy (Lenský, 1996).

Ovšem ani jeden nedefinoval roztroušenou sklerózu jako samostatné onemocnění. R. Carswell v r. 1836 vydal atlas Patologické anatomie, kde uvedl poznatky u dvou případů onemocnění míchy a kmene s vícečetnými ložisky a atrofií (Kubala Havrdová, 2013).

Významnou osobností v problematice roztroušené sklerózy byl J. M. Charcot, který v roce 1868 definoval toto onemocnění jako samostatné. Po analýze všech informací pojmenoval toto onemocnění jako sclérose en plaques. Charakterizoval též trias u tohoto onemocnění, nystagmus, ataxii a dysartrii (Vališ a Pavelek, 2020).

Dalším klíčovým odborníkem byl J. F. Kurtzke, který sestavil hodnotící neurologická měřítko onemocnění a W. Tourtellot, který zjistil, že imunoglobuliny v likvoru se shodují s imunoglobuliny v lézích roztroušené sklerózy a na základě této reakce protilátek

---

<sup>2</sup> **Autoimunitní záněť** je patologický proces, při kterém napadají a poškozují některé složky imunitního systému struktury vlastního organismu za současného vzniku zánětlivého procesu v místě poškození.

se zrodila koncepce, že roztroušená skleróza je autoimunitní postižení. Významným posunem v historii byl vynález magnetické rezonance, která způsobila výrazný zvrát v diagnostice roztroušené sklerózy v r. 1981, kdy byla tato metoda uvedena do praxe (Kubala Havrdová, 2013).

### **2.2.1 Etiopatogeneze a příčiny vzniku onemocnění**

Roztroušená skleróza je vážné onemocnění v oboru neurologie a je jedním z častých důvodů invalidity u mladých jedinců. Prevalence a incidence tohoto postižení v posledních letech značně stoupá, a to díky dokonalé diagnostice a díky vyšší přítomnosti autoimunitních onemocnění ve vyspělých zemích (Ambler, Bednařík a Růžička, 2010).

Toto onemocnění zasahuje víc jak 2 miliony obyvatel na celém světě. Prevalence v ČR je asi 165 / 100000 obyvatel. Nejvíce postižených jedinců je v naší republice na severu Čech. Jestliže je u postižených jedinců nastavena efektivní léčba dosahují tito jedinci střední délky života ve srovnání se zdravými osobami. Vysoký výskyt roztroušené sklerózy je severních oblastech zeměkoule, v tropech a subtropích je výskyt nízký. Nejméně postižených osob je v oblasti rovníku. Na základě studií se předpokládá, že příčinou může být klima, dostatek slunce a vitamínu D (Vališ a Pavelek, 2020).

Prvotní projevy roztroušené sklerózy se objeví mezi 20-40 rokem života jedince, kdy více jsou postiženy ženy. Roztroušená skleróza se může objevit též u dětí mezi 5-7 rokem a je nazvána juvenilní. Dále existuje roztroušená skleróza opožděná, která se může projevit u člověka kolem 65 roku. Ohniska roztroušené sklerózy se nejčastěji vyskytují v dorsolaterálně na transverzálních řezech, mají charakteristický kulatý nebo trojúhelníkový tvar. Jejich podoba může být různá a může pojmut až celou přední část. Tato ložiska nejsou větší než těla obratlů, což napomáhá při diferenciaci od neuromyelitis optica (Vaněčková a Seidl, 2018).

U roztroušené sklerózy dochází k narušení imunitního systému. Lidský organismus mylně identifikuje vlastní antigeny jako cizí, což vede k rozvoji patologické zánětlivé odpovědi. Tato zánětlivá ložiska jsou umístěna zejména v bílé hmotě centrálního nervového systému. Typická pro roztroušenou sklerózu je demyelinizace, demyelinizační ložiska se nazývají plaky a jsou rozmanité velikosti od 1 mm do několika cm. Myelin

je lipoprotein, který produkují buňky oligodendrocyty<sup>3</sup>, které jsou při roztroušené skleróze zničeny. Tím dochází k částečné až naprosté ztrátě myelinu a přerušení axonální dráhy. Pokud dojde k úbytku myelinu, nemohou neurony v dostatečné míře vést nervový vzruch. Toto vše může způsobit atrofii centrální mozkové soustavy. Důvod vzniku roztroušené sklerózy není zcela jasný. Má se za to, že příčinou může být genetika, ale i environmentální faktory. Pokud se roztroušená skleróza vyskytne v rodině, stoupá riziko výskytu u ostatních pokrevních příbuzných (Vališ a Pavelek, 2020).

### 2.2.2 Klinické projevy

Symptomy tohoto onemocnění mohou být nespecifické. Spousta pacientů uvádí únavu, úbytek tělesné hmotnosti, slabost. S odstupem času se vyskytují neurologické příznaky jako neuropatie, dočasná ztráta zraku, částečné ochrnutí dolních končetin.

Optická neuritida je jedním z prvotních příznaků, které se objeví v počátku onemocnění. k charakteristickým příznakům patří bolest oka, zejména při pohybu očního bulbu, mlhavé vidění, omezení zorného pole, porucha barvocitu. Typické je postižení výhradně jednoho oka. Téměř v polovině případů příznaky zcela ustoupí, ovšem u druhé poloviny nastane částečné zlepšení zdravotního stavu (Kubala Havrdová, 2015).

Při poruše citlivosti vzniká parestézie, hyperestézie, dysestézie a hypestézie. Může se objevit citlivost na polovině těla eventuálně některé části těla. Často je přítomen hermitův symptom v podobě brnění, pokud dojde k předklonu hlavy (Kubala Havrdová, 2015).

Mezi časté motorické poruchy počítáme spastickou paraparézu nohou, která zabraňuje pacientovi běh, poskočení nebo chůzi. Toto postižení může být patrné i na rukou. Zpočátku se motorické poruchy mohou ukázat jako zpomalená pohyblivost jedince, neobratnost což může vést až k jednostranné hemiparéze. Paraplegie se většinou objeví až v terminálním stádiu a současně se ztrátou citlivosti může vést k imobilizaci pacienta následnému výskytu dekubitů a svalových kontraktur (Kubala Havrdová, 2015).

---

<sup>3</sup> **Oligodendrocyty** jsou řazeny mezi gliové buňky a podílejí se na přenosu vzruchů, ochraně a výživě neuronů. Myelinové pochvy kolem axonů vznikají rotací výběžku oligodendrocytů kolem jednotlivých axonů, přičemž jeden oligodendrocyt může obalovat až několik desítek axonů.

Jsou důkazy o tom, že únava se vyskytuje až u 90 % jedinců s roztroušenou sklerózou. Tato únava je ovšem patologická. u většiny pacientů únava ovlivňuje jejich běžný život a důvodem může být zvýšená tělesná teplota, většinou v létě, a proto pacienti lépe snáší zimní období (Vališ a Pavelek, 2020).

Mezi projevy kognitivního postižení jsou problémy s pamětí, nesoustředěnost, potíže v oblasti řečového centra. Pacient je v oblasti myšlení zpomalen, což je zjevné ve všech stádiích postižení. S odstupem času dochází ke zhoršení kognitivních funkcí, a to výrazně ovlivňuje kvalitu života jedince. u jedince dochází k poklesu fyzické nezávislosti, pracovního režimu a dodržení plánu (Vališ a Pavelek, 2020).

Potíže se mohou objevit v podobě urgencye, což u pacienta znamená, že musí urgentně močit. Toto může vést k pomočení, aniž by byl močový měchýř plný. Následně může dojít k částečnému vyprázdnění močového měchýře. Moč, která zůstane v močovém měchýři je vhodným prostředím pro bakterie a následnému rozvoji infekce močových cest, a díky poklesu vnímavosti sliznice může vést k chronickému zánětu močových cest. Pacient je ohrožen pyelonefritidou, která může vést až k selhání ledvin a celkovému septickému stavu. u pacienta se mohou rozvinout obtíže při vyprazdňování stolice. Častým problémem je obstipace, též může dojít k inkontinenci, což je pro pacienta velmi omezující v oblasti společenského života. Dalším problémem může být průjem, ale ten se objevuje sporadicky (Ampapa, 2017).

Vertigo se může objevit jako jeden ze spousty neurčitých symptomů roztroušené sklerózy, projevující se točením hlavy, malátností a problémy s rovnováhou (Ampapa, 2017).

U většiny mužů s roztroušenou sklerózou je přítomna erektilní dysfunkce, poruchy ejakulace nebo problém s libidem. U žen může být problém s citlivostí a vlhkostí v pochvě nebo pokles libida. Důvodem těchto obtíží může být jak ložiskové postižení, tak zvýšené napětí svalů, únava, psychosociální činitelé nebo některá farmaka (Ampapa, 2017).

Mozečkovými poruchami jsou myšlenka zejména ataxie a mozečkový tremor, který je přítomen při pohybových činnostech. Tyto poruchy pacienta omezují nejenom při práci, ale též při sebeděči. Mozeček zajišťuje správnou formulaci řeči, to může vést k mozečkové dysartrii projevující se skandovanou řečí, kdy v průběhu hovoru jedinec

vyráží slabiky. Dalším projevem mozečkové poruchy je neschopnost jedince uchovat vzpřímený trup během chůze a určitých pohybů, což má vliv na běžné úkony. Zde je pacient ohrožen rizikem pádu. Ložisko roztroušené sklerózy se může objevit v místě korového centra, čímž může dojít k afázii (porucha řeči), kdy jedinec nedokáže sestavit větu. Dalším vzácným projevem jsou problémy se sluchem, koktavost, epileptické záchvaty, které mohou být prvním symptomem (Pitřha, Vojtíšková a Král, 2017).

### **2.2.3 Stádia roztroušené sklerózy**

Lublin a Reingold v roce 1996 definovali členění roztroušené sklerózy na 4 podoby (Kubala Havrdová, 2013).

#### **Relaps remitentní forma**

Většina onemocnění roztroušené sklerózy začíná relapsem. Jedná se o častou podobu roztroušené sklerózy, která přetrvává několik let. Vyskytují se ataky, kdy se zhoršují neurologické potíže. Ataky mohou být přítomny týdny až měsíce. Spousty pacientů zpočátku mívá drobné obtíže. k lékaři přicházejí ve chvíli, kdy dojde k další atace. Po odeznění ataky, dochází k částečnému či celkovému uzdravení díky regeneraci poškozenému myelinu. Zdravotní stav se může zlepšit sám, bez terapie, což se nazývá spontánní remise. Prognóza se odvíjí od četnosti atak (Mlčoch, 2010).

#### **Primárně progresivní forma**

Primárně progresivní podoba roztroušené sklerózy se vyskytuje ve vyšším věku. Je pro ni typická nepřítomnost atak, ale současně dochází ke zhoršení zejména spastické paraparézy. Převládá neurodegenerace (Meluzínová, 2008).

#### **Sekundárně progresivní forma**

Toto stádium se objeví po remitentně relabujícím vývoji, běžně až po několika letech. Postupně dochází ke zhoršení neurologického stavu. V tomto stádium převládá degenerace nad zánětem (Meluzínová, 2008).

Ovlivnění farmakoterapií je obtížnější, jelikož je nezbytné, aby se pacient postavil ke svému onemocnění rozvážně. Velký důraz je kladen na životosprávu a cvičení, jelikož takto se jedinec udrží v kondici co nejdéle (Mlčoch, 2010).

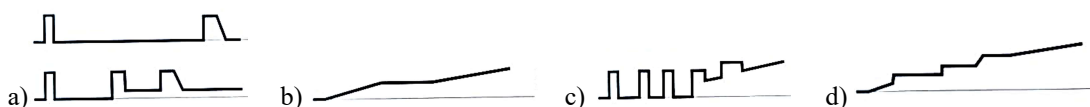
## Progresivní relabující forma

V toto stádiu jsou typické ataky, kdy nedochází k remisi. Po každém záchvatu dochází k trvalému neurologickému poškození. Léčba v tomto stádiu je nejobtížnější (Mlčoch, 2010).

Na základě vývoje se roztroušená skleróza dělí na benigní a maligní.

**Benigní forma** roztroušené sklerózy znamená vývoj onemocnění, kdy se postižený jedinec dožije průměrného věku bez vážnější formy invalidity. Jedná se o odborný termín retrospektivní. Je důležité brát v potaz, že zprvu lehký průběh nevypovídá, že by časem mohlo dojít ke zhoršení (Kubala Havrdová, 2013).

**Maligní forma** roztroušené sklerózy je charakteristická tím, že zakrátko po rozvoji onemocnění se neurologický stav rychle zhoršuje nebo vede ke smrti (Kubala Havrdová, 2013).



**Obrázek 1:** Grafické znázornění průběhu RS: (a) relaps remitentní benigní forma, (b) primárně progresivní forma, (c) sekundárně progresivní forma, (d) progresivně relabující forma  
Zdroj: (Lenský, 1996)

### 2.2.4 Současná diagnostika roztroušené sklerózy

V současné době nejsou žádné speciální testy a metody, které by jednoznačně potvrdily diagnostiku roztroušené sklerózy. Diagnóza se určuje na základě klinického vyšetření, vývoje onemocnění a dle výsledků vyšetřovacích metod. Diagnóza se určuje na základě Mc Donaldových kritéria, které zahrnují klinické vyšetření a vyšetřovací metody jako je Magnetická rezonance (dále jen MR) a vyšetření mozkomíšního moku. Mc Donaldova kritéria byla definována v roce 2001 a stále se přezkoumávají, revize byla naposledy v roce 2017. Kritéria se orientují na 2 hlediska onemocnění, a tou je diseminace v prostoru a diseminace v čase (Vaněčková a Seidl, 2018).

V současné době máme k dispozici mnoho údajů vedoucích k nutnosti zahájení léčby v raném stádiu roztroušené sklerózy. Je známo, že brzké zahájení léčby má zcela zásadní efekt na dlouhodobou prognózu jedince. Brzké stádium roztroušené sklerózy vystihuje dominantní zánětlivý proces, který již v daném období spustí neurodegenerativní reakci. V intervalu přibližně 15-20 let se onemocnění přesouvá do sekundárně progresivní etapy. Zánět se projevuje lézí v mozku a míše, kterou lze sledovat na magnetické rezonanci. Prvopočátek onemocnění je charakteristický vznikem zánětlivého infiltrátu, který je ovlivněn imunomodulační léčbou. Vhodné je zahájit léčbu po výskytu první ataky (Kubala Havrdová, 2013).



## 2.3 Léčba roztroušené sklerózy

Roztroušená skleróza je nevyléčitelné onemocnění. Je-li léčba započatá v ranné fázi, je vysoká pravděpodobnost, že dojde k pomalejší progresi a znatelně se oddálí invalidita pacienta. Terapie zahrnuje léčbu akutních záchvatů, imunomodulační léčbu, která se podílí na eliminaci četnosti záchvatů a od posunutí progresu stavu a poslední je symptomatická léčba (Pavelek, 2020).

### 2.3.1 Terapie akutní ataky

*„Akutní ataka je vymezena jako nové nebo znovu se objevující symptomy přetrvávající alespoň 24 hodin, ovšem za absence horečky nebo infekce“* (Kubala Havrdová, 2015, s. 53).

Léčba akutního záchvatu zahrnuje aplikaci Methylprednisolonu 3 mg. Pokud je záchvat masivnější podá se 6 mg Methylprednisolonu. Lék je aplikován intravenózně nebo perorálně. Při podání kortikoidů jsou určitá specifika, je důležité zjistit, zda pacient nemá akutní infekční onemocnění, zda se neléčí s vředovým onemocněním nebo trombózou. Během léčby je optimální podávat draslík, jelikož je ve zvýšeném množství vyloučen. Po podání kortikoidů je vhodné podání steroidů, kdy se krok za krokem redukuje dávky až do vysazení léku. Vždy se postupuje individuálně dle stavu pacienta a jeho snášenlivosti kortikoidů. Může dojít k tomu, že je záchvat masivní a léčba kortikoidy nepostačuje, tak je další volbou plazmaferéza, kdy dochází k likvidaci škodlivých látek z krevního oběhu. Kontraindikací plazmaferézy je selhání jater, porucha srážlivosti krve a srdeční nedostatečnost (Kubala Havrdová, 2015).

### 2.3.2 Imunomodulační terapie v remitentním stádiu

V roce 2009 byla v České republice zahájena imunomodulační terapie již ve chvíli prvního klinického záchvatu. Díky tomu se využije čas čekáním na další záchvat. Na základě brzké léčby lze odsunout následující záchvat a tím dochází ke stabilizaci onemocnění. Tato terapie je rozdělena na léčbu první linie a léčbu druhé linie.

a) Léčba první linie není vždy účinná, ale je bezpečná. Při této léčbě se podává interferon beta, glatiramer acetát nebo dimethylfuranát.

b) Léčba druhé linie je realizována tehdy, kdy léčba první linie je neúčinná či nahrazuje léčbu první linie u pacientů, s vážnou prognózou. Při této léčbě se vyskytuje

více nežádoucích vlivů, ale účinek léčby je obvykle vyšší. Při této terapii se aplikuje fingolimod, natalizumab a alemtuzumab (Kubala Havrdová, 2015).

### 2.3.3 Léčba primární a sekundární progresi

Terapie **primární progresi** je obtížně regulovatelná farmaky. Zkouší se aplikovat cytostatika. Léčba zahrnuje též fyzioterapii a symptomatickou terapii. Díky neustálému vývoji v oblasti medicíny byl registrován lék, který pozitivně působí na tuto fázi onemocnění. Jedná se o lék Okrelizumab (Krasulová, Krejsek, 2018).

Pacienti v **sekundární progresi** mají léčbu rovněž omezenou. Klíčová je fyzioterapie a léčba symptomů. Není k dispozici lék, který by progresi onemocnění zastavil. Avšak se používají další farmaka jako methylprednisolon, cyklofosfamid, mitoxantron nebo methotrexát (Vališ a Pavelek, 2020).

### 2.3.4 Léčba roztroušené sklerózy

U brzkých forem roztroušené sklerózy se podávají léky I. Např. Interferon nebo Teriflunomid. Tyto farmaka svým účinkem oddalují rozvoj klinicky trvalé roztroušené sklerózy u pacientů. Ve výzkumné studii Benefit došlo k poklesu rizika konverze do klinicky stálé roztroušené sklerózy o 37 % (Peterka a Potužník, 2021).

Roztroušenou sklerózu doprovází spousta symptomů, které pacienta omezují, a z těchto důvodů je součástí terapeutického procesu symptomatická léčba.

**Únavu** pociťuje více jak 90 % pacientů. Pro většinu z nich je to symptom, který je nejvíce omezuje a trápí. Terapie zahrnuje režimová opatření, dostatečný spánek, fyzioterapii, zdravý životní styl. Pokud pociťuje pacient značnou únavu, je mu doporučena psychoterapie. Farmakologická léčba zahrnuje Amantadin či Modafinil (Ampapa, 2017).

Při terapii **neuropatické bolesti** se podávají antiepileptika např. Gabapentin. Pokud je přítomna neuralgie trojklaného nervu podává se Karbamazepin nebo Kanabioidy. Pokud se jedná o **muskuloskeletální bolest** podávají se analgetika a zahájí se fyzioterapie (Ampapa, 2017).

Při problémech týkajících se **spasticity** je podstatná především fyzioterapie. k dispozici máme spousta neurofyziologických postupů nebo termoterapii.

Farmakologická léčba zahrnuje Baclofen nebo Tizanidin (Vachová, Dušánková a Zámečník, 2008).

Podstatou léčby **depresí** je psychoterapie individuální nebo skupinová. Pokud je to nezbytné lze podávat antidepresiva např. Sertralin, Citalopram, které patří do skupiny selektivních inhibitorů zpětného vychytávání serotoninu. Dále lze podávat Venlafainin patřící do skupiny selektivních inhibitorů zpětného vychytávání serotoninu a noradrenalinu (Ampapa, 2017).

Pokud se objeví **mikční dysfunkce** jsou vhodná režimová opatření jako je optimální pitný režim, eliminace kofeinových nápojů a pokud se jedná o střední stupeň postižení je optimální fyzioterapie pánevního dna. Co se týká farmakoterapie, obvykle se podávají, Anticholinergika, alfalytika, též je podáván Botulotoxin nebo je realizována intermitentní autokatetrizace (Valová, et al., 2016).

V oblasti **sexuálních obtíží** je efektivní kombinace psychoterapie a farmakoterapie. Z farmakoterapie se podávají mužům inhibitory fosfodiesterázy a u žen jsou vhodné lubrikanty nebo lokálně estrogenové přípravky (Ampapa, 2017).

**Obtížná chůze** je dalším omezujícím symptomem pro pacienty s roztroušenou sklerózou. V tomto případě je nezbytná fyzioterapie a co se týká podání farmak je vhodný Fampridin, který má dobrý efekt (Ampapa, 2017).

### 2.3.5 Režimová opatření a rehabilitační léčba

Mezi režimová opatření u pacienta s roztroušenou sklerózou patří zákaz kouření, dostatek vitamínu D, redukce tělesné hmotnosti. Následně je důležité, pokud je u takového pacienta zjištěno infekční onemocnění, okamžitě ho přeléčit, protože v případě, kdyby se tato infekce nepodchytla, mohla by se zvýšit aktivita roztroušené sklerózy (Pitřha, Vojtíšková a Král, 2017).

V rámci celkové ošetrovatelské péče u pacienta je důležité nastavení rehabilitační terapie, která může zčásti eliminovat příznaky onemocnění (Vališ a Pavelek, 2020).

Dle profesorky Havrdové by měla být léčba zahájena bezprostředně po určení diagnózy, aby se zamezilo hypoaktivitě a dekonkci. Účelem je pokles závislosti pacienta a zlepšení jeho kvality života. Prioritní fází rehabilitační léčby je fyzioterapie, která

pozitivně ovlivňuje symptomy onemocnění, kvalitu života jedince a imunitní systém pacienta (Kubala Havrdová, 2015).

K nejčastěji využívaným neurofyziologickým metodám patří Vojtova metoda, propioceptivní neuromuskulární facilitace, Bobath terapie, senzomozorická stimulace, dynamická neuromuskulární stabilizace dle Koláře. V oblasti rehabilitační péče byl zaregistrován i účinek jógy na pacienta s roztroušenou sklerózou (Fishman a Small, 2007).

V průběhu života je vhodné udržovat pravidelné střední až intenzivnější pohybové činnosti, jelikož to může mít efekt primární prevence roztroušené sklerózy. Po skončení diagnostiky roztroušené sklerózy je důležité začít se systematickou střední až intenzivní pohybovou aktivitou z důvodu (Suchá 2020):

- Aplikace potencionálního modifikujícího účinku ve smyslu sekundární prevence k posunutí dalšího rozvoje klinických funkčních omezení a morfologických přeměn mozku.
- Zamezení progresu parézy, která je jedním ze závažných příznaků disability, a zamezení v souvislosti s přestavbou svalů v oblasti adaptačních přeměn u měkkých tkání.
- Odsunutí rizika a zamezení rozvoje sekundárních komplikací v souvislosti s nečinností např. funkční poruchy pohybového systému, svalová atrofie nebo osteoporóza.

Rehabilitační metody jsou velmi různorodé a pokaždé berou ohled na invaliditu pacienta a vše záleží též na kreativité terapeuta. z těchto důvodů je zde uvedena zejména praxe (Suchá, 2020).

### **2.3.6 Psychoterapie**

Neoddělitelnou částí léčby pacienta s roztroušenou sklerózou je psychoterapie, jelikož psychický stav pacienta má významný vliv na vývoj onemocnění. V prvopočátku se psychoterapie orientuje na podporu přijetí onemocnění. Následně povzbuzuje pacienta k tomu, aby využil příležitostí, za kterých by mohl žít i nadále kvalitní život. Důležité je pacienta povzbuzovat v tom, že i když je onemocnění závažné, neměl by se vzdávat a zdolávat překážky, které onemocnění a léčba přináší. Při léčbě se kladou vysoké nároky

na uchování zálib pacienta ve všech oblastech jeho života. Nejdůležitější je spolupráce mezi pacientem a ošetrovatelským týmem (Malinová, 2017).

### **2.3.7 Psychický a sociální dopad roztroušené sklerózy na člověka**

Roztroušená skleróza patří mezi psychologicko-neurologické a imunologické onemocnění, pro které je charakteristická komplexní spolupráce včetně diagnostiky i terapie. Deprese se vyskytují přibližně u 50 % pacientů s roztroušenou sklerózou. Projevit se může tato psychická porucha v jakékoliv fázi onemocnění, nejčastěji se objeví asi rok po sdělení diagnózy. Pro depresi je typická změna nálady, únava nebo skleslá nálada. Dalšími projevy může být nesoustředěnost, pocit méněcennosti. Depresivní ladění může u pacienta vést ke zhoršení kvality života, má vliv na rodinné a partnerské vztahy. Většina pacientů se domnívá, že tuto situaci zvládnou sami a nevyhledají odbornou pomoc. Euforii trpí přibližně 2 % pacientů, jedná se o ojedinělý symptom. Vyskytuje se u pacientů, kde je průběh onemocnění dlouhý a progresivní, může se vyskytnout též jako nežádoucí účinek určitých farmak. Poruchy motoriky podněcují handicap tělesné nezávislosti a mobility, což poté vede k bariérám u pracovních aktivit (Kubala Havrdová, 2015).

V předchozích letech bylo obvyklé přidělit pacientům s nově zjištěnou diagnózou invalidní důchod. Pokud se jedná o těžké postižení, není jiná možnost. V současné době, pokud pacient nemá výrazné a omezující projevy, není nezbytné mu přidělit invalidní důchod. Důležitý je postoj zaměstnavatele, zda bude vstřícný k takto nemocnému pracovníkovi (Vágnerová, 2014).

## **2.4 Vyšetřovací metody při podezření na RS**

### **2.4.1 Evokované potenciály**

Vyšetření za použití evokovaných potenciálů se díky MR vyšetření dostalo do pozadí, avšak i tak má svoji roli a to zejména, pokud je při diagnostice nejistota v nálezů. Nyní se využívají zejména zrkové a somatosenzoricko evokované potenciály (Ambler, Bednařík a Růžička, 2010).

### **2.4.2 Vyšetření mozkomíšního moku**

Vyšetřením mozkomíšního moku získáme údaje o imunologickém podkladu procesu, který se odehrává v centrální nervové soustavě (Ambler, Bednařík a Růžička, 2010).

Před zahájením lumbální punkce je důležité stanovit, zda se u pacienta nevyskytuje nádorové onemocnění nebo krvácení a otok mozku, jelikož by mohly nastat komplikace. Před zákrokem se tedy nejprve provede vyšetření MR nebo CT eventuelně vyšetření očí. Odběr mozkomíšního moku lze provést ambulantně prostřednictvím atraumatické jehly. Obvykle se odebírá 10 ml mozkomíšního moku, kde se zkoumá množství bílkovin, albumin, IgG, množství a kvalita buněk a u pacienta s podezřením na roztroušenou sklerózu se zjišťuje zejména výskyt oligoklonálních pásů. Tímto se potvrdí tvorba oligoklonálních protilátek za hematoencefalickou bariérou (Horáková, 2017).

### **2.4.3 Optická koherenční tomografie**

Jedná se o zobrazovací metodu, díky které máme k dispozici obraz struktury sítnice. Účelem je sledování progresu roztroušené sklerózy. Dalším účelem je výzkum nových léků (Vališ a Pavelek, 2020).

## 2.5 Magnetická rezonance jako vyšetřovací metoda RS

Magnetická rezonance (dále jen MR) patří mezi vyšetřovací techniky využívané k výzkumu atomů a molekul, a zakládá se na vzájemném působení magnetického pole a magnetické rezonance a částic, které disponují spinem a nábojem. Jaderný spin je jednou ze mnoha vnitřních vlastností atomu. Kterýkoliv prvek periodické tabulky disponuje přinejmenším jedním izotopem s jaderným spinem, kromě argonu a ceru. z tohoto důvodu lze v zásadě díky MR zkoumat takřka každý element a hlavní zásady rezonanční absorpce a relaxace jsou pro všechny elementy hromadné. V praxi ovšem využíváme pro zobrazení magnetickou rezonancí pouze jádra vodíku, který poskytuje 1000 x silnější rezonanční signál a je zároveň nejhojnějším prvkem v těle (Dale, 2015).

### 2.5.1 Tvorba obrazu

Do části těla pacienta uloženého v silném magnetickém poli (1,5 T – 3T) je vyslán elektromagnetický impulz. Energie tohoto impulzu vychýlí jádra atomů vodíku a ty při svém návratu do původní relaxované polohy vysílají elektromagnetický signál (echo). Ten je zachycován a využitím algoritmu Fourierovy transformace převeden na obraz (Vomáčka, Nekula a Kozák, 2012).

Obrazy jsou tedy vypočítány na základě digitalizovaných impulsů MR přijmutích ech. Obraz magnetické rezonance je 2D rovina, která je oddělena mřížkou na obrazové prvky, pixely. Pixely jsou mnohdy označeny jako voxely, což nám napovídá, že MR zobrazení je vlastně řez tloušťky. Každý pixel je v bitmapovém souboru reprezentován 2 bity, tedy  $2^{16}$ , což poskytuje dohromady 65 536 možných hodnot (Seidl, 2012).

Detailnější popis jevu magnetická rezonance a principů zobrazení pomocí magnetickou rezonancí by byl nad rámec této bakalářské práce.

### 2.5.2 Standardně využívaní sekvence při zobrazení v neurologii

**T1 vážený obraz** jednou ze základních a historicky nejstarších sekvencí MR a je nedílnou součástí standardních vyšetřovacích protokolů. Její předností je precizní zobrazení anatomických struktur, T1 vážený obraz bývá často srovnáván s CT zobrazením. V T1 váženém obrazu jsou tekutiny zobrazeny hyposignálně, tuk se jeví hypersignálně. Vzhledem je skutečnosti, že patologický edém tkání a tekutiny mají

prakticky stejný signál, z T1 váženého obrazu je obtížné tyto dvě skutečnosti odlišit (Nekula a Chmelová, 2007).

**T2 vážený obraz** také patří mezi základní MR sekvence a bývá součástí valné většiny vyšetřovacích protokolů. Na rozdíl od T1 váženého obrazu se tekutina a tuk jeví výrazně hypersignálně, z tohoto důvodu se využívá zejména při rozlišení rozmezí dvou tkání nebo v prokázání patologického otoku. Sekvence je méně vhodná k popisu anatomických částí. T2 vážené sekvence mají na rozdíl od T1 značně delší TR a TE. Vzhledem k delší vyšetřovací době klasických SE sekvencí se využívají rychlejší sekvence jako například FSE nebo TSE (Nekula a Chmelová, 2007).

**Protodenzitně vážený obraz (PDW)** je třetí původní sekvencí MR zobrazení. Odstíny šedi ve výsledném zobrazení jsou přímo závislé na množství protonů vodíku ve vyšetřované oblasti, nikoliv na relaxačních časech tkáně. Nejvyšší signál tedy poskytuje mozkomíšní mok (Nekula a Chmelová, 2007).

**T2 vážený obraz s hvězdou** (sekvence FFE) je modifikovaná T2 vážená sekvence extrémně citlivá na paramagnetické molekuly, které se propagují výrazným poklesem signálu. Místa s rozpadovými produkty krve, jako je hemosiderin se tedy zobrazí hyposignálně v jinak celkem izosignální mozkové tkáni (Nekula a Chmelová, 2007).

**FLAIR (Fluid Attenuated Inversion Recovery)** je T2 vážený obraz s 90° prepulzem potlačujícím signál vody. V mozku jsou tedy likvorové prostory zobrazeny hyposignálně, na rozdíl od patologických lézí, které se zobrazují hypersignálně. V obvyklém T2 váženém obrazu není možné odlišit patologickou tkáň od případného perifokálního edému (Nekula a Chmelová, 2007).

**DIR (Double Inversion Recovery)** je T2 vážená sekvence vyvinutá v posledních letech pro neurologické zobrazení. Aplikací dvou na sobě nezávislých inverzí prepulzů lze potlačit signál mozkomíšního moku a zároveň signál z bílé hmoty, viditelnost případných ložisek uložených v bílé hmotě je výrazně lepší (Mechl, Tintěra a Žižka, 2014).

**DWI (Diffusion Weighted Image)** je zobrazení založené na detekci pohybu molekul vody v tkáni. Molekuly vody, které standardně přecházejí přes buněčné membrány do mezibuněčného prostoru při různých patologiích jsou v tomto pohybu omezeny až zastaveny. Tento stav se nazývá restrikce difúze. DWI sekvence umí odhalit v rané fázi



ischemii mozku a je vyhovující k odhalení cytotoxického edému. Běžně je používána při diagnostice cévní mozkové příhody, ale stále častěji se používá při stanovení diagnózy u nádorových a zánětlivých onemocnění. Tato technika těží z rozmanitosti difuzí mezi šedou a bílou hmotou mozkovou, kdy v moku šedé hmoty není závislá velikost difuze na směru a opačně v bílé hmotě závislá je. z DWI obrazu jsou softwarově počítány ADC (*Apparent diffusion coefficient*) mapy, které odrážejí míru difuze molekul vody v různých částech obrazu. Difuze je zdlouhavější např. V kolmém směru u axonů mozkových drah, v opačném případě ve směru je rychlá (Seidl, 2012, s. 67).

Hlavním smyslem této metody je brzká diagnostika ischemie mozku, odhalení patologických změn během 20 minut od jejich počátku a následný vliv na ostatní léčebné metody (Nekula a Chmelová, 2007).

**Funkční MR** je metoda, která přidává do anatomických řezů mozku informaci o aktivaci míst v mozkové tkáni, která jsou stimulována zvoleným impulzem – paradigmatem. Jako paradigma může posloužit vědomá mozková aktivita (sčítání čísel nebo odříkávání slov „v duchu“, optická stimulace, kdy jsou pacientovi promítány různé obrazové vjemy nebo stimulace pohybem, například prstů u ruky). Cílem je zmapovat funkční tkáň například před neurochirurgickými výkony (Nekula a Chmelová, 2007).

**MR spektroskopie** je metoda, která stejně jako funkční zobrazení neposkytuje obrazový výstup, ale údaje o biochemické struktuře tkání, bez nutnosti odběru tkáně. Tato metoda je nejčastěji zvolena při diagnostice recidivujících nádorů, u metabolického onemocnění mozku nebo roztroušené skleróze (Nekula a Chmelová, 2007).

Obrazová dokumentace viz příloha 1.

### 2.5.3 McDonaldova kritéria pro diagnostiku RS

McDonaldova kritéria slouží k rozhodnutí pro radiologa, zda nález na MR podporuje diagnózu RS či nikoliv, lze tedy říci, že na základě McDonaldových kritérií potvrdit onemocnění. Základem hodnocení dle McDonaldových kritérií je rozšíření demyelinizačních lézí v oblasti míchy a mozku v prostoru v rámci jednoho vyšetření a také čase v rámci následujícího MR vyšetření (Thompson, et al., 2017).

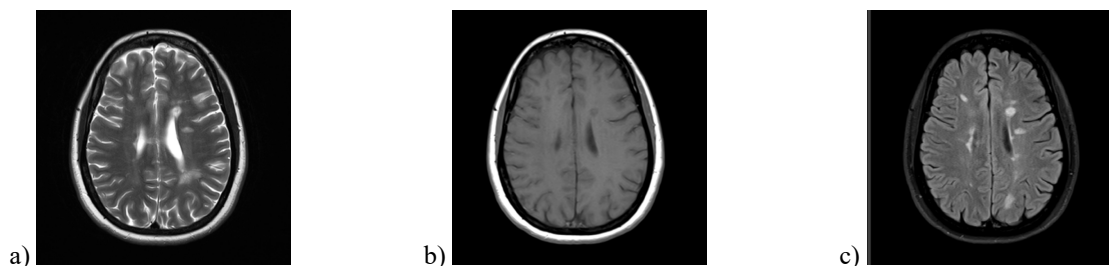
Kompletní McDonadlova kritéria jsou uvedena v následující tabulce.

Tabulka č. 1 - McDonaldova kritéria (Thompson, et al., 2017)

Klinické projevy		Doplňující údaje důležité k diagnostice roztroušené sklerózy
Množství klinických atak	Množství objektivně klinicky prokazatelných lézí	
≥ 2	≥ 2	Žádná (nejsou potřebné další testy k průkazu DIS a DIT)
≥ 2	1 a potvrzená dřívější léze v jiné anatomické lokaci z předešlé ataky	Žádná (nejsou potřebné další testy k průkazu DIS a DIT)
≥ 2	1	DIS prokázaná klinickou atakou s jinou lokalizací v CNS; DIS demonstrována magnetickou rezonancí
1	≥ 2	DIT demonstrována druhou klinickou atakou; DIT demonstrována magnetickou rezonancí; výskyt specifických oligoklonálních páسů v MM
1	1	DIT a DIS demonstrována druhou klinickou atakou s rozdílnou lokalizací v CNS; DIS demonstrována magnetickou rezonancí; DIT demonstrována druhou klinickou atakou; DIT demonstrována magnetickou rezonancí; Výskyt specifických oligoklonálních páسů v MM

#### 2.5.4 RS v obrazu MR a diferenciální diagnostika při RS

RS se v obrazu magnetické rezonance jeví jako mnohočetná ložiska, jejich výsev je jak v prostoru, tak v čase. V T2 váženém obrazu a v obrazu FLAIR se jeví hypersignálně a mají korelát s hyposignálními lézemi v T1 váženém obrazu v místech předpokladu výraznějších axonální ztráty. Velikost jednotlivých ložisek může být od 5 do 10 mm. Vzhledem ke skutečnosti, že ložiska jsou mnohdy uložena periventrikulárně, je nezbytné pro zobrazení demyelinizačních lézí v těchto místech využít sekvence FLAIR potlačující



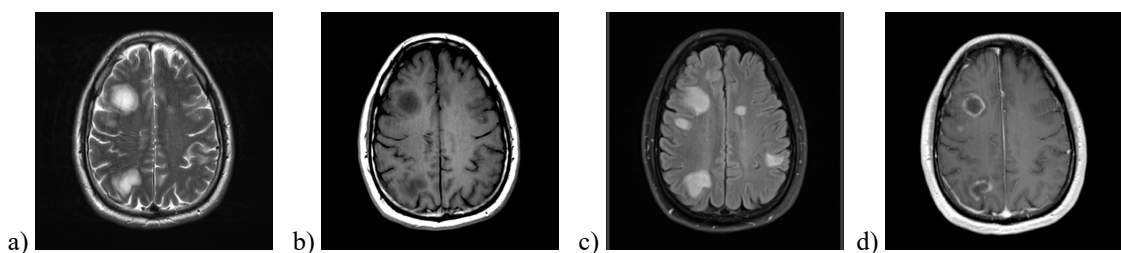
**Obrázek 2:** roztroušená skleróza v obrazu magnetické rezonance, (a) T2 vážený obraz, (b) T1 vážený obraz, (c) sekvence FLAIR. Zdroj: archiv VFN

signál vody, který by v T2 vážené sekvenci překryl signál ložisek (Vaněčková a Seidl, 2018).

Ve standardních vyšetřovacích protokolech jsou nastaveny roviny T1W, FLAIR a T1W obrazu transverzálně, případně může být FLAIR skenován sagitálně ideálně ve 3D sekvenci, kdy sagitální náběr dat s výhodou zobrazuje ložiska nacházející se v kalózním tělesu (Vaněčková a Seidl, 2018).

Diferenciálně diagnostický problém pak mohou představovat ložiska atypického tvaru. Ložisko s edémem ve svém okolí chovající se expanzivně se nazývá „tumoriformní plaka“ a může nabývat i značné velikosti a bizarních rozměrů. Zmenšení tumoriformní plaky nebo výsev nových ložisek podporuje stanovení diagnózy RS. Po aplikaci KL mohou mnohdy ložiska vykazují prstenčité sycení. Existuje mnoho neurologických onemocnění, které se mají obdobný MR obraz, několik málo vzácných neurologických onemocnění je od RS z MR obrazu prakticky nerozlišitelné (Vaněčková a Seidl, 2018).

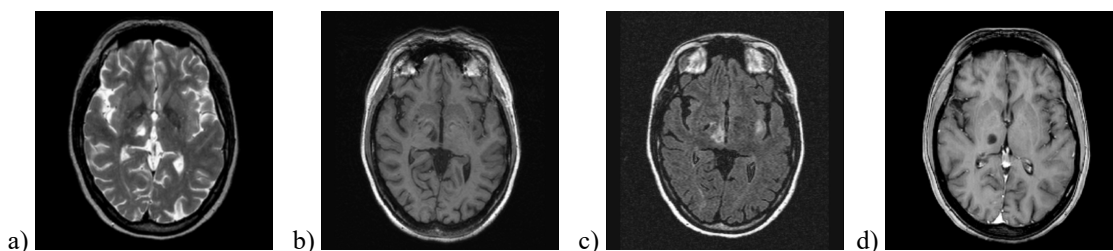
**ADEM** (akutní diseminovaná encefalomyelitida) je stejně jako RS autoimunitní onemocnění, které vykazuje stejně jako RS ložiska zvýšeného signálu v sekvencích T2W a FLAIR v mozku a míše mající korelát ve sníženém signálu v T1 W obrazu, po podání GdKL se objevuje typický prstenčitý enhancement. ADEM se nejčastěji rozvíjí u typicky u dětí a dospívajících pacientů po prodělaném předchozím infekčním onemocnění, případně po vakcinaci, bez predominance ženského pohlaví. Na rozdíl od RS však vytváří ložiska pouze v prostoru, nikoliv nová ložiska v čase a lokalizací spíše u bazálních ganglií, což není pro RS typické (Horáková, 2017).



**Obrázek 3:** akutní diseminovaná encefalomyelitida, (a) T2 vážený obraz, (b) T1 vážený obraz, (c) sekvence FLAIR (d) T1 vážený obraz s po podání GdKL. Zdroj: archiv VFN

**PML** (progressivní multifokální leukoencefalopatie) je poměrně vzácné onemocnění CNS způsobné JC virem u jedinců s výrazně oslabenou imunitou buďto jako komplikace imunosupresivní léčby nebo při nemoci AIDS (Horáková, 2017).

V MR obrazu jsou viditelné léze v bílé hmotě lokalizované parietookcipitálně, v šedé hmotě jsou se léze vyskytují vzácně. Ložiska mají charakter okrsků nehomogenně zvýšeného signálu v T2W obrazu s mírným hyposignálním korelátem v T1W obrazu. Velikost ložisek může být různá a rozsah postižení se zvětšuje v řádu týdnů. Rozsáhlejší léze mohou mít expanzivní charakter. Aplikace GdKL odhalí patologický enhancement na okrajích ložisek (Seidl, 2012).



**Obrázek 4:** progresivní multifokální leukoencefalopatie, (a) T2 vážený obraz, (b) T1 vážený obraz, (c) sekvence FLAIR (d) T1 vážený obraz s po podání GdKL. Zdroj: archiv VFN

**Borelióza** (Lymeská nemoc) kromě kožních, muskuloskeletálních či celkových projevů postihuje i nervový systém. V MR obrazu je možné nalézt v bílé hmotě drobná, několik milimetrů velká ložiska, hypersignální v T2W obrazu s hyposignálním korelátem v T1W obrazu. Po aplikaci GdKL se může objevit prstenčitý enhancement. Na rozdíl však od RS však může docházet k postkontrastnímu zvýraznění mening (Seidl, 2012).

**SAE** (subkortikální arteriosklerotická encefalopatie, leukoaraióza) tvoří v MR obrazu obvykle 3 – 5 mm velká, asymetrická ložiska zvýšeného signálu v T2 váženém obrazu bez korelátu v T1 váženém obrazu, nejčastěji lokalizovaná v oblasti *centrum semiovale*. Ložiska mají neexpanzivní charakter bez enhancementu po aplikaci GdKL. Mozková kůra bývá bez patologie (Seidl, 2012).

**Vaskulitidy** jsou způsobeny zánětem cévní stěny. V MR obrazu mohou vypadat obdobně jako RS, tedy hypersignální léze v T2W a hyposignální v T1W obrazu. Narozdíl od SAE však postihují bílou i šedou hmotu mozkovou a po aplikaci GdKL mohou mapovitě enhancovat. Na rozdíl od RS však v angiografických sekvencích lze vysledovat zúžení nebo uzávěr postižených cév, případně lze prokázat mozkové infarkty v odpovídajících cévních teritoriích (Seidl, 2012).

**SLE** (systémový lupus erythematoses) také patří mezi autoimunitní onemocnění s podobnými příčinami, a tedy i nálezem jako v případě RS. Lokalizace ložisek je však spíše subkortikální na rozdíl od RS, kde jsou ložiska lokalizována spíše periventrikulárně.

Po aplikaci GdKL se může u některých lézí objevit enhancement. Podobně jakou u vaskulitid dochází k cévnímu poškození, a tedy v MR vyšetření mohou být patrné mozkové infarkty a na MR angiografii lze vysledovat nepravidelný průsvit cév (Seidl, 2012).

**NMO** (Neuromyelitis optica, Devicova nemoc) jakožto demyelinizační onemocnění CNS je charakterizované postižením zprvu zejména optických nervů a míchy. v pozdějších fázích onemocnění je MR nález podobný jako u RS s tím rozdílem, že léze jsou lokalizované spíše v prodloužené míše, mozkovém kmeni, hypotalamu, dále pak v kalózním tělesu a i periventrikulárně. Tvar ložisek je odlišný od RS (Seidl, 2012).

### 3 Praktická část

Prvním cílem práce je stanovení míry specifity konvenčního vyšetřovacího protokolu z popisů MR snímků lékařem a zda k diagnostice RS postačí protokol konvenční, určený k diagnostice širokého spektra neurologických onemocnění nebo by měl být preferován protokol diagnostický, určený výhradně pro diagnózu a následnou monitoraci roztroušené sklerózy.

Druhým cílem je stanovit, zda při diagnostice roztroušené sklerózy je nezbytná aplikace kontrastní látky.

Standardní vyšetřovací protokol pro neurologická onemocnění lze provést na libovolném MR přístroji s menší časovou náročností než protokol pro monitoraci roztroušené sklerózy, který je časově více náročný a musí být prováděn na přístroji magnetické rezonance o indukci 3 Tesla. Naším cílem je stanovit, do jaké míry lze s jistotou diagnostikovat roztroušenou sklerózu ze standardních vyšetřovacích protokolů používaných při neurologických onemocněních a zda je nutná při diagnostice RS aplikace kontrastní látky.

Standardně využívané vyšetřovací protokoly v neurologii napříč spektrem různých rezonancí se skládají z T1 a T2 vážených obrazů, dále pak z T2 obrazu s potlačením signálu vody (sekvence jsou nazývány FLAIR nebo dark-fluid dle výrobce MR přístroje) v rovině transverzální, dále bývá protokol doplněn o jednu ortogonální rovinu, typicky T2 vážený obraz skenovaný v rovině sagitální nebo koronární. Z časových důvodů, kdy je potřeba jedno vyšetření zvládnout do 25 minut, se tloušťka jednotlivých řezů pohybuje okolo 5 - 6 mm, standardní vzdálenost mezi řezy je pak nastavena na 10% tloušťky řezu, tedy 0,5 - 0,6 mm. Do protokolu často není zahrnuta nitrožilní aplikace gadoliniové kontrastní látky při první návštěvě pacienta na MR pracovišti. V případě zjištěných ložisek je mnohdy doporučována aplikace kontrastní látky při dalším případném MR vyšetření. Sagitální rovina v T2 vážené sekvenci při vyšetření mozku mnohdy zahrne maximálně první polovinu krční míchy, a i zde dochází ke zhoršení MR signálu z důvodu přítomnosti šumu ve výsledném obrazu.

Řezy o tloušťce přesahující 3 mm mohou některá drobná ložiska demyelinizace zcela minout, nebo je zobrazí jen okrajově, takže je vyhodnocující radiolog nemusí zahrnout do výsledného popisu.

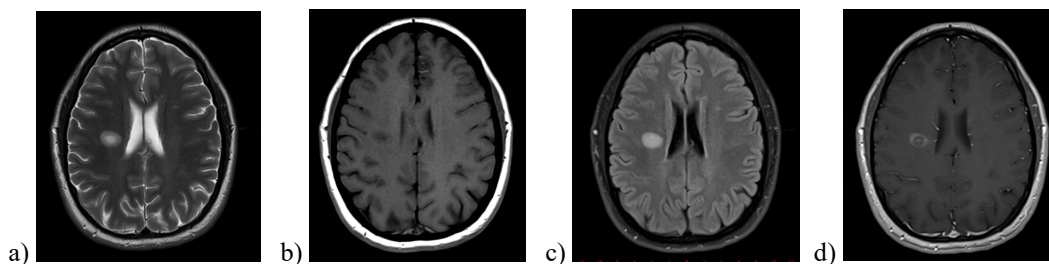
T1 vážený obraz v diagnostickém protokolu bez podání KL v rámci vyšetření nemá pro prvotní diagnostiku RS zásadní význam. Léze demyelinizace se zde jeví jako hyposignální ložiska, která mají výrazný korelát v T2 váženém obraze a T2 váženém obraze s potlačeným signálem vody. Jsou tedy v diagnostickém protokolu již zobrazena. Majoritním přínosem nativní T1 vážené sekvence by byla komparace obrazu s týž sekvencí provedenou po podání KL. Případná hypersignální ložiska po podání KL nemající korelát v nativní T1 vážené sekvenci by svědčila pro akutní aktivitu demyelinizačního procesu.

Statistiky jsme vyhotovili z vyšetření prováděných v průběhu roku 2022 ve Všeobecné fakultní nemocnici v Praze z přístroje *MR Philips Achieva 1,5 Tesla* instalovaný v roce 2009 a dále na přístroji *MR Siemens Skyra 3,0 Tesla* instalovaný v roce 2015. Přístroj MR Philips umožňuje provádět pouze konvenční vyšetřovací protokoly se standardními sekvencemi, zatímco na MR Siemens Skyra umožňuje provádět protokoly konvenční i diagnostické.

Do statistik u obou strojů byla zahrnuta všechna první vyšetření mozku u pacientů s neurologickými obtížemi a v MR obraze byly buďto viditelné léze nebo alespoň diskrétní ložiskové změny. Ze statistiky tak byli vyloučeni pacienti bez zjevných změn v MR obraze s nálezem „bez patologických změn“, a dále byly ze statistiky vyjmuti i pacienti s již diagnostikovanou RS, kteří byli na MR zasláni kvůli posouzení vývoje nemoci nebo kvůli rozvoji jiných neurologických obtíží.

**Konvenční vyšetřovací protokol** vychází ze standardních protokolů pro neurologická zobrazení, obsahuje tedy základní T1 a T2 vážené sekvence v transverzální rovině, doplněné o rovinu sagitální v T2 váženém obraze pokrývající oblast mozku a v ideálním případě krční míchu po C7 - v případě, že pacient má kratší krk. Některé MR přístroje mají horší signál v oblasti krční páteře, proto mícha může být relevantně zobrazena po C4-5. Součástí konvenčních protokolů je dále DWI zobrazení s automatickým vyhotovením ADC map a sekvence FLAIR. Podání GdKL závisí na vyšetřujícím radiologovi, který aplikaci GdKL indikuje na základě informací na žádance a pořízených snímků vyšetřovaného pacienta. Po případné aplikaci GdKL je vždy provedena sekvence T1W v rovině transverzální a dále v rovině sagitální či koronární dle indikace vyšetřujícího radiologa. Časová náročnost konvenčního

protokolu je pohybuje od 15 do 20 minut dle použitých sekvencí, v případě nitrožilní aplikace GdKL je o cca 5 minut delší.



**Obrázek 5:** akutní aktivní plaka RS v obrazu MR, (a) T2 vážený obraz, (b) T1 vážený obraz, (c) sekvence FLAIR (d) T1 vážený obraz s po podání GdKL. Zdroj: archiv VFN

**Diagnostický vyšetřovací protokol** je sestaven s ohledem na poslední poznatky týkající se diagnostiky RS a z nich vycházející mezinárodní doporučení ohledně parametrů jednotlivých sekvencí. Základní sekvencí v diagnostickém protokolu je trojdimenzní sekvence FLAIR (3D) skenovaná v sagitální rovině. Tloušťka řezů je stanovena na 1 mm, rozlišení sekvence je stanoveno tak, že velikost jednoho voxelu<sup>4</sup> je 1x1x1 mm. To umožňuje provádět multiplanární rekonstrukci<sup>5</sup> v libovolné rovině a zároveň je 3D FLAIR podkladem pro pozdější počítačové zpracování obrazu. Se shodnými parametry jako sekvence 3D FLAIR je skenována sekvence T1W, opět trojdimenzní s rovině sagitální s možností multiplanární rekonstrukci obrazu. T2 vážený obraz při vyšetření mozku není standardní součástí vyšetřovacího protokolu, může být však nahrazen T2 DIR (*Double Inversion Recovery*) potlačující signál mozkomíšního moku a zároveň i bílé hmoty mozkové. Standardní součástí vyšetření i DWI sekvence s automatickým vyhotovením ADC map. Na rozdíl od konvenčních protokolů se krční páteř a mícha zobrazuje zvlášť. Pro vyšetření krční míchy využíváme T2 vážený obraz v rovině sagitální s potlačením tuku pro zvýraznění intramedulárních ložisek. T2 vážený obraz krční míchy však může být zatížen artefakty z proudění mozkomíšního moku, proto je doplněn PDW obrazem ve shodné geometrii, který na artefakty tolik netrpí. Nevýhodou

---

<sup>4</sup> **Voxel** – z anglického *Volume Pixel*, jedná se v počítačové grafice o označení částice objemu, která představuje hodnotu v pravidelné mřížce třidimenzionálního prostoru. Vyšetřovaná tkáň je MR skenerem skenována právě jako objemové voxely, každému jednotlivému voxelu je pro zobrazení na monitoru přiřazena barva ve stupních šedi a je prezentován tak jako pixel.

<sup>5</sup> **Multiplanární rekonstrukce obrazu** umožňuje z trojdimenzních sekvencí zrekonstruovat další roviny řezů, než ve které byly data nabírány a to s minimální ztrátou kvality výsledného obrazu. Výhodou je skenování pouze jedné sekvence tedy zkrácení času potřebného získání obrazů v různých rovinách.



diagnostického protokolu je časová náročnost. Délka protokolu je cca 25 – 35 minut. Při podrobném vyšetření krční míchy je snahou, aby pacient minimálně polykal z důvodu omezení pohybových artefaktů. To však při délce jednotlivých sekvencí pohybující se okolo 4 minut je mnohdy obtížně splnitelný cíl.

Srovnání konvenčního a diagnostického protokolu přikládáme v tabulce níže.

**Tabulka č. 2** – srovnání konvenčního a diagnostického protokolu

Sekvence	Konvenční protokol	Diagnostický protokol
Mozek, T1 vážený obraz	Transverzální rovina Tloušťka řezu: 5-6 mm	Sagitální rovina, 3D sekvence Tloušťka řezu 1 mm
Mozek, T2 vážený obraz	Transverzální rovina Tloušťka řezu: 5-6 mm	Volitelné
Mozek, FLAIR	Transverzální rovina Tloušťka řezu: 5-6 mm	Sagitální rovina, 3D sekvence Tloušťka řezu 1 mm
Mozek, DWI	Transverzální rovina Tloušťka řezu: 5-6 mm	Transverzální rovina Tloušťka řezu: 4 mm
Mozek, DIR	Neobsahuje	Sagitální rovina, 3D sekvence Tloušťka řezu 1 mm
C páteř, T2 vážený obraz	V rámci zobrazení mouku Sagitální rovina Tloušťka řezu: 3 mm	Samostatná sekvence Sagitální rovina Tloušťka řezu: 2 mm Potlačení tuku metodou SPIR
C páteř, PD vážený obraz	neobsahuje	Sagitální rovina Tloušťka řezu: 2 mm
Mozek, T1 vážený obraz, po podání GdKL	Volitelné	Sagitální rovina, 3D sekvence Tloušťka řezu 1 mm

Výsledné nálezy jsme rozčlenili do 4 kategorií:

**1) Jednoznačná podpora RS** – do této kategorie jsme zahrnuli všechny pacienty, kteří měli v obrazu MR viditelné léze a nález jednoznačně potvrzoval podezření na demyelinizační onemocnění.

**2) Podpora RS** – v této kategorii jsou zahrnuti pacienti, kterým z MR vyšetření byly popsány ložiskové změny, avšak k etiologii ložisek se nemohl radiolog jednoznačně vyjádřit. Nález však může podporovat diagnostiku RS.

**3) Nejistý nález** – do třetí kategorie jsou zahrnuty popisy, kde ložiskové změny jsou popsány pouze jako diskrétní, které nedokáží RS potvrdit ani vyloučit.

**4) Nález nepodporující RS** – do této kategorie jsme zahrnuli všechny ostatní popisy, kdy ložiskové změny v MR obrazu byly přítomny, avšak radiolog označil diagnózu RS za nepravděpodobnou.

**Tabulka č. 3** - Procentuální zastoupení podpory RS v lékařských zprávách pacientů vyšetřených v konvenčním vyšetřovacím protokolu

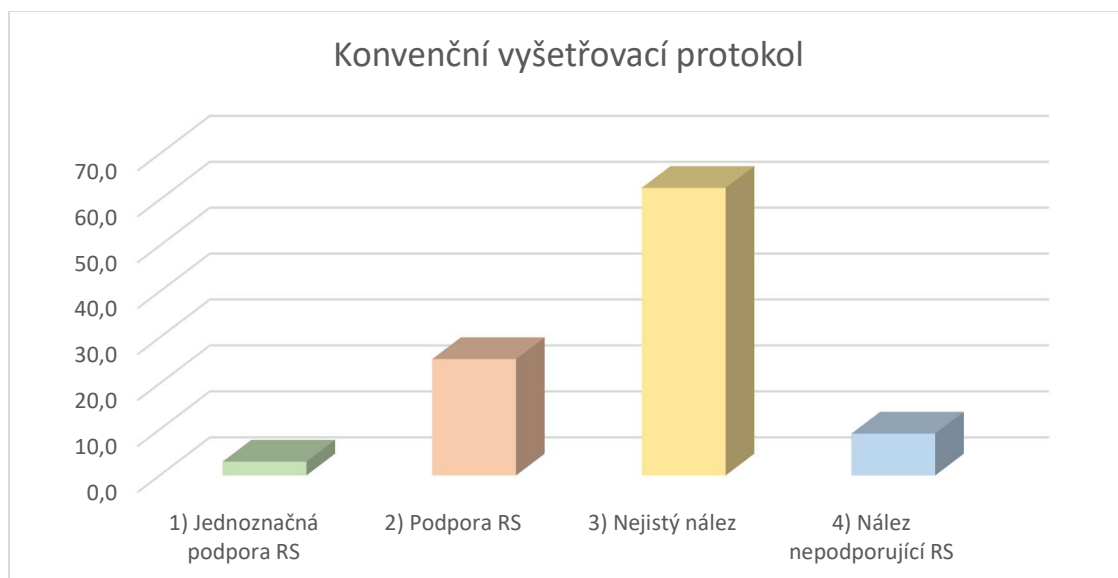
Kategorie MR nálezu	Počet lékařských zpráv v kategorii	Procentuální zastoupení v lékařských zprávách
1) Jednoznačná podpora RS	3	3,0
2) Podpora RS	25	25,3
3) Nejistý nález	62	62,6
4) Nález nepodporující RS	9	9,1

**Tabulka č. 4** - Procentuální zastoupení podpory RS v lékařských zprávách pacientů vyšetřených v diagnostickém vyšetřovacím protokolu

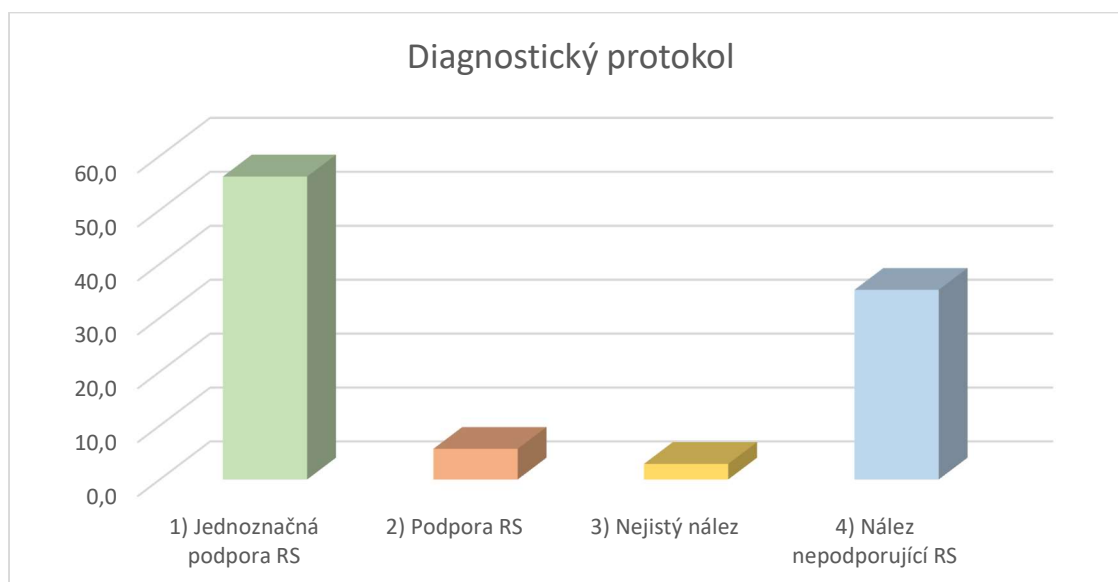
Kategorie MR nálezu	Počet lékařských zpráv v kategorii	Procentuální zastoupení v lékařských zprávách
1) Jednoznačná podpora RS	59	56,2
2) Podpora RS	6	5,7
3) Nejistý nález	3	2,9
4) Nález nepodporující RS	37	35,2

Pro přehlednost údaje z předešlých tabulek zobrazujeme formou grafu.

**Graf č. 1** - Procentuální zastoupení podpory RS v lékařských zprávách pacientů vyšetřených v konvenčním vyšetřovacím protokolu



**Graf č. 2** - Procentuální zastoupení podpory RS v lékařských zprávách pacientů vyšetřených v diagnostickém vyšetřovacím protokolu



Ze statistiky nám vyplývá, že u více než 87 % vyšetření (součet kategorií 2 a 3), kde indikující lékař žádal o potvrzení onemocnění RS a pacient byl vyšetřován v konvenčním protokolu pro pacienty s neurologickými obtížemi, nedostal jednoznačnou odpověď. Jako příklad můžeme uvést radiologické nálezy pacientů vyšetřených právě v tomto protokolu.

**Pacient č. 1**, 32 let, žena, přichází k vyloučení RS při specifických neurologických obtížích, vyšetření bylo provedeno v konvenčním protokolu s podáním kontrastní látky: „... drobné nečetné ložiskové hyperintenzity v T2 vážených obrazech v bílé hmotě

*supratentoriálně, nález je nespecifický, bez poruchy hematoencefalické bariéry - mohou odpovídat ložiskům demyelinizace při RS, dif.dg. postencefalitickým změnám jiné geneze, vaskulitickým změnám.“*

**Pacient č. 2**, 37 let, muž, přichází k vyloučení RS, občasné bolesti hlavy, diplopie, parestezie, vyšetření bylo provedeno v konvekčním protokolu bez podání kontrastní látky: *„Solitární drobné ložisko o rozměrech cca 5x4x5mm lokalizované periventrikulárně při temporálním rohu pravé postr. komory. o jeho etiologii se nedokážeme jednoznačně vyjádřit. Dif. dg. nutno uvažovat o solit. ložisku nespec. gliosy pozánětlivé či vaskul. ischem. etiologie. S naprostou jistotou nevyloučíme ani solit. ložisko demyelinizace při RS i když nález t.č. nesplňuje kritéria pro onem. demyel. typu. Jinak normální nález intracerebrálně, nativně.“*

Lékařské zprávy v těchto případech uvádějí poměrně širokou diferenciální diagnostiku a nechávají výrazný prostor indikujícímu lékaři, aby provedl další specifická vyšetření k vyloučení RS.

Naproti tomu diagnostický protokol v 91 procentech případů diagnózu RS buďto přímo podpořil, nebo ji vyvrátil. Ve zbývajících 9 procentech případů se lékař ani z diagnostického nedokázal k podpoře diagnózy vyjádřit. Z výše uvedených příkladů tedy vyplývá, že konvenční vyšetřovací protokol nedokáže poskytnout lékaři dostatek diagnostických informací pro zpřesnění popisu magnetické rezonance. K senzitivě obou vyšetřovacích protokolů, konvenčního i diagnostického, se sice nelze ze zjištěných údajů vyjádřit, avšak vidíme jednoznačně patrný rozdíl ve specifitě vyšetření ve prospěch protokolu diagnostického.

Konvenční vyšetřovací protokol používaný typicky na starších MR přístrojích o intenzitě magnetického pole 1,5 Tesla pro neurologické obtíže se v současné době jeví jako nevyhovující. Indikující lékař v mnohých případech dostává víceméně nejednoznačnou odpověď v závislosti na specifitě konkrétního vyšetření. V ojedinělých případech může být nález i falešně negativní, kdy velikost možných patologických lézí je pod detekčními schopnostmi MR protokolu.

K obdobnému závěru dochází v přehledném referátu z roku 2017 *„Moderní techniky MR zobrazení u roztroušené sklerózy“* MUDr. M. Keřkovský z kliniky radiologie a nukleární medicíny LF MU a FN Brno. MUDr. M. Keřkovský za zásadní problém uvádí

chabou korelaci mezi klinickou symptomatologií pacientů a MR nálezy. Přičítá tento stav omezeným možnostem detekce lézí šedé hmoty mozkové a difúzních změn v bílé hmotě mozkové.

U moderním MR přístrojů jsou patrné hned tři diagnostické trendy. Tím prvním je kvalitativní zpřesnění vyšetření, kdy za stejný čas je možné naskenovat výrazně více tenčích vrstev v lepším rozlišení. Například sekvence FLAIR v konvenčním protokolu na 1,5 T přístroji trvá do 4 minut a zobrazí 25 řezů o tloušťce 5-6 mm nabíraných v transverzální rovině, na modernějším 3T přístroji lze získat za cca 5 minut 3D FLAIR sekvenci čítající 170 řezů v sagitální rovině, ze kterých je možné multiplanární rekonstrukcí dopočítat obraz v rovinách transverzální a koronární.

Druhým diagnostickým trendem je potom možnost kvantifikace různých parametrů CNS získaných segmentací obrazu. Pro tyto techniky je nezbytné použít 3D sekvence. Kvantifikace je možné provádět v rámci postprocesingového zpracování jak přímo v diagnostickém softwaru, tak i v programech třetích stran.

Profesorka M. Vaněčková z Všeobecné fakultní nemocnice v Praze v rozhovoru uvádí, že se k zásadním změnám u magnetické rezonance, ke kterým došlo v posledních letech, významně přispěla zvýšená rychlost náběru dat a následných výpočtů. V minulosti bylo k dispozici poloautomatické zpracování obrazu, kdy se některé činnosti prováděly zcela manuálně, posléze byla nezbytná u automatického zpracování manuální kontrola. Tento postup byl časově náročný, zpracování trvalo mnohdy celý den. V současné době jsou k dispozici SW například *MorphoBox prototype*<sup>6</sup>, u kterých je rychlost zpracování obraz výrazně rychlejší, segmentace probíhá řádově desítky sekund a lékař má k dispozici informace o celkovém objemu mozku a mozkových struktur již při ukončení vyšetření.

*„Velmi rychle jsou k dispozici i výsledky získané naší vlastní softwarovou aplikací, tzv. barevným mapováním, kdy po prostorové koregistraci<sup>7</sup> tří vyšetření – vstupního*

---

<sup>6</sup> **MorphoBox prototype** je software umožňující automaticky stanovit objemy větších částí mozku a jeho výstupem jsou kvantitativní informace určené pro radiologické lékaře při stanovování diagnózy či popisu progresu onemocnění.

<sup>7</sup> **Koregistraci** je míněno takové zpracování obrazů, při kterých jsou dvě a více vyšetření provedených v různých časech prostorově vyrovnány tak, že jednotlivé řezy se dostávají do identické polohy, a tak možné softwarově porovnávat různé anatomické a patologické struktury.

a z posledních dvou kontrol – jsou barevně označeny léze, například červená barva byla vybrána pro nová nebo zvětšená ložiska“ (Vaněčková, 2019 b).

Je nyní běžná praxe, že když pacient po magnetické rezonanci přichází na kontrolu, klinický lékař již má k dispozici hlášení o atrofii mozku nebo může sám vidět přítomnost aktivních lézí (Vaněčková, 2019 b).

Jako třetí diagnostický trend můžeme uvést zavádění nových sekvencí. Zde lze jmenovat sekvenci *Double inversion recovery* (DIR), kdy aplikací dvou po sobě následujících inverzí pulzů se zároveň potlačuje signál bílé hmoty mozkové a mozkomíšního moku. Takto se výrazně zvyšuje kontrast mezi kortexem a bílou hmotou mozkovou. Druhou možnou sekvencí by bylo susceptibilně vážené zobrazení (SWI). Tato sekvence je charakterizována mírou magnetizace různých tkáňových struktur, kdy odlišuje diamagnetický myelin od paramagnetického deoxyhemoglobinu<sup>8</sup> v demyelinizačních lézích (Mechl, Tintěra a Žižka, 2014).

---

<sup>8</sup> **Deoxyhemoglobin** je neokysličená molekula červeného krevního barviva.

## 4 Diskuze

V úvodu do diskuse bychom rádi zdůraznili, že diagnostika RS se neopírá pouze o MR vyšetření, ale zejména o vyšetření neurologická. Vyšetření magnetickou rezonancí patří mezi pomocné vyšetřovací metody, které mají za úkol se více či méně přiklonit k diagnostice onemocnění a také vyloučit jinou patologii. MUDr. Jiří Piřha v článku „*Chyby a omyly v diagnostice roztroušené sklerózy*“ „*Neurologie pro praxi, 2015*“ uvádí, že ač je diferenciální diagnostika poměrně široká, ze studií vyplývá, že u více než 90 % pacientů je diagnóza stanovena správně.

V zadání bakalářské práce jsme definovali dvě výzkumné otázky, budeme na ně odpovídat však v opačném pořadí.

### **Přináší aplikace kontrastní látky dodatečnou informaci do diagnostické rozvahy?**

O kontrastních látkách pro magnetickou rezonanci napíšeme větší pojednání než jen pár řádků. Nejen laická veřejnost, ale i někteří zdravotníci se mylně domnívají, že aplikace kontrastní látky „*zlepší kvalitu obrazu*“. Kontrastní látky používané při vyšetřené magnetickou rezonancí v běžné praxi jsou makromolekuly, na které je navázaný atom lanthanoidu Gadolinia. Tento prvek je paramagnetický, to znamená, vykazuje vlastní magnetické pole, pokud je umístěn do vnějšího magnetického pole. Důsledkem je zkrácení relaxačního času T1, v T1 obrazu se tedy zobrazuje hypersignálně. Mozková tkáň je standardně chráněna hematoencefalickou bariérou proti průniku cizorodých látek mezi neurony. Při zánětu, poškození cévních stěn nebo nádorovém bujení je tato hematoencefalická bariéra porušena a GdKL může pronikat i do mozkové tkáně. T1 vážená sekvence tato místa zobrazí jako hypersignální léze, které nazýváme „*postkontrastní sycení*“ neboli „*enhancement*“.

Gadoliniová kontrastní látka tedy zobrazuje aktivní plaky s právě probíhajícím autoimunitním zánětem. Vyšetření s aplikací GdKL přináší dvě zásadní diagnostické informace. Nález neuzavřeného prstencovitého sycení plaky je velice typický právě pro aktivní demyelinizační procesy v rámci RS. Naopak nepřítomnost patologického enhancementu značí neporušenou hematoencefalickou bariéru, a tudíž ukazuje na případnou neaktivitu procesu. Jiný typ sycení patologických lézí, než je typický pro RS, by pak v diferenciální diagnostice podporoval jiný typ patologie.

Na výše uvedenou otázku bychom odpověděli, že kontrastní látka opravdu přináší dodatečnou informaci do diagnostické rozvahy, a navíc v některých případech výrazně zpřesňuje diferenciální diagnostiku RS a současně vyšetření s GdKL má potenciál RS zcela vyvrátit a přiklonit radiologa k jiné patologii.

### **Lze doporučit standardní vyšetřovací protokol pro diagnostiku roztroušené sklerózy?**

Jak jsme již uváděli v praktické části, z popisu vyšetření magnetickou rezonancí provedených v konvenčním protokolu se v drtivé většině případů (63,3 %) lékař nemůže jednoznačně vyjádřit, zda zobrazená ložiska podporují diagnostiku RS či nikoliv. Ačkoliv je konvekční vyšetřovací protokol rychlejší než protokol diagnostický, pro objektivní stanovení diagnózy RS doporučit zcela nelze. Můžeme uvést tři možné důvody: 1) sekvence v konvenčním protokolu neposkytují dostatečnou senzitivitu vůči drobným lézím na rozdíl od specializovaných 3D sekvencí v diagnostickém protokolu, 2) v konvenčním protokolu není dostatečně podrobně zobrazena krční mícha, kde se mohou vyskytovat případné plaky a 3) v konvenčním protokolu může případná absence GdKL snížit specifitu vyšetření, kdy tato absence GdKL může přidávat kandidáty na jiná případná onemocnění v rámci diferenciální diagnostiky.

MUDr. Jiří Piřha v článku „*Chyby a omyly v diagnostice roztroušené sklerózy*“ „*Neurologie pro praxi, 2015*“ zmiňuje, že ač je MR mozku a míchy základním vyšetřením pro stanovení diagnózy RS s potenciálem odlišit RS od jiných chorob s podobnou klinickou symptomatologií, jedná se o vyšetření nespecifické. V některých případech je třeba prokázat diseminaci v čase a jedno vstupní vyšetření nemá možnost prokázat RS. K průkazu diseminace ložisek v čase uvádí nutnost podání GdKL při obou vyšetřeních a porovnáním jejich enhancementu obou vyšetření.

Jak jsme již zmiňovali v praktické části, je včasná diagnostika a zahájení léčby klíčové pro zahájení terapie RS. Autoři *Peterka a Potužník, 2021* uvádí, že ve studii BENEFIT bylo sníženo riziko konverze do klinicky definitivní RS o 37 % u pacientů u kterých byla zavčasu zahájena léčba Interferonem beta v období 2 let v porovnání s těmi, kteří byli vybráni náhodně k pozdější léčbě. Rovněž v klinické studii CHAMPS došlo k poklesu hromadného rizika rozvoje klinicky trvalé roztroušené sklerózy



v průběhu 3 leté monitorace u pacientů s klinicky izolovaným syndromem léčených Interferonem beta o 44% narozdíl od placebo. Z výsledků studie stanovuje závěr, že přestože je léčba roztroušené sklerózy v pozdním stádiu také možná, účinnost léčby je poměrně nižší.

V budoucnosti možná bude mít význam v rámci diferenciatní diagnostiky i provádění MR spektroskopie, avšak tato technika vyžadující individuální přístup není zatím v praxi rutinně využívána z důvodu obtížné reprodukovatelnosti jednotlivých vyšetření a absenci standardizovaných protokolů.

## 5 Návrh doporučení pro praxi

V současné době považujeme 5 - 6 mm řezy za nedostatečné vzhledem k velikosti ložisek, kdy nezachytí ložiska malá. Optimální diagnostický protokol by měl obsahovat sekvenci FLAIR 3D nebo alespoň 2D s maximální tloušťkou řezu 3 mm.

Dle našeho názoru by vyšetřovací protokol měl dále obsahovat 3D sekvence, jejichž parametry jsou voleny tak, aby umožňovaly v návaznosti na vlastní vyšetření dodatečná volumetrická měření či segmentace mozkových struktur. Tyto informace jsou další diagnostickou informací a případně mohou sloužit při následující vyšetřeních v témže protokolu ke sledování průběhu a progresu onemocnění.

Pro zkrácení doby vyšetření je možno z nativního vyšetřovacího protokolu zcela vypustit T1W sekvenci. Její diagnostický přínos ve srovnání s ostatními sekvencemi považujeme za zanedbatelný a ke stanovení diagnózy není nezbytný. Význam by měla při provedení vyšetření s aplikací kontrastní látky. V tomto případě je nezbytné provést T1W sekvenci jak prekontrastně, tak i postkontrastně kvůli sledování abnormalit v sycení patologických oblastí kontrastní látkou.

Při MR vyšetření s podáním kontrastní látky se jeví jako nezbytné, aby časový odstup od aplikace KL do skenování T1W obrazu byl minimálně 5 minut z důvodu pozdního sycení ložisek s porušenou hematoencefalickou bariérou.

Při požadavku na MR vyšetření v rámci diagnostického protokolu doporučujeme zahrnout i T2W s potlačením tuku a PD sekvence zobrazující krční míchu optimálně po Th4.

Následující doporučení nesouvisí přímo s tématem této bakalářské práce, ale rádi bychom jej zde zmínili. Pokud má indikující lékař mimo jiné i podezření na případné onemocnění RS, je vhodné, aby tuto skutečnost na žádance výslovně uvedl. Dále jsme přesvědčeni, že uvedení dosavadních výsledků z předchozích vyšetření by mohlo pomoci ke správné interpretaci výsledků z MR. V opačném případě může být pacient vyšetřen v konvenčním protokolu a výsledkem může být nález nejednoznačný či dokonce falešně negativní.

Vzhledem ke skutečnosti, že ložiska demyelinizace se objevují i v krční páteři, doporučujeme při vyšetření mozku zahrnout i vyšetření krční míchy ideálně po třetí

hrudní obratel, a to v sekvencích T2W a protondenzitně váženém obrazu (PDW) v rovině sagitální s minimální tloušťkou řezu. T2 vážený obraz zobrazuje případná ložiska hypersignálně, je však zatížen artefakty z proudění likvoru. Naproti tomu PDW sekvence je zatížena artefakty minimálně.

**Tabulka č. 5** – doporučené parametry diagnostického protokolu

Sekvence	Parametry	Rovina řezu	Rozsah vyšetření	Poznámka
FLAIR	3D	sagitální	pokrytí celého mozku od kalvy po C3 obratel	
T1W	3D	sagitální	pokrytí celého mozku od kalvy po C3 obratel	
DIFUZE	2D tloušťka řezu maximálně 4 mm	transverzální	pokrytí celého mozku od kalvy po bazi	
T2W	2D tloušťka řezu 2-3 mm	sagitální	krční páteř od baze po Th2	
PDW	2D tloušťka řezu 2-3 mm	sagitální	krční páteř od baze po Th2	
T1W postkontrastní	3D	sagitální	pokrytí celého mozku od kalvy po C3 obratel	začátek sekvence 5-10 minut po podání GdKL

## 6 Závěr

Ač do dnešních dnů patří RS mezi nevléčitelné nemoci, při včasné diagnostice a následně zahájené odpovídající terapii jsme v současné době schopni snížit aktivitu onemocnění a tím zpomalit jeho progresi a následnou invaliditu pacienta.

Základem včasné a přesné diagnostiky je a v budoucnu jistě bude i zobrazení magnetickou rezonancí. Kromě konvenčních vyšetřovacích programů jsou k dispozici specializované diagnostické protokoly, které jsou sice náročnější na čas vyšetření, avšak přinášejí výrazně více diagnostických informací a vyšší specifitu vyšetření.

Protože je včasná a přesná diagnostika RS pro léčbu pacientů klíčová, považujeme za nezbytné, aby specifita používaných diagnostických protokolů byla natolik dostatečná, aby s jistotou dokázala vyloučit či potvrdit onemocnění. Druhým nezanedbatelným přínosem je pak možnost při potvrzení diagnózy RS navázat na první vstupní vyšetření a kvantifikovat změny v mozkové tkáni mezi vstupním a druhým vyšetřením. Tato kvantifikace umožňuje stanovit průběh či progresi onemocnění.

V současné době zůstává na mnohých pracovištích standardem konvenční MR vyšetření vyhodnocované radiologem, který popisuje viditelné léze v mozku a případně v krční páteři. V oblasti MR diagnostiky se však nabízí množství nástrojů zefektivňujících diagnostiku a zároveň umožňující monitoraci léčby v čase. Jedná se o jednak o nové sekvence jako jsou DIR, nebo nové techniky zpracování a kvantifikace obrazu, tedy segmentace z 3D sekvencí. Na tomto místě by bylo vhodné napsat, že se nám jeví vhodné vytvoření standardizovaných diagnostických protokolů na MR pracovištích diagnostikujících RS, aby se minimalizovala sporná diagnostika popsaná v diskusi této bakalářské práce.

V budoucnosti možná bude mít význam v rámci diferencíální diagnostiky i provádění MR spektroskopie, avšak tato technika vyžadující individuální přístup není zatím v praxi rutinně využívána z důvodu obtížné reprodukovatelnosti jednotlivých vyšetření a absenci standardizovaných protokolů.

## Seznam použité literatury

AMBLER, Z., J. BEDNAŘÍK a E. RŮŽIČKA. 2010. *Klinická neurologie*. Praha: Triton. ISBN 80-7254-556-6.

AMPAPA, Radek. 2017. Symptomatická léčba roztroušené sklerózy. *Remedia* [online]. 27, 372-376 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.remedia.cz/rubriky/prehledy-nazory-diskuse/symptomaticka-lecba-roztrousene-sklerozy-9157/>

ČERNOCH, Zdeněk. 2000. *Neuroradiologie*. Hradec Králové: Nucleus HK. ISBN 80-901753-9-2.

DALE, B., M. BROWN a R. SEMELKA. 2015. *MRI: Basic Principles and Applications*. 5. vyd. Wiley. ISBN 978-1-119-01305-1.

DOSTÁLOVÁ, Lucie et al. 2016. *Současné trendy v rehabilitaci pacientů s roztroušenou sklerózou*. Olomouc: Solen, Medical education. ISBN 97880-74713316.

DYLEVSKÝ, Ivan. 2016. *Základy funkční anatomie člověka I*. 2. vyd. Praha: Vysoká škola tělesné výchovy a sportu Palestra, spol. s r.o., ISBN 978-80-87723-27-2.

FIALA, P., J. VALENTA a L. EBERLOVÁ. 2015. *Stručná anatomie člověka*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-2693-2.

FISHMAN, Loren. M a Eric. L. SMALL. 2007. *Yoga and Multiple Sclerosis: a Journey to Health and Healing*. New York: Demos Medical Publishing. ISBN 978-1932603170.

HAVLÍČEK, K., Z. ČERVENKOVÁ a V. BLANAŘ. 2019. *Anatomické listy*. 4. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, ISBN 978-807560-242-8.

HEMOND, Christopher C. a Rohid BAKSHI. 2018. Magnetická rezonance u roztroušené sklerózy. *National Library of Medicine* [online]. **8**, (5) [cit. 2023-02-09]. DOI: 10.1101/cshperspect.a028969. Dostupné z: [Magnetická rezonance u roztroušené sklerózy - PMC \(www.ncbi.nlm.nih.gov.translate.goog\)](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/translate/google/)

HORÁKOVÁ, Dana. 2017. *Autoimunita nervového systému v kazuistikách*. Praha: Mladá fronta, Aeskulap. ISBN 978-80-204-4572-8.

KAŇOVSKÝ, Petr a Andrea BÁRTKOVÁ. 2019. *Obecná neurologie a vyšetřovací metody v neurologii*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5488-7.

KAŇOVSKÝ, Petr a Andrea BÁRTKOVÁ. 2020. *Speciální neurologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5611-9.

KRASULOVÁ, E. a J. KREJSEK. 2018. Okrelizumab v léčbě roztroušené sklerózy – pohled neurologa a imunologa. *Remedia* [online]. **28**, 454-463 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.remedia.cz/rubriky/od-teorie-k-praxi/okrelizumab-v-lecbe-roztrousene-sklerozy-pohled-neurologa-a-imunologa-10123/>

KUBALA HAVRDOVÁ, Eva. 2013. *Roztroušená skleróza*. Praha: Mladá fronta, Aeskulap. ISBN 978-80-2043154-7.

KUBALA HAVRDOVÁ, Eva. 2015. *Roztroušená skleróza v praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-189-6.

LENSKÝ, Petr. 1996. *Roztroušená skleróza mozkomíšni: nemoc, nemocný a jeho problémy*. Praha: Unie Roska. ISBN 80-238-1068-5.

MALINOVÁ, Renata. 2016. Význam psychoterapie při léčbě roztroušené sklerózy. *Medicina pro praxi* [online]. **17**(5), 46-49 [cit. 2023-01-18]. ISSN 1803-5310. Dostupné z: [07.pdf \(medicinapropraxi.cz\)](https://www.medicinapropraxi.cz/07.pdf)

MECHL, M., J. TINTĚRA a J. ŽIŽKA. 2014. *Protokoly MR zobrazování*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-109-4.

MELUZÍNOVÁ, Eva. 2008. Roztroušená skleróza. *Psychiatrie pro praxi* [online]. **9**(3), 108-111 [cit. 2023-01-18]. ISSN 1803-5272. Dostupné z: <https://www.psychiatriepropraxi.cz/pdfs/psy/2008/03/02.pdf>

MLČOCH, Zbyněk. 2008. Roztroušená skleróza mozkomíšní (RS), demyelinizace - příznaky, léčba, recidivy. *MUDr. Zbyněk Mlčoch* [online]. [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: [Roztroušená skleróza mozkomíšní \(RS\), demyelinizace - příznaky, léčba, recidivy - MUDr. Zbyněk Mlčoch \(archive.org\)](#)

NEKULA, Josef a Jana CHMELOVÁ. 2007. *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta. ISBN 978-80-7368-335-1.

PAVELEK, Zbyšek. 2020. Roztroušená skleróza: adherence k léčbě. *Neurologie pro praxi* [online]. **21**(5), 380-383 [cit. 2023-01-18]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: [Neurol. praxi: Roztroušená skleróza: adherence k léčbě \(neurologiepropraxi.cz\)](#)

PETERKA, Marek a Pavel POTUŽNÍK. 2021. Časná diagnostika a léčba roztroušené sklerózy. *Neurologie pro praxi* [online]. **22**(2). 128-131 [cit. 2023-01-18]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: [Neurol. praxi: Časná diagnostika a léčba roztroušené sklerózy \(neurologiepropraxi.cz\)](#)

PIŤHA, J., J. VOJTÍŠKOVÁ a N. KRÁL. 2017. *Roztroušená skleróza: doporučené diagnostické a terapeutické postupy pro všeobecné praktické lékaře*. Praha: Centrum doporučených postupů pro praktické lékaře, Společnost všeobecného lékařství. Doporučené postupy pro praktické lékaře. ISBN 978-80-86998-88-6.

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

SUCHÁ, Lucie. 2020. *Současné trendy v rehabilitaci pacientů s roztroušenou sklerózou*

*II*. Olomouc: Merck. ISBN 97880- 74713316.

THOMPSON, Alan, et al. 2017. Diagnosis of multiple sclerosis: revisions of the McDonald criteria. *The Lancet Neurology* [online]. **17**(2), 162-173 [cit. 2023-01-21]. DOI: 10.1016/S1474-4422(17)30470-2. Dostupné z: [Diagnóza roztroušené sklerózy: revize McDonaldových kritérií v roce 2017 - PubMed \(nih.gov\)](#)

VÁGNEROVÁ, Marie. 2014. *Současná psychopatologie pro pomáhající profese*. Praha: Portál. ISBN 978-80-262-0696-5.

VACHOVÁ, M., J. DUŠÁNKOVÁ a L. ZÁMEČNÍK. 2008. Symptomatická léčba roztroušené sklerózy. *Neurologie pro praxi* [online]. **9**(4), 226-231 [cit. 2023-01-18]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: [neu\\_04\\_08.indd \(solen.cz\)](#)

VALIŠ, Martin a Zbyšek PAVELEK. 2020. *Roztroušená skleróza pro praxi*. 2. vyd. Praha: Maxdorf, Jessenius. ISBN 978-80-7345-672-6.

VALOVÁ, Zuzana, et al. 2016. Mikční potíže u pacientů s roztroušenou sklerózou. *Česká urologie* [online]. **20**(4), 259-274 [cit. 2023-01-18]. ISSN 2336-5692. Dostupné z: <https://www.czechurol.cz/pdfs/cur/2016/04/03.pdf>

VANĚČKOVÁ, Manuela a Zdeněk SEIDL. 2018. *Roztroušená skleróza a onemocnění bílé hmoty v MR zobrazení*. Praha: Mladá fronta, Aeskulap. ISBN 978-80-204-4687-9.

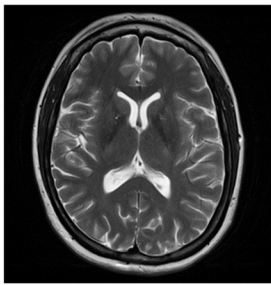
VANĚČKOVÁ, Manuela. 2019a. MR monitorace aktivity pacientů s roztroušenou sklerózou (konvenční techniky, výsledky dlouhodobé MR monitorace léčby ocrelizumabem). *Neurologie pro praxi*. **20**(6), 460-466. ISSN 1803-5280. Dostupné z: [MR monitoring of activity of multiple sclerosis patients: conventional techniques and long-term MR monitoring of ocrelizumab therapy \(neurologiepropraxi.cz\)](#)

VANĚČKOVÁ, Manuela. 2019b. u roztroušené sklerózy je magnetická rezonance nenahraditelná – rozhovor. *Medical tribune*. **15**(20). ISSN 1214-8911. Dostupné také z: <https://www.tribune.cz/tituly/mtr/archiv/736>

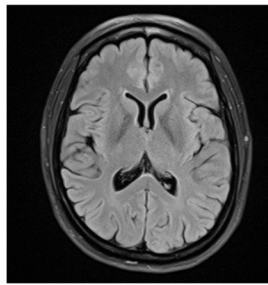
VOMÁČKA, J., J. NEKULA a J. KOZÁK. 2012. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. V Olomouci: Univerzita Palackého. ISBN 978-802-4431-260.



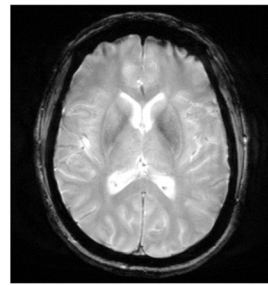
## PŘÍLOHA 1: obrazový výstup z vyšetřovacích sekvencí v diagnostickém protokolu



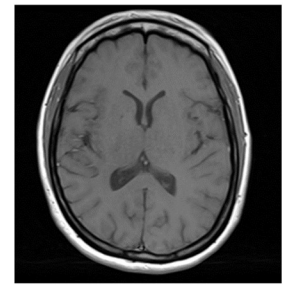
T2 vážený obraz  
v transverzální rovině,  
mozek



FLAIR v transverzální  
rovině, mozek



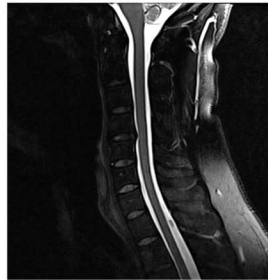
T2 FFE vážený obraz  
v transverzální rovině,  
mozek



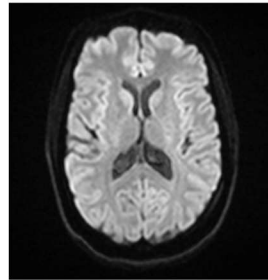
T1 vážený obraz, nativní,  
v transverzální rovině,  
mozek



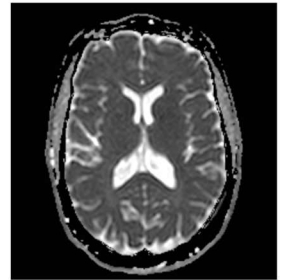
PD vážený obraz v sagitální  
rovině, mícha



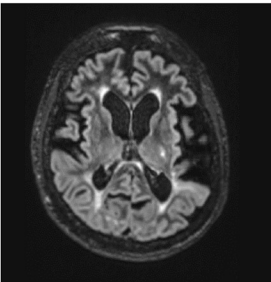
T2 vážený obraz  
s potlačením signálu tuku,  
v sagitální rovině, mícha



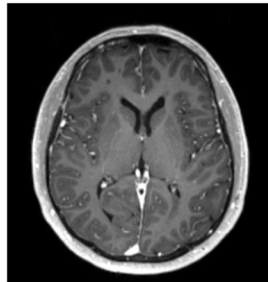
DWI v transverzální  
rovině, mozek



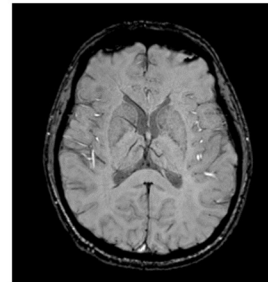
Spočítaná ADC mapa  
z DWI v transverzální  
rovině, mozek



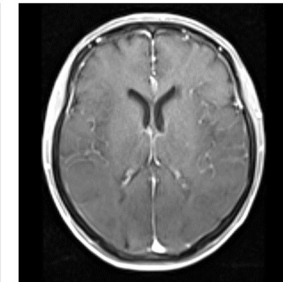
DIR v transverzální rovině,  
mozek



T1 vážený obraz, 3D  
sekvence, transverzální  
rekonstrukce po podání  
GdKL, mozek



SWI v transverzální rovině,  
mozek



T1-WIBE vážený obraz v  
transverzální rovině, po  
podání GdKL, mozek

Zdroj: archiv VFN