

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2025

Miriam Havlíčková

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií

Využití magnetické rezonance při vyšetření pacientů s bolestmi hlavy

Bakalářská práce

2025

Miriam Havlíčková

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií
Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Miriám Havlíčková**
Osobní číslo: **Z22076**
Studijní program: **B0914P360014 Radiologická asistence**
Téma práce: **Využití magnetické rezonance při vyšetření pacientů s bolestmi hlavy**
Téma práce anglicky: **The application of magnetic resonance imaging in the examination of patients with headaches**
Zadávající katedra: **Katedra klinických oborů**

Zásady pro vypracování

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

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

Seznam doporučené literatury:

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016, 832 s. ISBN 978-80-247-5636-3.

KOTAS, Rudolf. *Bolesti hlavy v klinické praxi*. Jessenius. Praha: Maxdorf, 2015, 312 s. ISBN 978-80-7345-443-2.

MALÍKOVÁ, Hana. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. Druhé, aktualizované vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2022, 120 s. ISBN 978-80-246-5190-3.

SEIDL, Zdeněk. *Neurologie pro studium i praxi*. 3., zcela přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, 2023, 408 s. ISBN 978-80-271-3710-7.

VOMÁČKA, Jaroslav, Josef NEKULA a Jiří KOZÁK. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Třetí, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2023, 164 s. ISBN 978-80-244-6204-2.

Vedoucí bakalářské práce: **MUDr. Bořivoj Korbek**
Katedra klinických oborů

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **23. dubna 2025**

doc. RNDr. ThLic. Karel Sládek, Ph.D., MBA v.r.
děkan

L.S.

Mgr. Zuzana Červenková, Ph.D. v.r.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 4. března 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA

Prohlašuji:

Práci s názvem Využití magnetické rezonance při vyšetření pacientů s bolestmi hlavy jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše. Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 23. 04. 2025

Miriam Havlíčková v. r.

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu MUDr. Bořivoji Korbelovi za cenné rady, vstřícnost a trpělivost během celého psaní práce. Dále děkuji své rodině za podporu po celou dobu studia.

ANOTACE

Závěrečná práce se zabývá využitím magnetické rezonance při vyšetření pacientů s bolestmi hlavy. Magnetická rezonance je důležitou součástí diagnostiky měkkých tkání. Mezi nejčastěji zobrazované orgány patří mozek, který je často vyšetřován z důvodu bolesti hlavy. Teoretická část bakalářské práce je věnována magnetické rezonanci, anatomii mozku a problematice bolestí hlavy. Praktická část se zabývá retrospektivním výzkumem z dokumentace nemocnice. Hlavním průzkumným cílem práce je zjistit, kolik pacientů podstupujících magnetickou rezonanci trpí primárními bolestmi hlavy.

KLÍČOVÁ SLOVA

bolest hlavy, magnetická rezonance, vyšetření mozku, sekundární bolest hlavy, mozek

TITLE

The application of magnetic resonance imaging in the examination of patients with headaches

ANNOTATION

The final thesis deals with the use of magnetic resonance imaging in the examination of patients with headaches. Magnetic resonance imaging is an important part of soft tissue diagnostics. One of the most imaged organs is the brain, which is often examined because of headaches. The theoretical part of the thesis is devoted to magnetic resonance imaging, brain anatomy, and headache problems. The practical part deals with retrospective research from hospital records. The main exploratory goal of the thesis is to find out how many patients subjected to magnetic resonance imaging suffer from primary headaches.

KEYWORDS

headache, magnetic resonance imaging, brain examination, secondary headache, brain

OBSAH

Úvod.....	14
1 Cíle a metody práce	15
1.1 Cíl práce.....	15
1.2 Metody k dosažení cíle	15
Teoretická část	16
2 Magnetická rezonance	16
2.1 Princip.....	16
2.2 Sekvence	18
2.2.1 T1 vážený obraz.....	18
2.2.2 T2 vážený obraz.....	19
2.2.3 Proton denzitní obraz	19
2.2.4 Spin-echo sekvence.....	20
2.2.5 Gradientní echo.....	20
2.2.6 DWI	20
2.2.7 FLAIR.....	20
2.3 Tvorba obrazu	21
2.4 Kvalita obrazu.....	21
2.5 Artefakty obrazu	21
2.6 Části magnetické rezonance.....	22
2.6.1 Magnet	23
2.6.2 Gradientní systém	24
2.6.3 Radiofrekvenční systém.....	24
2.6.4 Permanentně zabudované cívký.....	24
2.6.5 Povrchové cívký	24
2.6.6 Vyšetřovací stůl	24
2.6.7 Počítačový systém.....	24

2.6.8	Stínění magnetické rezonance	24
2.7	Výhody a nevýhody MR.....	25
2.8	Absolutní kontraindikace	25
2.9	Relativní kontraindikace	26
2.10	Příprava pacienta na vyšetření	26
2.11	Kontrastní látky.....	26
2.12	MR mozku	28
2.12.1	Nativní MR mozku	28
2.12.2	Mozek s kontrastní látkou.....	29
2.13	MR angiografie	29
3	Stručná anatomie mozku.....	30
3.1	Nervová tkáň.....	30
3.2	Anatomie mozku.....	30
3.2.1	Mozkový kmen	30
3.2.2	Mozeček.....	31
3.2.3	Mezimozek.....	32
3.2.4	Koncový mozek	32
3.3	Mozkové komory	33
3.4	Obaly CNS	33
3.5	Cévní zásobení mozku	33
4	Bolest hlavy	34
4.1	Diagnostika bolestí hlavy.....	34
4.2	Mezinárodní klasifikace bolestí hlavy ICHD-3	34
4.3	Primární bolest hlavy	35
4.3.1	Migréna.....	35
4.3.2	Tenzní typ bolesti hlavy.....	37
4.3.3	Cluster headache	38

4.4	Sekundární bolesti hlavy.....	38
5	Výzkumná část.....	41
5.1	Metodika výzkumné části	41
5.2	Výzkumné předpoklady	41
5.3	Protokol.....	42
5.4	Výzkumný soubor.....	42
5.4.1	Pohlaví respondentů.....	42
5.4.2	Věkové zastoupení respondentů	42
5.5	Výsledky zkoumaných dat.....	44
5.5.1	MR vyšetření jako první zobrazovací metoda	44
5.5.2	MR Angiografie	45
5.5.3	Podání kontrastní látky během vyšetření	46
5.5.4	Výskyt patologických a nepatologických nálezů.....	47
5.5.5	Shoda nálezu z MR a z CT	50
6	Diskuze	52
6.1	Výzkumný předpoklad č. 1: Primární bolesti hlavy se vyskytují častěji než bolesti sekundární.....	52
6.2	Výzkumný předpoklad č. 2: Magnetická rezonance je primární zobrazovací metodou, kterou pacient podstoupí při bolestech hlavy.	52
6.3	Výzkumný předpoklad č. 3: Pokud pacient nejdříve podstoupil vyšetření na CT, následná magnetická rezonance přinesla nové významné informace.....	53
6.4	Výzkumný předpoklad č. 4: Většina MR vyšetření mozku se provádí bez použití kontrastní látky	54
6.5	Výzkumný předpoklad č. 5: Součástí MR vyšetření mozku při bolestech hlavy byla ve většině případů provedena MR angiografie.	54
7	Závěr	56
8	Použitá literatura	57
8.1	Odborné články	58

8.2	Internetové zdroje	59
9	Přílohy.....	61

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1 - Precese atomu (Malíková, 2022, s. 27).....	17
Obrázek 2 - T1 vážený obraz (Malíková, 2022, s. 29).....	19
Obrázek 3 - T2 vážený obraz (Malíková, 2022, s. 29)	19
Obrázek 4 – Proton denzitní obraz (MRIMASTER).....	20
Obrázek 5 - Schéma magnetické rezonance (Beneš, 2015, s.31)	23
Obrázek 6 - Bolest při migréně, cluster headache a tenzní bolesti hlavy (Kotas, 2015, s. 37).35	
Obrázek 7 - Pohlaví respondentů.....	42
Obrázek 8 - Věk pacientů	43
Obrázek 9 - CT před vyšetřením na MR.....	44
Obrázek 10 - MR Angiografie	45
Obrázek 11 - Kontrastní vyšetření	46
Obrázek 12 - Nález na MR	47
Obrázek 13 – Druhy patologií	48
Obrázek 14 - Patologie	48
Obrázek 15 - Shoda nálezu CT s MR	50
Obrázek 16 - Důvod nesouhlasu nálezu	51

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

B ₀	stacionární magnetické pole
C	uhlík
CNS	centrální nervový systém
CT	výpočetní tomografie
č.	číslo
DWI	diffusion weighted imaging
EEG	elektroencefalografie
EKG	elektrokardiogram
EPI	echo planar imaging
F	fluor
FLAIR	fluid attenuated inversion recovery
FSE	fast spin echo
GRE	gradient echo
HIV	human immunodeficiency virus
ICHD	international classification of headache disorders
KL	kontrastní látka
mm	milimetr
MR	magnetická rezonance
MRA	magnetic resonance angiography
Na	Sodík
P	fosfor
PD	protodenzitní
PSIF	phase sensitive inversion recovery

s.	strana
SE	spin echo
STIR	short tau inversion recovery
SWI	susceptibility weighted imaging
TE	time to echo
TOF	time of flight
TR	time to repeat
TSE	turbo spin echo
v.o.	vážený obraz
WHO	World Health Organization

ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá využitím magnetické rezonance při vyšetření pacientů s bolestmi hlavy. Magnetická rezonance je velmi rychle vyvíjející se zobrazovací metodou. Velkou výhodou magnetické rezonance je podrobné zobrazení měkkých tkání bez použití ionizujícího záření.

Téma bylo zvoleno z důvodu hojně se vyskytujících bolestí hlavy. Tyto obtíže není radno podceňovat. Bolest hlavy může být způsobena velmi vážným stavem. Proto je vhodné upozorňovat, jak je důležité nepřehlížet běžné bolesti hlavy. Magnetická rezonance je jednou z hlavních zobrazovacích modalit, které tyto bolesti diagnostikují. Zobrazení mozku je základním vyšetřením, které provádí radiologický asistent pracující na magnetické rezonanci.

Teoretická část bakalářské práce je rozdělena do tří částí. První část je věnována magnetické rezonanci. Zprvu je uveden její princip. Tato část se taktéž věnuje sekvencím, tvorbě obrazu, částem MR přístroje, výhodám i nevýhodám, kontraindikacím a kontrastním látkám. Dále je popsáno vyšetření mozku a angiografie pomocí magnetické rezonance. Druhá část je zaměřena na základní anatomii mozku. Ve třetí části jsou popsány bolesti hlavy, jejich diagnostika a mezinárodní klasifikace. Tato část je dále rozdělena na primární a sekundární bolesti.

Praktická část bakalářské práce se zabývá výzkumem v podobě kvantitativního šetření. Data byla sbírána z dokumentace nemocnice krajského typu, následně byla zpracována a vyhodnocena. Jedná se o retrospektivní výzkum. Hlavním průzkumným cílem práce je zjistit, kolik pacientů podstupujících magnetickou rezonanci trpí primárními bolestmi hlavy. Dílčím cílem je zjistit, jaký počet pacientů podstupuje magnetickou rezonanci mozku jako první zobrazovací metodou. Dalšími dílčími cíli je určit přínos magnetické rezonance provedené po předchozím vyšetření na CT, zjistit, kolik vyšetření mozku z důvodu bolesti hlavy se provádí s použitím MR angiografie a zjistit, kolika pacientům se během vyšetření podává kontrastní látka.

1 CÍLE A METODY PRÁCE

1.1 Cíl práce

Cílem teoretické části je poskytnout informace o magnetické rezonanci, popsat základní anatomii mozku a popsat problematiku bolestí hlavy.

Hlavní cíl práce

Hlavním průzkumným cílem práce je zjistit, kolik pacientů podstupujících magnetickou rezonanci trpí primárními bolestmi hlavy.

Dílní průzkumné cíle

1. Zjistit, jaký počet pacientů podstupuje magnetickou rezonanci mozku jako první zobrazovací metodou.
2. Určit přínos magnetické rezonance provedené po předchozím vyšetření na CT.
3. Zjistit, kolik vyšetření mozku z důvodu bolesti hlavy se provádí s použitím MR angiografie.
4. Zjistit, kolika pacientům se během vyšetření podává kontrastní látka.

1.2 Metody k dosažení cíle

Pro splnění cíle byla použita analýza dat z dokumentace krajské nemocnice. Byli vybráni pacienti přicházející na MR vyšetření mozku pro bolest hlavy. Výsledky dané analýzy jsou popsány a porovnány s odbornými zdroji.

TEORETICKÁ ČÁST

2 MAGNETICKÁ REZONANCE

Magnetická rezonance je kvůli svému principu, který nevyužívá ionizující záření, velkým pokrokem diagnostiky. (Grover et al., 2015) Magnetická rezonance patří mezi tomografické metody. Jednotlivé snímky se zobrazují ve vrstvách. Je nejlepší metodou při zobrazování měkkých tkání. Je první volbou při vyšetření míchy, dále při vyšetření mozku, posouzení hypofýzy, bílé hmoty a zadní jámy lební. Taktéž při vyšetření tumoru rekta, prostaty a dělohy. (Malíková, 2022, s. 31)

2.1 Princip

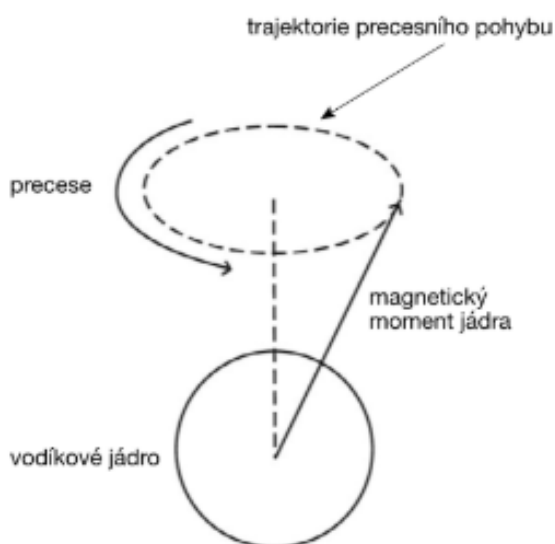
Magnetická rezonance funguje na základě odlišnosti chování jednotlivých tkání v silném magnetickém poli. (Malíková, 2022, s. 25)

Jádro atomu obsahuje protony a neutrony. Protony mají kladný náboj. Rotují kolem své osy. Tato rotace se nazývá spin. Spin vytváří magnetický moment neboli magnetické pole. (Vomáčka et al., 2023, s. 51) Vnější magnetický moment vykazují jádra s lichým počtem protonů. Příkladem takového prvku je vodík s jedním protonem. Vodík je běžně využívaným prvkem při MR vyšetření, jelikož v lidském těle je jich velký počet. (Malíková, 2022, s. 25) Další izotopy se na magnetické rezonanci využívají převážně při provádění experimentů. Takovými izotopy jsou například ^{13}C , ^{19}F , ^{23}Na či ^{31}P . (Beneš, 2022, s. 322)

Jádra atomů, která mají sudé protonové a neutronové číslo nevykazují celkový magnetický moment. Magnetické momenty protonů v jádru se vzájemně nulují. Taková jádra se při vyšetřování magnetickou rezonancí nevyžívají. (Rosina, 2022, s. 263–264)

Za normálních podmínek mají protony různé orientace svých os, nejsou nijak uspořádané. Celkový magnetický moment je zanedbatelný. Toto se mění ve statickém magnetickém poli, kde se orientace atomových os stanou rovnoběžné. Tyto uspořádané atomy jsou orientovány paralelně neboli ve stejném směru vůči magnetickému poli nebo v proti směru magnetického pole, jinak řečeno antiparalelně. (Orel, Procházka, 2017) Paralelních atomů je o něco více, jelikož je paralelní stav energeticky výhodnější než stav antiparalelní. Celkový magnetický moment všech atomů je proto paralelní. (Malíková, 2022, s. 26) Součet magnetických momentů se nazývá vektor magnetizace. (Rosina, 2022, s. 264)

Proton dále vykonává pohyb po pomyslném plášti kužele. Tato rotace je označována jako precese. Tento pohyb, který je znázorněn na následujícím obrázku, může připomínat dětskou hračku káču. Precese atomu má frekvenci, která se nazývá Larmorova. Tato frekvence je určena velikostí vnějšího magnetického pole a gyromagnetickou konstantou. Gyromagnetická hodnota je rozdílná pro každý prvek. Hodnota pro vodík je tisíckrát větší, než hodnoty ostatních prvků. (Vomáčka et al., 2023, s. 51–52)



Obrázek 1 - Precese atomu (Malíková, 2022, s. 27)

Vzorec pro výpočet Larmorovy frekvence je:

$$\omega = B_0 \cdot \gamma$$

kde,

ω – je Larmorova frekvence,

B_0 – je velikost statického magnetického pole,

γ – je gyromagnetická hodnota. (Vomáčka et al., 2023, s. 51-52)

Precese různých atomů jsou za běžných podmínek nesynchronizované. Protony se otáčejí po stejné dráze. Rotace po této dráze trvá u protonů vodíků stejnou dobu, avšak u každého protonu je jiná fáze rotace. (Vomáčka et al., 2023, s. 51) K synchronizaci precesních pohybů dochází při rezonanci s vyslaným elektromagnetickým impulzem, který má stejnou frekvenci jako Larmorova frekvence. Při této rezonanci dochází taktéž k vychýlení vektoru magnetického pole dané tkáně neboli k příčné magnetizaci. (Ferda et al., 2015, s. 22) Během rezonance dochází k excitaci atomů, při které proton získá větší energii. Dochází k vychýlení vektoru

o 90° nebo 180° . Toto vychýlení se nazývá překlopení spinu. (Vomáčka et al., 2023, s. 52) Používaný elektromagnetický impulz, který má vlnovou délkou vyšší než 1 mm, je řazen do spektra rádiových vln. Zdrojem radiofrekvenčního záření je vodič, kterým prochází střídavý proud. Takovým vodičem je cívka. (Rosina, 2022, s. 266)

Vychýlení zaniká po skončení elektromagnetického impulzu. Navrácení do původního stavu trvá déle než navození příčné magnetizace. Precesní pohyby přestávají být synchronizované. Dochází k relaxaci. Proton vydává energii, kterou získal při excitaci. Tato energie má podobu elektromagnetického záření a její intenzita klesá exponenciálně. Následně je převáděna na elektrickou energii, která je měřena. K tomu dochází v cívce na povrchu těla pacienta. Měření signálu během relaxace se nazývá echo. (Vomáčka et al., 2023, s. 52)

Doba, za kterou se vektor vrátí do původního polohy se nazývá relaxační čas. Ten není u všech tkání stejný, ale je určován složením dané tkáně. Relaxační čas rozdělujeme na T1 a T2. T1 relaxační čas je doba, kterou trvá navrácení na 63 % původní hodnoty všech vektorů v rovnoběžném stavu neboli podélné magnetizace. (Ferda et al., 2015, s. 22) T1 relaxační čas je 2–10krát delší než T2 (Rosina, 2022, s. 266). T2 relaxační čas je doba, za kterou se příčná magnetizace navrátí na 37 % původní hodnoty. Relaxační časy se neměří přímo, ale zobrazují se pomocí vážených obrazů. Při srovnání intenzity signálu těchto obrazů se získá větší přesnost při odlišení jednotlivých tkání. (Ferda et al., 2015, s. 22)

2.2 Sekvence

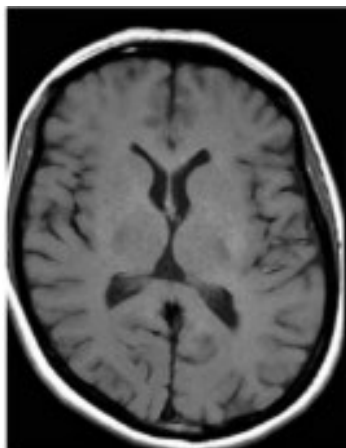
Sekvence je označení pro sérii rádiových impulzů a následného přijímání signálu v přijímacích cívkách. Tímto způsobem se po určité době získají data, ze kterých je následně rekonstruován obraz dané vrstvy. Délka sekvence se liší od několika sekund po deset minut. Vyšetření je složeno z několika sekvencí. Mezi nejběžněji používané sekvence patří spin-echo sekvence a sekvence gradientního echa. Z těchto dvou sekvencí je odvozeno mnoho dalších sekvencí. Pomocí sekvencí se získávají vážené obrazy. (Malíková, 2022, s. 29)

Sekvence mají odlišné parametry. Důležitým rozdílem je repetiční čas TR a echo čas TE. TR je doba mezi jednotlivými radiofrekvenčními pulzy. TE je čas, který je mezi radiofrekvenčním pulzem a sběrem dat. (Beneš, 2022, s. 332)

2.2.1 T1 vážený obraz

Jedná se o krátkou spin-echo sekvenci, která je základem pro mnoho vyšetření. Tato sekvence má krátké TE i TR. Při zkrácení relaxační doby dochází k zesílení T1 signálu. Tekutina na T1

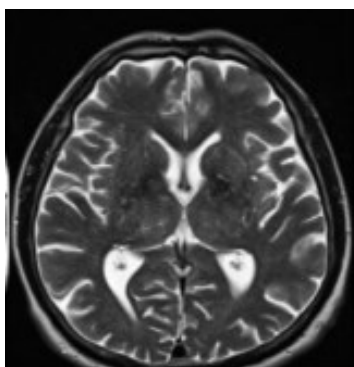
v.o. je tmavá neboli hyposignální, zatímco tuk je hypersignální neboli světlý. Solidní tkáně jsou světlé. (Vomáčka et al., 2023, s. 55) Na následujícím obrázku je zachycena tato sekvence.



Obrázek 2 - T1 vážený obraz (Malíková, 2022, s. 29)

2.2.2 T2 vážený obraz

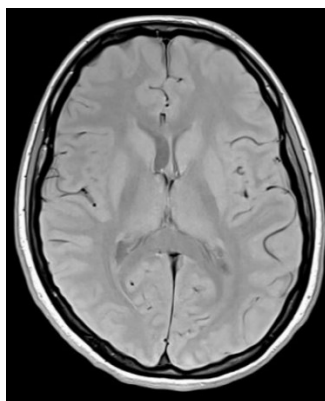
T2 vážené obrazy mají dlouhý repetiční i echo čas. Jedná se o dlouhou sekvenci. Pokud se prodlouží repetiční čas, dochází k zesílení signálu tekutiny. Tekutina je při této sekvenci zobrazená jako hypersignální. Solidní tkáně se zobrazují tmavě, zatímco tuk je zobrazen v odstínech šedé. T2 vážené obrazy jsou ideální na prokázání edému. Oproti T1 v.o. je tato sekvence vhodnější na zobrazení tkáňových rozhraní. (Vomáčka et al., 2023, s. 56) Obrázek č. 3 znázorňuje vzhled této sekvence.



Obrázek 3 - T2 vážený obraz (Malíková, 2022, s. 29)

2.2.3 Proton denzitní obraz

Proton denzitní obrazy mají dlouhý repetiční čas, zatímco echo čas je krátký. Tyto obrazy jsou součástí T2. Síla signálu je určena hustotou protonů ve tkáni. (Vomáčka et al., 2023, s. 56) Na obrázku č. 4 je tato sekvence zobrazena.



Obrázek 4 – Proton denzitní obraz (MRIMASTER)

2.2.4 Spin-echo sekvence

Spin-echo sekvence je základní sekvencí. Při této sekvenci je používán 90° a následně 180° excitační pulz. Po aplikaci 90° pulzu dochází k postupnému zániku MR signálu a rozfázování precesí. Při aplikaci 180° pulzu dochází k opětovnému sfázování. (Beneš, 2022, s. 333)

2.2.5 Gradientní echo

Sekvence gradientního echa neboli GRE neobsahuje 180° pulz. Sklápěcí úhel při excitaci je 15° až 60° , což způsobuje zkrácení TR. Sekvence gradientního echa je proto rychlá. (Beneš, 2022, s. 333)

2.2.6 DWI

Sekvence DWI neboli difúze se používá k detekci pohybu molekul vody. Difúze vody je dána principy Brownova pohybu neboli náhodnému pohybu molekul ve všech směrech. (Grover et al., 2015) Omezení difúze při vyšetření mozku může být způsobena řadou onemocnění, mezi které patří například akutní ischemie, encefalitida, absces, empyém některé druhy metastáz či lymfomy. (Sedláčková et al., 2018)

2.2.7 FLAIR

FLAIR je jedním druhem ze skupiny sekvencí, která se nazývá inversion recovery. Vychází ze spin-echo sekvence, kterou předchází 180° inverzní pulz. Tímto postupem dochází k potlačování určitých tkání. FLAIR potlačuje signál vody. To může být výhodné například při odlišení tekutiny od patologického ložiska. Při použití T2-FLAIR sekvence se tekutina zobrazí hyposignální či asignální zatímco patologická ložiska jsou hypersignální. Dalším typem sekvencí potlačující signál tkání je STIR, který potlačuje signál tuku, což se využívá například při vyšetření velkých kloubů. (Vomáčka et al., 2023, s. 56)

2.3 Tvorba obrazu

Při tvorbě MR obrazu jsou důležité gradienty. Jedná se o přídatná lineární magnetická pole. Magnetická indukce těchto polí se sčítají se statickým magnetickým polem. Magnetické pole bez použití gradientů je všude stejné. Gradienty magnetického pole mění, tudíž je v některých místech zeslabené či zesílené. S tím se mění i Larmorova frekvence. Výsledné magnetické pole je určováno pomocí souřadnic x , y , z . Prostorové kódování probíhá ve třech rovinách. První rovina je určena vrstevným gradientem a frekvenčně selektivním radiofrekvenčním pulzem. Zbylé dvě roviny se určují pomocí fázového a frekvenčního kódování. Kódování probíhá pomocí gradientů, které mění fázi spinů a následně i frekvenci. (Beneš, 2022, s. 331) Kódování je prováděno pomocí Fourierovy transformace. Jedná se o velmi složitý matematický přepočet. Signály získané při vyšetření jsou zaznamenávány do k -prostoru. (Vomáčka et al., 2023, s. 54)

2.4 Kvalita obrazu

Kvalita obrazu je ovlivněna vnitřními a vnějšími podmínkami. Mezi vnitřní podmínky se řadí počet vodíků zobrazovaného objektu, čím více vodíků tkáň obsahuje, tím větší má intenzitu signálu. Špatný signál mají kalcifikace nebo kosti. Další vnitřní podmínkou je schopnost tkáně magnetizace či rozdílný relaxační čas tkání. Vnější podmínky zahrnují hodnoty repetičního a echo času, počet excitací či velikost statického pole, šířky vrstvy a matice. (Vomáčka et al., 2023, s. 54, 55)

Kvalita zobrazení a signál se zlepšuje v závislosti na síle magnetického pole MR přístroje (Malíková, 2022, s. 26). V diagnostice se používají MR s intenzitou 1,5 nebo 3 T. Tesla (T) je jednotkou intenzity statického magnetického pole. (Vomáčka et al., 2023, s. 51)

Šum obrazu je způsoben elektrickými mikroproudy, které vznikají mimo vyšetřovanou vrstvu. Šum se zvyšuje s menším objemem voxelů. Větší počet voxelů zobrazuje tkáň detailněji, avšak s větším šumem. Totéž platí pro vyšetřovanou vrstvu. Čím tenčí je vrstva, tím větší je šum. Šum se také zvyšuje s větší intenzitou magnetického pole. (Vomáčka et al., 2015, s. 51)

2.5 Artefakty obrazu

Artefakty představují klamnou změnu signálu, umístění či tvaru zobrazovaného objektu. Tyto artefakty vznikají v průběhu zobrazování. Nejedná se o patologické změny. (Vomáčka et al., 2023, s. 55) Artefakty vznikají u většiny vyšetření a snižují jejich kvalitu. (Krupa, Bekiesńska-Figatowska, 2015).

Je nutné, aby během vyšetření pacient ležel v klidu, jelikož pohyb může způsobit vznik artefaktů. Vědomý pohyb pacienta není jedinou příčinou vzniku pohybových artefaktů. Mezi další důvody je možné zařadit tlukot srdce, pulzaci tepen, dýchání nebo peristaltické pohyby. Tyto artefakty je možné omezit léky na zpomalení střevní peristaltiky, imobilizací pacienta, presaturací nebo za použití EKG či respiračního gatingu. (Krupa, Bekiesńska-Figatowska, 2015)

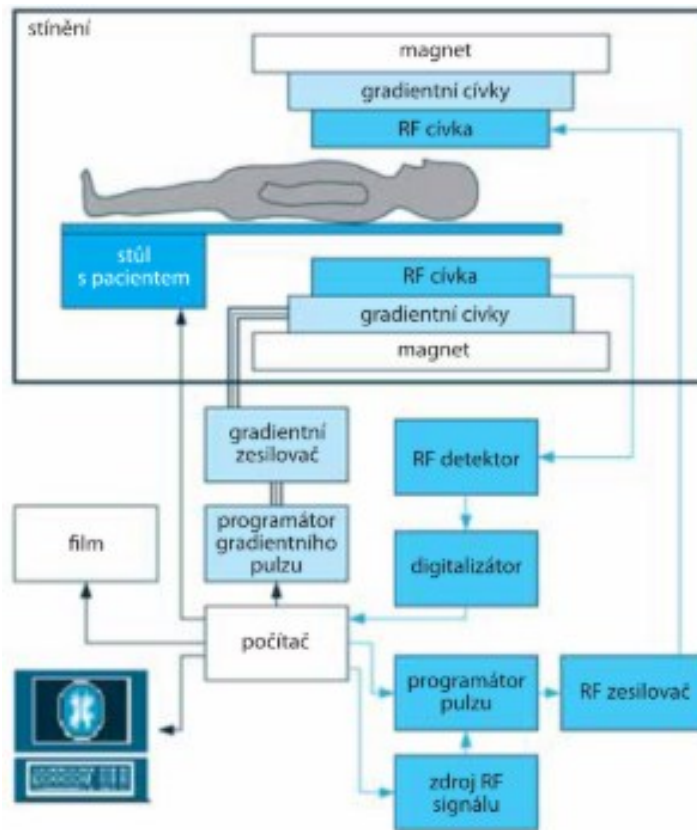
Artefakty také vznikají zkresleným signálem z nehomogenního pole. Tento typ artefaktu je ovlivněn kvalitou magnetu a korekčního systému. Důvodem mohou být kloubní náhrady, střeptiny, kovové implantáty nebo některé druhy kosmetiky. (Vomáčka et al., 2023, s. 55)

Zvětšením vyšetřovaného pole jde předcházet artefaktu překlopení. Artefakt nastává, pokud se nachází anatomická struktura mimo vyšetřované pole. Tato struktura se zobrazí na opačnou stranu vyšetřované oblasti. (Krupa, Bekiesńska-Figatowska, 2015)

Úprava frekvence v blízkosti zobrazované roviny může vést k artefaktům chemického posunu. Tento artefakt vzniká na přechodu tkání s obsahem vody a tuku. Například mezi tukem a svařem či na rozhraní likvoru s mozkovou tkání. Tento artefakt se zobrazuje v podobě změny intenzity signálu. (Vomáčka et al., 2023, s. 55)

2.6 Části magnetické rezonance

Magnetická rezonance obsahuje homogenní stacionární magnet včetně korekčního systému, gradientní systém, radiofrekvenční systém, vyšetřovací stůl, počítačový systém a magnetické stínění. (Vomáčka et al., 2023, s. 56) Umístění těchto komponentů v přístroji znázorňuje následující obrázek.



Obrázek 5 - Schéma magnetické rezonance (Beneš, 2015, s.31)

2.6.1 Magnet

Magnet tvoří statické magnetické pole B_0 . Hlavním požadavkem je homogenita magnetického pole. (Beneš, 2022, s. 334)

Rezistentní magnet je klasickým typem elektromagnetu, jehož magnetické pole vzniká pomocí vysoké intenzity elektrického proudu. Tento magnet je ochlazován pomocí vody. (Vomáčka et al., 2023, s. 57)

Permanentní magnet je vytvořen pomocí feromagnetických slitin. Hmotnost permanentního magnetu dosahuje až několika tun. K chlazení tohoto magnetu postačí vzduch. (Vomáčka et al., 2023, s. 57) V porovnání se supravodivým magnetem je permanentní magnet levnější a vytváří slabší magnetické pole. Intenzita statického pole se pohybuje do 0,5 T. (Ferda et al., 2015, s. 23)

Supravodivé magnety jsou součástí nových přístrojů. Tento magnet je chlazen heliem na teplotu $-270\text{ }^\circ\text{C}$. Při této teplotě nedochází k elektrickému odporu ve vodiči. Magnet je obklopen tekutým heliem, které cirkuluje kolem magnetu. Odpařené helium opět zkapalňuje. (Vomáčka et al., 2023, s. 57)

2.6.2 Gradientní systém

Gradientní systém tvoří tři gradientní cívky a výkonný proudový zdroj. Napomáhají rekonstrukci MR obrazů. (Tintěra, 2017, s. 246) Spínání gradientních cívek způsobuje hluk při vyšetření (Malíková, 2022, s. 32).

2.6.3 Radiofrekvenční systém

Radiofrekvenční systém je tvořen vysokofrekvenčním vysílačem, vysílacími a přijímacími cívkami. Tento systém zajišťuje excitaci spinů a následné snímání signálu. (Tintěra, 2017, s. 249) Tyto cívky vytvářejí přídatné magnetické pole B_1 . (Grover et al., 2015)

2.6.4 Permanentně zabudované cívky

Tyto cívky jsou uloženy v gantry magnetické rezonance. Příkladem takové cívky je volumová cívka, která vysílá magnetické pole a zároveň přijímá signál. Dalším příkladem je cívka vyrovnávací, která slouží k udržení homogenity magnetického pole. (Vomáčka et al., 2023, s. 57)

2.6.5 Povrchové cívky

Povrchové cívky zachycují signály. Tyto signály se zesilují, digitalizují a převádějí do počítače. V povrchových cívkách se nacházejí závity z měděných či stříbrných drátů. Tyto cívky se umísťují na povrch těla pacienta. Cívky jsou pojmenovány podle toho, jakou část těla vyšetřují. Mezi nejčastěji využívané cívky se řadí cívky pro vyšetření hlavy, břicha, kolene, ramene či zápěstí. Dále se používá univerzální flexibilní cívka, kterou lze poupravit na potřebný tvar. Existují i cívky endorektální, které se využívají při zobrazování prostaty či rekta. Bimamární cívka slouží k vyšetření prsou. (Vomáčka et al., 2023, s. 57)

2.6.6 Vyšetřovací stůl

Vyšetřovací stůl musí být vyroben z neferomagnetických materiálů. Je vybaven řadou přídatných přístrojů, mezi které patří monitorace dechu či EKG. (Vomáčka et al., 2023, s. 58)

2.6.7 Počítačový systém

Počítačový systém slouží k nastavení parametrů zobrazení, ovládání a taktéž k výpočtům. (Rosina, 2022, s. 268)

2.6.8 Stínění magnetické rezonance

Pracoviště s magnetickou rezonancí je potřeba stínit. Impulzy a stacionární magnetické pole mohou poškodit elektronické přístroje v okolí magnetické rezonance. Zároveň elektronické přístroje mohou rušit slabý magnetický signál z vyšetřovaného objektu. Stínění magnetické

rezonance se dělí na aktivní a pasivní. Aktivní stínění probíhá pomocí cívek. Tyto cívky se nacházejí v okolí gantry a vyrábějí magnetické pole v opačném směru. Tímto je tlumena účinnost statického a excitačního magnetického pole. Pasivní stínění MR pracoviště probíhá pomocí silných ocelových plátů a měděného plechu. Tento způsob se nazývá Faradayova klec. (Vomáčka et al., 2023, s. 58)

Supravodivý stacionární magnet tvoří magnetické pole nepřetržitě. Toto pole má tvar siločar. Intenzita magnetického pole ubývá s třetí mocninou vzdálenosti. Magnetické pole vytvořené magnetickou rezonancí poškozuje mobilní telefony, hodinky či kreditní karty. Do gantry magnetické rezonance jsou přitahovány kovové předměty. (Vomáčka et al., 2023, s. 58)

2.7 Výhody a nevýhody MR

Její velkou výhodou je, že k vyšetření není potřeba využití ionizujícího záření (Malíková, 2022, s. 31). K výhodám taktéž patří možnost zobrazovat snímky v jakékoliv rovině bez nutnosti změny polohy pacienta. Magnetická rezonance je taktéž vhodná při zobrazování cévního řečiště. (Orel, Procházka, 2017)

Nevýhodou vyšetření na magnetické rezonanci je délka vyšetření, která se pohybuje v řádu desítek minut. Další nevýhodou je hlučnost daného vyšetření. S vyšetřením na magnetické rezonanci se pojí vyšší náklady. Během vyšetření je důležité zamezení pohybů, které by mohly znehodnotit dané snímky. Proto je v některých případech nutná celková anestezie. Ta se volí u nespolupracujících pacientů nebo dětí. Celková anestezie je také potřeba v případě klaustrofobie, protože další nevýhodou tohoto vyšetření je úzký tunel MR. U velmi obézních pacientů může malý prostor znemožňovat provedení vyšetření. (Orel, Procházka, 2017)

2.8 Absolutní kontraindikace

Magnetickou rezonanci není vždy možné provést. Při výskytu některé absolutní kontraindikace musí být zvolena jiná metoda vyšetření. Mezi tyto artefakty patří kardiostimulátor nebo kardioverter, u kterého není doložená MR kompatibilita. V případě kompatibility se tento kardiostimulátor před vyšetřením přepíná do MR bezpečného módu. Přepínání provádí kardiolog – arytmolog. Vyšetření s kardiostimulátorem provádí pouze na odděleních, kde je také arytmologické pracoviště. Po skončení vyšetření je nutné, vrátit nastavení kardiostimulátoru do běžného režimu. (Malíková, 2022, s. 31-32)

Kovový předmět vyskytující se v orbitě nebo uvnitř lebky je další kontraindikací. Kov, který není feromagnetický se v magnetickém poli pohybuje. Tento pohyb uvnitř oka může poškodit

zrak pacienta. Pokud pacient má sebemenší podezření na přítomnost kovu v orbitě, je potřeba zhotovit rentgenový snímek, na kterém se takový kov zobrazí. Podezřením může být dlouhodobá ruční práce s kovy, kterou vykonává například obráběč kovů. Pozornost je nutné věnovat i starým cévním svorkám, které se dříve vyráběly z magnetických materiálů. (Malíková et al., 2022, s. 32)

Kontraindikací je i kochleární implantát, neuromodulační aparáty či jiné elektronicky řízené implantáty, přestože vyšetření s touto kontraindikací neohrožuje na životě. Jedná se o velmi drahé implantáty, které by během vyšetření mohly být poškozeny. (Vomáčka et al., 2023, s. 60)

2.9 Relativní kontraindikace

Přítomnost kovových předmětů v těle pacienta je relativní kontraindikací. V průběhu vyšetření může docházet k ohřívání kovu. Vyšetřovaný může pociťovat nepohodlí či bolest, dále může docházet až k popálení. Další relativní kontraindikací může být implantace cizího materiálu v době kratší než 6 týdnů před vyšetřením. Důvodem k neprovedení vyšetření může být i klaustrofobie. (Malíková, 2022, s. 32)

Vyšetření během prvního trimestru těhotenství je další relativní kontraindikací. Provádí se pouze z vitální indikace. Není vhodné podávat kontrastní látky během těhotenství či kojení, jelikož kontrastní látka se hromadí v plodové vodě, zároveň dochází k vylučování kontrastní látky do mateřského mléka. (Vomáčka et al., 2023, s. 60)

2.10 Příprava pacienta na vyšetření

Před vyšetřením je důležité dostatečně pacienta edukovat o průběhu vyšetření. Před vyšetřením na magnetické rezonanci je potřeba vyloučení kontraindikací. Je důležité správné vyplnění dotazníku pacientem, který personál následně kontroluje. V případě podání gadoliniové kontrastní látky je nutné znát hodnotu sérového kreatininu, z důvodu předcházení nežádoucím účinkům při nedostatečné renální funkci. K omezení hlasitosti jsou pacientovi nasazena sluchátka. (Malíková, 2022, s. 32) Pečlivá kontrola žádanky, dotazníku a informovaného souhlasu je důležitým prvkem prevence vzniku nežádoucích komplikací. (Vomáčka et al., 2023, s. 61)

2.11 Kontrastní látky

Při vyšetření na MR může být použita kontrastní látka, která se využívá ke změně intenzity signálu tkání. Taková látka má supermagnetické a magnetické vlastnosti. (Orel, Procházka, 2017)

Kontrastní látka má vliv na relaxační časy, jelikož Larmorova frekvence této látky je odlišná od ostatních tkání. Dochází ke zkrácení relaxačního času, a to převážně u T1 relaxačního času. Na snímcích s kontrastní látkou může být viditelná struktura, která se na nativních snímcích nezobrazuje. (Rosina, 2022, s. 270)

Nejčastěji se využívají gadoliniové kontrastní látky. Tato kontrastní látka obsahuje chelát, na který je navázán paramagnetický kovový iont gadolinia. Kontrastní látka se aplikuje intravenózně neboli do žilního systému. Taktéž se podává ústy, perorálně. (Orel, Procházka, 2017) Mezi používané kontrastní látky patří například Gadovist, Magnevist, Dotarem či MultiHance. (Vomáčka et al., 2015, s. 71)

Nežádoucí účinky gadoliniových kontrastních látek jsou výjimečné, avšak mohou nastat u pacientů s renálním selháním v podobě nefrogenní systémové fibrózy. Dochází k zjizvení kůže či pojivových tkání. Tento stav je neléčitelný, ojediněle může dojít až ke smrti pacienta. U rizikových pacientů je vhodné podávat makrocyclické cheláty, které představují menší riziko. Takovou kontrastní látkou může být například Gadovist. Na pracovišti musí být přítomna lékárna a přístroje, které jsou nezbytné pro první pomoc v případě nežádoucích komplikací. (Vomáčka et al., 2015, s. 57, 70)

Výzkum ukázal, že při používání některých lineárních kontrastních látek se gadolinium akumuluje v mozkové tkáni. Přestože neexistují důkazy o tom, že by to způsobovalo nějaké poškození, byly tyto látky omezeny. Vhodnější volbou jsou makrocyclické kontrastní látky s obsahem gadolinia. Tyto látky jsou stabilnější a gadolinium je z nich uvolňováno v menší míře. Kontrastní látka by měla být používána pouze tehdy, pokud přináší potřebné informace ve srovnání s nativním vyšetřením. Vždy je třeba využít nejnižší možnou dávku, která je dostatečná pro stanovení diagnózy. (SÚKL, 2017)

Podání gadoliniové kontrastní látky může odhalit poškození hematoencefalické bariéry, jelikož obsahuje velké hydrofilní molekuly. To se však může změnit při výskytu nádoru, ischemie, infekčního či zánětlivého onemocnění. Tyto onemocnění mohou narušit bariéru. Dochází k difuzi tekutiny, krve či kontrastní molekul do okolních tkání. Kontrastní T1 vážené obrazy se porovnávají s nativními T1 váženými obrazy z důvodu odlišení fyziologických struktur jako je například bílkovinný materiál nebo tuk. (Vítovec et al., 2023, s. 13)

Retikuloendoteliální kontrastní látky jsou speciálně přizpůsobené pro zobrazování jaterních lézí. Tyto kontrastní látky pronikají do buněk. Základem jsou látky, které obsahují malé částice ferooxidů. Nejčastěji používanou retikuloendoteliální kontrastní látkou je Resovist. Cena

takových kontrastních látek je však vysoká, tudíž nejsou běžně používány. (Vomáčka et al., 2015, s. 70)

2.12 MR mozku

Při vyšetření mozku pacient leží na zádech. Je potřeba, aby hlava umístěná v hlavové cívce, nebyla v úklonu či rotaci. (Mechl et al., c2014, s. 18)

Jako první metoda volby je magnetická rezonance mozku indikovaná u roztroušené sklerózy či mikromalformace. U ostatních indikací magnetické rezonanci často předchází vyšetření na CT. (Vomáčka et al., 2015, s. 119)

2.12.1 Nativní MR mozku

Pro bolesti hlavy je základním protokolem nativní mozek. Při tomto protokolu je potřeba zobrazení celého neurokrania. Jsou prováděny minimálně čtyři diagnostické sekvence, mezi které vždy patří FLAIR. (Mechl et al., c2014, s. 18)

Při transverzální rovině musí být rozsah zobrazování od vertex až po foramen occipitale magnum. Při této rovině je potřeba symetrické zobrazení obou hemisfér, proto se tato sekvence zasazuje na střední rovinu. Při této rovině je potřeba sklopení na bikalózní linii neboli na spojnici spodních okrajů kalózního tělesa. Používají se sekvence T2 TSE, DWI EPI, FLAIR a GRE T2. Případně je možné zvolit T2+PD TSE místo T2 TSE. GRE T2 je možno nahradit T2 SWI, jelikož tato sekvence je citlivější na drobná krvácení. Jako další sekvenci je možné zvolit T2 FSE 3D, které slouží k lepšímu zobrazení hlavových nervů. (Mechl et al., c2014, s. 18-19)

Sagitální rovina zobrazuje celou hlavu a začátek krční páteře. Tato rovina je sklopená podle falxu z důvodu zobrazení střední roviny v jedné vrstvě. Při této rovině se používá T1 SE. Dále lze zvolit T2 TSE. Pro hodnocení průtoku v mokovodu se používá sekvence PSIF. (Mechl et al., c2014, s. 18-19)

Koronární rovina stejně jako rovina transverzální je zasazena na střední rovinu. Koronární rovina je rovnoběžná s mozkovým kmenem, přesněji s jeho zadním okrajem. Při této rovině je možné zvolit T2 TSE, na kterém se posuzují temporální struktury. Další možností je T2 TSE se spektrální saturací tuku. Na této sekvenci se hodnotí struktury baze lební či orbit. (Mechl et al., c2014, s. 18-19)

2.12.2 Mozek s kontrastní látkou

Kontrastní látka se při MR vyšetření mozku podává u tumorů, zánětů, abscesů či při nejasných postižení mozku. Vyšetření s kontrastní látkou je důležité provést v rozsahu celého neurokrania. Nejdříve je provedeno nativní vyšetření, na které navazují minimálně dvě postkontrastní T1 vážené sekvence. Vyšetření s kontrastní látkou se provádí ve dvou rovinách. Vždy je použita rovina transverzální, ke které je zvolena rovina dle patologie. (Mechl et al., c2014, s. 20-21)

2.13 MR angiografie

MRA zobrazuje cévy mozku bez nutnosti použití kontrastní látky. Kontrastní látka se podává při vyšetření jiných než mozkových cév. Při této metodě nemusí být všechny cévy vyšetřovány současně, ale lze využít samostatného zobrazení tepen či žil. Jedná se o neinvazivní metodu, při které je obraz rekonstruován z tenkých vrstev. Používají se speciální sekvence, pomocí kterých je odlišován pohyb krve. (Bártková, Kaňovský, 2019, s. 194)

TOF neboli time of flight je základním typem MRA. Tato metoda využívá spinů přitékající krve s podélnou magnetizací v neexcitovaném stavu. Signál erytrocytů je zesilován pomocí gradientního echa. Pro vyšetření žil se používají 2D TOF, zatímco pro vyšetření tepen se využívá 3D TOF. (Vomáčka et al., 2023, s. 55)

Dalším typem vyšetření MRA je fázový kontrast zkratkou PC. Při této metodě je využíváno posunu fáze v pohybu. Velikost posunu fáze je určována rychlostí spinů a gradientními poli, které jsou využívány ke změně fáze. (Vomáčka et al., 2023, s. 55)

MR angiografii je taktéž možné provádět s kontrastní látkou. Tato látka je podávána intravenózně bolusem. Po podání KL následuje podání fyziologického roztoku, aby kontrastní látka nezůstávala v hadičkách a dostala se do žíly. U této metody je zásadní správné načasování začátku skenování, aby se kontrastní látka nacházela ve vyšetřované oblasti. (Vomáčka et al., 2023, s. 55)

3 STRUČNÁ ANATOMIE MOZKU

Mozek je součástí centrální nervové soustavy, která je řídicím centrem lidského těla. Jedná se o nejsložitější systém v lidském těle. Má spoustu funkcí, mezi které se řadí vnímání, přenos, zpracování a vyhodnocení podmětů a následné reakce. Zajišťuje funkci celého organismu. (Stuchlá, 2024, s. 129) Tkáň nervové soustavy se skládá z šedé hmoty substantia grisea a z hmoty bílé substantia alba. Centrální nervová soustava je tvořena míchou a mozkem. (Havlíček et al., 2019, s. 106).

3.1 Nervová tkáň

Základem nervové soustavy je neuron neboli nervová buňka. Mimo neuronů se v nervové tkáni nachází neuroglie, které neurony vyživují a napomáhají v jejich funkci. Neuron se skládá z několika částí, kterými jsou tělo, dendrity a neurity. Tělo, jehož součástí je jádro, zpracovává informace, které jsou přivedeny dendrity. Dendrity mají větvičkovitý tvar. Plní funkci receptorů. Další částí je neurit neboli axon. Funkcí neuritu je vést vzruch od těla neuronu k cílové buňce. Neurit má dlouhý úzký tvar. Zatímco jeho délka dosahuje až jednoho metru jeho šířka se pohybuje mezi 0,05 až 20 mikrometry. Na povrchu neuritu se nachází myelinová pochva. Jedná se o lipofilní strukturu. Tato vrstva chrání neurit a pomáhá mu v jeho funkci. Rychlost vedeného vzruchu je vyšší, pokud je myelinová vrstva širší. V CNS myelinovou vrstvu tvoří oligodendrocyty, zatímco ostatní jsou tvořeny ze Schwannových buněk. Tato vrstva je složena z internodií neboli z úseků mezi Ranvierovými zářezy. Zářezy pomáhají urychlovat vedení vzruchu. Na konci neuritu se nachází větvení, které se nazývá telodendron. (Stuchlá, 2024, s. 129–130) Mezi neurony dochází k přenosu vzruchů pomocí synapse mezi axonem a dendrity dalšího neuronu. (Fiala, Valenta, 2020, s. 11)

3.2 Anatomie mozku

Podle vývoje je mozek složen ze tří oddílů. Jedná se o zadní, střední a přední mozek. Přední mozek je tvořen mezimozkem a mozkem koncovým. Střední mozek spojuje přední a zadní mozek. Zadní mozek se skládá z prodloužené míchy, Varolova mostu a mozečku. (Fiala et al., 2015, s. 147)

3.2.1 Mozkový kmen

Mozkový kmen se skládá z prodloužené míchy, Varolova mostu a středního mozku. Na mozkový kmen je dorsálně napojen mozeček. (Čihák, 2016, s. 324)

Prodloužená mícha neboli medulla oblongata je pokračováním míchy hřbetní. Na přední straně jsou uloženy dva symetrické valy, takzvané pyramides medullae oblongatae, které obsahují bílou hmotu. Tyto dva valy se kříží na hranici míchy a prodloužené míchy. Na stranách prodloužené míchy se nachází oválné vyvýšení neboli oliva. Ventrálně a dorsálně od olivy vystupují vlákna hlavových nervů XII, XI, X a IX. Na dorsální straně prodloužené míchy se nachází prodloužení zadních provazců míšních. Prodloužená mícha je spojena s mozečkem pomocí stvolů pedunculi cerebellares inferiores. Mezi těmito stvoly se nachází velum medullare inferius, které tvoří dno IV. mozkové komory. (Čihák, 2016, s. 324–325)

Varolův most neboli pons je spojující příčný val mezi prodlouženou míchou a středním mozkem. Ve středu Varolova mostu se vyskytuje podélná vkleslina, sulcus basilaris, ve kterém se nachází arteria basilaris. Mezi mozečkem a Varolovým mostem se nachází nervové dráhy Pedunculi cerebellares medii. V oblasti Varolova mostu vystupuje V., VI., VII. a VIII. hlavový nerv. (Čihák, 2016, s. 325, 329)

Střední mozek latinsky mesencephalon se nachází mezi Varolovým mostem a mezimozkem. Probíhá jím podélný úzký kanálek aqueductus mesencephali, který je spojením třetí a čtvrté mozkové komory. Střední mozek je spojen s mozečkem pomocí stvolů pedunculi cerebellares superiores. (Čihák, 2016, s. 333, 335) Na příčném řezu středním mozkem rozeznáváme tři části tectum, tegmentum a pedunculi cerebri. (Stuchlá, 2024, s. 133)

3.2.2 Mozeček

Mozeček neboli cerebellum se nachází v zadní jámě lebeční. Lokalizován dorzálně od prodloužené míchy a Varolova mostu. Mozeček se skládá ze dvou polokoulí, které se nazývají hemispheria cerebelli, a z části mezi nimi vermis cerebelli neboli červa mozkového. Mezi mozkovým mozkem a mozečkem se nacházejí tři stvoly, které se jmenují pedunculi cerebellares inferiores, medii a superiores (Čihák, 2016, s. 338, 341)

Na povrchu mozečku se nachází příčné fisury. Nejhlubší oddělují tři hlavní laloky mozečku. Laloky jsou dále děleny na lalůčky. Povrch mozečku je tvořen mozečkovou kůrou neboli šedou hmotou. Vnitřní část mozečku je tvořena hmotou bílou, která vstupuje do hmoty šedé ploténkami, které jsou nazývány laminae albae a na sagitálním řezu tvoří kresbu, která připomíná větve stromu. V bílé hmotě se nachází mozečková jádra tvořena šedou hmotou. (Čihák, 2016, s. 341)

3.2.3 Mezimozek

Mezimozek jinak nazývaný jako diencephalon vzniká z mozku předního. Mezimozek je vložen mezi hemisféry koncového mozku, se kterým společně tvoří mozek neboli cerebrum. Diencephalon se skládá z pěti částí, kterými jsou talamus, metatalamus, epitalamus, subtalamus a hypotalamus. (Fiala, Valenta, 2020, s. 47)

Epitalamus je tvořen dvěma pruhy, které jsou spojené commissura habenularum. Na této spojnici se nachází šišinka. Šišinka neboli glandula pinealis je endokrinní žláza. Zajišťuje cirkadiánní rytmus pomocí melatoninu. (Kachlík, 2019, s. 122)

Talamus je tvořen dvěma útvary, které se od sebe rozbíhají. Nazývají se levý a pravý talamus. Mají vejčitý tvar. Obě poloviny jsou vpředu zúžené a rozšiřují se v dorsálním směru. Rozšířená část thalamu se nazývá pulvinar. Mezi levým a pravým talamem se nachází III. komora mozková. V talamu se vyskytují jádra šedé hmoty, které jsou oddělena bílou hmotou. (Čihák, 2016, s. 345, 347)

Metatalamus se nachází pod dorzální částí talamu. Obsahuje jádra, která se podílejí na zrakovém a sluchovém vnímání. (Čihák, 2016, s. 349)

Subtalamus se nachází mezi talamem a hypotalamem. Má tvar úzkého pruhu. Jádro subtalamu je součástí motorického okruhu bazálních ganglií. (Kachlík, 2019, s.122)

Hypotalamus je umístěn pod talamem. Tvarem připomíná nálevku. Ke spodní zúžené části je připojena hypofýza. Před talamem se nachází křížení drah zrakových nervů, které se nazývá chiasma opticum. Dále se před hypotalamem nachází lamina terminalis, která tvoří stěnu třetí mozkové komory. Hypotalamus prostřednictvím sympatiku, parasympatiku a hormonů řídí funkce celého těla. (Kachlík, 2019, s.122)

3.2.4 Koncový mozek

Koncový mozek neboli telencephalon představuje největší část mozku. Je složen ze dvou hemisfér propojenými kalózním tělesem, které je tvořeno bílou hmotou. Mezi hemisférami se nachází výrazná štěrbina fisura longitudinalis. V této štěrbině se nachází tvrdá plena mozková. Povrch hemisféry je pokryt mnoha rýhami, které se nazývají sulci cerebri. Rýhy rozdělují mozek na závitě gyri cerebri. Hemisféra se dělí do laloků, které jsou oddělovány rýhami. Na každé hemisféře se nachází lalok čelní, temenní, týlní, spánkový a insulu. Na povrchu mozku se nachází plášť, pallium. Je tvořen kůrou mozkovou, která je široká 2-5 mm a obsahuje šedou hmotu. Pod touto vrstvou se nachází bílá hmota. Tvoří ji nervové dráhy z nervových vláken.

Hemisféry jsou spojeny komisurálními vlákny, která převádí informace. V bílé hmotě se nachází shluky šedé hmoty, které tvoří bazální ganglia. (Stuchlá, 2024, s. 135–137)

3.3 Mozkové komory

V mozku se nacházejí čtyři komory, které obsahují mozkomíšní mok. Postranní komory jsou největší mozkové komory. Tyto párové dutiny jsou uloženy v koncovém mozku. Na postranních komorách jsou popisovány přední, střední a zadní rohy. Postranní komory jsou spojeny pomocí mezikomorových otvorů se třetí komorou, která je umístěna v mezimozku. Jedná se o štěrbinu, která je Sylviovým kanálkem propojena se čtvrtou mozkovou komorou. Tato komora má tvar jehlanu. Je umístěna mezi mozkovým kmenem a mozečkem. Ve čtvrté komoře se nacházejí tři otvory, které odvádějí mozkomíšní mok do subarachnoidálního prostoru. (Fiala et al., 2015, s. 162, Kachlík, 2019, s. 127)

Mozkomíšní mok chrání a nadlehčuje CNS. Taktéž zajišťuje vhodné podmínky pro správné fungování nervových buněk. Tato čirá tekutina vzniká z krevní plazmy pomocí filtrace v plexus choroideus. Jeho objem se pohybuje mezi 100 a 180 ml. Většina mozkomíšního moku vzniká v postranních komorách. Tvorba je neustálá a každý den se vytvoří zhruba 700 ml. Mozkomíšní mok zaniká vstřebáním do žilního splavu pomocí pavučnicových zrn. (Stuchlá, 2024, s. 139)

3.4 Obaly CNS

Centrální nervová soustava je obalena třemi plenami, kterými jsou tvrdá plena, pavučnice a měkká plena. Tvrdá plena mozková je pevný vazivový obal, který lne k lebním kostem. Obsahuje žilní splavy, které z mozku odvádějí krev. Tvrdá plena vytváří řasy směřující proti mozku. Největší řasou je falx cerebri, který se nachází mezi hemisférami. Pod tímto obalem se nachází subdurální prostor, na který navazuje pavučnice. Pavučnice je tenký mozkový obal. Neobsahuje žádné cévy. Mezi pavučnicí a měkkou plenou se nachází subarachnoidální prostor, který je vyplněn mozkomíšním mokem. Měkká plena mozková neboli omozečnice je vazivový obal na povrchu mozku. Omozečnice obsahuje cévy. (Stuchlá, 2024, s. 137–138)

3.5 Cévní zásobení mozku

Okysličenou krev přivádějí do mozku dvě vnitřní krkavice arteriae carotides internae a páteřní tepny arteriae vertebrales. Páteřní tepny se spojí v tepnu bazilární, která se spojuje pomocí spojek s vnitřními krkavicemi. Toto spojení tvoří Willisův tepenný okruh. Z Willisova okruhu odstupují tři tepny mozkové, které zásobují krví kůru, pleteně v mozkových komorách a hluboké mozkové struktury. Odkysličená krev je odváděna pomocí žilních nitrolebečních splavů do vnitřních hrdelních žil. (Fiala et al., 2015, s. 163)

4 BOLEST HLAVY

Bolest hlavy jinak zvaná cefalea nebo cefalalgie je velmi častým typem bolesti (Orel, 2023, s. 75). Bolest hlavy patří k nejčastějším důvodům návštěvy neurologa, avšak pacient obvykle vyhledává odbornou pomoc, až když se bolesti opakují (Seidl, 2023, s. 137). Dle WHO bolestmi hlavy trpí 40 % celosvětové populace (WHO, 2024).

Je důležité odlišit hojně se vyskytující primární bolest hlavy od sekundární bolesti hlavy a zjistit jejich příčinu. Zatímco primární bolest nepředstavuje pro pacienta riziko, sekundární bolest může poukazovat na pacienta ve velmi vážném stavu. (Kotas, 2015, s. 16) Bolest hlavy nemá původ v mozku, jelikož mozek neobsahuje senzitivní vlákna. Bolest pochází z mozkových plen, nervů či cév. (Orel, 2023, s. 376)

4.1 Diagnostika bolestí hlavy

V rámci diagnostiky bolesti hlavy je důležitá pečlivá anamnéza (Orel, 2023, s. 375). Zkoumají se časové aspekty bolesti, do kterých se řadí například délka a frekvence záchvatů bolesti. Dále je vhodné znát charakter bolesti. Zkoumají se vedlejší příznaky, mezi které patří nauzea, zvracení, závratě, dvojité vidění, slzení, parézy či poruchy vědomí. Důležitá je otázka na rodinnou anamnézu bolestí hlavy, dosavadní metody léčby a užívání léků nebo antikoncepce. Pro správnou anamnézu je důležitá informace o spouštěcích faktorech jako je například stres, fyzická aktivita, menstruace, změny počasí, hlad či hluk. (Seidl, 2023, s. 137)

Po anamnéze následuje fyzikální a neurologické vyšetření. Je dáván důraz zejména na vyšetření kraniálních nervů a očního pozadí. (Kotas, 2015, s.24-25)

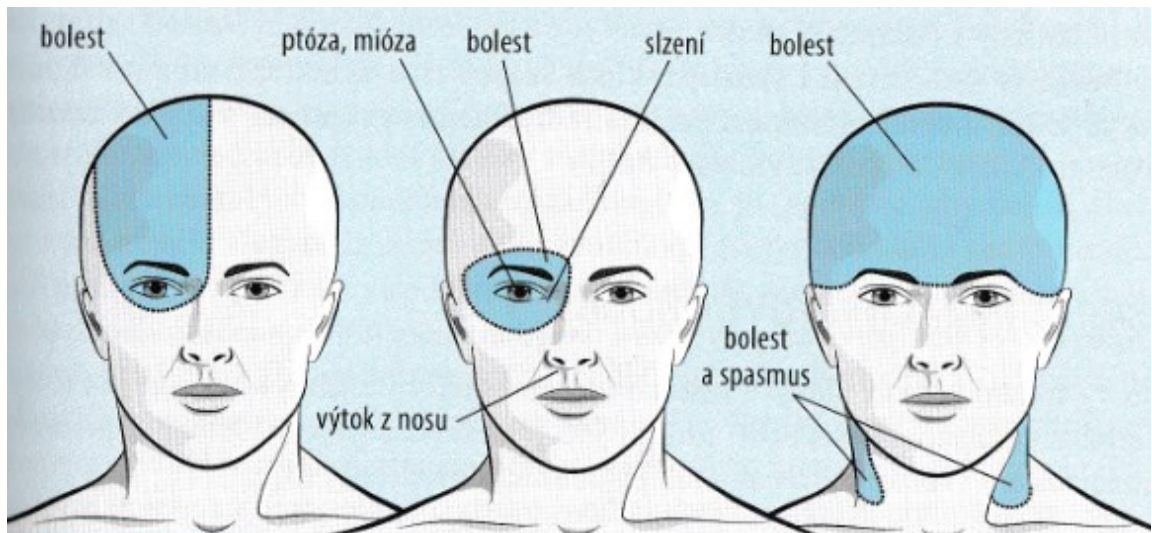
Dále se uplatňují pomocná vyšetření, mezi které patří zobrazovací metody, EEG, krevní testy či lumbální punkce. (Kotas, 2015, s.25-26) Ze zobrazovacích metod je často indikována MR nebo CT mozku, popřípadě krční páteře (Seidl, 2023, s. 137).

4.2 Mezinárodní klasifikace bolestí hlavy ICHD-3

Bolest hlavy je podle mezinárodní klasifikace rozčleněna do čtyřech skupin. První skupina popisuje primární bolesti hlavy. Tato část se věnuje migréně, trigeminovým autonomním bolestem hlavy, tenzní bolesti hlavy a dalším primárním bolestem hlavy. Druhá skupina se zaměřuje na sekundární bolesti hlavy. Tato skupina obsahuje osm podčástí. Třetí skupina v této klasifikaci se věnuje neuropatiím a obličejovým bolestem a jiným bolestem hlavy. Čtvrtá poslední skupina je nazvána appendix. Tato skupina se zaměřuje na bolesti s nedostatečným výzkumem, které by se v budoucnu mohly zařadit do hlavních třech skupin. (ICHD-3, 2018)

4.3 Primární bolest hlavy

Primární bolesti nejsou zapříčiněny patologickým stavem. Není zjištěn žádným diagnostickým postupem strukturální základ nebo postižení tkáně. Mezi příznaky patří typický klinický obraz, opakované záchvaty bolesti či známé spouštějící faktory a okolnosti vzniku. (Kotas, 2015, s.16) Mezi časté primární bolesti patří migréna, tenzní bolest hlavy, cluster headache, chronická paroxysmální hemikranie či bolest z nadměrného užívání léků (Seidl, 2023, s. 138). Následující obrázek zobrazuje umístění bolesti při migréně, cluster headache a tenzní bolesti hlavy.



Obrázek 6 - Bolest při migréně, cluster headache a tenzní bolesti hlavy (Kotas, 2015, s. 37)

4.3.1 Migréna

Migréna se projevuje středně silnou až silnou pulsující bolestí hlavy. Její ataky jsou opakované. Neléčený záchvat migrény obvykle trvá 4-72 hodin. Většina pacientů se setkala s epizodami, které trvaly více než 24 hodin. (Kaňovský, Bártková, 2020, s. 473)

Migréna se vyskytuje u 5–10 % populace. Často se u migrén objevuje familiární výskyt a to v 70 %. (Seidl, 2023, s. 139) Zažívají ji převážně ženy, u kterých je výskyt více než třikrát častější (Kaňovský, Bártková, 2020, s. 473). Poprvé se objevuje mezi pubertou a dvacátým rokem života. S přibývajícím věkem se četnost migrén zmenšuje. (Seidl, 2023, s. 139).

U migrény jsou popsány určité spouštěče, které zapříčiňují vznik záchvatu. Častým spouštěčem je velká pracovní vyčerpání, stres, menstruace, změny počasí, fyzická aktivita, hormonální antikoncepce či některé potraviny. (Seidl, 2023, s. 140)

Záchvat migrény se dělí do čtyř částí, ale ne vždy se vyskytují všechny. Jedná se o fázi prodromů, aury, bolesti a období po záchvatu. (Kotas, 2015, s. 33)

Prodromy

Prodromy jsou neurčité symptomy vyskytující se před příchodem bolesti. Tato fáze se může vyskytovat hodiny až dny před samotným záchvatem bolesti. Mezi tyto příznaky se řadí ztráty pozornosti, změny nálady, zvýšený apetit, zadržování tekutin či zívání. (Seidl, 2023, s. 140)

Aura

Symptomy aury nezažívá každý migrenik. Podle toho, zda se aura vyskytuje, se rozlišuje migrénu s aurou a bez aury (Kotas, 2015, s.33).

Migréna s aurou se taktéž nazývá jako migréna klasická (Seidl, 2023, s. 140). Aura se objevuje přibližně u 30 % pacientů s migrénami. Aura přichází postupně v průběhu 5-20 minut a může přetrvávat až 60 minut. Aurou se nazývají neurologické příznaky, které se vyskytují v oblasti mozkové kůry nebo mozkového kmene. Ve většině případů se aura vyskytuje dříve než bolest hlavy. Může se však objevovat po celý záchvat migrény nebo přetrvat i po skončení bolesti. V tom případě se jedná o auru prolongovanou, která může přetrvávat i do sedmi dnů. (Kotas, 2015, s.33) Aura se nejčastěji projevuje přechodnými zrakovými příznaky, které mohou mít podobu krátkých světelných záblesků před očima (Seidl, 2023, s. 140). Tento světelný obrazec se začíná objevovat ve středu zorného pole. Postupuje se zvětšuje a přechází do periferie vidění. V tomto obrazci se začínají objevovat zmlžené či zkalené oblasti, které nazývají skotomy. Ty mají pruhovitý či obloukovitý tvar. Někteří pacienti popisují bílé nebo černé tečky. Taktéž se mohou vyskytovat lesklé blikající hvězdičky. (Kotas, 2015, s.33) V menší míře se vyskytují problémy senzitivní, projevující se brněním, mravenčením či svěděním kůže. Dotyčný může nepříjemně vnímat doteky. Taktéž se vyskytují problémy s řečí, parézy či narušení stability. Tyto projevy trvají většinou mezi pěti a dvaceti minutami. (Růžička, 2021, s. 482)

Migréna bez aury je taktéž označována názvem běžný typ migrény. Bolest přichází bez příznaků aury. Jedná se o chronickou migrénu, u které časem roste frekvence ataků, zatímco jejich intenzita klesá. Ustupují také vegetativní příznaky. Léčbu migrény bez aury komplikuje nadměrné užívání analgetik, které mohou bolest hlavy vyvolat. (Seidl, 2023, s. 141)

Bolest

Bolest je zpravidla soustředěna pouze na jednu stranu, které se při různých záchvatech může lišit. Nejčastěji bývá zasaženo bolestí okolí očí a spánků, ale může postihovat celou hlavu. (Orel, 2023, s. 377) Intenzita bolesti postupně narůstá. Dosahuje maxima za tři až čtyři hodiny. Taktéž se mohou vyskytovat bolesti nazývané se crash migraine, které vrcholí během několika sekund. (Kotas, 2015, s.37)

Člověk zažívající záchvat migrény se snaží vyhledat tichá a tmavá místa, jelikož bolest hlavy je doprovázena světloplachostí a nadměrnou citlivostí na hluk. Dále se vyskytuje nauzea neboli nevolnost či zvracení. (Hakl et al., 2022, s. 140) Po zvracení se dotyčnému může ulevit od příznaků. Úleva taktéž přichází s klidovým režimem, naopak fyzická aktivita projevy migrény zhoršuje. (Orel, 2023, s. 377) Bolest se rovněž zintenzivňuje při činnosti, která zvyšuje intrakraniální tlak. To například může nastat při ohýbání se, kýchání nebo kašlání. Proto pacient vyhledává stálou pozici v leže. Migrenikům mohou vadit různé vůně. U některých pacientů se vyskytuje teplota nebo zblednutí v obličeji. Dotyčný může mít pocit studených rukou. Migréna může mít taktéž vliv na krevní tlak, vyskytuje se hypotenze i hypertenze. Taktéž u některých pacientů ovlivňuje srdeční frekvenci. Během bolesti může nastat změna chování daného jedince. U dotyčného může nastat obtížné vyjadřování nebo může být podrážděný. Především mladší jedinec může být během ataku zmatený, dezorientovaný nebo neklidný. (Kotas, 2015, s.37) Symptomy migrény mohou zasaženému znepříjemňovat běžné denní fungování či mu zcela zabraňovat. (Orel, 2023, s. 377)

Pozáchvatové období

Po odeznění ataku migrény může nastat pocit vyčerpání, podrážděnost či ztráta pozornosti. Tato fáze může být podobná fázi prodromů. (Kotas, 2015, s.38)

4.3.2 Tenzní typ bolesti hlavy

Jedná se o nejrozšířenější formu bolesti hlavy. Častěji postihuje ženy, ale rozdíl mezi výskytem u žen a u mužů není velký, v poměru 5:4. Poprvé se tenzní typ bolestí hlavy objevuje mezi 25. a 30. rokem. Nejvíce lidí s tímto typem bolesti se vyskytuje mezi 30. a 39. rokem. Prevalence s věkem mírně snižuje. Příčina bolesti není známá. (Kotas, 2015, s. 116-117) Bolest přetrvává hodiny až dny. (Seidl, 2023, s. 141)

Bolest je oboustranná a tupá, může být rozptýlená či lokalizována na okolí spánků. Dotyčný má pocit tlaku. Tento stav může být pacientem přirovnáván k sevření hlavy do svěráku. Zhruba u poloviny pacientů se objevují svalové kontrakce v oblasti hlavy a šíje. Svalová kontrakce se může projevat zaťatými zuby či ztuhlostí šíje. S porovnáním s migrénou je tenzní typ bolesti méně intenzivní, avšak stále velice nepříjemný. Při tenzní bolesti hlavy se nevyskytuje zvracení ani nauzea. Bolest se stupňuje v průběhu dne. Bolest zhoršují dotyky na hlavě či hluk. (Orel, 2023, s. 378) Na rozdíl od migrény se bolesti se nezhoršují s fyzickou aktivitou. U některých pacientů se vyskytuje nadměrná citlivost na světlo. (Kotas, 2015, s. 116)

Tenzní bolesti hlavy se dělí na epizodickou a chronickou formu. Při chronické formě tenzních bolestí se vyskytuje bolest po dobu delší než tři měsíce ve frekvenci bolestí 15 a více dnů v jednom měsíci. Epizodická forma se projevuje opakujícími bolestmi hlavy. Tyto epizody bolesti přetrvávají po dobu od půl hodiny až po jeden týden. Dále ji můžeme rozdělit na málo častou a častou epizodickou formu. Pokud se bolest objeví nanejvýš jedenkrát do měsíce jedná se o málo častou epizodickou formu. Tato forma je nejrozšířenější. Častá epizodická forma má frekvenci jednou až patnáctkrát za měsíc. (Kotas, 2015, s. 116) Každá tato forma se dělí podle výskytu palpační citlivosti svalů. Konkrétně se jedná o svaly musculus sternocleidomastoideus, musculus frontalis, musculus splenii, horní část musculus trapezius a o žvýkácí svaly. (Kaňovský, Bártková, 2020, s. 477)

4.3.3 Cluster headache

Cluster headache jinak zvaná jako Hortonova bolest, erythroprosopalgie, migrenózní neuralgie či histaminová bolest hlavy (Seidl, 2023, s. 142). Cluster headache se považuje za jeden z nejvíce bolestivých stavů. Ženy, které zažili tuto bolest a porod, označují ataku bolesti při cluster headache jako více bolestivou. (Kotas, 2015, s. 127)

Bolest je lokalizována v okolí oka. Tento typ bolesti je vždy pouze jednostranný. Projevuje se náhlou velmi prudkou bolestí hlavy. Tento stav přetrvává od 15 minut do 3 hodin. Cluster headache se vyskytuje převážně u mužů. Poprvé tato bolest přichází mezi 20. a 40. rokem. (Růžička, 2021, s. 484) Ataky bolesti začínají převážně v noci. Postižené oko má červenou barvu a slzí. Zarudlá bývá i daná polovina pacientova obličeje. Okolí oka je napuchlé. Pacient se potí v obličeji. Člověk zažívající tuto bolest nevydrží v klidu, při bolesti chodí po místnosti. Cluster headache je doprovázena fotofobií a nauzeou. Bolest dosahuje maxima za deset až patnáct minut od začátku bolesti. Úleva přichází při podání 100% kyslíku nebo triptanů. Tato bolest se opakuje až třikrát denně. Po odeznění těchto nakupených ataků je období bez výskytu Cluster headache. To může přetrvávat až několik měsíců. (Seidl, 2023, s. 142).

Cluster headache patří spolu s dalšími typy bolestí do skupiny trigeminových autonomních bolestí hlavy. Do této skupiny taktéž patří epizodická či chronická paroxysmální hemikranie. (Kaňovský, Bártková, 2020, s. 478)

4.4 Sekundární bolesti hlavy

Sekundární bolest hlavy je důsledkem mnoha primárních zdravotních problémů. Je kladen důraz na to, aby se vždy pečlivě zkoumala příčina, která danou bolest vyvolává. Je potřeba vyšetření mozku na MR nebo CT při silné nově vzniklé bolesti. (Orel, 2023, s. 376)

Při bolestech hlavy jsou popsány varovné signály, které mohou naznačovat vážný stav pacienta. Tyto signály jsou označovány jako „red flags“ v překladu červené praporečky. Pokud je nějaký z těchto signálů přítomen, mělo by dojít k rychlému neuroradiologickému vyšetření, popřípadě základnímu laboratornímu vyšetření či k analýze mozkomíšního moku. (Kotas, 2015, s.16)

Mezi varovné signály, které mohou poukazovat na sekundární bolest se řadí:

- intenzivní, nově vzniklá bolest hlavy,
- úraz hlavy, po kterém se objevila bolest hlavy,
- zhoršující se bolest hlavy,
- pacienti, kteří mají HIV infekci a vyskytuje se u nich bolest hlavy,
- bolest hlavy, která vznikla nově po 50. roce věku pacienta,
- bolest hlavy doprovázená ložiskovými symptomy,
- edém papily, který je doprovázen bolestí hlavy,
- onkologičtí pacienti, kteří mají nově vzniklou bolest,
- bolest hlavy, při které vzniká epileptický záchvat,
- bolest hlavy, která se nezlepšuje s léčbou,
- bolest hlavy, které začala v průběhu fyzické či sexuální činnosti,
- bolest hlavy, která se objevuje spolu s horečkou, meningeálním drážděním či zvracením,
- mentální změny, které jsou doprovázené bolestí hlavy. (Kotas, 2015, s. 17)

Podle klasifikace ICHD-3 se sekundární bolesti hlavy dělí do osmi podkategorií:

Bolest hlavy, která souvisí s poraněním hlavy nebo krku.

U této bolesti je nutné provést vyšetření zobrazovacími metodami kvůli vyloučení strukturálních změn (Kaňovský, Bártková, 2020, s. 480). Bolest související s poraněním může být způsobena i lehkým úrazem. Poúrazová bolest vzniká do jednoho týdne od poranění nebo po nabytí vědomí (Kotas, 2015, s.164).

Bolest hlavy vzniklé v důsledku cévního postižení v cervikální či kraniální oblasti

Jedná se o širokou škálu typů bolestí hlavy. Bolest může vznikat v souvislosti s cévními malformacemi. Rychle se zhoršující silná bolest může souviset s rupturou malformace a s následným subarachnoidálním krvácením. Bolest hlavy taktéž může nastat při cévní malformaci bez ruptury. (Kaňovský, Bártková, 2020, s. 480).

Život ohrožující situací je ischemická cévní příhoda, při které je bolest přítomna v 16-34 %. Bolest přichází současně s jinými klinickými příznaky. Bolest hlavy taktéž doprovází intracerebrální krvácení, vyskytuje se při poranění krčních tepen, vaskulitidě CNS nebo při mozkové cévní trombóze. (Kotas, 2015, s. 172-201)

Bolesti hlavy z důvodu nitrolebního postižení, které není cévního původu.

Tato podkategorie obsahuje bolesti při likvorové hypotenzi či hypertenzi. Taktéž bolest může způsobovat nádorové či zánětlivé onemocnění. (Kaňovský, Bártková, 2020, s. 480).

Cefalea způsobená užíváním nebo vysazením farmakologicky účinné látky.

Významnou roli v diagnostice těchto bolestí představuje anamnéza a informovanost o vedlejších účincích farmak. Například při podání nitrátů je bolest hlavy častá. Bolest mohou také způsobovat farmaka s vazodilatačním účinkem. (Kaňovský, Bártková, 2020, s. 480). Do této kategorie spadá bolest způsobená oxidem uhelnatým, kokainem, alkoholem nebo nadměrným užíváním léků. Může k ní docházet při vysazení kofeinu či estrogeneru. (Nežádal et al., 2020)

Bolesti hlavy, které jsou spojené s infekcí.

Do této podkategorie spadají bolesti způsobené virovou či bakteriální meningitidou nebo bolesti vzniklé systémovou infekcí. (Kotas, 2015, s. 247)

Bolest hlavy způsobená poruchou homeostázy.

Do této podkategorie byly zařazeny bolesti vzniklé nadmořskou výškou, nedostatkem kyslíku, potápěním, hladověním, spánkovou apnoí nebo způsobené dialýzou. Taktéž sem spadá bolest vyvolaná arteriální hypertenzí. (Nežádal et al., 2020)

Bolesti hlavy nebo obličeje, které jsou důsledkem poruchy lebky, krku, zubů, úst, očí, nosu, dutin nebo dalších obličejových či krčních částí.

Do této kategorie sekundárních bolestí se řadí například cervikogenní bolest hlavy, která má původ v oblasti krku a přenáší se do hlavy. Déle se v této kategorii nachází mnoho onemocnění způsobujících sekundární bolest, mezi které například patří zubní kaz, postižení uší, sinusitida, astigmatismu či šilhání. (Kotas, 2015, s. 275)

Bolest hlavy vzniklá v závislosti na psychické poruše.

Psychické stavy, jakým je například deprese, mohou souviset s primárními bolestmi i hlavy. (Kaňovský, Bártková, 2020, s. 480).

5 VÝZKUMNÁ ČÁST

Praktická část bakalářské práce se zabývá výzkumem v podobě kvantitativního šetření. Data byla sbírána z dokumentace nemocnice. Jedná se o retrospektivní výzkum. Hlavním průzkumným cílem práce je zjistit, kolik pacientů podstupujících magnetickou rezonanci trpí primárními bolestmi hlavy. Dílčím cílem je zjistit, jaký počet pacientů podstupuje magnetickou rezonanci mozku jako první zobrazovací metodou. Cílem bylo taktéž určit přínos magnetické rezonance provedené po předchozím vyšetření na CT. Dalším dílčím cílem je zjistit, kolik vyšetření mozku se provádí s použitím kontrastní látky a u kolika pacientů se provádí i angiografie na magnetické rezonanci.

5.1 Metodika výzkumné části

Praktická část práce byla prováděna pomocí výzkumu retrospektivní formou. Data byla shromážděna z popisů daných vyšetření. Výzkum byl uskutečněn v nemocnici krajského typu na radiodiagnostickém oddělení. Vybraní respondenti podstoupili vyšetření na magnetické rezonanci v druhé polovině roku 2024. Pacienti splňující požadavky byli vybíráni postupně podle data vyšetření bez ohledu na pohlaví. Data byla zapisována do programu Microsoft Excel, kde byla i následně vyhodnocena formou grafů. Grafy byly následně vloženy do praktické části bakalářské práce. Získaná data neobsahují žádné osobní údaje pacientů. V části práce s výsledky získaných dat jsou tato data popsána a rozřazena do kapitol, které jsou seřazeny podle časové návaznosti vyšetření. Byly stanoveny výzkumné předpoklady. Zpracovaná data z praktické části pomohou tyto předpoklady potvrdit či vyvrátit.

Před zahájením sběru dat z dokumentace nemocnice byla ve vybraném zdravotnickém zařízení sepsána žádost o provedení výzkumu.

5.2 Výzkumné předpoklady

1. Primární bolesti hlavy se vyskytují častěji než bolesti sekundární.
2. Magnetická rezonance je primární zobrazovací metodou, kterou pacient podstoupí při bolestech hlavy.
3. Pokud pacient nejdříve podstoupil vyšetření na CT, následná magnetická rezonance přinesla nové významné informace.
4. Většina MR vyšetření mozku se provádí bez použití kontrastní látky.
5. Součástí MR vyšetření mozku při bolestech hlavy byla ve většině případů provedena MR angiografie.

5.3 Protokol

Na pracovišti, na kterém byl prováděn výzkum k bakalářské práci se používá protokol, který obsahuje:

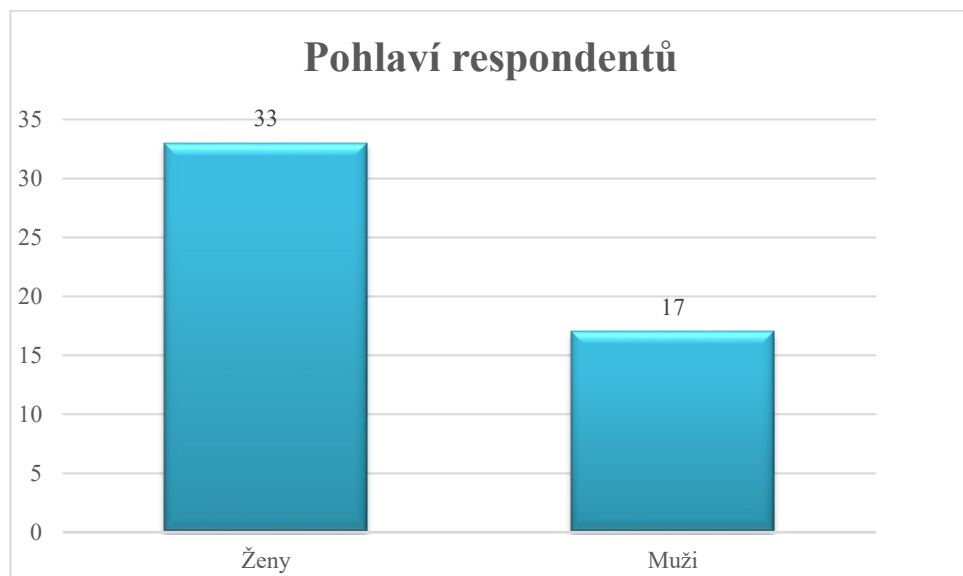
- axiální T2 v. o.,
- axiální FLAIR sekvence,
- axiální DWI,
- axiální SWI,
- sagitální T1 v. o.

5.4 Výzkumný soubor

V rámci výzkumné části bakalářské práce byli vybráni pacienti, kteří přicházejí na vyšetření magnetickou rezonancí mozku. Hlavní podmínkou výběru pacientů bylo vyšetření indikované pro bolest hlavy. Dalším kritériem pro výběr pacientů byl věk. Vybráni byli pacienti starší 18 let. Horní věková hranice nebyla stanovena. Celkový počet respondentů výzkumu je 50.

5.4.1 Pohlaví respondentů

Obrázek č. 5 udává pohlaví pacientů. Bylo zjištěno, že z celkového počtu 50 respondentů bylo 33 žen a 17 mužů. Tudiž ženy tvořily 66 % respondentů, zatímco mužů byla skoro polovina neboli 34 %.

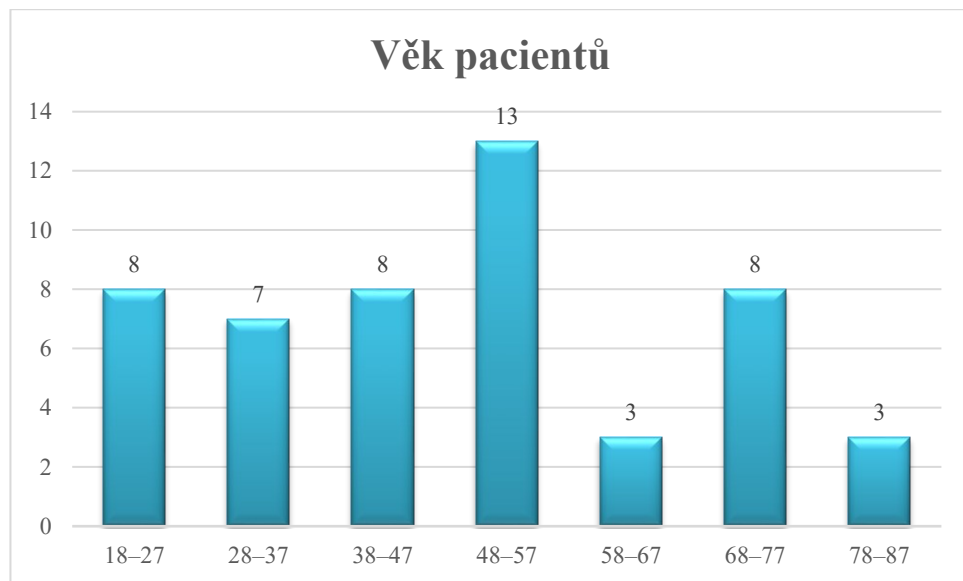


Obrázek 7 - Pohlaví respondentů

5.4.2 Věkové zastoupení respondentů

Stáří respondentů se pohybovalo od 18 do 87 let. Pacienti, kteří byli mladší 18 let byli z výzkumu vyřazeni. Průměrný věk respondentů byl zaokrouhlen na 48 let. Nejčastěji byli

vyšetřování pacienti ve věku 49 let. Respondenti byli rozřazeni do sedmi skupin podle věku. Každá skupina je v rozpětí deseti let. Nejvíce respondentů bylo ve skupině, která zahrnovala pacienty mezi 48–57 rokem. V této skupině bylo 13 pacientů. Nejméně respondentů bylo ve skupinách, do kterých byli zařazeni respondenti mezi 58–67 a 78–87 rokem života. Obě tyto skupiny zahrnovaly pouze tři respondenty. Shoda v počtu respondentů v daných skupinách je u skupin mezi 18–27, 38–47 a 68–77 rokem života. Tyto tři skupiny obsahují 8 respondentů. Skupina ve věkovém rozmezí mezi 28–37 rokem zahrnovala 7 respondentů. Následující obrázek znázorňuje počet respondentů v jednotlivých skupinách.



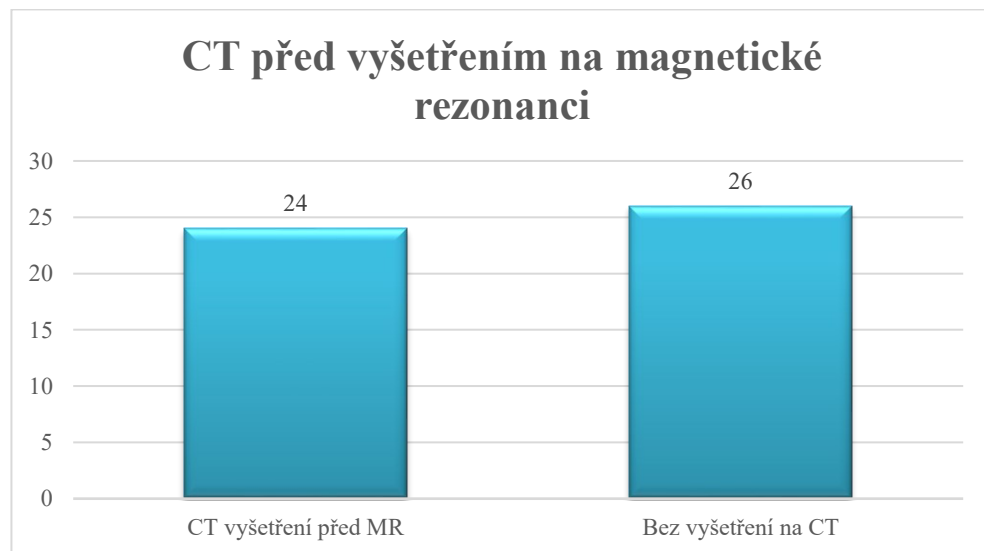
Obrázek 8 - Věk pacientů

5.5 Výsledky zkoumaných dat

V této části bakalářské práce jsou představena data, která byla čerpána z dokumentace nemocnice krajského typu. Je zde zachycena absolutní četnost dat a procentuální relativní četnost. Data jsou znázorněna pomocí grafů.

5.5.1 MR vyšetření jako první zobrazovací metoda

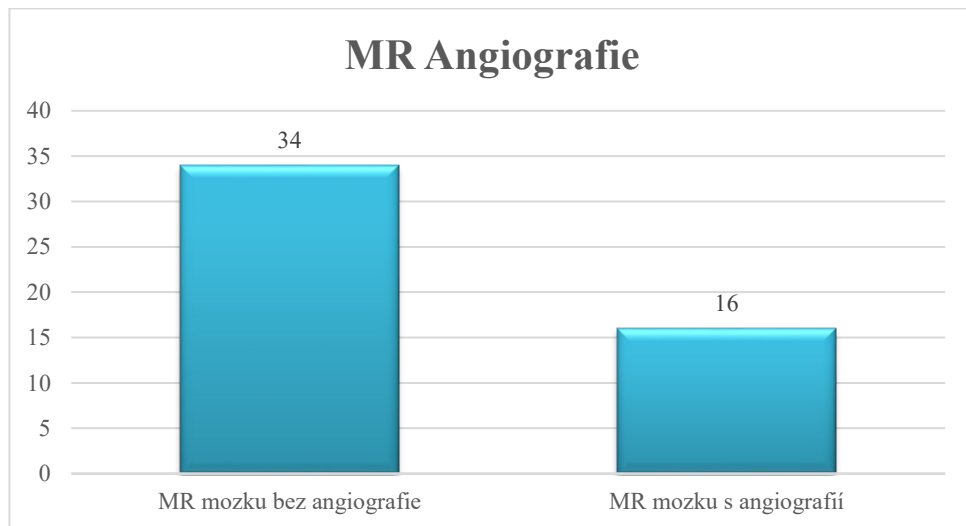
Bylo zkoumáno, zda je magnetická rezonance prvním vyšetřením v rámci zobrazovacích metod. Před vyšetřením na magnetické rezonanci bylo v mnoha případech provedeno CT mozku. Bolest hlavy byla podmínkou pro zařazení provedeného CT mozku do výzkumu. Další podmínkou byl rozestup mezi vyšetřeními na CT a MR maximálně 12 měsíců. Jak znázorňuje obrázek č. 7, v dané skupině padesáti respondentů bylo 24 nejprve vyšetřeno na CT a až později podstoupilo vyšetření na MR. Zatímco zbývajících 26 respondentů podstoupilo pouze vyšetření mozku na magnetické rezonanci. Z toho plyne, že magnetická rezonance byla zvolena jako první zobrazovací metoda u 52 % respondentů.



Obrázek 9 - CT před vyšetřením na MR

5.5.2 MR Angiografie

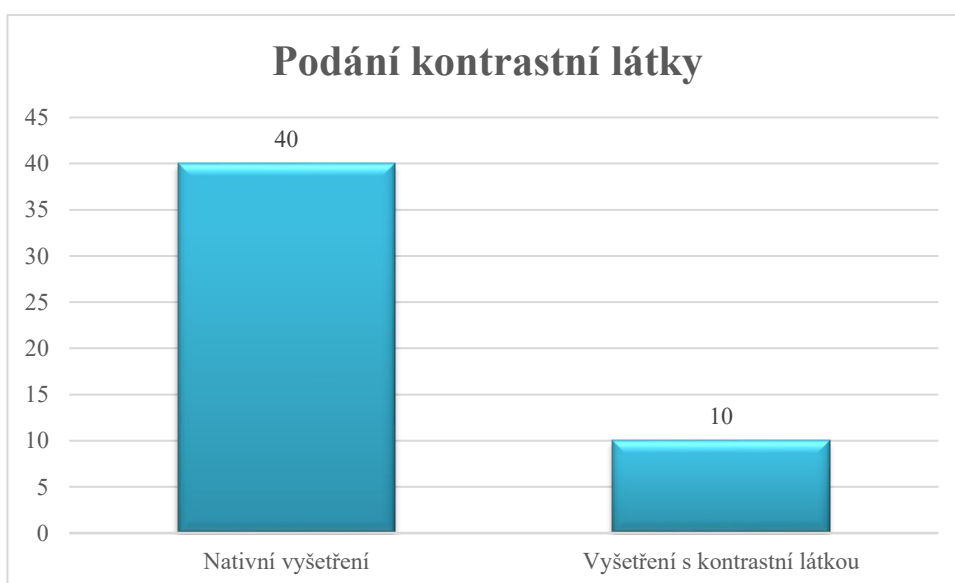
Další výzkumná otázka je na provedení MR angiografie. Ve výzkumném souboru byla MR angiografie použita v 16 případech. Ostatních 34 vyšetření bylo provedeno bez využití MR angiografie. Ve výzkumném souboru bylo pomocí MR angiografie vyšetřeno 32 % respondentů. Většina pacientů byla vyšetřena bez použití MR angiografie. Tuto skupinu tvoří 68 % respondentů. Tento poměr je zobrazen na obrázku č. 9.



Obrázek 10 - MR Angiografie

5.5.3 Podání kontrastní látky během vyšetření

Bodem zkoumání bylo použití kontrastní látky. Z padesáti respondentů byla u 10 z nich použita kontrastní látka. Následující obrázek znázorňuje četnost nativních a postkontrastních vyšetření. Kontrastní látka byla podána u 20 % respondentů. Tito pacienti byli nejdříve vyšetřeni nativně. Na nativní vyšetření navazovalo podání kontrastní látky a následně bylo provedeno postkontrastní vyšetření. U devíti pacientů byla podána kontrastní látka s názvem Gadovist. Této látky bylo podáno 7,5 ml. Jeden pacient byl vyšetřován s podáním kontrastní látky Dotarem. Tomuto pacientovi bylo podáno 10 ml této látky. 80 % respondentů bylo vyšetřeno bez použití kontrastní látky.

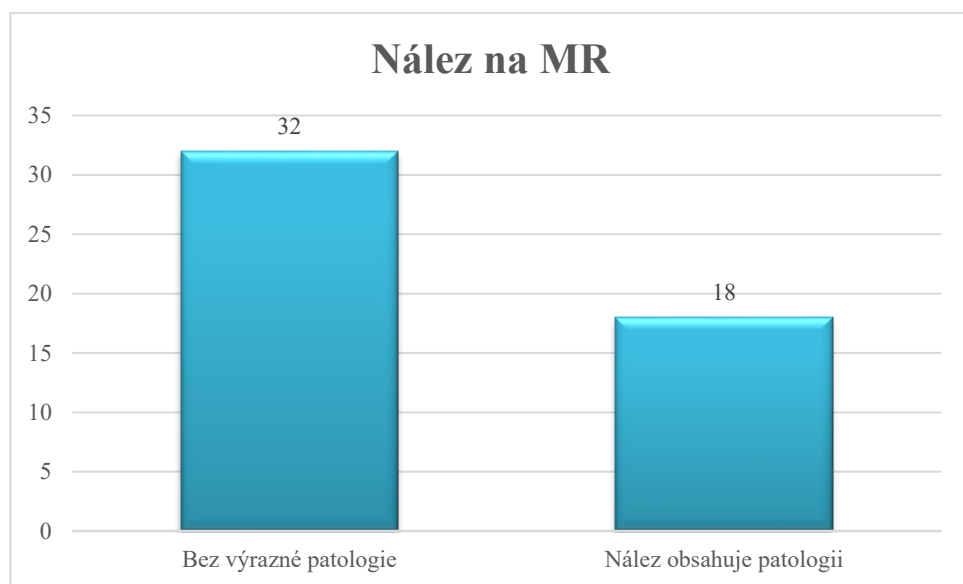


Obrázek 11 - Kontrastní vyšetření

Kontrastní látka byla podána u deseti pacientů. Osm z nich mělo v nálezů patologii. Těchto osm případů se týkalo mozkových novotvarů, roztroušené sklerózy, paraselárního infiltrátu a patologických nálezů na mozkových plenách. Ve dvou případech nebyla žádná patologie popsána.

5.5.4 Výskyt patologických a nepatologických nálezů

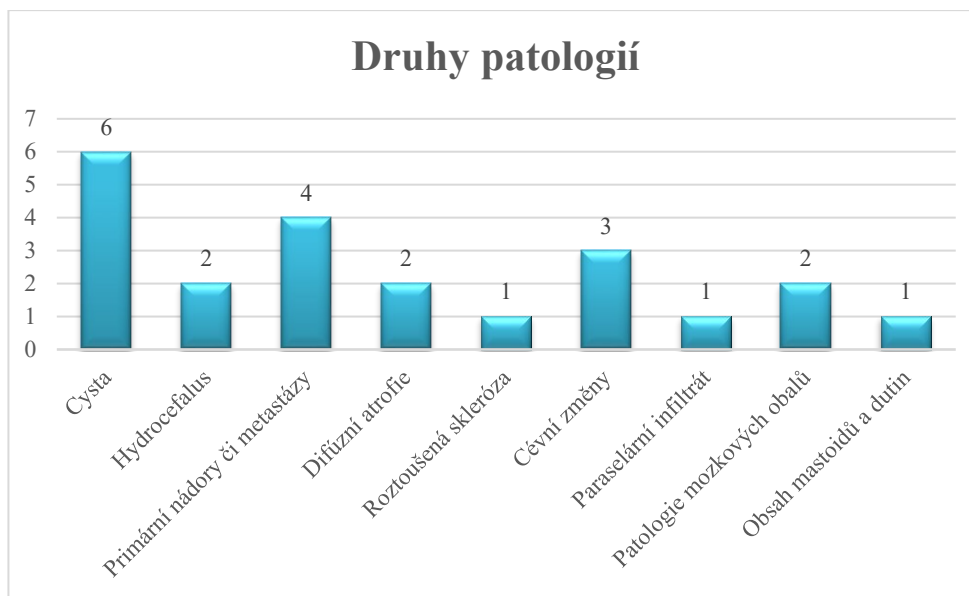
Ve výzkumném souboru, který tvořilo padesát respondentů bylo celkem 32 pacientů, kterým vyšetření mozku pomocí magnetické rezonance neodhalilo žádnou patologii. Z toho plyne, že v daném souboru respondentů je 64 % vyšetření bez patologie. Do této skupiny byly zařazeny nálezy, které neprokazovaly žádné patologické změny. Tato skupina taktéž zahrnuje nález úměrný věku pacienta či nespecifické změny, jako například ojedinělá ložiska bílé hmoty. Jak je znázorněno na obrázku č. 10, patologický nález se vyskytoval v 18 případech neboli ve 36 %. Do této kategorie byly taktéž zařazeny nálezy patologií, které s největší pravděpodobností nezpůsobují sekundární bolesti hlavy. Tyto případy jsou podrobněji popsány níže.



Obrázek 12 - Nález na MR

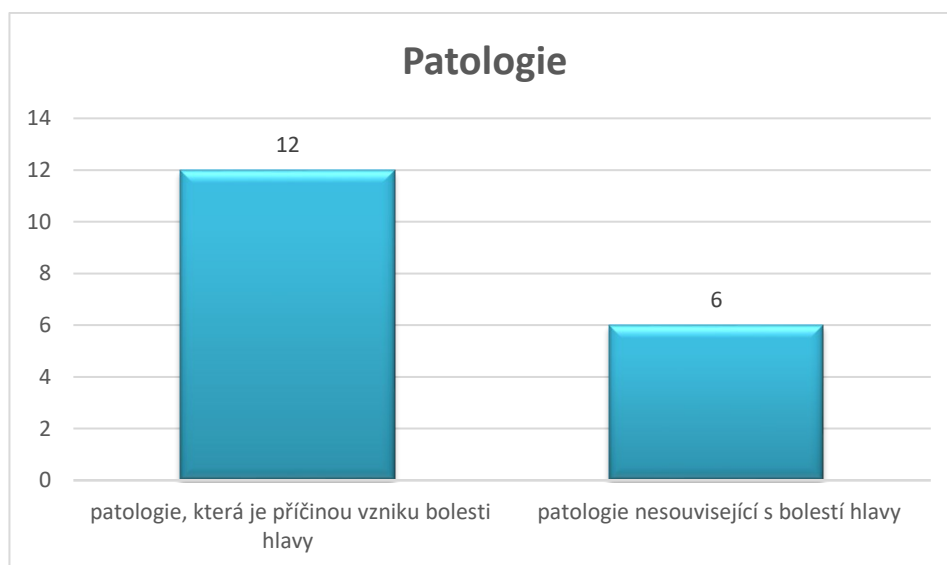
5.5.4.1 Patologické nálezy

Celkem bylo zaznamenáno osmnáct nálezů, které obsahovaly patologické změny. Tyto nálezy byly rozřazeny do skupin podle vyskytující se patologie. Rozdělení do těchto skupin je znázorněno na následujícím obrázku. V nálezech některých pacientů se vyskytovalo více patologií. Tyto patologie jsou uvedeny odděleně, tudíž výsledný počet zobrazených patologií není rovný osmnácti.



Obrázek 13 – Druhy patologií

Z celkového počtu 18 respondentů, u kterých vyšetření mozku pomocí magnetické rezonance odhalilo patologii, bylo 12 případů, kde patologie mohly být příčinou sekundární bolesti hlavy. Patologie zbylých šesti respondentů nejsou důvodem vzniku bolesti hlavy. Z toho vyplývá, že z celkového počtu padesáti respondentů pouze 24 % trpí sekundárními bolestmi hlavy, zatímco ve zbylých 76 % se jedná o bolest primární.



Obrázek 14 - Patologie

5.5.4.2 Na MR nález se vyskytovala patologie, která nesouvisí s bolestí hlavy

Do této kategorie byly zahrnuty patologické nálezy, které nejsou příčinou vzniku sekundární bolesti hlavy. Z dané skupiny respondentů se tyto patologie objevily v 12 %. Takovým nálezem byla například roztroušená skleróza, malý žilní angiom nebo atrofie mozku. Další patologické

nálezy popisovaly cysty epifýzy bez útlaku okolí, které se objevily u šesti pacientů. Cysta jako jediná patologie byla popsána u třech respondentů. V těchto třech případech se jednalo o cystu epifýzy.

5.5.4.3 Patologický nález, který může být důvodem sekundárních bolestí hlavy

Celkem dvanácti respondentům byla odhalena patologie, která nejspíše způsobuje bolest hlavy. Ve čtyřech případech se vyskytoval primární nádor nebo metastáza. První pacient byl léčen pro světlobuněčný renální karcinom. U pacienta se vyskytla bolest hlavy, z tohoto důvodu bylo provedeno vyšetření mozku. Vyšetření odhalilo dvě metastatická ložiska. První, větší ložisko se vyskytuje infratentoriálně. Ložisko způsobuje edém, který způsobuje impresi prodloužené míchy, Varolova mostu a čtvrté mozkové komory. Menší ložisko se vyskytuje v pravém okcipitálním laloku. Druhému pacientovi byla zjištěna metastáza v mozečku. U třetího pacienta magnetická rezonance odhalila tumor v oblasti baze lební. Nález čtvrtého pacienta popisoval parafalxový meningiom, který způsobuje útlak a edém mozku.

Další skupinou patologických nálezů byly cévní změny. Tato patologie se objevila ve dvou případech. Prvním nálezem je trombóza, která byla lokalizována v oblasti mozkových splavů. U dalšího pacienta se objevilo drobné aneurysma na pravé vnitřní karotické tepně.

Byly popsány patologie mozkových obalů. Tato skupina je tvořena dvěma respondenty. Nález prvního pacienta zahrnoval infiltraci mozkových plen a cystickou expanzi středního mozku. Druhý pacient má patologický obraz mozkových obalů se subdurální kolekcí tekutiny.

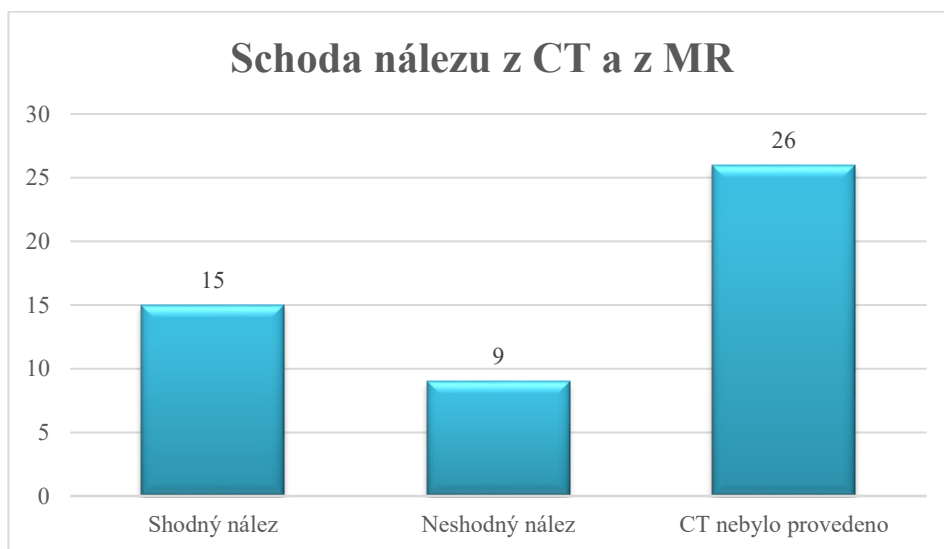
Dva respondenti měli změny komorového systému v podobě hydrocefalu. Jednomu pacientovi taktéž byla nalezena arachnoidální cysta temporálně vlevo.

Jednomu pacientovi byl popsán paraselární infiltrát. U tohoto pacienta je nutné uvažovat, zda se nejedná o Tolosa-Huntův syndrom.

Nález jednoho pacienta popisoval patologický obsah mastoidů a dutin. Tomuto pacientovi byla rovněž popsána výrazná difúzní atrofie.

5.5.5 Shoda nálezu z MR a z CT

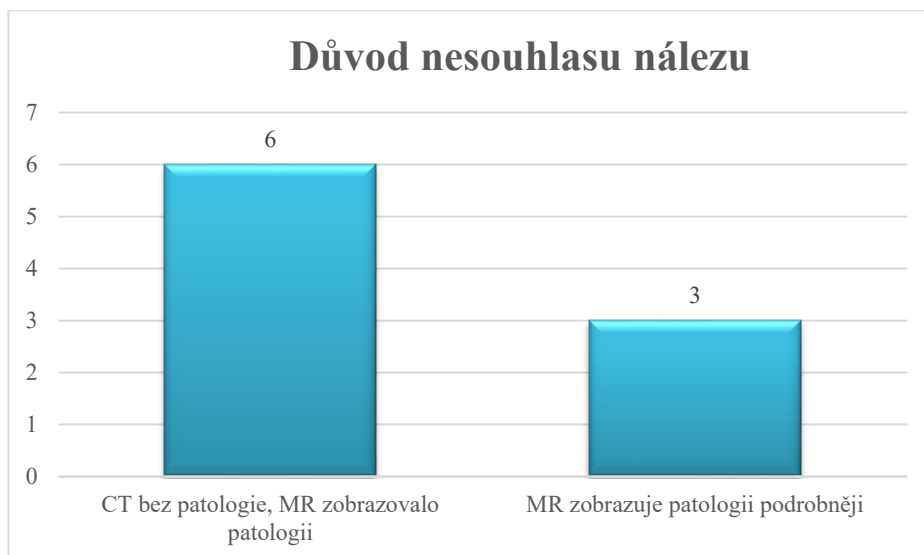
Nález provedeného CT mozku byl porovnán s nálezem z vyšetření mozku na magnetické rezonanci. Byly posouzeny jejich rozdíly. 26 z 50 respondentů nebylo vyšetřeno pomocí výpočetní tomografie. Ze zbývajících 24 respondentů byl nález u 15 respondentů shodný. To znamená, že se tyto modalitty shodovaly v 62,5 %. Z patnácti pacientů, kteří měli schodu v nálezů CT a MR, bylo 8 u kterých oba nálezy neodhalily žádnou patologickou změnu. U 9 pacientů byl nález odlišný.



Obrázek 15 - Shoda nálezu CT s MR

Z 9 odlišných nálezů v šesti případech nebyla na CT nalezena žádná patologie, zatímco z nálezů MR byla patologie patrná. Jednalo se o roztroušenou sklerózu, paraselární infiltrát, tři epifyzární cysty či paraselární infiltrát a subdurální kolekci tekutiny.

Ve třech případech byla na CT byla zobrazena patologie. Tato patologie se na magnetické rezonanci zobrazila podrobněji a ve větším rozsahu. Prvnímu respondentovi byla na CT odhalena metastáza, zatímco vyšetření pomocí magnetické rezonance odhalilo dvě metastatická ložiska. Druhý pacient měl popisovaný edém v oblasti mozečku. MR vyšetření mozku zobrazilo v této oblasti metastázu. Posledním příkladem je pacient, který měl popisovaný tumor baze lební. Na MR se kromě tumoru objevila metastatická ložiska.



Obrázek 16 - Důvod nesouhlasu nálezu

6 DISKUZE

Tato kapitola bakalářské práce se věnuje výzkumným předpokladům zvolených na začátku praktické části. Tyto předpoklady jsou porovnány s výsledky zkoumání a následně vyhodnoceny, zda se tyto předpoklady potvrdily či vyvrátily. Výsledky jsou taktéž porovnány s odbornými studiemi a literaturou.

6.1 Výzkumný předpoklad č. 1: Primární bolesti hlavy se vyskytují častěji než bolesti sekundární.

Hlavním výzkumným cílem bylo zjistit, kolik pacientů podstupujících magnetickou rezonanci trpí primárními bolestmi hlavy. V rámci výzkumu byl stanoven předpoklad, že primární bolesti se vyskytují častěji než bolesti sekundární. V souboru respondentů bakalářské práce se v 76 % případů nepotvrdila žádná příčina bolesti hlavy. Z toho vyplývá, že většina respondentů trpí primárními bolestmi hlavy. Pouze v 24 % se u respondentů objevila sekundární bolest hlavy.

V tomto souboru respondentů byl předpoklad častějšího výskytu primárních bolestí potvrzen. Tento výsledek je v souladu s dosavadními odbornými studiemi. Například španělská studie zabývající se prevalencí a rizikovými faktory spojenými s nádory a jinými strukturálními anomáliemi, které byly odhaleny při vyšetření mozku na magnetické rezonanci provedené k vyloučení sekundární bolesti hlavy udává prevalenci 21,5 % sekundárních bolestí hlavy. (Barbero, 2022) Tento předpoklad je rovněž v souladu s odbornou literaturou. Takovým příkladem může být kniha s názvem bolesti hlavy v klinické praxi, ve které autor udává primární bolest hlavy jako výrazně převažující sekundární bolesti. (Kotas, 2015, s. 15)

Je nezbytné nepodcenit diagnostiku bolestí hlavy. Přestože se častěji vyskytují primární bolesti hlavy, včasná diagnostika příčiny vzniku sekundární bolesti hlavy je pro pacienta velmi důležitá.

6.2 Výzkumný předpoklad č. 2: Magnetická rezonance je primární zobrazovací metodou, kterou pacient podstoupí při bolestech hlavy.

Dílním cílem bakalářské práce bylo zjištění, zda pacient podstupuje magnetickou rezonanci mozku jako primární zobrazovací metodu. Byl stanoven výzkumný předpoklad, který udává magnetickou rezonanci jako primární zobrazovací metodu, kterou pacient podstoupí při bolestech hlavy.

Ve skupině respondentů byla v 52 % magnetická rezonance primární metodou. Zbýlých 48 % nejdříve podstoupilo vyšetření mozku pomocí výpočetní tomografie a až poté bylo provedeno

MR vyšetření. Výsledky ukazují, že v daném vyšetřovaném souboru se četnost primární metody mezi MR a CT příliš neliší.

Dle odborné literatury je pro zvolení první metody vhodné zvážit okolnosti vzniku či anamnézu daného pacienta. Dle Seidla je při bolestech hlavy vhodná indikace CT nebo MR vyšetření mozku. (Seidl, 2023, s. 137) Jak uvádí doktor Vomáčka, vyšetření mozku magnetickou rezonancí často předchází vyšetření pomocí výpočetní tomografie. Primární zobrazovací metodou je magnetická rezonance pro roztroušenou sklerózu a mikromalformaci. (Vomáčka, 2015, s. 119)

U tohoto předpokladu je také vhodné zmínit kladné a záporné stránky těchto vyšetření. Pacient, který má bolesti hlavy, ne vždy může podstoupit vyšetření pomocí magnetické rezonance. Tomu mohou bránit absolutní kontraindikace. Dalším příkladem, kdy je magnetická rezonance nevhodná jsou bolesti hlavy, které jsou způsobeny úrazem. Vyšetření hlavy na CT trvá mnohem kratší dobu. Plusem magnetické rezonance je však vyšší specifita zobrazovaných tkání. Další výhodou magnetické rezonance je absence ionizujícího záření. Dále se zde zamezí alergické reakci na jodovou kontrastní látku, která se využívá při CT vyšetření.

6.3 Výzkumný předpoklad č. 3: Pokud pacient nejdříve podstoupil vyšetření na CT, následná magnetická rezonance přinesla nové významné informace.

V této kapitole je zkoumán dílčí cíl, který se věnuje určení přínosu magnetické rezonance provedené po předchozím vyšetření na CT. Celkem 24 respondentů podstoupilo nejdříve vyšetření pomocí výpočetní tomografie. Z těchto 24 respondentů mělo celkem 15 shodný nález z obou modalit. U šesti pacientů CT neprokázalo patologii, zatímco na magnetické rezonanci byla patrná. Z toho čtyři patologie nejsou jasným důvodem bolesti hlavy. Přestože tato patologie nezpůsobuje bolest hlavy může být pro pacienta významným nálezem. V tomto souboru respondentů je takovým příkladem pacient, kterému byla odhalena roztroušená skleróza. Ve dvou případech se jednalo o patologii způsobující bolest hlavy. Jednalo se o paraselární infiltrát a subdurální kolekci tekutiny. Ve třech případech CT vyšetření odhalilo vyšetření pomocí magnetické rezonance metastatické ložisko, které nebylo na CT zobrazeno. V těchto případech se jednalo o významné nálezy související s bolestí hlavy. U prvního pacienta byl z CT vyšetření popsán tumor baze lební. Magnetická rezonance kromě tohoto nádoru odhalila metastázy. Ve druhém případě byla z CT popsána jedna metastáza, zatímco

MR vyšetření zobrazovalo metastázy dvě. Třetí pacient měl popisovaný edém v oblasti mozečku. MR vyšetření mozku zobrazilo v této oblasti metastázu.

Z těchto získaných dat je možné usuzovat, že magnetická rezonance je pro diagnostiku neúrazových bolestí hlavy vhodnější než vyšetření na CT. Magnetická rezonance zobrazuje mozek s větší přesností. Toto se shoduje s odbornou literaturou, která preferuje MR k zobrazení měkkých tkání.

Otázkou, zda je vhodné provádět MR po vyšetření výpočetní tomografií se taktéž zabývala zahraniční studie s názvem: Utility of cranial MRI in non-traumatic headache patients with prior negative head CT within 1 month. Tato studie porovnává negativní nález na CT s následně provedeným MR vyšetřením. Studií bylo zjištěno, že MR přinesla prospěch v 17,3 % vyšetření. Toto je hodnoceno jako relativně vysoké procento nálezů, které by na CT vyšetření nebylo popsáno. (Kim, 2023)

6.4 Výzkumný předpoklad č. 4: Většina MR vyšetření mozku se provádí bez použití kontrastní látky

Jak je uvedeno v praktické části v kapitole podání kontrastní látky během vyšetření, 80 % respondentů bylo vyšetřeno bez použití kontrastní látky. S ohledem na uvedená data je možné konstatovat, že tento výzkumný předpoklad byl potvrzen. Kontrastní látka byla ve většině případů použita pouze při přítomné patologii. Tato látka se využila k lepšímu zobrazení u patologií, které se týkaly mozkových novotvarů, roztroušené sklerózy, paraselárního infiltrátu a patologických nálezů na mozkových plenách.

Výzkumný předpoklad je v souladu i se studií pana Barbera, který ve své práci uvádí použití kontrastní látky v 16,9 % z celkového vzorku respondentů. (Barbero, 2022) Tento soulad mezi zjištěními v praktické části a Barberovou studií potvrzuje, že většina MR vyšetření mozku se provádí bez použití kontrastní látky.

6.5 Výzkumný předpoklad č. 5: Součástí MR vyšetření mozku při bolestech hlavy byla ve většině případů provedena MR angiografie.

Tato kapitola se týká vyhodnocení výzkumného předpokladu, který udává, že součástí MR vyšetření mozku při bolestech hlavy byla ve většině případů provedena MR angiografie. V tomto výzkumném souboru byla angiografie použita v 16 případech. To tvoří 32 % vyšetření. Výsledky ukazují, že tento výzkumný předpoklad nebyl naplněn. Vzhledem k ceně vyšetření je vhodné zvážit prospěch pro pacienta. Provedení MR angiografie je časově náročné. Dalším

negativem je cena daného vyšetření. Pouze provedení MR angiografie je dražší než klasické MR vyšetření mozku.

7 ZÁVĚR

Bakalářská práce se věnuje využití magnetické rezonance při vyšetření pacientů s bolestmi hlavy. Tato práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. Část teoretická se dělí do tří hlavních částí, které se zabývají magnetickou rezonancí, anatomií mozku a bolestmi hlavy. Praktická část se věnuje kvantitativnímu šetření, které se zabývá nálezy z magnetického vyšetření mozku. Diskuze je zaměřena na porovnání stanovených výzkumných předpokladů s výsledky šetření. Tyto výsledky jsou dále porovnány s odbornými studiemi a literaturou.

Hlavním výzkumným cílem práce bylo zjistit, kolik pacientů podstupujících magnetickou rezonanci trpí primárními bolestmi hlavy. Tohoto cíle bylo dosaženo vyloučením patologie z magnetického vyšetření. Celkem 76 % vyšetření bylo bez patologie způsobující bolest hlavy. Ovšem sekundární bolesti hlavy mohou vznikat i z jiných důvodů, které magnetická rezonance nedokáže zobrazit, například sekundární bolest hlavy z nadměrného užívání léků. Tyto problémy však nesouvisí s oborem radiologické asistence a jsou nad rámec této bakalářské práce.

Dílním cílem bylo zjistit, jaký počet pacientů podstupuje magnetickou rezonanci mozku jako první zobrazovací metodou. Tento cíl byl naplněn. U daných respondentů bylo vždy dohledáno, zda daný pacient podstoupil i jiné vyšetření se stejnou diagnózou.

Druhý dílní cíl spočíval v určení přínosu magnetické rezonance provedené po předchozím vyšetření CT. Tento cíl byl splněn. Byly porovnány výsledky vyšetření mozku na CT a MR. Výsledky naznačují, že magnetická rezonance je vhodnější metodou pro zobrazení netraumatických bolestí hlavy.

Dalšími cíli bylo zjistit, kolik vyšetření mozku z důvodu bolesti hlavy se provádí s použitím MR angiografie a kolika pacientům se během vyšetření podává kontrastní látka. Oba tyto cíle se podařilo splnit.

Magnetická rezonance je v dnešní době nenahraditelnou součástí moderní radiodiagnostiky. Je velkým přínosem v zobrazení měkkých tkání. Tato práce zdůrazňuje důležitost jejího využití při vyšetření bolestí hlavy. Bolestí hlavy trpí velká část populace. Mnoho lidí tento problém přehlíží, proto je vhodné na tento problém upozornit.

8 POUŽITÁ LITERATURA

BÁRTKOVÁ, Andrea a Petr KAŇOVSKÝ. 2019. *Obecná neurologie a vyšetřovací metody v neurologii*. 2. doplněné vydání. V Olomouci: Univerzita Palackého v Olomouci. 340 s. ISBN 978-80-244-5489-4.

BENEŠ, J. et al., 2015. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi*. Praha: Grada Publishing. 228 s. ISBN 978-80-247-4712-5

BENEŠ, Jiří; Daniel JIRÁK a František VÍTEK. 2022. *Základy lékařské fyziky*. Páté vydání. Učební texty Univerzity Karlovy. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. 350 s. ISBN 978-80-246-5398-3.

ČIHÁK, Radomír, 2016. *Anatomie 3*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada. 832 s. ISBN 978-80-247-5636-3.

FERDA, Jiří at al., 2015. *Základy zobrazovacích metod*. Praha: Galén. 148 s. ISBN 978-80-7492-164-3.

FIALA, Pavel a Jiří VALENTA, Jiří, 2020. *Přehled anatomie centrálního nervového systému*. Učební texty Univerzity Karlovy. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. 146 s. ISBN 978-80-246-4477-6.

FIALA, Pavel et al., 2015. *Stručná anatomie člověka*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum. 244 s. ISBN 978-80-246-2705-2.

HAKL, Marek et al., 2022. *Léčba bolesti: současné přístupy k léčbě bolesti a bolestivých syndromů*. 4., přepracované a doplněné vydání. Jessenius. Praha: Maxdorf. 216 s. ISBN 978-80-7345-727-3.

HAVLÍČEK, Karel et al., 2019. *Anatomické listy*. 4. doplněné vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice. 135 s. ISBN 978-80-7560-242-8.

KACHLÍK, David, 2019. *Anatomie pro nelékařské zdravotnické obory*. Učební texty Univerzity Karlovy. Praha: Karolinum. 154 s. ISBN 978-80-246-4058-7.

KAŇOVSKÝ, Petr a BÁRTKOVÁ, Andrea, 2020. *Speciální neurologie*. Učebnice. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 870 s. ISBN 978-80-244-5611-9

KOTAS, Rudolf, 2015. *Bolesti hlavy v klinické praxi*. Jessenius. Praha: Maxdorf. 312 s. ISBN 978-80-7345-443-2.

MALÍKOVÁ, Hana, 2022. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. Druhé, aktualizované vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. 120 s. ISBN 978-80-246-5190-3.

MECHL, M. et al., c2014. *Protokoly MR zobrazování*. Praha: Galén. 103 s. ISBN 978-80-7492-109-4.

OREL, Miroslav, 2023. *Neurologie pro humanitní obory*. Psyché. Praha: Grada. 536 s. ISBN 978-80-271-3312-3.

ROSINA, Jozef, 2022. *Základy lékařské biofyziky: pro studenty lékařských fakult*. Praha: Grada Publishing. 320 s. ISBN 978-80-271-2574-6.

RŮŽIČKA, Evžen, 2021. *Neurologie*. 2., rozšířené vydání. Praha: Stanislav Juhaňák – Triton. 629 s. ISBN 978-80-7553-908-3.

SEIDL, Zdeněk, 2023. *Neurologie pro studium i praxi*. 3., zcela přepracované vydání. Praha: Grada Publishing. 408 s. ISBN 978-80-271-3710-7.

STUHLÁ, Lada, 2024. *Přehled anatomie a fyziologie člověka: pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada Publishing. 176 s. ISBN 978-80-271-2903-4.

VOMÁČKA, Jaroslav et al., 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 2., doplněné vydání. Odborná publikace. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 157 s. ISBN 978-80-244-4508-3.

VOMÁČKA, Jaroslav et al., 2023. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Třetí, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 168 s. ISBN 978-80-244-6204-2.

8.1 Odborné články

BARBERO, José Pablo Martínez et al., 2022. Prevalence and Risk Factors Associated with Tumors and Other Structural Anomalies in Brain MRI Performed to Rule out Secondary Headache: A Multicenter Observational Study. *International journal of environmental research and public health* [online]. Basel: MDPI, 19(6) [cit.2025-03-23]. ISSN 1660-4601. doi: 10.3390/ijerph19063521

GROVER, V. et al., 2015. Magnetic Resonance Imaging: Principles and Techniques: Lessons for Clinicians. *Journal of clinical and experimental hepatology*. [online]. Gurgaon, India: Elsevier, 5(3), 246-255 [cit: 2025-02-27]. ISSN 2213-3453. DOI: 10.1016/j.jceh.2015.08.001.

KIM, S. Y. et al., 2024. Utility of cranial MRI in non-traumatic headache patients with prior negative head CT within 1 month. *Clinical Radiology* [online]. Elsevier, 79(3), 189-196 [cit. 2025-03-23]. ISSN 0009-9260. DOI 10.1016/j.crad.2023.11.009

KRUPA, Katarzyna a Monika BEKIESŃSKA-FIGATOWSKA, 2015. Artifacts in Magnetic Resonance Imaging. *Polish journal of radiology* [online]. Warszawa: Medical Science International, 80, 93-106 [cit. 2025-02-15]. ISSN 1899-0967. DOI: 10.12659/PJR.892628.

NEŽÁDAL, T. et al., 2020. Mezinárodní klasifikace bolestí hlavy (ICHD-3) – oficiální český překlad. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. Care Comm s.r.o., 83(2), 145-152 [cit. 2025-01-25]. ISSN 1803-6597. DOI: 10.14735/amcsnn2020145. F

SEDLÁČKOVÁ, Z. et al., 2018. Přehled onemocnění s obrazem restrikce difuze na magnetické rezonanci mozku. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. Care Comm s.r.o., 81(5), 539-545 [cit. 2025-02-24]. ISSN 1802-4041. DOI: 10.14735/amcsnn2018539

TINTĚRA, Jaroslav, 2017. Klinické systémy magnetické rezonance: vývoj za posledních 30 let a nové trendy. *Česká radiologie* [online]. Radiologická společnost ČLS JEP, 71(4), 243–259 [cit. 2025-02-15]. ISSN 1210-7883.

VÍTOVEC, M et al., 2023. Diagnostické zobrazovací metody v neuroonkologii. *Neurologie pro praxi* [online]. Solen s. r. o., 24(5), 330-336 [cit. 2025-02-14]. ISSN 1803-5280. DOI: 10.36290/neu.2023.026.

8.2 Internetové zdroje

INTERNATIONAL HEADACHE SOCIETY, 2018. *The International Classification of Headache Disorder*, 3rd edition. In: Ichd-3.org [online]. © 2021 International Headache Society [cit. 2025-01-25]. Dostupné z: <https://ichd-3.org/>

MRIMASTER. *Proton Density (PD) MRI* In: mrimaster.com [online] ©2023. MRIMASTER. [cit. 2025-04-04]. Dostupné z: <https://mrimaster.com/characterise-image-pd/>

OREL, Miroslav a Roman PROCHÁZKA, 2017. *Vyšetření a výzkum mozku: Pro psychology, pedagogy a další nelékařské obory*. Online. Grada. ISBN 978-80-271-9772-9. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/kniha/vysetreni-a-vyzkum-mozku-3096/>. [cit. 2025-01-22].

STÁTNÍ ÚSTAV PRO KONTROLU LÉČIV, 2017. *Kontrastní látky obsahující gadolinium – konečné stanovisko EMA* In: sukl.gov.com [online]. © 2025 SÚKL [cit. 2025-04-04]. Dostupné

z: <https://sukl.gov.cz/farmakovigilance-cs/dulezite-informace-a-upozorneni-k-bezpecnosti-leciv/kontrastni-latky-obsahujici-gadolinium-konecne-stanovisko-ema/>

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2024. *Migraine and other headache disorders*. In: who.int [online]. © 2025 WHO [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/headache-disorders>

9 PŘÍLOHY

Příloha A – *Poučení a dotazník před vyšetřením magnetickou rezonancí (1. strana)*.....62

Příloha B – *Poučení a dotazník před vyšetřením magnetickou rezonancí (2. strana)*.....63

Poučení a dotazník před vyšetřením magnetickou rezonancí (1.strana)

Vážená paní, vážený pane,

Váš ošetřující lékař Vás doporučil k vyšetření na magnetické rezonanci (MR). Jedná se o jednu z nejmodernějších vyšetřovacích metod, která je v současné době schopna vyšetřit větší část orgánů lidského těla, včetně mozku, kloubů i břišních orgánů.

Magnetická rezonance je metoda založena na jiném principu, než ostatní rentgenové metody, není zde použito ionizující záření, ale silné magnetické pole. Díky tomu je metoda šetrnější pro lidský organismus, ale musí být předem vyloučena přítomnost předmětů v těle, které mohou být magnetickým polem ovlivněny a tak poškodit pacienta (viz dotazník na druhé straně souhlasu). Vyšetření je tedy založeno na principu elektromagnetické energie, u které nebyly dosud prokázány škodlivé biologické účinky. Přesto raději nevyšetřujeme těhotné ženy v prvních třech měsících těhotenství.

Při vlastním vyšetření budete ležet na vyšetřovacím stole v silném magnetickém poli. Proměnné přídatné pole vytváří hluk. Tento hluk tedy k vyšetření patří a není známkou poruchy přístroje. Okolo vyšetřované části těla Vám bude umístěna cívka, která přijímá odezvu z vyšetřované tkáně.

Vyšetření obvykle trvá 15–45 minut a během vyšetření budete vyzváni, abyste se nehýbali. Při vyšetření zvláště orgánů dutiny břišní budete požádáni o zadržení dechu na kratší dobu. Vlastní vyšetření nevyžaduje zvláštní přípravu, pouze před vyšetřením orgánů dutiny břišní je nutné minimálně 2-3 hodiny předem nejíst a nepít sladké nápoje.

V některých případech vyžaduje povaha vyšetření aplikaci kontrastní látky do žíly. Kontrastní látky pro MR jsou v naprosté většině speciální sloučeniny na bázi vzácného kovu gadolinia. Nepoškozují ledviny, podávají se v malých dávkách (cca 10–20 ml) a riziko alergické reakce je oproti jodovým kontrastním látkám statisticky významně nižší.

Při vyšetření obdržíte do ruky balónky a v případě, kdyby se Vám udělalo nevolno, bude po zmáčknutí balónku přivolán zdravotnický personál.

Vyšetření na MR je zcela bezpečné. Může se však stát nebezpečným, pokud má pacient v těle některé kovové přístroje či předměty, proto s vámi bude sepsán cílený dotazník (viz dále), který je součástí tohoto dokumentu. Je nutné vyloučení v dotazníku uvedených skutečností, zvláště přítomnost kardiostimulátoru a kochleárního implantátu. Pokud vám bylo jedno z těchto zařízení implantováno a pokud jste nebyl upozorněn na to, že jsou vhodné do MR přístroje, nemůžete bohužel MR vyšetření absolvovat. Pokud i na nějakou další otázku odpovíte „ANO“ nemusí to však vždy znamenat, že vyšetření nelze provést, ale je nutné, aby zdravotnický personál od Vás získal doplňující informace. V případě nejasností či s dalšími otázkami se prosím obraťte na personál pracoviště magnetické rezonance.

Podpisem pod tento dokument prohlašujete:

- že jste byl(a) informován(a) o účelu, povaze, důsledcích, rizicích, možných komplikacích a alternativách vyšetření,
- že jste měl(a) možnost seznámit se s výše uvedeným textem, osobně klást doplňující dotazy a pokud tomu tak bylo, veškeré dotazy byly řádně zodpovězeny a podaným informacím jste plně porozuměl(a),
- že v případě výskytu komplikací souhlasíte, aby byly provedeny všechny další potřebné výkony nutné k záchraně mého života nebo zdraví.
- že na základě poskytnutých informací a po vlastním zvážení svobodně a bez nátlaku souhlasíte s tímto vyšetřením.

Poučení a dotazník před vyšetřením magnetickou rezonancí (2.strana)

Jméno a příjmení vyšetřovaného..... Rodné číslo.....

Váha:.....kg Výška:cm

Dnešního dne jsem byl (a) poučen (a) o zdravotním výkonu, který mi má být proveden – vyšetření magnetickou rezonancí. Vzhledem k tomu, že musí být předem vyloučena přítomnost předmětů v těle, které mohou být ovlivněny magnetickým polem a tak mne poškodit, je nutné vyplnit následující dotazník, kterým se tyto důležité informace zjišťují a já svým podpisem stvrzuji, že uvedené skutečnosti jsou pravdivé.

Prohlašuji, že jsem nositelem následujících zařízení:

Kardiostimulátor (srdeční elektrody)	ano	ne	
Elektronické implantáty (kochleární, insulin. pumpa)	ano	ne	
Cévní svorky	ano	ne	Kde?.....
Chlopenní náhrady	ano	ne	
Cizí kovové těleso, střeptiny (v oku, intrakraniálně, jinde)	ano	ne	Kde?.....
Zubní náhrady	ano	ne	
Kovové Implantáty (endoprotézy,...)	ano	ne	Kde?.....
Stenty, žilní filtry	ano	ne	
Tetování či piercing	ano	ne	Kde?.....
Naslouchadlo	ano	ne	
Pro ženy: Nitroděložní tělísko	ano	ne	

Prohlašuji, že mám:

Alergii	ano	ne	Na co?.....
Klaustrofobii	ano	ne	
Onemocnění ledvin	ano	ne	Jaké?.....
Prodělané operace (zvláště neurochirurgické)	ano	ne	Jaké?.....
Pro ženy: jsem těhotná	ano	ne	Jaký týden/trimestr?

Svým podpisem stvrzuji, že výše uvedené údaje jsou pravdivé

Podpis pacienta:

.....

Podpis zástupce pacienta:

.....

Pacient není způsobilý se vyjádřit, (uvést důvod):

Kontraindikace vyšetření MR nebyly shledány.

Zdravotnický pracovník, který provedl poučení a vyplnění:

Datum:

.....