

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Bc. Michaela Štorková

**Specifika vyšetření dětí na magnetické rezonanci z pohledu
radiologického asistenta**

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. MUDr. Zuzana Sedláčková Ph.D.

Olomouc 2023

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

Olomouc 19. května 2023

Podpis autora

Chtěla bych poděkovat paní docentce Zuzaně Sedláčkové za odborné vedení práce, pochopení a neskutečnou trpělivost. Také děkuji dokumentačním pracovnícím a radiologickým asistentům radiologické kliniky Fakultní nemocnice Olomouc za ochotu a spolupráci.

Anotace

Typ závěrečné práce:	Diplomová práce
Téma práce:	Vyšetření dětí na magnetické rezonanci
Název práce:	Specifika vyšetření dětí na magnetické rezonanci z pohledu radiologického asistenta
Název práce v AJ:	Specifics of magnetic resonance imaging of children from the point of view of a radiology assistant
Datum zadání:	2021-01-27
Datum odevzdání:	2023-05-19
Vysoká škola, fak., ústav:	Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta zdravotnických věd Ústav radiologických metod

Autor práce:	Bc. Štorková Michaela
Vedoucí práce:	doc. MUDr. Zuzana Sedláčková Ph.D.
Oponent práce:	doc. MUDr. Jaroslav Vomáčka Ph.D., MBA

Abstrakt v ČJ:

Diplomová práce se zabývá tematikou vyšetření dětí na magnetické rezonanci. Teoretická část shrnuje poznatky o magnetické rezonanci jako zobrazovací metodě a specifika vyšetření dětí na magnetické rezonanci z hledisek analgosedace, komunikace a samotného přístrojového vyšetření.

Praktická část obsahuje samotný retrospektivní výzkum práce prováděný v roce 2021 ve Fakultní nemocnici Olomouc. Nejčastěji vyšetřovanou oblastí na MR dětí byl mozek (61 %), byl zjištěn statisticky signifikantní rozdíl ($p = 0,0237$) mezi počtem pozitivních nálezů ve dvou nejčastěji vyšetřovaných oblastech (neuroradiologické a muskuloskeletální) a statisticky signifikantní rozdíl v počtu těchto dvou nejčastěji vyšetřovaných oblastí v závislosti na věku pacienta ($p < 0,0001$). V poslední části výzkumu jsme se zaměřili na praxi radiologického asistenta a zjistili jsme, že časová okna pro MR dětí jsou většinou nedostatečná (vyšetření začínala se zpožděním ve středy s uspaním v 67 % a v jiné dny v 63 % případů).

Abstrakt v AJ:

The diploma thesis deals with the subject of magnetic resonance imaging of children. The theoretical part is a summary of knowledge about MRI as an imaging method and the specifics of MRI examination of children from the viewpoints of analgosedation, communication and the instrumental examination itself.

The practical part contains the retrospective work research carried out in 2021 at the Olomouc University Hospital. The most frequently examined area on children's MRI was the brain (in 61%), a statistically significant difference ($p = 0.0237$) was found between the number of positive findings in the two most frequently examined areas (neuroradiological and musculoskeletal) and a statistically significant difference in the number of these two most frequently examined areas depending on patient age ($p < 0.0001$) was found as well. In the last part of the research, we focused on the practice of the radiology assistant and found that the time windows for children's MR are mostly insufficient (examinations started late on Wednesdays with analgosedation in 67% and on other days in 63% of cases).

Klíčová slova v ČJ: Magnetická rezonance, pediatrie, vyšetření dětí, radiologická asistence

Klíčová slova v AJ: Magnetic resonance imaging, MRI, paediatrics, children examination

Rozsah: 70 stran/ 3 přílohy

Obsah

Úvod.....	8
1 Princip MR a tvorba obrazu.....	10
2 Specifika MR u dětí.....	21
2.1 MR děti a uspávání.....	21
2.2 Komunikace s dětským pacientem.....	22
3 Oblasti vyšetřované pomocí MR u pediatrických pacientů.....	25
3.1 MR lebky.....	25
3.2 MR vyšetření mozku.....	25
3.3 MR vyšetření hlavy a krku.....	26
3.4 MR vyšetření míchy a páteřního kanálu.....	27
3.5 MR plic.....	29
3.6 MR vyšetření pleury a pleurální dutiny.....	31
3.7 MR srdce.....	31
3.8 MR břicha a pánve.....	33
3.9 MR enterografie.....	33
3.10 MRCP.....	35
3.11 MR jater.....	35
3.12 MR muskuloskeletálního systému.....	36
3.13 Celotělová MR.....	36
4 Metodika výzkumu.....	38
4.1 Výzkumné cíle a hypotézy.....	38
4.2 Charakteristika souboru.....	39
4.3 Metoda sběru dat.....	39
4.4 Realizace výzkumu.....	39
4.5 Zpracování dat – statistická analýza.....	39
5 Výsledky výzkumu.....	40
5.1 Nejčastěji vyšetřované oblasti u dětí.....	40
5.2 Počty negativních nálezů v jednotlivých oblastech.....	42
5.3 Nejčastěji vyšetřované oblasti v závislosti na věku dítěte.....	44
5.4 Analýza časových oken pro vyšetření.....	47
6 Diskuze.....	51
Závěr.....	56
Seznam použitých zdrojů.....	57

Seznam zkratk.....	62
Seznam tabulek.....	63
Seznam obrázků	63
Seznam grafů	63
Seznam příloh	64
Přílohy	65

Úvod

Magnetická rezonance je neinvazivní zobrazovací metodou nevyužívající ionizující záření. Poskytuje informace nejen o anatomii těla, ale i o fyziologii a funkci jednotlivých orgánů. Princip metody je založený na fyzikálním jevu nukleární magnetické rezonance. (Sedlář, 2014, s. 62) Fenomén magnetické rezonance je založen na interakci mezi externím magnetickým polem a jádru atomů vodíku v lidském těle. (Rytina, 2020, s.16) Výsledný obraz je rekonstrukcí elektromagnetického signálu z oblasti rádiových vln, který vzniká při této interakci. (Sedlář, 2014, s. 62)

Celkově, biologické tkáně, nejen tedy zmíněný vodík, mají různé nukleárně magnetické rezonanční vlastnosti. Právě vodík, obsažený ve vodě, která tvoří více než 60 % hmotnosti lidského těla, lze snadno detekovat. Dalšími prvky, které lze jevem NMR zobrazit jsou například jádra uhlíku, fluoru, sodíku nebo fosforu. (Rytina, 2020, s.16)

Dětská radiodiagnostika se velice liší od diagnostiky dospělých. Děti se neskutečně rychle vyvíjí a mezi každým obdobím existují rozdíly jak ve fyziologických, tak v patologických procesech. Dalším úskalím pro vyšetření dětí je bariéra v komunikaci, tudíž u malých dětí se při vyšetření setkáváme s nespoluprací, pláčem a neklidností. Při magnetické rezonanci se u těchto malých dětí (novorozenců a batolat) doporučuje celková anestezie. U starších dětí dle možností spolupráce a chápání vyšetření lze provést bez nutnosti celkového usnutí. (Heřman, 2014, s.297)

Cílem teoretické části diplomové práce je shrnutí poznatků vyšetření dětí na magnetické rezonanci z dostupných bibliografických a elektronických zdrojů. Cílem praktické části je zjistit specifika dětských pacientů vyšetřených na magnetické rezonanci ve Fakultní nemocnici v Olomouci, jako jsou nejčastější vyšetřované oblasti, věk, způsob vyšetření a pravděpodobnost pozitivního nálezu. Coby cíl pro praxi radiologického asistenta bylo zvoleno zjištění, zda je pro plánované vyšetření dětských pacientů s anestézií vyhrazeno dostatečné časové okno.

Pro tvorbu diplomové práce byla použita tato vstupní literatura:

1. VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80--244-4508-3.
2. HEŘMAN, Miroslav, 2014. Základy radiologie. V Olomouci: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2901-4.

3. KLÍMA, Jiří, 2016. *Pediatric pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada Publishing. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-5014-9.

Po prostudování vstupní literatury následovala rešeršní činnost. Vyhledávání zdrojů pro práci probíhalo v databázích Google Scholar, PubMed, Medline, Medvik, Ovid, EBSCO, katalozích knihovny Univerzity Palackého a za pomoci vyhledávače Google. Vyhledávacím jazykem byla čeština a angličtina. Rešeršní činnost probíhala za pomoci klíčových slov v českém jazyce: Magnetická rezonance, MR, pediatrický pacient, komunikace s pacientem. Klíčová slova v anglickém jazyce: Magnetic resonance, MR, child examination, MR enterography, MR musculoskeletal, pediatric magnetic resonance.

Výběr zdrojů byl vymezen zejména na období po roce 2005. Až na jedno knižní vydání z roku 1990 a jeden článek z roku 2001, bylo toto kritérium splněno. Z celkového počtu 89 nalezených publikací bylo k tvorbě diplomové práce použito celkem 33 zdrojů, z toho 6 knih, 14 odborných článků, 3 akademické práce, 5 webových stránek a 8 příspěvků ve sborníku.

1 Princip MR a tvorba obrazu

Každá částice má své charakteristiky. Pro magnetickou rezonanci je důležitá existence vnitřního spinového momentu hybnosti S . Tento vnitřní spinový moment označuje míru rotace částice kolem vlastní osy. Fermiony, tedy elektrony, neutrony a především protony, důležité při MR mohou nabývat hodnot velikostí poločíselného násobku redukované Planckovy konstanty a mohou tedy nabývat pouze dvou orientací spinu. (Sedlář, 2014, s. 63-64) Pozitivní náboj se přirozeně pohybuje po ose spinu, tato rotace vyvolá změnu toku intenzity elektrického pole a indukuje magnetické pole vektorem magnetické indukce. (Shild, 1990, s. 6-7; Sedlář, 2014, s. 65) Proto každá částice, která má náboj a nenulová spin má také nenulový magnetický moment a projevuje se jako malý magnet, který může být ovlivněn vnějším magnetickým polem. Z toho vyplývá, že atom se sudým počtem nukleonů se nechová magneticky, protože se protony v jádře po dvojicích spojí opačnými póly k sobě a momenty jednotlivých nukleonů se navzájem vyruší. Pro zobrazování magnetickou rezonancí jsou vhodné atomy s lichým počtem nukleonů, které mají vždy jeden nepárový nukleon a jádro si zachová nenulový magnetický moment. (Sedlář, 2014, s. 65) Nejvíce zobrazované jádro, tvořeno 1 nukleonem, kterým je proton, je jádro vodíku. (Sedlář, 2014, s. 66)

V normálním stavu, tedy umístěny mimo magnetické pole, se tyto protony vodíku, jejich vektory, orientují náhodně. Pokud však pacienta umístíme do vnějšího statického magnetického pole B_0 , vyvíjeného silným magnetem, nastanou v látce dvě situace.

První situací je seřazení protonů v jádrech podél onoho pole. Neseřadí se ale všechny stejným směrem, existují 2 možnosti, kterými se protony zorientují: paralelně neboli ve směru indukce vektoru vnějšího magnetického pole a antiparalelně, proti směru tohoto pole. Tyto typy seřazení se liší svými energetickými hladinami. Pro proton je výhodnější, a tedy preferované to, ve kterém méně energie, tedy paralelní. Větší část protonů tedy míří paralelně a menší část antiparalelně. Rozdíl mezi počtem protonů paralelních a antiparalelních je velice malý a navenek se projeví nenulovým vektorem magnetizace. Velikost tohoto vektoru je úměrná velikosti indukce B_0 vnějšího magnetického pole a rozdílu obsazenosti hladin částicemi látky. Pro vodík je na každých milion částic v paralelním stavu (s nižší energií) pouze o 16 méně částic v antiparalelním postavení (s vyšší energií). Čím vyšší je energie indukce, tudíž tedy

silnější přístroj magnetické rezonance, tím se tento poměr zvyšuje. (Shild, 1990, s. 9; Sedlář, 2014, s. 66-68; Rytina, 2020, s.16)

Druhá situace, do které dostaneme protony při vložení do silného magnetického pole je, že začnou vykonávat tzv. precesní pohyb. Tento pohyb je podobný pohybu dětské káči, formuje tvar kužele. Precese začíná při každé změně magnetického pole a trvá, dokud se proton/částice v dané poloze neustálí. Protony nerotují synchronně, ale se stejnou rychlostí. Tuto rychlost popisuje Larmorova frekvence a udává, kolikrát oběhne proton kužel precese za sekundu. Opět tato veličina není konstantní a závisí na velikosti magnetického pole. Silnější magnetické pole znamená vyšší rychlost precese a vyšší Larmorovu frekvenci. Dalším faktorem, který ovlivňuje velikost této frekvence jsou magnetické vlastnosti daného jádra, které se vyjadřují v rovnici jako gyromagnetická konstanta. (Sedlář, 2014, s. 69-70; Shild, 1990, s. 9-10)

K lepšímu popisu polohy protonu se využívá klasického x, y, z souřadnicového systému, kdy z charakterizuje směr indukce magnetického pole. Protony jsou vektory, které reprezentují magnetickou sílu a její směr. Těchto již zmíněných 1 000 016 paralelních a 1 000 000 antiparalelních protonů vykonávají v souřadnici neustálý precesní pohyb. Ke každému protonu A, mířícímu ve směru indukce, existuje i jeho opak, proton A', který míří proti směru, tedy antiparalelně s indukcí magnetického pole. Vektory těchto dvou protonů se vyruší. Takto se vykrátí všechny protony mířící antiparalelně a v systému zůstanou pouze vektory paralelní, které k sobě nemají antiparalelní opak. Při vyrušení těchto vektorů po transverzálním směru a sečtení ve směru longitudinálním se tato podélná magnetická síla zvýší, pacient se tedy sám o sobě stane magnetem. Tuto podélnou magnetizaci však nejsme schopni změřit, jelikož je ve stejném směru, jako vnější magnetické pole a nemůže být měřena přímo. (Shild, 1990, s. 11-14)

Pro měření je potřeba příčné (transverzální) magnetizace. (Shild, 1990, s. 12-14) Částice mohou mezi stavem paralelním a antiparalelním za určitých podmínek přecházet. Přejít z paralelního postavení s nižší energií na postavení antiparalelní, s vyšší energií, se nazývá excitace. K excitaci dochází po dodání energie nutné k vybuzení do vyššího energetického stavu, např. pulsem elektromagnetického záření. Opačný děj se nazývá deexcitace. Tento děj je provázen vyzářením onoho kvanta energie, které pak může být měřeno jako MR signál. (Sedlář, 2014, s. 74-77) Po uložení pacienta do tunelu MR tedy vyšleme elektromagnetický signál v rozsahu frekvence rádiových vln. Této krátké dávce elektromagnetické vlny se říká

radiofrekvenční puls (dále RF puls). Účelem tohoto RF pulsu je nejen excitace protonů, ale také vyrušení jejich klidového stavu, kdy vykonávají precesní pohyb v externím magnetickém poli. Pro vyrušení a pro účinek RF pulsu je nutné, aby byl schopný si vyměnit energii s protony. Proto, aby byla energie protony přijata je nutné, aby měl RF puls stejnou frekvenci, jako precesující protony, tedy frekvenci vypočítanou pomocí Larmorovy rovnice = Larmorovu frekvenci. Jen tak jsou schopny protony přijmout energii RF pulsu. Tento jev se nazývá rezonance. (Shild, 1990, s. 17-19)

Po vyslání RF pulsu, po rezonanci, nastává excitace a proton, který přijal kvantum energie se vychýlí o 90° nebo 180° a dojde k tzv. překlopení spinu. (Sedlář, 2014, s. 74-76) Po sečtení vektorů magnetizace se značně zvýší. Dalším účinkem RF pulsu na protony je jejich seřazení do fáze. Protony tedy nevykonávají precesní pohyb náhodně, ale synchronně, ve fázi. Když protony vykonávaly pohyb náhodně, jejich vektory se vyrušovaly, nyní však při synchronním pohybu se jejich transverzální magnetické vektory sečtou a za výsledkem je magnetický vektor, který míří do strany, do které se zrovna vykonává precesní pohyb v bodě, v transverzálním směru. (Shild, 1990, s. 17-23)

Po těchto jevech se protony vrací zpět do původní polohy. Aby se vrátily, je nutné zbavit se energie, kterou přijaly, deexcitací a vyzáření přebytečné energie pomocí elektromagnetického záření, detekovatelného MR přístrojem. Tento jev se nazývá relaxace. (Sedlář, 2014, s. 72-80)

Relaxační mechanismy mohou probíhat dvojím způsobem, podle druhu interakce magnetických momentů částic s okolím. Prvním typem je tzv. podélná, longitudinální relaxace. Při ní dochází k ovlivnění tepelným pohybem okolních částic při magnetickém šumu blízkém Larmorově frekvenci. Dochází tak k zvýšenému přenosu energie částic do okolí – do mřížky. Proto se tomuto mechanismu relaxace říká spin-mřížková interakce. Protony se tedy vrací zpět, každý však za jinou dobu, a s nimi roste i longitudinální složka vektoru magnetizace. (Sedlář, 2014, s. 77; Shild, 1990, s. 24-28) Rychlost longitudinální relaxace je popsána relaxačním časem T_1 , charakterizuje dobu, za kterou se obnoví 63 % původní velikosti vektoru Z, tedy ve směru podélném s vnějším magnetickým polem. Čas T_1 je charakteristický pro různé tkáně. (Sedlář, 2014, s. 78; Shild, 1990, s. 25-28)

Druhým typem mechanismu je tzv. příčná, transverzální relaxace způsobená spin-spinovou interakcí. (Sedlář, 2014, s. 78; Shild, 1990, s. 28-35) K té dochází díky ztrátě fázového sladění precesního pohybu částic, které bylo způsobeno působením

radiofrekvenčního pulsu. Protóny se tedy již nepohybují ve fázi, a to vede i k zániku v vektoru magnetizace v příčné rovině. Doba, při které se obnoví 37 % vektoru magnetizace v příčné rovině se nazývá relaxační čas T2. (Sedlář, 2014, s. 78; Shild, 1990, s. 29)

Pokud dojde k oběma typům relaxačních mechanismů, tedy T1 i T2, nastává celková relaxace. Nejdříve dochází k T2 relaxaci, následně se zpožděním k relaxaci T1, protože ztráta fáze precesního pohybu probíhá rychleji než překlopení magnetických momentů. Relaxační vlivy relaxace T1 zároveň ovlivňují relaxaci T2, ta však může nastat samostatně i bez T1 relaxace. (Sedlář, 2014, s. 80-81) Tyto časy jsou v každé tkáni různé, záleží na velikosti rotujících molekul a také na chemickém složení. Kupříkladu tkáně obsahující tekutiny, vodu, mají dlouhý jak T1, tak T2, naopak tkáně obsahující mnoho tuku mají oba tyto časy krátké. Základem MR zobrazování je tedy rozlišení relaxačních časů v různých tkáních. (Vomáčka, 2015, s. 48)

Detekce signálu a kódování pozice

Pro detekci signálu získanou vychýlením vektoru magnetizace z osy z do roviny xy se využívá přijímací cívky. V cívce se po skončení RF pulsu začne generovat magnetoelektrickou indukci střídavý proud s odpovídající Larmorovou frekvencí. Tento detekovaný signál se označuje jako volně indukovaný signál, anglicky Free Induction Decay, dále FID. Velikost FID v cívce je přímo úměrná vektoru velikosti transverzální magnetizace, tudíž i odpovídá exponenciálnímu klesání v důsledku příčné relaxace T2. Maximální je signál ihned po skončení RF pulsu. Různé částice precesují s různou Larmorovou frekvencí a FID signál tomu odpovídá. Pokud chceme z FID signálu určit tyto frekvence a určit částice, které se v poli nacházejí, je potřeba na signál použít Fourierovu transformaci.

Fourierova transformace pomocí spektra časově závislého FID signálu vytvoří frekvenční spektrum. Píky na frekvencích obsažených v signálu odpovídají Larmorově frekvenci precesního pohybu všech částic, které volně indukovaný signál vyprodukovaly. Typ a četnost jednotlivých částic v zobrazované scéně se určí z frekvence a amplitudy píků. (Sedlář, 2014, s. 83-85)

Po změření volně indukovaného signálu však stále nejsme schopni určit pozici, tedy ani zrekonstruovat obraz. Pro zjištění přesné pozice, kde signál vznikl a odkud byl vyzářen slouží poziční kódování. Proto jsou v magnetické rezonanci implementovány 3 sady přídatných cívek prostorového kódování pro vytváření

magnetického pole ve směru x , y a z . Tato gradientní pole G_x , G_y a G_z nejsou konstantní, ale jsou určena k vytvoření magnetického gradientu. Tyto pole se superponují přes hlavní magnetické pole a narušují tak jeho homogenitu za cílem zakódování pozice. Ve srovnání s hlavním magnetickým polem B_0 jsou gradientní pole mnohem slabší a ideálně se mění lineárně ve všech třech osách. (Sedlář, 2014, s. 85-86; Rytina, 2020, s.16)

Gradientní cívky pro magnetickou rezonanci musí mít vysokou proudovou účinnost, krátkou dobu přepínání, gradientní linearitu ve velkém objemu, nízkou spotřebu energie a minimální interakci s jakýmkoliv jiným zařízením, které by jinak vedlo k vířivým proudům. (Rytina, 2020, s.16)

Gradient G_z je prvním aplikovaným gradientem a napomáhá kódování pozice ve směru osy Z . Působí ve směru magnetického pole B_0 a ovlivňuje v každé tomografické Larmorovu frekvenci pohybu částic. Podle velikosti gradientního pole má každá tomografická látka svou Larmorovu frekvenci a při aplikaci RF pulsu tedy rezonují pouze vybrané částice. (Sedlář, 2014, s. 85-86)

Gradient G_y se využívá k fázovému kódování. Generuje spiny rozfázování podél jedné osy roviny x - y , je aplikován ihned po vypuzovacím pulzu. (Rytina, 2020, s. 16-17) Každý pixel podél osy y má jiný fázový posun. V době, kde je gradient G_y aktivní, dochází ke změně frekvence a fáze, která způsobí, že některé protony se pohybují rychleji než sousední protony. Po vypnutí se se frekvence precese opět sjednotí, ale fáze precese zůstane rozdílná. (Sedlář, 2014, s. 86-87; Rytina, 2020, s.16-17)

Posledním z aplikovaných gradientů je G_x , který zajišťuje kódování pozice ve směru osy x , tedy frekvenční kódování. Po jeho aplikaci se změní Larmorovu frekvence precesního pohybu na různých pozicích ve směru osy x . (Sedlář, 2014, s. 87-88)

Rekonstrukce MR obrazu

Výsledný MR obraz vzniká naměřením MR signálů a následným zpracováním pomocí dvou možných rekonstrukčních metod.

První metodou je tzv. projekčně rekonstrukční metoda, která se kvůli časové náročnosti a dalším negativním aspektům momentálně v MR systémech nepoužívá. Na této metodě pracují CT přístroje a využívají Radonovy transformace a algoritmů filtrované zpětné projekce. (Sedlář, 2014, s. 88-90)

Druhou rekonstrukční metodou, která je momentálně nejvyužívanější je metoda Fourierova. Ta vytváří obraz na základě kódování pozice pomocí frekvence a fáze. Velkou výhodou tohoto rekonstrukčního algoritmu je malá citlivost na nehomogenity magnetického i gradientních polí. (Sedlář, 2014, s. 88-90)

Sekvence na MR

Základním krokem k provedení optimálních MR vyšetření je výběr MR sekvence, která optimálně zobrazí patologické léze. Znamená to zobrazení oblasti s požadovaným kontrastem obrazu, s požadovanou kvalitou obrazu a v co nejkratším čase. Výběr sekvence je silně ovlivněn technickými specifikacemi systému a anatomickými strukturami, které mají být vizualizovány, nebo které struktury mají být potlačeny. V dnešní době rychlého technického rozvoje jsou MR protokoly s příslušnými hodnotami parametrů již přednastaveny a mohou být případně operátorem upraveny. (Rytina, 2020, s.18)

Výhody a nevýhody MR

Jak již bylo zmíněno MR je založena na jiném principu, než je absorpce ionizujícího záření při průchodu hmotou. Výhodou MR je vysoký tkáňový kontrast, a to i orgánů uložených v malé pánvi. velmi podrobně dokáže MR zobrazit měkké tkáně, což se využívá zejména při vyšetření kloubů. Předností MR je zobrazení ve třech rovinách. MR dokáže zobrazit cévy bez nutnosti podat KL. (Vomáčka, 2010, s. 56)

Mezi nevýhody patří dostupnost vyšetření na MR přístroji, jelikož je jich podstatně méně než CT přístrojů. Dalším možným omezením je dlouhá doba objednání na vyšetření, jelikož čas MR vyšetření je oproti CT vyšetření podstatně delší. MR vyšetření je i cenově vyšší. Mezi další nevýhody při MR vyšetření patří dočasná nervová stimulace magnetickým polem (je možné pociťovat nervové tiky v okolí vyšetřované oblasti). Nepříjemné pro pacienty může být i hlasitý zvuk, který způsobují gradientní cívky. A v neposlední řadě má vyšetření na MR přístroji i vyšší počet kontraindikací. (Vomáčka, 2015, s. 56)

Biologické účinky MR

Na lidský organismus působí při MR statické, gradientní a radiofrekvenční pole. Statické MR až do velikosti 8 T nemá na lidské tělo žádný škodlivý vliv. Použití gradientního pole může stimulovat periferní nervstvo. Radiofrekvenční pole vyvolává ohřev tkání, zejména v okolí feromagnetických materiálů. Účinek všech polí se dohromady definuje pomocí hodnoty SAR (specific absorption rate – specifická absorpční hodnota). Běžně používané přístroje nevyvolávají prokazatelné biologické účinky v organismu. (Mechl, 2010, s. 70)

Všeobecné indikace k MR vyšetření

Velkou předností MR je nepřítomnost ionizujícího záření a MR vyšetření by mělo být přednostně prováděno u dětí a mladistvých. Speciální vyšetřovací metody významně napomáhají v diagnostice onemocnění. (Vomáčka, 2015, s. 57)

Obecně se nejčastěji k MR vyšetření přistupuje v neuroradiologii, jelikož je přesnější než CT. Ideální je v diagnostice roztroušené sklerózy, cévních malformací, detekci časně mozkové ischemie a zobrazení cév bez nutnosti podání kontrastní látky. Taktéž páteř a páteřní kanál jsou častými orgány, které se na MR vyšetřují. Ideálně se zde zobrazí durální vak s míchou a páteřní vazy. (Vomáčka, 2015, s. 57)

MR vyšetření kloubů je jedinou neinvazivní metodou, která ozřejmí anatomické poměry a patologie v oblasti chrupavky, vazů, menisků a svalstva kolem kloubů. Často je k MR vyšetření přistupováno u sportovců. (Vomáčka, 2015, s. 57)

Z ostatních indikací vhodných pro MR zobrazení jsou: MR angiografie, MR srdce (funkční vyšetření), MR jater a žlučových cest, MR enterografie (vyšetření tenkého střeva), MR ledvin a MR malé pánve (rectum, děloha, prostata). (Vomáčka, 2015, s. 57)

Kontraindikace MR vyšetření

Okolnosti, které zcela vylučují nebo omezují použití určité léčebné metody se nazývají kontraindikace. Pro MR vyšetření jsou dělena na absolutní a relativní. (Vomáčka, 2010, s. 57)

Absolutní:

- implantovaný kardiostimulátor
- elektrody po deplantaci kardiostimulátoru nebo defibrilátoru
- cévní svorky, klipy (pokud není písemně doložena kompatibilita s MR)
- elektronické implantáty (kochleární implantát, inzulínová pumpa)
- kovová cizí tělesa intraorbitálně

Relativní:

- stenty, žilní filtry, kovový embolizační materiál a okludery méně než šest týdnů po operaci
- kloubní náhrady a osteosyntetický materiál méně než šest týdnů po operaci
- klaustrofobie
- první trimestr gravidity (Vomáčka, 2015, s. 57)

Informovaný souhlas z pohledu radiologického asistenta

Při vyšetření pacienta na magnetické rezonanci je radiologický asistent důležitým článkem celého procesu. Nutností je vysoká odbornost a znalosti MR přístroje a sekvencí, které ve spolupráci s lékařem aplikuje při samotném vyšetření. Radiologický asistent je zodpovědný nejen za správné provedení vyšetření ve všech požadovaných sekvencích, ale také za dodržení standardizovaných postupů před vyšetřením.

Důležitá je správná identifikace pacienta a vyplnění informovaného souhlasu s MR vyšetřením. Informovaný souhlas s MR vyšetřením je velice důležitý a radiologický asistent kontroluje a provádí pacienta celým procesem, jelikož se jedná o zdraví pacienta. Vzhledem k vyššímu počtu existujících kontraindikací k MR vyšetření.

Informovaný souhlas (příloha 1) vysvětluje, jak bude celé vyšetření probíhat. Upozorňuje na možná rizika a potenciační vedlejší účinky. Důležitou součástí informovaného souhlasu je soubor otázek na přítomnost jakýchkoliv implantátů,

kovových náhrad a cizích těles, také dalších jiných elektronických přístrojů. Dotazník obsahuje dotazy na případnou graviditu, klaustrofobii, renální parametry (pro případné podání kontrastní látky) a možné alergie. (Vomáčka, 2015, s. 56-57)

Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci

Kontrastní látky užívající se k vyšetření na magnetické rezonanci mají za cíl zvýšit intenzitu signálu vyšetřovaných tkání. Jde o sloučeniny gadolinia, což feromagnetický prvek ze skupiny Lanthanoidů a jediný kov mimo skupinu kovů železa, který má právě ony feromagnetické účinky.

Pro vyšetření se používají sloučeniny gadolinia, konkrétně cheláty. V těle po intravenózní aplikaci kolují krví, protože jsou to poměrně velké makromolekuly a nemohou tak proniknout do buněk. (Kontrastní látky, 2018; Nukleární magnetická rezonance, 2021; Heřman, 2014, s. 36; Vomáčka, 2015; S. 70)

Pomocí gadolinia se mění magnetické poměry v jeho okolí, co má za následek zkrácení relaxačního času T1. Z toho vyplývá, že pro vyšetření s kontrastní látkou na magnetické rezonanci se využívají T1 vážené sekvence. Na těchto sekvencích se nasycená tkáň jeví jako hypersignální, bílá. Na T2 vážené sekvence nemá aplikace gadoliniové kontrastní látky žádný vliv.

Prakticky všechny typy kontrastních látek se vylučují přes ledviny. Proto je nutné, aby je měl pacient zdravé a tělo následně kontrastní látku bez problému vyloučilo. (Vomáčka, 2015, s. 67-71; Heřman, 2014, s. 36)

Kontrastní látky používané při MR vyšetřeních se dělí dle jejich využití na nespecifické extracelulární, hepatospecifické a intravaskulární.

Do první skupiny patří Magnevist, Omniscan, Prohance, Dotarem a Gadovist. Hepatospecifickou kontrastní látkou je Primovist a intravaskulární Vasovist. MultiHance je látka částečně hepatospecifická a částečně nespecifická extracelulární. (Vomáčka, 2014, s. 70-71; Heřman, 2014, s. 36)

Zdá se, že je kontrastních látek mnoho. V roce 2018 se ale zjistilo, že 2 látky mohou způsobit pacientům neurologické obtíže. Jedná se o Omniscan, chemickým názvem gadodiamid a Magnevist, chemickým názvem Gd-DTPA. Tyto látky nesmí být užívány pacienti s onemocněním ledvin, po transplantaci jater a novorozenci do čtyř týdnů věku. Kojící matky musí po podání látky na 24 hodin přerušit kojení. Kontraindikací a komplikací při užití těchto látek je tak málo, že se s nimi v praxi málokdy setkáme.

Látky MultiHance (gadobenát dimeglumin) a Primovist (kyselina gadoxetová) se užívají pouze k zobrazování odložené fáze jater. Tyto kontrastní látky se cíleně vážou na jaterní buňky a umožňují rozlišení mezi procesy obsahujícími či neobsahujícími ony jaterní buňky. MultiHance patří mezi látky se středně velkým rizikem, je tedy nutné pacienta po podání látky sledovat, nejlepší je, když se před podáním látky pacientovi zjistí i GFR – funkce ledvin. (Gadolinium-containing contrast agents; Vomáčka, 2015, s. 70-71)

Z toho vyplývá, že nejčastěji užívanými látkami je Dotarem, Gadovist, MultiHance a Primovist a Vasovist. K zobrazování jater se stále používá i Multihance se středním rizikem, protože je méně nákladný než Primovist.

Gadovist je kontrastní látka, která k zesílení kontrastu na MR využívá sloučeninu gadobutrolu. Dávkování je obvykle 0,1 mmol/kg pacienta, nejvyšší možná dávka je 0,3 mmol/kg. Po podání se sloučenina šíří extracelulárním prostorem a následně se vylučuje ledvinami. (Mazánková, 2011, s. 26; SÚKL, Vomáčka, 2015, s. 71)

Dotarem, Gd-DOTA, se svými vlastnostmi včetně dávkování a využití jako nespecifická extracelulární kontrastní látka, podobá Gadovistu. V praxi se užívá především pro MR dětí a je nutná mírně vyšší dávka než Gadovistu. (SÚKL, Vomáčka, 2015, s. 71)

Terapeutickými indikacemi pro podání i.v. nespecifické intracelulární látky jsou při nutnosti zvýšení MR kontrastu u vyšetření cerebrální a spinální MR, a to při mozkových nádorech, nádorech míchy a okolních tkání, prolapsech intervertebrálních plotének a infekčních onemocnění. Dále se látka při primárních a sekundárních nádorech jater, pankreatu, onemocnění ledvin – nádorech, cystách, při vyšetření po transplantaci ledvin. V pánevní oblasti se kontrast využívá při vyšetření nádorů dělohy a vaječníků. Specifickou roli má podání kontrastní látky při vyšetření nádorů prsu a při problémech s prsními implantáty, dále při onemocnění kostí a kloubů – nádorech kostí, měkkých tkání a chorobách synoviální výstelky. Při MR srdce je postkontrastní vyšetření metodou volby při infarktu a po transplantaci srdce. MR angiografie se provádí pouze u dospělé populace, protože je nutnost použít více kontrastní látky a tu by nemuselo dětské tělo bezpečně vyloučit. (SÚKL)

MultiHance je látka používající se k zobrazení jater a centrální nervové soustavy. Je částečně hepatospecifickou látkou, využívá se k detekci fokálních jaterních lézí u pacientů s primárním karcinomem jater nebo k detekci metastáz. Po aplikaci látky se

u vyšetření jater čeká 40–120 minut, játra bývají hypersignální ještě minimálně 2 hodiny po aplikaci.

Primovist, kyselina gadoxetová, je čistě hepatospecifickou kontrastní látkou, tudíž se používá výhradně při magnetické rezonanci jater – k detekci fokálních lézí. (SÚKL; Mazánková, 2011, s. 26-27) Všechny tyto kontrastní látky jsou aplikovány intravenózně formou bolusu. Dále se mohou použít i látky k perorálnímu užití, které odliší střevní lumen od střevních orgánů. Mezi tyto látky se řadí voda, roztok gadolinia či partikule železa. (Mazánková, 2011; s. 25)

Absolutní kontraindikací u Dotaremu je hypersenzitivita na kyselinu gadoterovou, meglumin a na jiné léčivé přípravky obsahující gadolinium, jako i u Gadovistu a ostatních gadoliniových kontrastních látek. Relativní kontraindikací pro podání Gadovistu je těhotenství, protože na studiích na zvířatech bylo zjištěno, že přípravky obsahující gadobutrolum jsou reprodukčně toxické.

Jak již bylo zmíněno, gadolinium je vysoce toxické, proto musí být vázáno na ligandy, které vytvářejí hydrofilní komplexy. (Mazánková, 2011, s. 25) Na kontrastní látku s obsahem gadolinia může být alergie u pacientů s predispozicemi k ní, v nejhorších případech může dojít až k anafylaktickému šoku. Nejčastější nežádoucí reakce jsou v místě vpichu, a to pocit chladu, či tepla. Nejběžnější nežádoucí reakce mimo místo vpichu bývají problémy s trávicím traktem – nauzea, zvracení, bolesti břicha, může se dostavit i svědění kůže, či vyrážka. U pacientů se sklony k nižšímu tlaku se může hypotenze projevit mdlobami. (Mazánková, 2011, s. 26-27)

Nejzávažnější riziko, kterému se předchází odběrem krve u pacientů starších 60 let a zjištění jejich ledvinných funkcí, je způsobení nefrogenní systémové fibrózy. V roce 2006 byla prokázána souvislost mezi nefrogenní systémovou fibrózou a podáním gadoliniové kontrastní látky. Za příčinu tomu bylo to, že při nedostatečné ledvinové funkci tělo vylučuje kontrastní látku dlouho a předpokládá se, že fyzikálně – chemickými vlastnostmi kontrastních látek se ionty gadolinia uvolnily samostatně do těla pacienta. (SÚKL; Mazánková, 2011, s. 27-28)

2 Specifika MR u dětí

2.1 MR děti a uspávání

Magnetická rezonance u dětí je často užívaným vyšetřením v pediatrii jak pro klinickou praxi, tak pro výzkum, obzvláště v neurologických studiích. K získání skenů vysoké kvality, je po dětech a dospívajících požadováno, aby během 45 minut a déle trvajících vyšetření zůstali klidně, a především nehybně ležet. Dlouhé a úzké gantry magnetické rezonance a hlasité zvuky rotujícího se magnetu mohou způsobit úzkost u i u starších dětí, někdy i u dospívajících. (Jaite, 2019; Hybschmann, 2021)

MR vyšetření patří mezi diagnostické indikace k anestezii, je-li to pro provedení vyšetření nezbytné. I bez chirurgického zásahu do organismu dítěte je nutné mít před podáním anestezie důkladné vyšetření obsahující základní anamnestické údaje a popis pediatrického vyšetření ne starší 7 dnů. Anesteziolog orientačně zhodnotí výkonnost kardiovaskulárního systému, vyloučí infekci dýchacích cest, posoudí stav hydratace dítěte a zhodnotí stav čelistí a chrupu pro možnost endotracheální intubace. (Mixa, 2012, s. 13)

Ve studii z Berlína, z roku 2019, ve které se porovnával pocit úzkosti dětských pacientů podstupujícím MR a EEG se nezaznamenala výrazně větší úzkost u pacientů podstupujících MR než EEG. Více než 98 % dětí a dospívajících průměrného věku 13,9 let, neuvádělo žádný, či jen minimální strach během MR skenování. (Jaite, 2019)

Podávání sedativ a celková narkóza má své, i když velice vzácné, nežádoucí účinky. Kvůli těmto účinkům, jako je postanesteziologická agitovanost a delirium je nutný zásah zdravotnického personálu, proto musí pacienti zůstat po podání léků v nemocnici pod dohledem. Někteří dětské pacienti s dlouhodobými či chronickými onemocněními musí postupovat vyšetření MR, tudíž i analgosedaci, z důvodu sledování progresu onemocnění a také účinku léčby. Tito dlouhodobě nemocní pediatrické pacienti mohou být opakovaně vystaveni sedaci a celkové anestezii, což vyvolává obavy z potencionálních rizik neurotoxicity anestezie/sedace na vyvíjející se mozek, zejména při dlouhodobé nebo opakované expozici. Obecně se proto preferuje snížit úzkost dítěte jiným nežli farmaceutickým způsobem, pokud to věk pacienta dovoluje, či snižovat potřebu sedace či celkové anestezie, aby se těmto důsledkům předešlo, zejména u dětí s rakovinou a chronickými onemocněními, které jsou opakovaně vyšetřovány. (Hybschmann, 2021)

2.2 Komunikace s dětským pacientem

Děti každého věku se stávají návštěvou nemocnice zranitelnější, ať už je to kvůli onemocnění, strachu z něj, nebo jejich limitace v porozumění personálu, vyšetřováním i celému průběhu léčby. Některé hospitalizované děti často pociťují stres a strach kvůli separaci z prostředí domova a rodiny. (Schmidt, 2007, s.341-342)

Obtížnost komunikace s pediatrickým pacientem je naprosto běžná. Pro radiologického asistenta je vyšetření rutinní záležitostí, pro dítě je to ale stres. Stres může být z prvního ošetření vůbec, kdy malý pacient nemusí být rodinou dobře k zákroku připraven, nebo i opakovaná návštěva nemocnice, kdy předchozí zkušenost byla nepříjemná, či hůře, bolestivá. V některých rodinách se dokonce stává, že návštěva lékaře je jakýsi typ strašení, není tedy divu, že se dítě bojí. (Matějček, 2001, s. 210)

Před samotným vyšetřením je nutné dítě psychicky připravit. První fáze příprav probíhá za ideálních podmínek u rodiny. Děti předškolního i mladšího školního věku podmanivě přejímá názory a vzorce chování svých nejbližších. Velice důležité je tedy čemu dítě nejen před vyšetřením naslouchá a jak se o zdravotnické péči zmiňuje jeho sociální okolí. Lze předpokládat, že pokud rodina lékaře a zdravotnický personál chválí, mluví před dítětem otevřeně ohledně pocitu z vyšetření a následné pomoci, nebude s takovým pacientem problém spolupráce. (Matějček, 2001, s. 210)

Druhá fáze příprav je již v rukou zdravotnického personálu, radiologického asistenta. Ten by měl úměrně pacientovu věku a intelektovému vývoji vysvětlit vše, co se bude dít a proč na vyšetření musí. Vše říkat popravdě, zatajování a klamání ve snaze zlehčit si situaci s rozechvělým dítětem se nevyplácí a pacient může z vyšetření odejít s již zmíněným pocitem strachu. Platí zde psychologická poučka, že pokud se děje něco nepříjemného podle očekávání, úzkostné napětí se snižuje. U batolat a předškolních dětí je třeba upoutat pozornost zajímavými prvky ošetřovny a dítě náležitě chválit za statečnost a spolupráci. U starších dětí se očekává spolupráce vzhledem k větší rozumové vyspělosti jednodušší, nesmí se však i tak zapomenout na důkladné vysvětlení úměrné věku. (Matějček, 2001, s. 210)

Mnohdy zapomínanou částí celého procesu vyšetření je čekání. Čekárna se stává jakýmsi místem psychické přípravy na vyšetření, její „nálada“ se odvíjí dle chování zdravotnického personálu, od počtu čekajících pacientů a také v neposlední řadě od délky čekání. Je zvykem, že děti by se měly brát na vyšetření přednostně, aby

na ně nedolehla nervozita čekání. Proto je velice důležité dodržovat časy objednávek a vyloučit jakékoliv dlouhé čekání. Čekající lidé bývají nervózní a netrpěliví, rodiče často své pocity přenáší právě na dítě. (Matějček, 2001, s. 210) Velmi užitečné je mít v čekárně dětský koutek, či místo, kde se může dítě volně pohybovat a tím rozbít onu nervozitu a obavy. (Matějček, 2001, s. 211)

Při vstupu do vyšetřovny je pro malé děti velice důležitý tělesný kontakt s rodičem/doprovodem, aby byl navozen pocit bezpečí. Po dobu vysvětlování je vhodné, aby rodič držel dítě za ruku, či aby dítě sedělo na klíně. I u školních dětí by měl být přítomen rodič. Ze strany personálu je snaha o klidné, vlídné a milé vystupování, aby se dítě nebálo. Radiologický asistent musí dát najevo, že vyšetření je nutné podstoupit, ale není se čeho bát. (Matějček, 2001, s. 211)

Během vyšetření s dítětem komunikovat více než s dospělým pacientem, výkon provést co nejšetrněji, profesionálně, a hlavně jej neuspěchat. Netrpělivost evokuje v dítěti nejistotu a úzkost a může mít vliv na průběh vyšetření. Pokud je k vyšetření indikována anestezie, je potřeba ji využít. Pro aplikaci MR kontrastní látky je nutno do žíly zavést kanylu. Opět by dítě nemělo být překvapeno. U kojenců a batolat lze lehce odpoutat pozornost, u předškoláků a mladšího školního věku je potřeba děj opět popsat a říkat, co právě děje, či co se dítě bude. Osvědčily se i otázky na momentální pocity a prožitky, přetrvávání v konverzaci. (Matějček, 2001, s. 211)

Problému komunikace s dítětem se věnovaly studie dětského vnímání nemoci, provedené v 90. letech ve spojených státech a naznačily, že dětem pomáhají vývojová schémata k vysvětlení a jejich následnému pochopení nemoci. Vytvořily se tak paradigmaty, které pomohly sestrám vyvinout specifické intervence, jako hry přiměřené věku dětí, rodinná účast a strategie zvládnutí bolesti. Kvalitativní studie byla provedena na 65 dětech, z nichž bylo 34 chlapců a 31 dívek ve věku od 5 do 18 let. (Schmidt, 2007, s.336-339) Děti ve věku 5 let byly schopny krátce verbalizovat chování sestry, které pro ně bylo důležité. Děti ocenily sestřičky, které byly laskavé a měly pozitivní postoj, pomohly jim od bolesti (navodily fyzický komfort), konverzovaly přiměřeně k jejich věku, odlehčily konverzaci humorem, či zábavnými prvky, evokovaly pozitivní náladu a pocit bezpečí. Děti také ocenily interakci s nimi jako s jednotlivcem, nikoli pouze se rodičem a poskytnutí pohody a podpory. Naopak neocenily sestry, které nenavozovaly oční či verbální kontakt při interakci přímo s nimi. Prokázalo se tedy ocenění sester, které přistupují k dětem pozitivně a uznávají pacienta jako jednotlivce. (Schmidt, 2007, s.341-342)

Chování personálu k dětem

- Při vstupu dítěte na vyšetřovnu se usmát a navázat oční kontakt.
- Představit se jako radiologický asistent a objasnit svou roli ve vyšetření.
- Poskytnout dítěti náležité informace o vyšetření stylem přizpůsobené k věku.
- Zeptat se přímo dítěte, jak se cítí, co zrovna potřebuje, zda chce něco vysvětlit.
- I za přítomnosti rodiče je potřeba individualizovaného a citlivého přístupu ze strany personálu.
- Při interakci s dítětem používat jeho jméno a zapojit jej do konverzace o jejich obavách z průběhu vyšetření, zeptat se i na zábavu mimo nemocnici.
- Zajištění rozptýlení přiměřené věku, interagovat přátelsky.
- Dítě častěji kontrolovat, ptát se, zda je všechno v pořádku, aby byl zajištěn pocit bezpečí.

(Schmidt, 2007, s.342)

3 Oblasti vyšetřované pomocí MR u pediatrických pacientů

3.1 MR lebky

Využívá se pro zobrazení lebky, přilehlých měkkých tkání a kůže, kdy se využívá možnost sekvencí s potlačením signálu tuku. Z těchto důvodů bývá MR indikována pro podrobnější charakteristiku mas měkkých tkání na lebce a na charakteristiku diskrétních kostních lézí, jako jsou například primární tumory či metastázy. Další velkou výhodou je zobrazení komunikace extrakraniálního a intrakraniálního prostoru, často obávaná, když diferenciální diagnóza obsahuje léze jako jsou cefalokély, dermoidní cysty či sinus pericranii, kraniální venózní anomálie, kdy dochází ke komunikaci mezi intrakraniálními sinusy a extrakraniálními žilními strukturami. (Yang, 2018, s. 4; Sinus pericranii, 2022)

3.2 MR vyšetření mozku

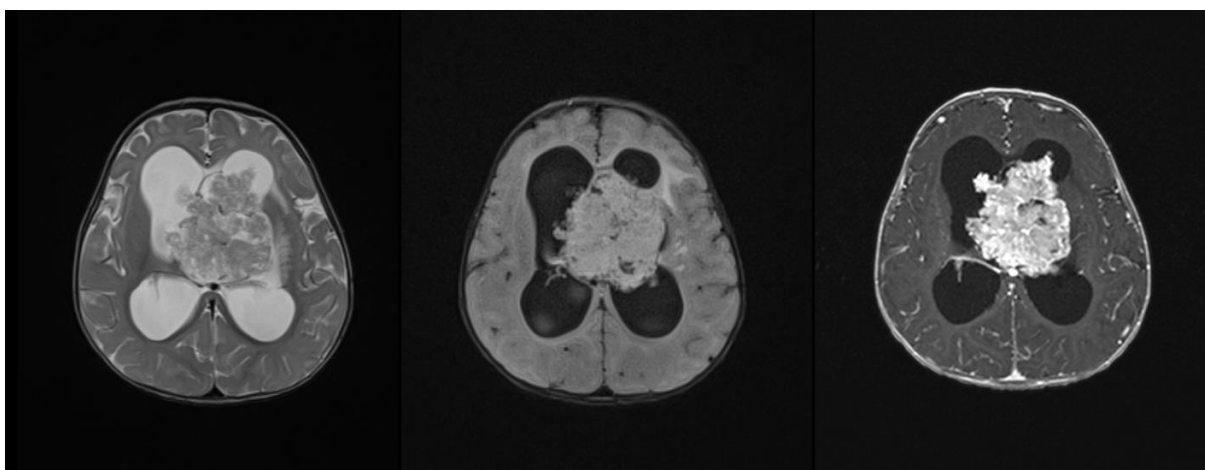
Magnetická rezonance (dále MR) má v neuroradiologii jako zobrazovací metoda obrovský význam. Většina všech vyšetření na MR je indikováno pro vyšetření nervové soustavy. (Vomáčka, 2015, s. 57) V dětské neuroradiologii má proto také obrovský význam. V zobrazování mozku dítěte se využívá téměř u všech diagnóz – vrozených vývojových vad, traumat a neurologických indikací, jako je i například ADHD. (Mechl, 2014, s.80; Hart, 2013, s 185) Magnetická rezonance je schopna vytvořit multiplanární řezy vyšetřované oblasti bez poškozujícího efektu radiace, jako je tomu například při CT vyšetření. I proto je MR ideální zobrazovací metodou využívající se u dětí jakéhokoliv věku. Ve srovnání s CT má také lepší rozlišovací schopnost při hodnocení mozkového parenchymu či zjišťování mikro-krvácení. Tím, že se zvyšuje dostupnost MR s vyšší intenzitou pole, nejčastěji o síle 3 Tesla, jsou poskytnuty detailní řezy a zlepšila se diagnostická přesnost pro určení mnoha diagnóz centrálního nervového systému. MR je schopna poskytnout vitální funkční a fyziologické informace o mozku, které nelze získat jinou zobrazovací metodou. (Prabhu, 2018, s. 53)

Pokročilé sekvence zahrnují difuzně vážené obrazy (DWI – diffusion-weighted imaging) a zobrazení tenzorů difuze magnetické rezonance (DTI – diffusion-tensor imaging), SWI (susceptibility-weighted imaging) – citlivé sekvence po podání

kontrastní látky, MR spektroskopii, perfuzní obrazy zahrnující značení arteriálního spinu jsou nyní součástí protokolů v mnoha institucích. (Prabhu, 2018, s. 53)

Dvě velké nevýhody magnetické rezonance jsou velmi dlouhé časy vyšetření a velká citlivost na pacientův pohyb, což je značně relevantní v dětské věkové skupině než u dospělých. (Prabhu, 2018, s.53) Tyto faktory si tudíž vyžadují použití analgosedace nebo celkové anestezie u části dětských pacientů. (Prabhu, 2018, s. 54)

Při akvizici dat je nutné použít všechny 3 roviny – koronální, sagitální a transversální a využít alespoň 4 diagnostické sekvence – vždy T2 a FLAIR (obrázek 1) a T1 sekvence. Při vyšetření s kontrastní látkou je nutné vyšetřit pacienta pomocí minimálně dvou T1 vážených sekvencí (obrázek 1). Orientace sagitálních sekvencí by měla být podle falx cerebri a mozkovodu, aby došlo k zobrazení střední roviny v jedné vrstvě, transversální linie kopíruje spojnici dolních okrajů corpus calosum. Při vyšetření epilepsie tzv. epi protokolem se koronální rovina sklápí kolmo na dlouhou osu hippocampu. (Mechl, 2014, s..23 a 80)



Obrázek 1. Srovnání T2 váženého obrazu mozku, FLAIR a T1 váženého obrazu s aplikací kontrastní látky. Obrazy s nálezem tumoru v komorovém systému s obstrukčním hydrocefalem. (PACS FNOL)

3.3 MR vyšetření hlavy a krku

Magnetická rezonance v této oblasti je doplňkovou metodou CT. Někdy je to modalita volby. Obecně je MR nástavbovou technikou pro vymezení měkkých tkání, cév a intrakraniálních postižení. Lební báze vyžaduje kombinaci CT a MR vyšetření.

CT vyšetření pro kostní struktury a MR na vyšetření neurovaskulárních struktur, měkkých tkání a kostní dřeně. MR angiografie, MR venografie, dopplerovský ultrazvuk, CT angiografie jsou metodou volby pro vyšetření cévního toku, cévní kalibr, cévních nádorů a malformací. Indikace k vyšetření temporální jámy magnetickou rezonancí zahrnuje sensorineurální ztrátu sluchu, komplikovanou koalescentní mastoiditidu a paralýzu faciálního nervu. (Juliano, 2018, s. 164-165)

3.4 MR vyšetření míchy a páteřního kanálu

Komplexní zobrazování a hodnocení při poruchách páteře je v dětské populaci zásadní. Správná volba zobrazovací metody a techniky, která může ujasnit diferenciální diagnózu, je důležitá pro další pacientovu léčbu. (Pacheco-Jacome, 2018, s. 309)

Mícha může být v dětském věku zatížena množstvím poruch. Mnoho z nich se projevuje vážnými akutními příznaky jako parestezie, paralýza, ztráty citu či střevními a vylučovacími potížemi. Včasná a správná diagnóza je nezbytná pro předcházení vyvinutí chronického stádia, či i úmrtí dítěte. (Haverkamp, 2018, s. 261) Indikacemi k magnetické rezonanci páteře u dítěte jsou tedy již zmíněné neurologické potíže naznačující problém v hmotě míšní, dále posttraumatické míšní poranění, spinální dysrafismus (vrozená vada, kdy se při vývoji úplně neuzavře neurální trubice), atypická skolióza a leptomeningeální metastatické postižení. (Haverkamp, 2018, s. 262-263; Venkataramana, 2011)

Magnetická rezonance se využívá pro svou vynikající rozlišovací schopnost měkkých tkání bez vystavení těla pacienta ionizujícímu záření. Informace mohou být získávány i metodou fázového kontrastu s hodnocením průtoku mozkomíšního moku, hodnocením obrazců edému kostní dřeně na standardních T2 sekvencích a na krátkých T1 sekvencích s potlačením tuku, tzv. STIR. Nicméně mnoho institucí také zahrnuje sagitální STIR sekvence s cílem zachytit edém co nejzřetelněji. *U dětských pacientů s těžkou skoliózou, koronální, či T2 vážené izotropní obrazy s rekonstrukcemi v různých rovinách jsou nehodnotitelné.* (Haverkamp, 2018, s. 262) Demyelinizační onemocnění a neoplazmata vyžadují T1 postkontrastní sekvence v nejméně dvou rovinách, obvykle axiální a sagitální. (Haverkamp, 2018, s. 262-263)

Novým a důležitým objevem jsou sekvence, které mohou být výhodně využity při zobrazování některých patologických procesů. Například difuzně vážené MR

zobrazování je schopno od sebe rozlišit cysty epidermoidní od arachnoidní, která má právě volnou propustnost. Čím dál častěji se také v protokolech objevují varianty 3D fast spin echo (FSE) sekvencí. Dle výrobce jsou akronymy pro toto 3D zobrazování: SPACE, FSE-XETA, VISTA apod. Tyto zobrazovací sekvence jsou charakterizovány modulací převrácení úhlu během fast spin echo odečtu. Jako výsledek tedy máme 3D obraz s vysokým objemovým rozlišením, které mohou být preformátovány do více zobrazovacích rovin. Díky těmto možnostem, užitečnost těchto sekvencí bylo popsáno ve vyšetření kompresí nervových kořenů herniovanou meziobratlovou ploténkou. (Haverkamp, 2018, s. 263-264)

DTI (diffusion tensor images) je také nejmodernější technika která byla nedávno navržena pro vyšetření páteře. Odtržení nervového kořenu může být charakterizováno demonstrací diskontinuity mezi vlákny páteřní míchy a přilehlými nervovými vlákny. DTI bylo také využito ve vyšetření páteřních tumorů. Užití těchto sekvencí v pediatrické radiologii však zůstává stále na experimentální úrovni a je nutno provést další studie před tím, než se sekvencím dá klinický význam. (Haverkamp, 2018, s. 264)

Pro zjištění charakteristik cerebrospinálního průtoku mohou být užity sekvence s podáním fázového kontrastu. Tyto sekvence jsou částečně užitečné k posouzení pohybu mozečkových tonzil při Chiariho malformacích I. typu, které mohou zamezit toku likvoru a mohou být spojeny s progresivně se zvětšující míšní syringomyelií. (Haverkamp, 2018, s. 264)

Na T2 – vážených obrazech, centrální kanál je občasně viděn jako tenké hyperintenzní tubulární místo. Medulární konus končí u nebo nad diskem druhého až třetího bederního obratle a thekální vak obvykle končí na úrovni sacra. Filum terminale vybíhá z conus medullaris jako hypointenzivní provázek na T1 a T2 vážených obrazech, měřící přibližně méně než 2 mm. (Haverkamp, 2018, s. 264)

Magnetická rezonance hraje důležitou roli ve vyšetření páteřního kanálu a jeho kostní dřeně. Obeznačenost s normální progresí z červené do tukové kostní dřeně podle věku je prvořadá pro rozlišení normálního vývoje či patologie. (Pacheco-Jacome, 2018, s. 310)

T1-vážené, T2-vážené a sekvence s potlačením tuku jsou využitelné při určování normálních vzorů kostní dřeně oproti brzkým dřeňovým onemocněním nebo edému. Prekontrastní a postkontrastní T1-vážené MR zobrazování zahrnující tukem nasycené sekvence dovoluje důkladnější charakterizaci lézí s centrem v dřeni. Difuzně vážené zobrazování se správně zvolenou mapou difuzního koeficientu je velice

užitečné při hodnocení cystických lézí. Toto zobrazení pomůže určit diferenciální diagnózu, zda se jedná o dermoidní/epidermoidní cystu, nebo arachnoidální cystu. U dermoidních či epidermoidních cyst je více často omezena difuze. (Pacheco-Jacome, 2018, s. 310)

3.5 MR plic

Lékařské zobrazování plic dovolilo nejen vizualizaci anatomie a funkce plic, ale také vedlo k zvýšení detekce a diagnózy různých vrozených i získaných plicních chorob v pediatrické populaci. Jak šel čas, zobrazovací metody pomohly zlepšit naše znalosti a pochopení etiologie, začátek, načasování, a průběh těchto abnormalit a také má velký vliv v léčbě plicních onemocnění. Nejvíce využívanou metodou ve vyšetření hrudníku je však stále prostý snímek srdce a plic. Je to i nejčastější vyšetření zobrazovacích metod u dětí. (Laya, 2018, s. 358)

Nemoci dýchacích cest jsou velice běžnými problémy dětské populace. Zobrazovací metody jsou nezbytnou součástí určování diagnóz, které mohou být i život ohrožující. Projevují se jako stridor či sípání s respirační tísní a bývají způsobeny akutní obstrukcí dýchacích cest. S menšími a více náchylnými dýchacími cestami bývají děti daleko náchylnější k vytvoření symptomů nežli dospělá populace. Chronické obstrukce se mohou projevovat jako opakující se plicní infekce nebo obstrukční spánkové apnoe. (Zucker, 2018, s. 473)

Magnetická rezonance je zavedená neinvazivní modalita, která spolehlivě zobrazí průřezy různých orgánových systémů. Nicméně, MR plic se výrazně liší od zobrazování jiných orgánů, jelikož mají nízkou protonovou denzitu, vysokou ztrátu signálu a vyšetření je zatíženo podstatnými pohybovými artefakty. Fyziologická plíce tedy netvoří téměř žádný MR signál, o to jasněji viditelné jsou na plicích patologie s tekutinou či jiným proton signálním obsahem. Méně užitečné a méně kvalitní je vyšetření u procesů signál postrádajících, jako např.: vzduchem vyplněné bulky, emfyzém a další cystické struktury. Artefakty z kardiálních a dýchacích pohybů jsou hlavní příčinou pro obtížnost získávání reprodukovatelných a diagnostických MR obrazů plíce, ale s využitím momentálně dostupných rychlých zobrazovacích technik využívajících kombinaci EKG a respiračního gatingu, získává tato metoda v posledních letech nárůst vyšetření. (Laya, 2018. s.262)

Magnetickou rezonancí mohou být spolehlivě zobrazeny plicní onemocnění zahrnující alveolární infiltraci či exsudaci, včetně zápalu plic a plicního edému. Tyto onemocnění však nelze odhalit v časně fázi, a proto stále zůstává jako první metodou volby vyšetření na CT. (Laya, 2018. s.262)

Vrozené vady jako plicní stenóza se anomální vyživovací cévou lze zobrazit MR angiografií. U hybridních plicnicových malformací, které cévu neobsahují, však dochází u zobrazování k potížím. Pomocí MR mohou být také zachyceny metastázy o velikosti 5 mm a větší. (Laya, 2018. s.262)

Hlavní výhodou MR plic je kombinace funkční studie s morfologickým hodnocením při vysokém prostorovém a časovém rozlišení, a navíc bez rizika ionizujícího záření. Tyto funkční MR studie plic zahrnují měření perfuze, průtoku krve, plicní ventilace, výměny plynů stejně jako respiračních pohybů a mechaniky. MR perfuzní vyšetření, které může být buď s nebo bez kontrastní látky, může být uskutečněno samotné, nebo spolu s ventilačním zobrazením k vytvoření ventilačně/perfuzního MR zobrazení. Zobrazování za pomoci inhalace kyslíku vyhodnocuje dodávku kyslíku na alveolární úrovni, užitečné při hodnocení velkého počtu plicních onemocnění. Dále lze inhalovat hyperpolarizované vzácné plyny jako je např. helium a xenon, které poskytují jak strukturální, tak funkční plicní měření. Momentálně se tato metoda praktikuje v některých zobrazovacích centrech s dostupností polarizátoru. (Laya, 2018. s.262-263)

Pomocí intravenózní aplikace gadoliniové kontrastní látky je možno hodnocení podezření na neoplastické nebo infekční příčiny obstrukce horních cest dýchacích. Vedle statických MR sekvencí pro anatomické vyšetření lze použít i tzv. fast gradientní echo sekvence. Tato vyšetřovací modalita umožní dynamické posouzení dýchacích cest při onemocněních jako obstrukční spánkové apnoe či velofaryngeální insuficience. (Zucker, 2018, s. 477)

K vyšetření se používá head-and-neck cívky, kdy u malých pacientů lze takto vyšetřit dýchací cesty od vstupní nosní části až po tracheální carinu. U větších pacientů se dolní část dýchacích cest může nacházet mimo FOV. Po 3D lokalizéru se pokračuje sagitálními a axiálními T1-váženými spin echo sekvencemi a sagitálními a axiálními fast SE inversion recovery sekvencemi. Následuje dynamické sledování prováděné ve střední linii sagitální a axiální roviny ve střední části jazyka pomocí fast gradient-echo sekvencí. Náběr dat pomocí této metody probíhá přibližně dvě minuty s výsledkem zobrazení v režimu filmu. (Zucker, 2018, s. 477-478)

3.6 MR vyšetření pleury a pleurální dutiny

Děti mohou onemocnět různorodými patologickými poruchami které postihují pleuru a pleurální dutinu, přičemž zobrazovací metody hrají obrovskou roli při určování základní etiologie, umístění a rozšíření problému. Abnormality mohou být až nepatrné, a proto často vyžadují pečlivé vyšetření pomocí více zobrazovacích modalit. (Ayyala, 2018, s. 457)

Magnetická rezonance je excelentní zobrazovací metoda v diagnostice abnormalit pleury, hlavně pro svou vynikající schopnost charakteristiky měkké tkáně bez radiční zátěže. Bohužel, kvůli nižší dostupnosti MR oproti CT a dlouhému času vyšetření s pravděpodobností nutnosti sedace, je v současnosti role magnetické rezonance při hodnocení pleury vyhrazena pro řešení problémů ve specifických situacích, kdy je po dalších zobrazovacích studiích nezbytná podrobnější charakterizace pleurálních lézí. Pomocí MR signálů lze diagnostikovat pleurální onemocnění či odlišit maligní léze od benigních. Nicméně i v těchto případech je nutné histologické vyšetření a z něj určení definitivní diagnózy.

Při vyšetřeních pleury se obvykle využívá jak T1, tak T2 vážených sekvencí a následně postkontrastně vážených T1 sekvencí v axiální a koronální rovině. Při vyšetřeních lézí přilehlých ke sternu či k páteři je dobré doplnění i sekvence v sagitální rovině. (Ayyala, 2018, s. 461-462)

3.7 MR srdce

V posledních letech se čím dál častěji objevují u dětských pacientů vrozené i získané vady srdce. Tato incidence je dána i tím, že více dětí s těmito problémy přežívá díky vyspělé léčby a výraznému pokroku v chirurgické technice. Zobrazovací metody jsou u těchto nemocí v popředí diagnostiky u dětí s klinickým podezřením nebo již známou srdeční vadou. (Browne, 2018, s. 508)

Kardiální vyšetření na magnetické rezonanci může být rozděleno na hodnocení kardiovaskulární morfologie, kvantifikace komorové funkce a kvalifikace krevního průtoku. Každé z těchto hodnocení zahrnuje vyhrazené MR sekvence optimalizované pro jejich individuální roli. (Browne, 2018, s. 509)

Vyšetření kardiovaskulární morfologie se provádí využitím statických SE sekvencí T1 nebo T2 vážených, tzv. „dark blood“ nebo dynamických GE sekvencí, tzv.

„bright blood“. SE statické „dark blood“ techniky zahrnují statický přehled extrakardiálního hrudního cévního zásobení. Dynamické gradient echo sekvence umožňuje dynamické posouzení hrudních cév pomocí více snímků získaných v průběhu srdečního cyklu. Toto zobrazení poskytuje přesný obraz např. aneurysmatu/stenózy cév, jejichž průměry se mění v průběhu cyklu. (Browne, 2018, s. 509)

Vyšetření koronálních tepen zahrnuje specifickou sekvenci, tzv 3D SSFP, která zahrnuje snímky s vysokým rozlišením nahrávané během krátkého období srdečního cyklu, kdy je srdce relativně nehybné, obvykle na konci diastoly při nižší srdeční frekvenci a na konci systoly při vyšší srdeční frekvenci. Náběr dat této sekvence trvá relativně dlouho, obvykle 5 a více minut a dechová činnost je řízena pomocí respiračního navigování. Tato technika je načasována tak, aby k akvizici docházelo během krátké exkurze bránice. (Browne, 2018, s. 509)

Kontrastní 3D angiografie magnetickou rezonancí (MRA) také poskytuje možnost excelentního posouzení morfologie hrudní a břišních cév pomocí technik s časovým rozlišením. Tyto techniky zajišťují rychlý náběr dat, který může být použit k izolaci plicní a systémové arteriální fáze zvýšení kontrastu. (Browne, 2018, s. 509)

Vyšetření ventrikulární funkce je prováděno dynamickým 2D SSFP sekvencemi které jsou nastaveny k poskytování excelentní diferenciaci krevního zásobení myokardu. Obrazy jsou získávány ve dvou rovinách podobných těm, které jsou získávány při echo vyšetření. První rovina, tzv. dvoukomorová (2 - chamber), zobrazuje pravou a levou síň a doprovodnou komoru koronálním šikmým řezem a druhá rovina, tzv. čtyřkomorová (4 - chamber), zobrazuje transverzálním řezem síně i komory. Třetí rovina, tzv. krátká osa (short axis), je sagitálním řezem šikmo přes pravou a levou komoru. Další volitelné roviny, jako například zobrazení výtokového traktu levé komory či kořenové roviny aorty, mohou být zahrnuty ve vyšetření dle pozice a chování patologie. (Browne, 2018, s. 509)

Objem komor je vypočítán sečtením jednotlivých objemů komor na každém z řezů z krátké osy nebo čtyřkomorových řezů. Snímání probíhá na konci diastoly a systoly a výpočet a postprocessing probíhá za pomoci specializovaného softwaru. (Browne, 2018, s. 506)

Vyšetření toku se provádí dynamickými sekvencemi s fázovým kontrastem. Průtokové sekvence se využívají k hodnocení zdvihových objemů a regurgitačních

frakcí přes aortální a plicní chlopně a lze je použít k měření objemu pravo-levého srdečního zkratu. (Browne, 2018, s. 509-510)

Celkové MR vyšetření srdce, zahrnující morfologické posouzení, ventrikulární funkci a analýzu toku je prováděno okolo 60–90 minut, proto je u pediatrických pacientů nutná buď analgosedace či celková anestezie. (Browne, 2018, s. 510-511)

3.8 MR břicha a pánve

MR břicha u dětí se provádí především k vyšetření jater, slinivky, ledvin, nadledvin, sleziny, retroperitonea a pánve při podezření či prokázání velkoobjemových tumorů jako je teratom, neuroblastom a hepatoblastom, kdy není zcela znám výchozí orgán. Dále se zobrazovací metody využívá při nejasném nálezu na UZ vyšetření či při RTG břicha u dětí. (Mechl, 2014, s. 86-89)

Vyšetření probíhá s pomocí respiračního gatingu, podává se kontrastní látka a obecně je doporučeno provádět T1 sekvenci před podáním kontrastní látky, která má stejné parametry jako T1 sekvence pro všechny postkontrastní fáze. Dynamické sekvence se nahrávají při volném dýchání dítěte se současným podáváním kontrastní látky. Před vyšetřením je vhodné s dítětem nacvičit dechovou spolupráci a dostatečně a úměrně věku mu vysvětlit důležitost pokynů. Skenuje se obvykle ve transverzální a koronální rovině oblast od bránice až na dno pánevní. (Mechl, 2014, s. 86-89)

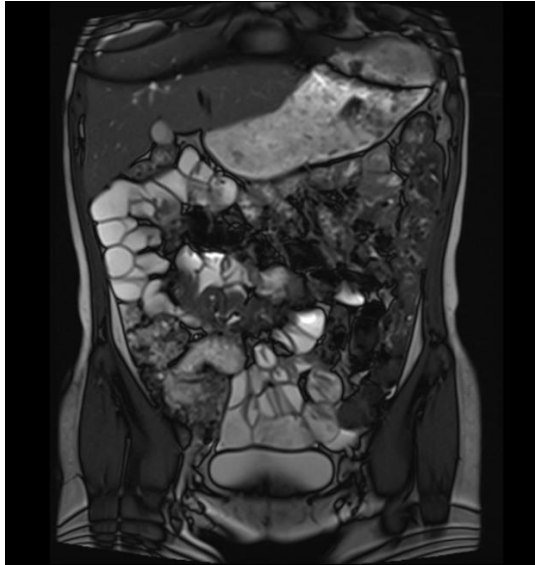
3.9 MR enterografie

Enterografie magnetickou rezonancí (obrázek 2) je stále více rozšířená důležitá zobrazovací metoda, která se nejčastěji používá k hodnocení zánětlivého onemocnění střev, jako je Crohnova choroba či ulcerózní kolitida. Umožňuje hodnocení lumen a stěny střeva, přilehlého mezenteria a měkkých tkání, stejně jako různých mimo střevních abdomino-pelvických projevů zánětlivých procesů bez vystavení škodlivému ionizujícímu záření. MR enterografii lze použít jak k prvotnímu hodnocení zánětlivého onemocnění střev, tak dále, zejména u Crohnovy choroby, je tato metoda užitečná při hodnocení stupně zánětlivé aktivity během času a slouží jako radiologický biomarker pro odpověď léčebné terapie a identifikace různých komplikací, které s onemocněním souvisí, jako jsou striktury, píštěle a abscesy. (Mollard, 2015, s. 29)

Neexistuje jediný správný způsob provedení MR enterografie, avšak každý protokol má společné prvky: vhodné anatomické krytí, roztažení tenkého střeva, farmakologickou paralýzu střev, prekontrastní rychlé sekvence k vymezení anatomického rozsahu bez rozmazání, sekvenci citlivou na tekutiny k vyhodnocení střevního a mezenterického edému a následné dynamické zobrazování se zvýšeným kontrastem. (Grand, 2013, s. 100)

Při tomto vyšetření je velice důležitá příprava. Obecná doporučení jsou 3 dny před vyšetřením požívat bezsezbytkovou stravu, aby bylo střevo celkově vyprázdněno, v den vyšetření přijít nalačno. Dále je důležité celkové zavodnění organismu, tudíž pít dostatek tekutin. Dětsí pacienti, kteří nejsou vyšetřováni pod celkovou anestezií dorazí na pracoviště o hodinu dříve, než má být vyšetření provedeno a pijí 1l hyperosmolárního roztoku – baryové kontrastní látky (Manitolu nebo sorbitolu), nebo vody dle nutnosti roztažení střeva. (Mollard, 2015, s. 30; Heřman, s.120) U dětí, které jsou při vyšetření v celkové anestezii se kontrastní látka podává přes nazogastričnou sondu. (Mollard, 2015, s.30) Dále je důležité s dítětem před vyšetřením nacvičit povely dýchání, kdy apnoe u dětí je ideální cca 11 s, aby byl pacient schopen při respiračně navigovaných sekvencích zadržet dech na dostatečně dlouho. Při vyšetření je také nutno zpomalit střevní peristaltiku a to aplikací i.v. Buscopanu. (Žižka, 2015, s. 78-81)

Vyšetření obvykle začíná rychlou nativní T2 váženou sekvencí, aby se zjistilo, zda kontrastní látka nestagnuje v žaludku a pokračuje do tenkého a tlustého střeva. Následně se pokračuje nativními T2 váženými sekvencemi, jejichž délka by měla odpovídat dechovým možnostem pacienta. Po aplikaci gadoliniové kontrastní látky i.v. se ihned pokračuje difuzně váženými SE sekvencemi, dále s časovým odstupem několika minut T1 váženými GE sekvencemi. (Žižka, 2015, s. 78-81)



Obrázek 2. MR enterografie dívky, T2 vážený obraz, bez patologie. (PACS FNOL)

3.10 MRCP

Cholangiopankreatikografie magnetickou rezonancí je neinvazivní vyšetřovací metodou zobrazující žlučové a pankreatické vývody. Indikace k tomuto vyšetření jsou nejasné nálezy na UZ obraze s možností nálezu konkrémentů ve žlučových a pankreatických vývodech, vrozené vady a anomálie, zobrazení vývodů po traumatech, zobrazení maligních či benigních stenóz nebo dilatací vývodů. (Mechl, 2014, s. 76)

Vyšetření se provádí vleže na zádech, je nutné 4 hodiny nepřijímat tekutou potravu, aby signál tekutiny ze žaludku a duodena nenarušoval vyšetření. Protokol je založen na těžce vážených T2 obrazech, aby zobrazily tekutý obsah vývodů. (Mechl, 2014, s. 76-79)

3.11 MR jater

Indikací k vyšetření jater, slinivky, ledvin a nadledvin magnetickou rezonancí je obvykle objasnění UZ obrazu při podezření na jaterní cysty či hemangiom, vrozené vývojové vady, tumory a zánětlivé procesy. Před vyšetřením je nutné 2–4 hodiny lačnit.

Vyšetření probíhá s respirační navigací a pomocí respiračně navigovaných sekvencí. Provádí se i kontrastní dynamická fáze, kdy akvizice dat probíhá již současně s podáváním kontrastní látky. Pro zklidnění motility střeva se podává Buscopan i.v. množstvím přizpůsobený hmotnosti dítěte. Provádějí se nativní skeny a dynamické poskontrastní akvizice v T1 vážených obrazech. (Mechl, 2014, 90-93)

3.12 MR muskuloskeletálního systému

Magnetická rezonance je nepřesnější zobrazovací metodou pro měkké tkáně muskuloskeletálního systému. (Vomáčka, 2015, s. 126) Vysoké prostorové a kontrastní rozlišení MR se využívá zejména u postižení šlach, chrupavčitých a osteochondrálních tkání a také u úrazů, u kterých metoda první volby nebyla průkazná. (Piccolo, 2017, s.86) U dětí lze klouby zobrazit i na relativně jednoduchých přístrojích o síle 0,2 T, open typy rezonancí také odstraňují kontraindikace z klaustrofobie a celkově je vyšetření pro dítě méně stresující. (Vomáčka, 2015, s. 126) Děti jsou zvláště náchylné k traumatickým a sportovním zraněním, jak akutním, tak chronickým – zraněním z přetížení. Rychlá a přesná diagnostika je nezbytná pro zachování dobré funkčnosti postižené končetiny. Hodnocení traumatu spolu s epidemiologickými údaji je u pediatrických pacientů složitý problém. Zejména proto, že dětský muskuloskeletální systém je výrazně rozdílný od toho dospělého. Základním principem je, že dítě není „malý dospělý“ a traumatické zranění a jejich radiologický obraz se může lišit v závislosti na věku. (Piccolo, 2017, s. 85-86)

U provedení vyšetření je nutností použít tomu odpovídající cívku, ideálně vícekanálovou. Pro fixaci v cívce a znehybnění je doporučováno použití fixátorů. U vyšetření kyčelních kloubů lze použít cívku břišní – body array, cardiac array, torso array. Protokoly pro zobrazení kloubů se neobejdou bez T1 vážených sekvencí bez potlačení tuku a proton denzních sekvencí s potlačením tuku. Vše musí být zobrazeno v nejméně dvou rovinách, kdy každý kloub má svou orientaci rovin, např. sagitální rovina u kolenního kloubu probíhá s průběhem předního zkříženého vazů. Aplikace kontrastní látky je možností, a to například u zánětlivých postižení. (Mechl, 2014, s. 56-67)

3.13 Celotělová MR

Technika celotělového MR umožňuje zobrazení celého pacienta bez radiční zátěže, i proto je v pediatrické diagnostice vítána, Cílem vyšetření je maximální pokrytí celého těla v co nejkratším čase s použitím minimálního počtu sekvencí. (Darge, 2008, s. 289) Využívá se hojně a je užitečné nejen při potřebě vymezení rozsahu a distribuce systémového nebo multifokálního onemocnění, ale také pro stanovení diagnózy a hodnocení léčebné odpovědi. Celotělová MR je zvláště užitečná u pacientů

s geneticky radiosenzitivní poruchou a zobrazení různých onkologických i neonkologických onemocnění u dětí. (Goo, 2015,; Darge, 2008, s. 289)

Signály z celotělové MR jsou přijímány z několika typů cívek, včetně povrchové a multikanálové. Během celotělového vyšetření lze kdykoliv zobrazit jakoukoliv část těla, aniž by bylo nutné se systémem cívek hýbat. Užití sekvencí je individuální, obecně se preferují sekvence, které mají schopnost pokrýt celé tělo během krátké doby, řadí se mezi ně STIR sekvence a T1-vážené sekvence, které jsou pro celotělové zobrazení klíčové. (Goo, 2015)

4 Metodika výzkumu

Praktická část diplomové práce byla provedena jako kvantitativní retrospektivní výzkum. V systému PACS byla vyhledána pediatrická vyšetření, které byla v časovém rozmezí od 7.4. 2021 do 22.9. 2021 provedena na magnetické rezonanci ve Fakultní nemocnici Olomouc. Děti byly rozděleny do dvou skupin, a to na pacienty vyšetřené ve středy dopoledne, kdy je vyhrazený prostor na vyšetření s anestezií a dále na skupinu dětí, které byly vyšetřeny v jinou dobu než ve středu dopoledne.

4.1 Výzkumné cíle a hypotézy

Cílem výzkumu bylo zjistit specifika vyšetření dětských pacientů na magnetické rezonanci ve Fakultní nemocnici Olomouc. Dílčími cíli jsou:

1. Zjištění nejčastěji vyšetřované oblasti u dětí.
H1₀: Při MR dětí není rozdíl v počtu vyšetření jednotlivých oblastí.
H1_A: Při MR dětí je rozdíl v počtu vyšetření jednotlivých oblastí.
2. Zjištění nejčastěji vyšetřované oblasti v závislosti na věku dítěte.
H2₀: Věk dítěte neovlivňuje četnost vyšetření jednotlivých oblastí.
H2_A: Věk dítěte ovlivňuje četnost vyšetření jednotlivých oblastí.
3. Zjištění, zda je rozdíl v počtu negativních nálezů v jednotlivých oblastech.
H3₀: Při vyšetřování dětí na MR není signifikantní rozdíl v počtu negativních nálezů v jednotlivých oblastech.
H3_A: Při vyšetřování dětí na MR je signifikantní rozdíl v počtu negativních nálezů v jednotlivých oblastech.
4. Zjištění, zda je při vyšetřování dětí na MR s uspáním ve středy vyhrazeno v plánovacím rozpisu dostatečné časové okno.
H4₀: Pro MR u dětí s uspáním je ve středy vyhrazeno dostatečné časové okno.
H4_A: Pro MR u dětí s uspáním není ve středy vyhrazeno dostatečné časové okno.

4.2 Charakteristika souboru

Výzkumný soubor tvoří 307 vyšetření, která byla provedena u 275 dětí ve věku od narození do dovršení 18 let. Vyšetření byla provedena na magnetické rezonanci ve Fakultní nemocnici Olomouc v období od 7.4. 2021 do 22.9. 2021.

4.3 Metoda sběru dat

Výběr dat byl realizován po svolení nahlížení do dokumentace z nemocničního systému Fakultní nemocnice Olomouc a po udělení souhlasného stanoviska etické komise Fakulty zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci. Po stanovení kritérií v systému PACS – dle data a podle věku pacientů byla retrospektivně zaznamenány informace o vyšetření dětských pacientů s důkladnou anonymizací pomocí přiděleného čísla pacienta a vyšetření.

4.4 Realizace výzkumu

Výzkum probíhal retrospektivně a s důkladnou anonymizací. Byla zaznamenána následující data: věk v době vyšetření, pohlaví, zda je vyšetření na magnetické rezonanci s danou oblastí pro pacienta první, nebo kontrolní, zaměření vyšetření, vyšetřovaná oblast, zda byla použita při vyšetření kontrastní látka, pozitivní či negativní nález a čas spuštění první a poslední sekvence vyšetření. Následně jsme zjišťovali rozdíl mezi časem, na který bylo vyšetření objednáno a časem spuštění lokalizéru. Za zpoždění jsme považovali časový rozdíl přesahující 15 minut.

4.5 Zpracování dat – statistická analýza

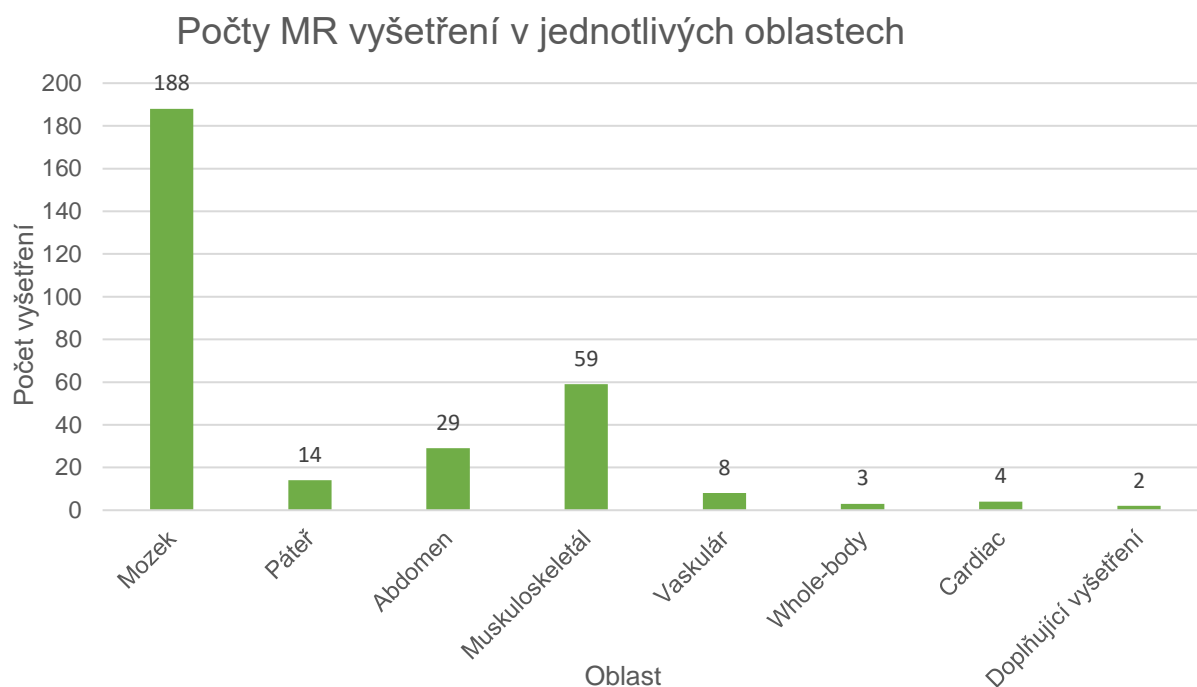
Anonymizovaná data o vyšetření byla zaznamenána do programu Microsoft Excel a následně shrnuta v histogramech. Statistická signifikance byla hodnocena pomocí Fisherova exaktního testu na hladině významnosti 0,05.

5 Výsledky výzkumu

Výzkumný soubor tvořilo 307 vyšetření, která byla provedena u 275 dětí ve věku od narození do dovršení 18 let. Při započtení všech vyšetření byl průměrný věk vyšetřovaných pacientů 9,65 let (9 let a 7 a půl měsíce), medián 10,2 roku (10 let a 2 a půl měsíce). 48,9 % tvořili chlapci (150) a 51,1 % dívky (157).

5.1 Nejčastěji vyšetřované oblasti u dětí

Graf 1 shrnuje počet vyšetření v jednotlivých oblastech.



Graf 1. Počet pediatrických MR vyšetření v jednotlivých oblastech zájmu. (Vlastní zpracování)

Zcela evidentní je dominance MR vyšetření mozku (61,2 %), kam byla zahrnuta následující vyšetření: Mozek ve standartních sekvencích (96 vyšetření), protokol na epilepsii (27 vyšetření), hypofyzární protokol zaměřující se především na odhalení vzniku předčasné puberty (18 vyšetření), protokol na tumory mozku (14 vyšetření), mozek + orbity (11 vyšetření), protokol na hydrocefalus (4 vyšetření), mozek +

pyramidy (3 vyšetření), mozek + C páteř (3 vyšetření), mozek s MR angiografií (2 vyšetření). Dále se po jednom vyskytly protokoly Mozek + MR angiografie + MR venografie, mozek se zaměřením na hypofýzu, mozek + MR angiografie – STROKE protokol a mozek – časná pooperační kontrola.

U vyšetření páteře (celkem 16 vyšetření, 4,6 %) dominovala bederní páteř s 8 vyšetřeními. Kombinace TH a LS páteře se objevila celkem 2x, hrudní páteř pak samostatně 3x. Vyšetření celé páteře – celého míšního kanálu se u dětí za dobu výzkumu provedlo 1x.

U břišních vyšetření dominovala MR enterografie (14 vyšetření, 9,5 %), následovalo MRCP (5 vyšetření), vyšetření pánve se zaměřením na orgány (4 vyšetření), splenoportografie (2 vyšetření), ledviny s malou pánví (2 vyšetření) a břicho se zaměřením na játra se vyšetřovalo 1x.

U vyšetření muskuloskeletálního systému (59 vyšetření, 19,2 %) se nejvíc krát opakoval kolenní kloub (14 vyšetření), vyšetření kyčle/obou kyčlí (13 vyšetření), početně pak s 5 vyšetřeními – rameno a hlezno, 4 vyšetření lokte a 4 vyšetření temporomandibulárního kloubu, ruka, noha, lýtko/bérec měly po 3 vyšetřeních a po 2 vyšetřeních měly oblasti femur/stehno a loketní kloub. Jednou se objevilo vyšetření kalvy.

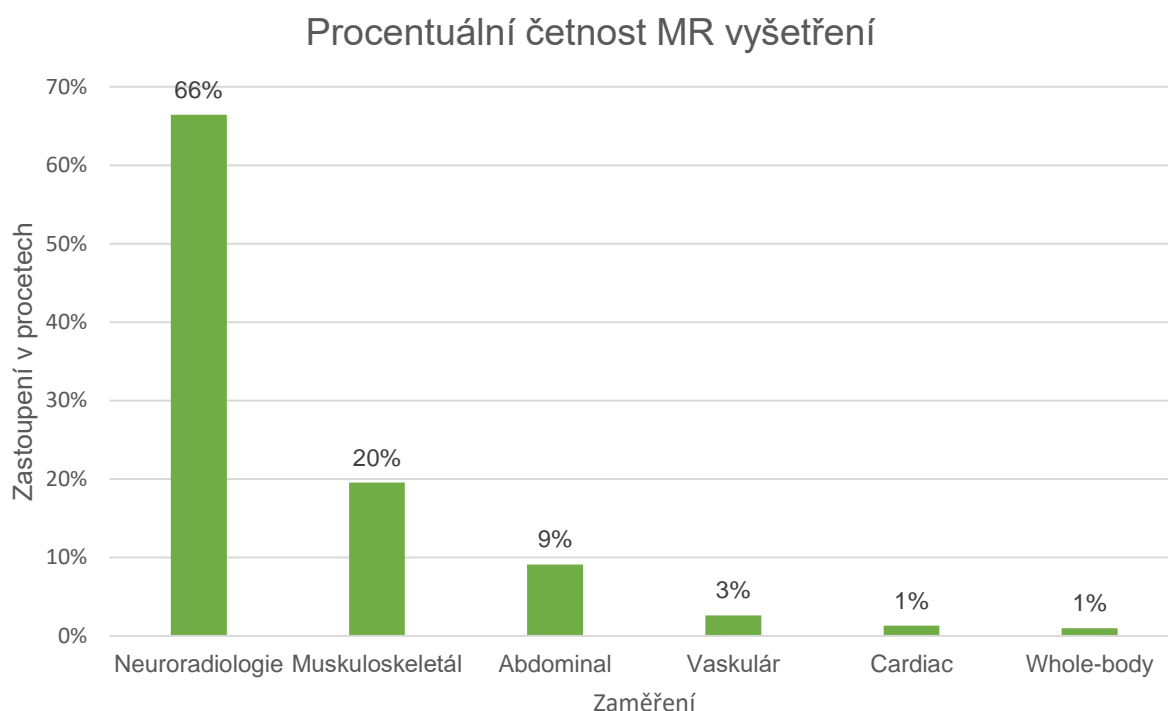
U vaskulárních (8 vyšetření, 2,61 %) vyšetření převládala vyšetření cévních malformací, celkem bylo provedeno 7 vyšetření: 2 vyšetření hlavy, trupu, dolní končetiny a 1 vyšetření malformace horní končetiny. Jedenkrát se prováděla MR angiografie aorty.

Četnostně pak následovaly oblasti srdce (4 vyšetření, 1,3 %) a celotělová vyšetření (3 vyšetření, 0,98 %).

Na základě našich zjištění zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme alternativní hypotézu: **Při MR dětí je rozdíl v počtu vyšetření jednotlivých oblastí.**

5.2 Počty negativních nálezů v jednotlivých oblastech

Vzhledem ke zjištění, že ze 307 pediatrických MR vyšetření tvoří 86 % zobrazení neuroradiologie, tedy mozku a páteře, a muskuloskeletálu (viz. graf 2) dále jsme se detailněji zaměřili na tyto dvě oblasti (tabulka 1).



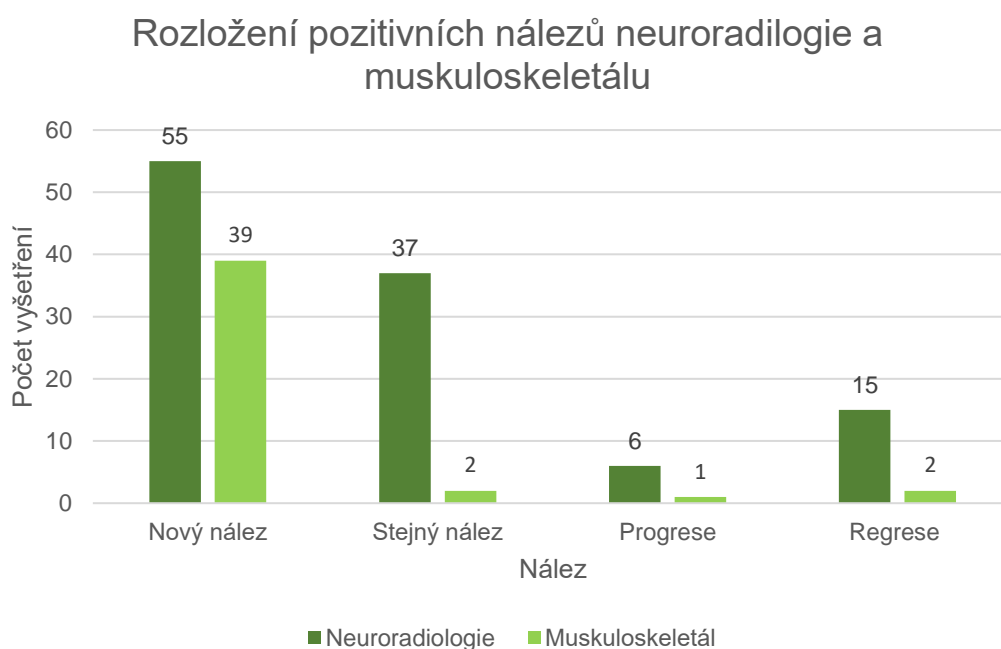
Graf 2. Procentuální zastoupení MR vyšetření dle zaměření. (Vlastní zpracování)

Tabulka 1: Počet pozitivních a negativních nálezů u zaměření neuroradiologie a muskuloskeletál. (Vlastní zpracování)

Zaměření	Pozitivní nález	Negativní nález
Neuroradiologie	113	88
Muskuloskeletál	44	16

Ze statistiky byly vyjmuty 3 nezhodnotitelná vyšetření z důvodu pohybu pacienta, ztráty dat a nutnosti provést doplňující sekvence.

Pozitivní nálezy jsme dále rozdělili do dvou skupin. Nová vyšetření s pozitivním nálezem (55 u neuroradiologie a 39 u muskuloskeletálu) a kontroly (58 u neuroradiologie a 5 u muskuloskeletálu). Kontrolní vyšetření jsme dále rozdělili na stejným nálezem jako při minulé MR, progresi onemocnění a regresi onemocnění. (Graf 3.)



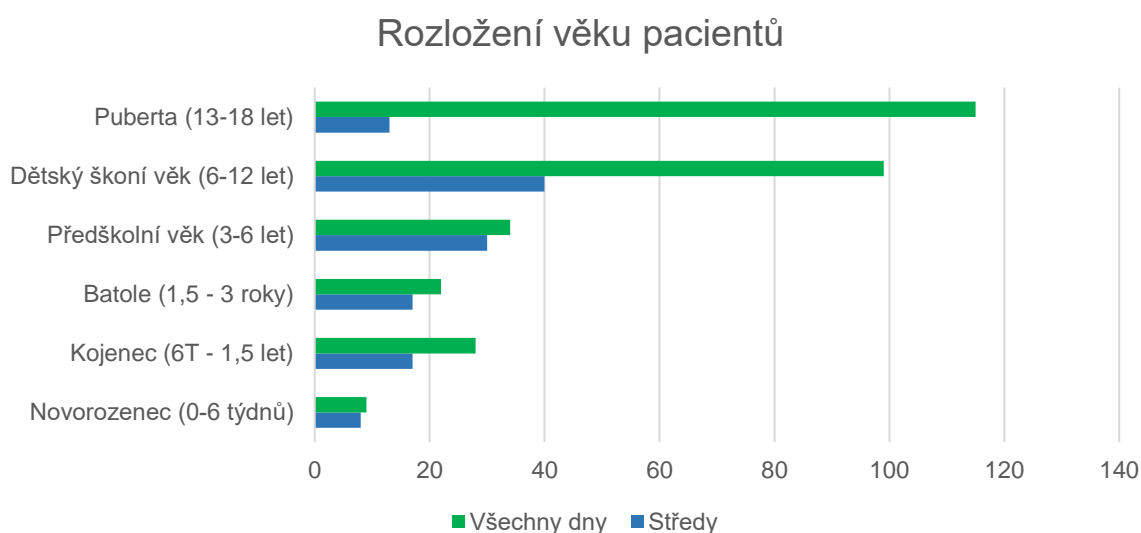
Graf 3. Rozložení pozitivních nálezů neuroradiologie a muskuloskeletálu. (vlastní zpracování)

Počet negativních nálezů při MR se zaměřením neuroradiologie byl 88 (44 %), u zobrazování muskuloskeletálu to bylo 16 (27 %). Dle Fisherova exaktního testu jde o statisticky signifikantní rozdíl ($p = 0,0237$).

Na základě tohoto statistického výpočtu zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme alternativní hypotézu: **Při vyšetřování dětí na MR je signifikantní rozdíl v počtu negativních nálezů v jednotlivých oblastech.**

5.3 Nejčastěji vyšetřované oblasti v závislosti na věku dítěte

Naše pacienty jsme rozdělili do několika kategorií podle věku, jak je zobrazeno v grafu 4. Při srovnání uspávaných pacientů (modře) s celkovým počtem vyšetření, je patrný výrazný rozdíl u obou skupin nad šest let, kdy převažují vyšetření bez uspání.

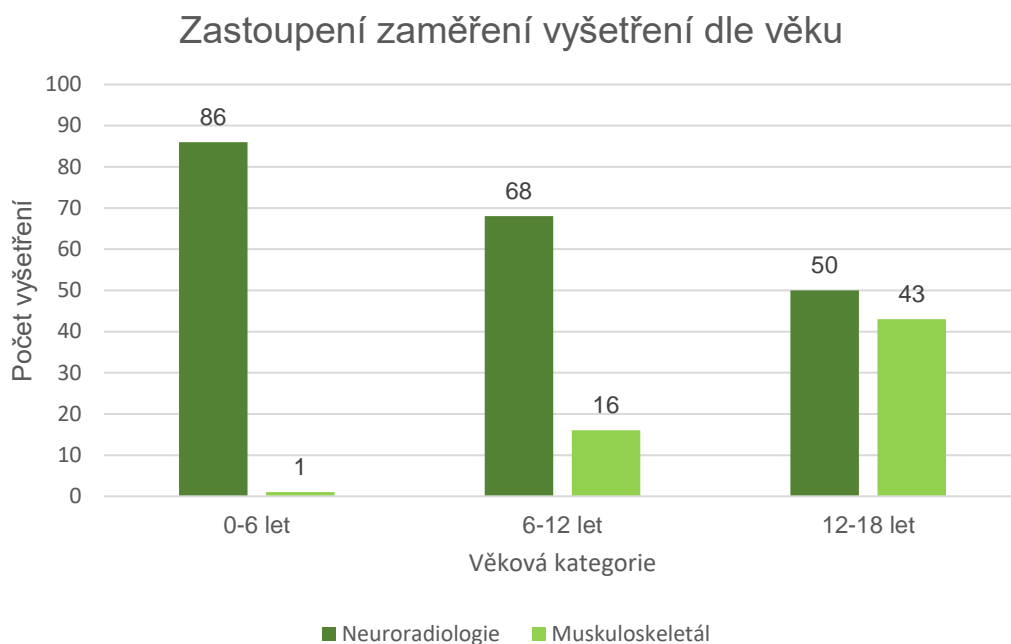


Graf 4. Počty pediatrických pacientů vyšetřených na MR. Modře je zobrazena část pacientů, kteří byli vyšetřeni ve středu, zeleně pak celkový počet těchto vyšetření v dané věkové kategorii. (vlastní zpracování)

Pro větší přehlednost jsme pro zkoumání případné závislosti počtu MR vyšetření z jednotlivých oblastí na věku spojili čtyři nejmladší věkové kategorie do jedné (0–6 let). Tabulka 2 a graf 5 vykreslují rozložení těchto vyšetření ve třech věkových kategoriích 0–6 (93 pacientů), 6–12 (100 pacientů) a 12–18 let (115 pacientů). Pro hodnocení jsme vybrali pouze dvě nejčastější oblasti, jelikož tvoří majoritu vyšetření.

Tabulka 2 Počet vyšetření v závislosti na věku pacienta.

Věková kategorie	Neuroradiologie	MR muskuloskeletál
0–6	86	1
6–12	68	16
12–18	50	43

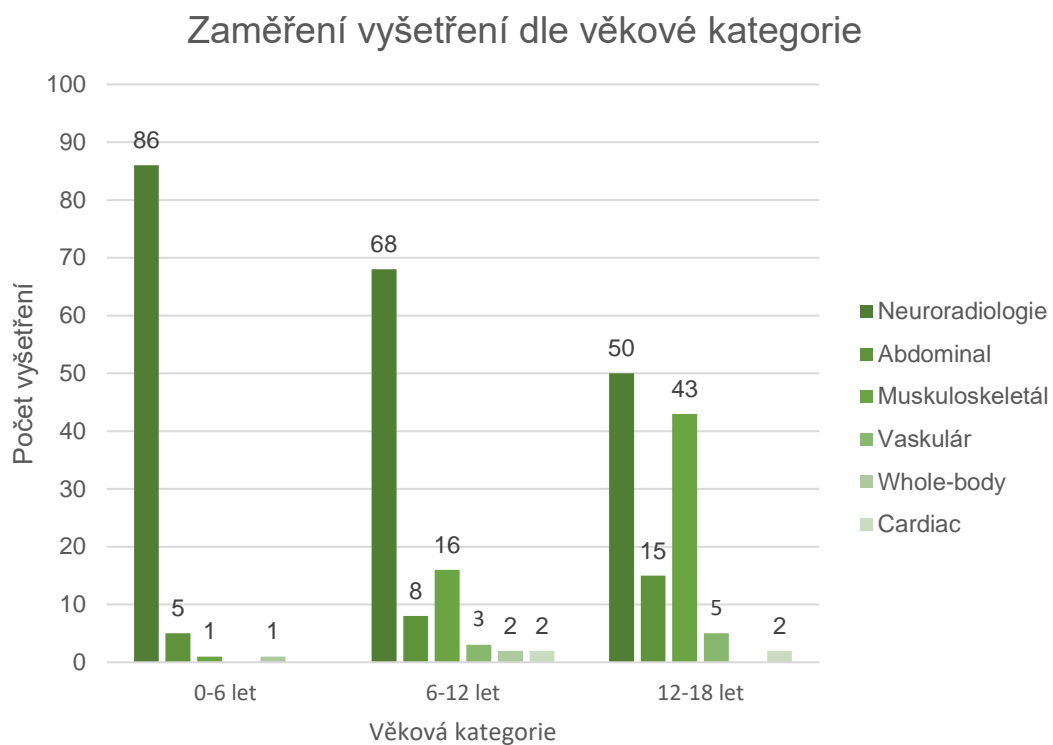


Graf 5. Počet vyšetření v závislosti na věku pacienta.

Při porovnání skupin 0–6 let, tedy skupina novorozenců, kojenců, batolat a předškolního věku, se skupinou ve věku 6–12 let, tedy dětského školního věku statistickým dvou výběrovým Fisherovým testem vyšla hodnota $p < 0,0001$. Rozdíl mezi těmito skupinami je tedy považován za extrémně statisticky signifikantní. Hodnota $p < 0,0001$ vyšla taktéž u porovnání skupin 6–12 let a 12–18 let a i u posledního z výběrů a to nejmladší a nejstarší skupinky. Statisticky jsou tedy rozdíly v četnostech vyšetření jednotlivých oblastí jednoznačně statisticky signifikantní.

Na základě těchto zjištění zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme alternativní hypotézu: **Věk dítěte ovlivňuje četnost vyšetření jednotlivých oblastí.**

Pro doplnění přidáváme graf 6, který znázorňuje počty vyšetření všech zaměření v závislosti na věkové kategorii.



Graf 6. Zaměření dle věkové kategorie.

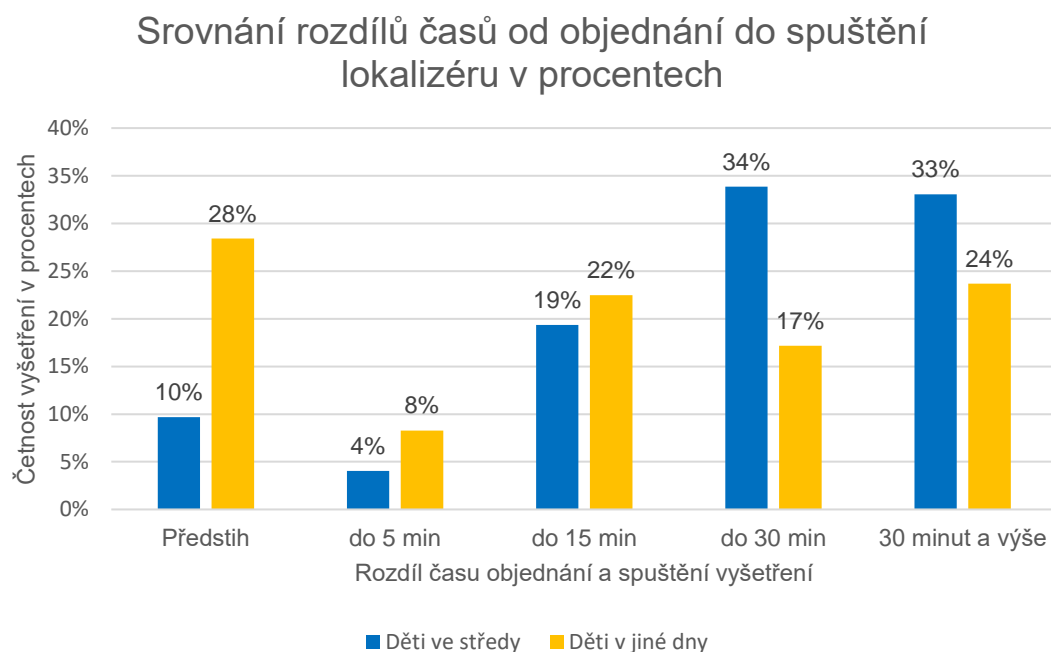
Z grafu 6 lze vyčíst, že v souvislosti se stoupajícím věkem ubývá vyšetření se zaměřením na centrální nervový systém, a naopak přibývá vyšetření se zaměřením na břišní dutinu a muskuloskeletální systém.

5.4 Analýza časových oken pro vyšetření

Ve středy dopoledne je pro vyšetření dětí na magnetické rezonanci vyhrazeno speciální okno, které počítá s uspáváním a jinými komplikacemi co se týče dětských pacientů. Vyšetření probíhají na vyšetřovně magnetické rezonance II.

V době od 7.4. 2021 do 22.9. 2021 bylo provedeno celkem 125 vyšetření. Pro tento cíl výzkumu bylo nutné zaznamenat i čas objednání v systému. U jednoho vyšetření (0,8 %) nebylo možné čas zpětně dohledat, tudíž bylo z tohoto porovnávání vyřazeno. Pro výzkum jsme dále pokračovali s 124 středními vyšetřeními se všemi potřebnými daty.

Ostatní dny bylo provedeno celkem 182 vyšetření na pediatrických pacientech. V tomto případě se jednalo i o pacienty akutní, kdy se čas objednání nezaznamenával, či pacienty hospitalizované, kteří byli zavoláni místo např. nepříchozích ambulantních pacientů. V této skupině bylo nedohledatelných 13 časů objednání (7,14 %) a tato vyšetření byly z tohoto porovnávání vyřazeny. Pro výzkum jsme tedy pokračovali se 169 vyšetřeními u kterých jsme získali všechna potřebná data. Graf 7 shrnuje námi zjištěná data.



Graf 7. Srovnání skupin dětí vyšetřených ve středy a dětí vyšetřených v jiné dny dle rozdílu času objednávky a spuštění lokalizéru.

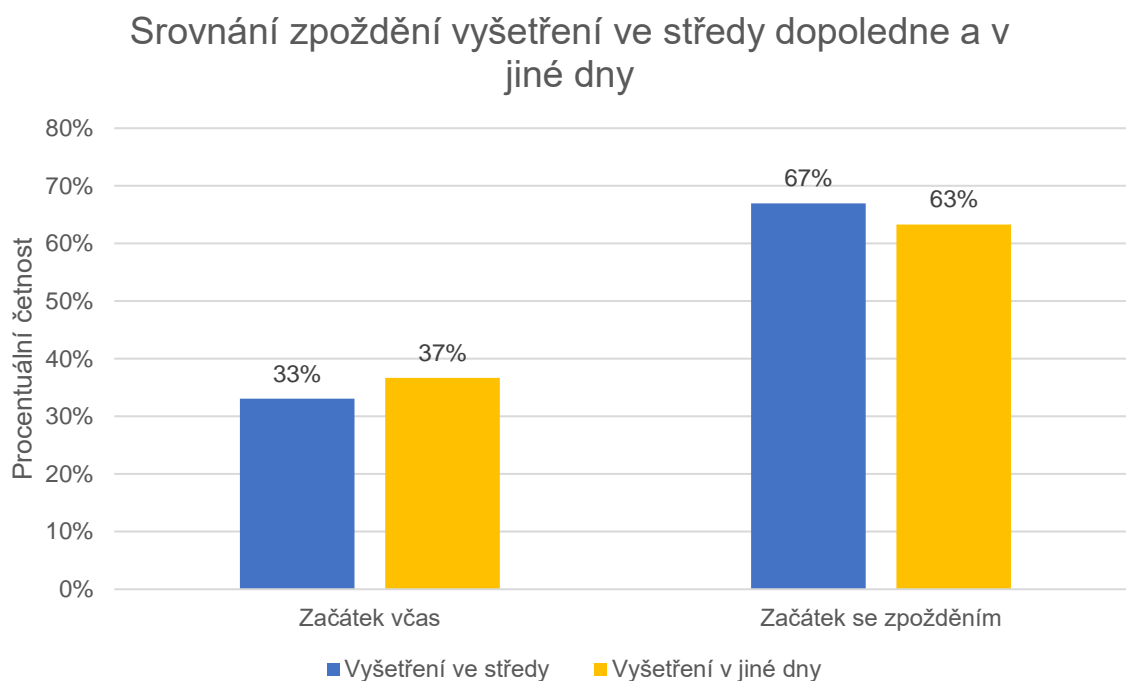
Pro analýzu jsme rozdělili rozdíly časů do dvou skupin:

- Začátek včas - u vyšetření ve středy do 15 minut
- u vyšetření v jiné dny do 5 minut

Ve středy byl průměrný čas zpoždění 31 minut, medián 23 minut a maximální zpoždění 2h 14 min. Lokalizér byl spuštěn přesně 41krát pod 15 minut od času objednání a 83krát byl rozdíl času 15 minut a více.

V jiné dny byl průměrný čas zpoždění 24 minut, medián 17 minut a maximální zpoždění 2h 12 min. Lokalizér byl spuštěn 62krát pod 5 minut od času objednání a 107krát byl rozdíl času 5 minut a více.

Na grafu 8 vidíme, že pokud počítáme ve středy s 10minutovou mezerou na uspaní pacienta, jsou zpoždění srovnatelné.



Graf 8. Procentuální srovnání zpoždění vyšetření ve středy dopoledne a v jiné dny. Modře jsou zaznačeny vyšetření ve středy se skluzem 15 minut a více, žlutě jsou zaznačeny vyšetření v jiné dny se skluzem 5 minut a více.

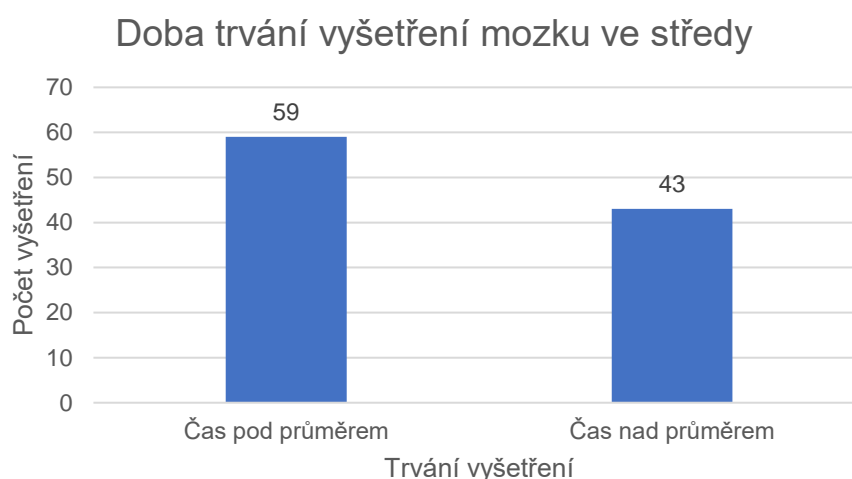
Dle Fisherova testu rozdíl mezi skupinami není statisticky signifikantní ($p=0,5382$). V grafu 8 vidíme mírnou převahu vyšetření se zpožděním jak u vyšetření ve středy (67%), tak u vyšetření v jiné dny (63%).

Na základě těchto zjištění zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme alternativní: **U MR dětí s usmáním ve středy není vyhrazeno dostatečné okno.**

Toto zjištění jsme dále doplnili o fakt, že ani v ostatní dny není objednáací čas dostačující.

Jak bylo zmíněno v teoretické části práce, je důležité, aby dítě na vyšetření nečekalo. Zaměřili jsme se tedy na analýzu délky vyšetření s porovnáním délky objednáacího okna.

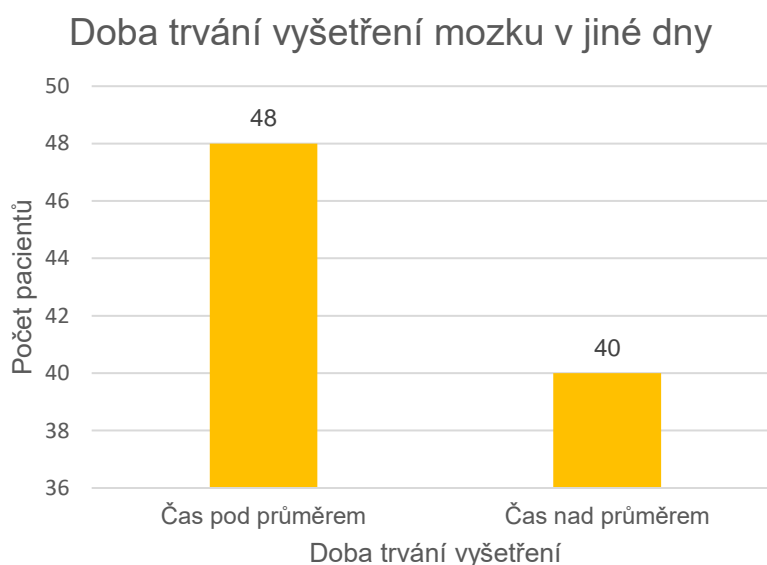
Nejčastějším vyšetřením u dětí je mozek (61 %), který má ve středy vyhrazeno 45minutové okno. Průměrný čas od spuštění lokalizéru do poslední sekvence u vyšetření ve středy je 27 min. Průměrná akvizice jedné sekvence mozku je přibližně 3 minuty. Počítáme-li tedy s průměrnou čistou dobou trvání vyšetření od 30 minut, s dobou uspní pacienta 10 min a uložení pacienta do přístroje 5 minut, časové okno je pak ideálním. Nejvyšší naměřená hodnota trvání vyšetření mozku během středečního dopoledne byla 1 h 15 min, po přičtení doby trvání poslední sekvence 1 h 18 min. V grafu 9 vidíme počet vyšetření, která trvala méně, než byl průměrný čas akvizice a která trvala více, než byl průměrný čas akvizice.



Graf 9. Porovnání doby trvání vyšetření mozku při MR dětí ve středu dopoledne.

V grafu 9 vidíme převahu vyšetření provedených časem pod průměrem doby od spuštění lokalizéru po začátek akvizice poslední sekvence, a to s četností 58 %. V 42 % byla doba vyšší než 27 minut.

U pacientů vyšetřovaných v jiné dny, než ve středy je tento průměrný čas od spuštění lokalizéru do poslední sekvence 23 min, po přičtení průměrného trvání poslední sekvence dostaneme čas 26 min. Pokud se nepředpokládá součinnost anestezie, je okno na vyšetření mozku v jiné dny plánováno na 30 minut. Na zkontrolování informovaného souhlasu a uložení pacienta tedy zbývají 4 minuty. Maximální hodnota rozdílu lokalizéru a poslední sekvence je u pacientů objednaných v jiné dny 47 min, po připočtu 50 minut. V grafu 10 vidíme počet vyšetření, která trvala pod průměrným časem akvizice, tedy 23 minut a nad průměrným časem akvizice.



Graf 10. Srovnání doby trvání vyšetření mozku v jiné dny než ve středy dopoledne.

V grafu 10 vidíme opět dominanci vyšetření provedených pod průměrným časem doby od spuštění lokalizéru po začátek akvizice poslední sekvence, a to s četností 55 %. V 45 % byla doba vyšší než 23 minut.

Nadpoloviční většina vyšetření po spuštění lokalizéru probíhá časově dle harmonogramu.

6 Diskuze

V teoretické části diplomové práce byly shrnuty obecné poznatky o magnetické rezonanci a na specifika vyšetření dětí: při komunikaci s pacientem a rodiči, při analgosedaci/anestezii a v průběhu vyšetření. Limitací této části z praktického hlediska je nedostatek zdrojů z oblasti komunikace s dětským pacientem a jeho rodičem.

Vzhledem k trendu poslední doby a vzestupu popularity tzv. „respektující výchovy“ je pro radiologického asistenta těžké poznat, jak se ke kterému dítěti (a také rodiči) chovat. Jeden z mála článků zaměřující se právě na tuto problematiku je z roku 2001 od pana profesora Matějčka. Avšak za 20 let se toho mnohé změnilo, a i ze své praxe vím, že by se v současnosti měl zdravotnický personál k dítěti (úměrně jeho věku) chovat jinak, než bylo dříve zvykem. Myslím si, že by se této oblasti mělo na vysokých školách i při celoživotním vzdělávání zdravotníků věnovat více. Pacient (a jeho rodiče), který ví, co jej při vyšetření čeká, výrazně lépe spolupracuje a v konečném důsledku je pak vyšetření rychlejší.

V teoretické části naší práce byl v rámci komunikace vyzdvižen čas na vyšetření a čas na komunikaci s pacientem a v neposlední řadě také možnost rozrušení dítěte při čekání na vyšetření. Proto jsme se i v praktické části diplomové práce zabývali časovou prodlevou mezi očekávaným začátkem vyšetření a reálnou dobu, kdy vyšetření začalo.

Část teoretické části se věnovala problematice využití kontrastních látek na magnetické rezonanci. Dále pak následovaly kapitoly o možných oblastech zaměření vyšetření a sekvencích vhodných pro dané oblasti. Tyto kapitoly jsou pojaty velice obecně, protože každé pracoviště a každý lékař preferuje pozměněný typ standartního vyšetření.

Cílem praktické části práce bylo zjistit specifika vyšetření dětských pacientů na magnetické rezonanci ve Fakultní nemocnici Olomouc. Celkem bylo provedeno 307 vyšetření na 275 dětských pacientech. Bylo zjištěno, že nejčastěji vyšetřovanou oblastí u dětí je mozek s procentuální četností 61,2 %. Spolu s vyšetřením páteře (5,3 %) jsme z těchto dvou oblastí vytvořili kategorii neuroradiologických vyšetření (66,5 %). Druhým nejčastějším vyšetřovaným systémem při magnetické rezonanci dětí byl muskuloskeletál s procentuální četností 19,2 %. V našich dalších cílech jsme se zaměřili právě na oblasti neuroradiologie a muskuloskeletálu.

Pro srovnání – v nemocnici krajského typu v Pardubicích bylo za celý rok 2018 vyšetřeno 279 dětských pacientů. (Šípová, 2019, s. 47-48) Počet dětí vyšetřených ve Fakultní nemocnici Olomouc za 5 měsíců a 15 dní je tedy srovnatelný s počtem dětí vyšetřených v nemocnici krajského typu za celý rok. Nejčastěji provedeným vyšetřením u dětí v nemocnici Pardubice byl také mozek, s četností 48 % ze všech vyšetření, oblast neuroradiologie jako celek s četností 61,3 %. Druhé místo v četnosti oblastí také náleželo muskuloskeletálnímu systému s četností 32,3 %. Třetí v pořadí byly v nemocnici Pardubice také vyšetření zaměřené na břišní dutinu, s četností 5 %. Ve Fakultní nemocnici Olomouc dělala tato četnost 9,45 %. Lze tedy konstatovat, že ve Fakultní nemocnici se spíše provádí u dětí vyšetření náročnější na přípravu – např. při vyšetření MR enterografie je nutné přijít vyprázdněný a před vyšetřením vypít 1 l manitolu. V krajské nemocnici se provádí s větší četností vyšetření jednodušší, například právě vyšetření muskuloskeletálního systému, které nevyžaduje aplikaci kontrastní látky.

Druhým dílčím cílem práce bylo zjištění, zda věk dítěte ovlivňuje četnost vyšetření v uvedených dvou oblastech. Již z grafu všech vyšetření v závislosti na věkové kategorii odstupňované po 6 letech bylo jasné, že věk dítěte ovlivňuje četnost vyšetření v jednotlivých oblastech. S přibývajícím věkem pacienta ubývá vyšetření se zaměřením na nervovou soustavu a přibývá vyšetření muskuloskeletálních a abdominálních. Hladina signifikance u Fisherova testu mezi věkovými skupinami vyšla vždy v hodnotách menších než 0,0001, tudíž rozdíly mezi vyšetřovanými oblastmi u dětí v závislosti na věku byly jednoznačně statisticky signifikantní.

V literatuře jsme nenarazili na publikaci, která by hodnotila některá z těchto námi sledovaných údajů.

Výzkum mohl být ovlivněn sběrem dat pouze z poloviny roku a období prázdnin, kdy bývá provoz magnetické rezonance omezen. V roce 2021 byl o prázdninách víkendový provoz pouze jednoho přístroje magnetické rezonance. Provoz však nebyl omezen jako v Pardubické nemocnici, kdy přes prázdniny bylo vyšetřeno pouze 18 pacientů, tedy méně než polovina jako při běžném provozu. (Šípová, 2018. s. 47-48)

Dalším z cílů v praktické části diplomové práce bylo zjištění, zda je rozdíl v počtu pozitivních a negativních nálezů mezi jednotlivými oblastmi. Pro tento výpočet byly opět vybrány dvě oblasti s největším zastoupením vyšetření a porovnány jejich výsledky. Procentuální zastoupení negativních nálezů u neuroradiologie bylo 44 % a u muskuloskeletálu 27 %. Dle Fisherova exaktního testu jde o statisticky signifikantní

rozdíl ($p = 0,0237$). Z těchto výsledků jde odvodit, že indikace pro vyšetření pomocí MR u muskuloskeletálu byly cílenější a ve více než dvou třetinách s pozitivním nálezem, zatímco u neurologických vyšetření byla negativních nálezů téměř polovina. Vzhledem k hůře proveditelnému objektivnímu vyšetření v této oblasti se tento výsledek pochopitelný, nicméně jestliže většinu (66,5 %) vyšetření na MR tvoří právě vyšetření mozku a páteře, pak snaha snížit počet vyšetření u případů, kde je to možné, by byla velmi přínosná pro vytíženost provozu.

Naším posledním cílem bylo zjistit, zda je ve středy dopoledne pro pediatrické pacienty s předpokládaným usmáním vyhrazeno dostatečné časové okno. S rezervou 10 minut na usmáním byly porovnány skupiny pacientů ve středy a v jiné dny. Ve středy byl průměrný rozdíl času objednání a spuštění lokalizéru, tedy začátku vyšetření 31 minut, v ostatní dny 24 minut. Se zpožděním 15 a více minut ve středy začalo 67 % vyšetření a v ostatní dny se zpožděním 5 a více minut 63 % vyšetření. Dle Fisherova exaktního testu mezi skupinami není rozdíl statisticky signifikantní.

Z uvedených dat vyplývá, že pro MR dětí s usmáním není vyhrazeno dostatečné časové okno, stejně tak jako pro další pediatrická vyšetření. (V naší práci nebyly sledovány časy MR vyšetření dospělých, ale vzhledem k rozložení oken pro dětské pacienty v průběhu dne lze mírný časový skluz očekávat i zde.)

Dále jsme provedli analýzu délky vyšetření, abychom vyloučili či potvrdili možnost, že zpoždění nastávají z důvodu dlouhé akvizice dat a častému přidávání doplňujících sekvencí do běžného protokolu. Výsledky byly překvapivé, ne však nijak prokazující. Ve středy byla četnost vyšetření s nadprůměrným časem 42 % a v jiné dny 45 %. Z tohoto úhlu pohledu však můžeme říct, že doba akvizice dat není primárním působitelem zpoždění vyšetření.

V této části výzkumu je výrazná limitace v podobě jedinečnosti každého vyšetření. Pacienti ve středy byli většinou hospitalizováni a již před vyšetřením museli mít hotové anesteziologické vyšetření, a to i u v případě možnosti, že se uspávat nebudou (tedy zvládnou absolvovat celé vyšetření v klidu). Často se u dětí, a nejen ve středy stávalo, že se radiologičtí asistenti pokusili vyšetření provést bez analgosedace a v průběhu vyšetření se ukázalo, že je dítě neklidné a kvalita obrazu není dostatečná. Následně se vyšetření zastavilo a anesteziologický tým, pokud byl k dispozici, dítě uspál. V těchto případech jsme brali čas z druhého lokalizéru. Obecně je těžké určit věkovou

hranici, od které dítě zvládne tzv. „uležet“ celé vyšetření. Tato situace je velmi proměnlivá, záleží na náladě dítěte v danou chvíli, nervozitě rodičů i zdravotnického personálu, která se přenáší na dítě. Zejména stres z nestíhání může paradoxně zapříčinit prohloubení časového skluzu, jelikož dítě na podrážděné a nevlídné jednání může respondovat i neúměrně velkou reakcí. U některých dětí je také velký problém se zavedením kanyly, proto pokud je to možné, je doporučeno přicházet na vyšetřovnu již se zavedenou kanylou.

Všeobecně je na nejčastější vyšetřovanou oblast u dětí s pravděpodobností uspání – mozek – vyhrazeno okno o 15 minut delší nežli u dospělých pacientů. Mozek při standartních vyšetřeních má vyhrazeno okno 30 min, při vyšetřeních dětí 45 min. I proto byl čas tzv. „zpoždění“ zvolen při vyšetřeních ve středy do 15 min a v ostatní dny do 5 min. Dle radiologických asistentů provádějících často tato vyšetření je tento časový posun srovnatelný a může být posuzováno ono „zpoždění“. K tomu často docházelo při komplikovanějších případech, kdy bylo nutno provádět mimo standartní sekvence ještě sekvence doplňující. Stávalo se tak, že na konci středečního dopoledního bloku bylo zpoždění vyšetření až ke dvěma hodinám.

Při důkladnějším pohledu na toto vyšetření je průměrný čas od spuštění lokalizéru do poslední sekvence 27 min. Průměrná akvizice sekvence mozku je přibližně 3 minuty. Počítáme-li tedy s průměrnou čistou dobou trvání vyšetření 30 min a dobou k uspání pacienta 10 minut a uložení pacienta 5 minut, časové okno 45 minut je pak ideálním. Pokud se však trvání vyšetření vyšplhá na maximální hodnotu, která byla během výzkumu 1 h a 15 min – po přičtení času poslední sekvence 1 h a 18 min, může mít toto zpoždění zásadní vliv na plynulost programu. Je tedy k uvážení, jak moc tyto případy výrazného překročení průměrné doby ovlivňují program.

U pacientů vyšetřovaných v jiné dny než ve středy je tento průměrný čas od spuštění lokalizéru do poslední sekvence 23 min, po přičtení průměrného trvání poslední sekvence dostaneme čas 26 min. Na zkontrolování informovaného souhlasu a uložení pacienta tedy zbývají 4 minuty. Dle konzultací s dokumentačními pracovníci je tento krátký čas navýšen domluvou, kdy při objednávání prosí zákonného zástupce nehospitalizovaného pacienta o dřívější příchod právě z důvodu kontroly dokumentace. V tom případě je okno 30 min na vyšetření mozku také dostačující. Maximální hodnota rozdílu lokalizéru a poslední sekvence je u pacientů objednaných v jiné dny 47 min, po připočtu 50 minut. Maximum není zdaleka tak velké a při zběžném pohledu tak časté, jako u pacientů ve středy. V grafu 7 také vidíme

snahu radiologických asistentů brát pacienty s předstihem, aby si vytvořili časovou rezervu. 28 % pacientů vyšetřených v jiné dny bylo na vyšetřovací stůl položeno dříve, než byli objednáni, tzn. že pacienti dorazili na žádost dokumentačních pracovníků dříve, než byli objednáni. Je ale otázkou, zda není spíše komfortnější okno k vyšetření časově navýšit, stačilo by o pouhých 5-10 minut, aby vznikla rezerva a personál i dítě nebylo pod tlakem.

Částečná možnost kompenzace těchto zpoždění je využití tzv. „akutních oken“, která jsou ponechána prázdná pro pacienty, kteří se mohou objevit až v daný den a jejich vyšetření je neodkladné. Chronickým nešvarem je zaplňovat tato okna již několik dní dopředu pacienty, kteří nejsou akutní, ale zároveň nemohou čekat měsíc až dva na standardní objednání. Zatímco v jiné dny jsou tato „subakutní“ vyšetření tolerovatelná a nevyhnutelná (příkladem za všechny budiž postoperační vyšetření z neurochirurgie, která operující doktor doplní optimistickou poznámkou, že je stačí udělat do tří dnů od zavolání), ve středy je nezbytné nechávat tato okna volná pro zachování plynulého chodu s akceptovatelným zdržením. Při sledování časů zpoždění jsme význam těchto oken mohli sledovat v praxi, kdy se z hodinového zpoždění u dalšího vyšetření najednou stalo patnáctiminutové.

Závěr

Cílem teoretické části diplomové práce bylo shrnutí poznatků o vyšetřování dětí na magnetické rezonanci z pohledu profese radiologického asistenta. Tento cíl byl splněn.

Cílem praktické části práce bylo zjistit specifika dětských pacientů vyšetřených na magnetické rezonanci ve Fakultní nemocnici Olomouc. Nejčastěji vyšetřovanou oblastí u dětí s četností 61,2 % byl mozek, druhá nejvíce vyšetřovaná oblast byl muskuloskeletální systém s četností 19,2 %, dále břišní vyšetření s četností 9,5 %. Zjistili jsme, že v závislosti na věku pacienta je četnost oblastí odlišná, s věkem klesá počet vyšetření mozku a páteře, tedy neuroradiologie, a naopak zaměření muskuloskeletál a abdominal mají s věkem rostoucí tendenci. Rozdíly mezi vyšetřovanými oblastmi u dětí v závislosti na věku byly jednoznačně statisticky signifikantní.

Dalším dílčím popisným cílem praktické části práce bylo zjištění, zda je rozdíl mezi četností pozitivních a negativních nálezů u různých zaměření. Byly vybrány nejpočetnější kategorie neuroradiologie a muskuloskeletál, kdy procentuální zastoupení negativních nálezů u neuroradiologie bylo 44 % a u muskuloskeletálu 27 %. Dle Fisherova exaktního testu jde o statisticky signifikantní rozdíl.

Posledním z cílů se zaměřením na praxi radiologického asistenta bylo zjistit, zda je při vyšetřeních s usmáním ve středy dopoledne vyhrazeno dostatečně dlouhé časové okno. Při srovnání časového skluzu, jsme ve středy brali jako zpoždění, byla-li sekvence lokalizéru spuštěna více než 15 minut od času objednání a v ostatní dny 5 minut. Fisherovým exaktním testem jsme neprokázali rozdíl mezi středou a ostatními dny, nicméně u obou skupin bylo časové zpoždění u více než poloviny pacientů. (Ve středy 67 % a v jiné dny u 63 %.) Dostatečně dlouhá okna pro vyšetření dětí na MR tedy nejsou ani ve středy, ani v ostatní dny a přidání alespoň 10 minut by mohlo situaci velmi pomoci.

Všechny vytyčené cíle práce byly splněny.

Seznam použitých zdrojů

- [1] SEDLÁŘ, Martin, Erik STAFFA a Vojtěch MORNSTEIN, 2014. *Zobrazovací metody využívající neionizující záření*. Brno: muni press, 210 s. ISBN 978-80-210-7156-8.
- [2] RYTINA, Adam, 2020. *Advanced Analysis of MRI Data in Patients with Central Nervous System Disease: Analýza pokročilých MRI dat u pacientů s postižením centrální nervové soustavy*. Praha. Master's Thesis. CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE. Vedoucí práce Mgr. Ing. Marek Dostál, Ph.D.
- [3] HEŘMAN, Miroslav, 2014. *Základy radiologie*. V Olomouci: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2901-4.
- [4] SHILD, Hans H., 1990. *MRI made easy*. Berlin/Bergkamen: Schering, 105 s. ISBN 3-921817-41-2.
- [5] VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.
- [6] MECHL, Marek, Jan ŽIŽKA, Jaroslav TINTĚRA, Josef VYMAZAL a Ľudovít KLZO, 2010. Kontraindikace a rizika vyšetření pomocí magnetické rezonance. *Česká radiologie: Czech radiology*. Galen, **61**(1), 69 -75. ISSN 1210-7883.
- [7] Kontrastní látky, 2018. *WikiSkripta* [online]. 12. 3. 2018 [cit. 2021-11-26]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Kontrastn%C3%AD_l%C3%A1tky
- [8] Nukleární magnetická rezonance, 2021. MEFANET. *WikiSkripta* [online]. 16. 10. 2021 [cit. 2021-11-27]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Nukle%C3%A1rn%C3%AD_magnetick%C3%A1_rezonance
- [9] Gadolinium-containing contrast agents: Removal of Omniscan and iv Magnevist, restrictions to the use of other linear agents. *GOV.UK* [online]. [cit. 2021-11-26]. Dostupné z: <https://www.gov.uk/drug-safety->

[update/gadolinium-containing-contrast-agents-removal-of-omniscan-and-iv-magnevist-restrictions-to-the-use-of-other-linear-agents](#)

- [10] MAZÁNKOVÁ, Jitka, 2011. *Kontrastní látky a jejich nežádoucí účinky* [online]. Brno [cit. 2021-11-26]. Bakalářská. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta. Vedoucí práce MuDr. Aleš Bílek.
- [11] SÚKL: *Státní ústav pro kontrolu léčiv* [online]. Praha [cit. 2021-11-26]. Dostupné z: <https://www.sukl.cz/>
- [12] JAITE, Charlotte, Viola KAPPEL, Adriane NAPP, et al., 2019. A comparison study of anxiety in children undergoing brain MRI vs adults undergoing brain MRI vs children undergoing an electroencephalogram. *PLOS ONE* [online]. **14**(3) [cit. 2022-03-19]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0211552
- [13] HYBSCHMANN, Jane, Nanna E. POVLSEN, Jette L. SØRENSEN, Arash AFSHARI, Lise BORGWARDT, Marianne BERNTSEN, Thurid W. MADSEN a Line K. GJÆRDE, 2021. Nonpharmacological interventions to reduce sedation/general anaesthesia in paediatric patients undergoing magnetic resonance imaging: A systematic review and meta-analysis protocol. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* [online]. **65**(9), 1254-1258 [cit. 2023-05-18]. ISSN 0001-5172. Dostupné z: doi:10.1111/aas.13851
- [14] MIXA, Vladimír, 2012. Současný pohled na anestezii dětí. *Pediatric pro praxi*. Praha: Solen, **13**(2), 103-106. ISSN 1803-5264.
- [15] SCHMIDT, CYNTHIA, LAURA BERNAIX, AIMEE KOSKI, JESSICA WEESE, MARIA CHIAPPETTA a KATHY SANDRIK, 2007. Hospitalized Children's Perceptions of Nurses and Nurse Behaviors. *MCN: The American Journal of Maternal/Child Nursing* [online]. **32**(6), 336-342 [cit. 2023-04-24]. ISSN 0361-929X. Dostupné z: doi:10.1097/01.NMC.0000298126.32161.4c

- [16] MATĚJČEK, Zdeněk, 2001. DĚTSKÝ PACIENT V KOMUNIKACI S LÉKAŘEM. *Pediatric pro praxi*. Psychiatrické centrum Praha-Bohnice: www.prakticka-medicina.cz, 210-211.
- [17] YANG, Edward, Sarah O. VARGAS, Tina YOUNG POUSSAINT, , a , ed., 2018. Skull. In: LEE, Edward E., Winnie C. CHU, Jonnatan L. DILLMAN, Andrea S. DORIA, Ricardo RESTREPO a Sara O. VARGAS. *Pediatric radiology: Practical Imaging Evaluation of Infants and Children*. Philadelphia: Wolters Kluwer, s. 2-50. ISBN 978-1-4511-7585-1.
- [18] Sinus pericranii, 2022. In: *Radiopaedia* [online]. 13.5. 2021 [cit. 2022-01-08]. Dostupné z: <https://radiopaedia.org/articles/sinus-pericranii>
- [19] PRABHU, Sanjay P., Savvas ANDRONIKOU, Sara O. VARGAS a Richard L. ROBERTSON, ed., 2018. Brain. In: LEE, Edward Y., Winnie C. CHU, Jonatan R. DILLMAN, Andrea S. DORIA, Ricardo RESTREPO a Sara O. VARGAS. *Pediatric radiology: Practical Imaging Evaluation of Infants and Children*. Philadelphia: Wolters Kluwer, s. 51-163. ISBN 978-1-4511-7585-1.
- [20] JULIANO, Amy F., Sara O. VARGAS a Caroline D. ROBSON, 2018. Head and Neck. In: NĚCO, Lee. *Pediatric radiology: Practical Imaging Evaluation of Infants and Children*. Philadelphia: Wolters Kluwer, s. 163-260. ISBN 978-1-4511-7585-1.
- [21] PACHECO-JACOME, Esperanza, Kevin R. MOORE, Sara O. VARGAS, L. SANTIAGO MEDINA, a , ed., 2018. Vertebral Collumn. In: LEE, Edward E., Winnie C. CHU, Jonnatan L. DILLMAN, Andrea S. DORIA, Ricardo RESTREPO a Sara O. VARGAS. *Pediatric radiology: Practical Imaging Evaluation of Infants and Children*. Philadelphia: Wolters Kluwer, s. 309-356. ISBN 978-1-4511-7585-1.
- [22] HAVERKAMP, Benjamin T., Peter WINNINGHAM, Winnie C. CHU, Lisa H. HUTCHINSON a Paul G. THACKER, 2018. Spinal cord. In: LEE, Edward

- Y. *Pediatric radiology: Practical Imaging Evaluation of Infants and Children*. Philadelphia: Wolters Kluwer, s. 261-308. ISBN 978-1-4511-7585-1.
- [23] VENKATARAMANA, NK, 2011. Spinal dysraphism. *Journal of Pediatric Neurosciences* [online]. **6**(3) [cit. 2022-05-16]. ISSN 1817-1745. Dostupné z: doi:10.4103/1817-1745.85707
- [24] LAYA, Bernard F., Behrang AMINI, Evan J. ZUCKER, Tracy KILBORN, Sara O. VARGAS a Edward Y. LEE, 2018. Lung. In: LEE, Edward Y. a . *Pediatric radiology: Practical Imaging Evaluation of Infants and Children*. Philadelphia: Wolters Kluwer, s. 358-459. ISBN 978-1-4511-7585-1.
- [25] ZUCKER, Evan J., Supika KRITSANEEPAIBOON, Omola M. ATALABI, Ricardo RESTREPO, Yumin ZHONG, Sally A. VOGEL a Edward Y. LEE, 2018. Airway. In: LEE, Edward E., Winnie C. CHU, Jonnatan L. DILLMAN, Andrea S. DORIA, Ricardo RESTREPO a Sara O. VARGAS. *Pediatric radiology: Practical Imaging Evaluation of Infants and Children*. Philadelphia: Wolters Kluwer, s. 473-507. ISBN 978-1-4511-7585-1.
- [26] AYYALA, Rama S., Shunsuke NOSAKA, Khalid KHASHOGGI, Janina M. PATSCH, Zaleha Abdul MANAH a Edward E. LEE, ed., 2018. Pleura. In: LEE, Edward E., Winnie C. CHU, Jonnatan L. DILLMAN, Andrea S. DORIA, Ricardo RESTREPO a Sara O. VARGAS. *Pediatric radiology: Practical Imaging Evaluation of Infants and Children*. Philadelphia: Wolters Kluwer, s. 459-472. ISBN 978-1-4511-7585-1.
- [27] MECHL, Marek, Jaroslav TINTĚRA a Jan ŽIŽKA, 2014. *Protokoly MR zobrazování*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-109-4.
- [28] MOLLARD, Brett J., Ethan A. SMITH a Jonathan R. DILLMAN, 2015. Pediatric MR Enterography: Technique and Approach to Interpretation—How We Do It. *Radiology* [online]. **274**(1), 29-43 [cit. 2023-04-26]. ISSN 0033-8419. Dostupné z: doi:10.1148/radiol.14122449

- [29] GRAND, David J., Michael BELAND a Adam HARRIS, 2013. Magnetic Resonance Enterography. *Radiologic Clinics of North America* [online]. **51**(1), 99-112 [cit. 2023-04-26]. ISSN 00338389. Dostupné z: doi:10.1016/j.rcl.2012.09.007
- [30] ŽIŽKA, Jan, Jaroslav TINTĚRA a Marek MECHL, 2015. *Protokoly MR zobrazování: pokročilé techniky*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-179-7.
- [31] PICCOLO, C. L., M. GALLUZZO, S. IANNIELLO, et al., 2017. Pediatric musculoskeletal injuries: role of ultrasound and magnetic resonance imaging. *MUSCULOSKELETAL SURGERY* [online]. **101**(S1), 85-102 [cit. 2023-05-07]. ISSN 2035-5106. Dostupné z: doi:10.1007/s12306-017-0452-5
- [32] ŠÍPOVÁ, Aneta, 2019. *Úloha radiologického asistenta při vyšetřování dětí magnetickou rezonancí*. Pardubice. Bakalářská. Univerzita Pardubice Fakulta zdravotnických studií. Vedoucí práce Mgr. Věra Záhorová, Ph.D.
- [33] HART, Heledd, Joaquim RADUA, Tomohiro NAKAO, David MATAIX-COLS a Katya RUBIA, 2013. Meta-analysis of Functional Magnetic Resonance Imaging Studies of Inhibition and Attention in Attention-deficit/Hyperactivity Disorder. *JAMA Psychiatry* [online]. **70**(2) [cit. 2023-05-19]. ISSN 2168-622X. Dostupné z: doi:10.1001/jamapsychiatry.2013.277

Seznam zkratk

CT	výpočetní tomografie
DTI	diffusion-tensor imaging
DWI	diffusion-weighted imaging)
EEG	elektroencefalografie
EKG	elektrokardiografie
FID	Free Induction Decay
FSE	fast spin echo
GE	gradient echo
GFR	glomerular filtration rate
h	hodina
i.v.	intravenózně
KL	kontrastní látka
min	minuta
mm	milimetr
mmol/kg	milimol na kilogram
MR	magnetická rezonance
MRCP	Magnetic Resonance Cholangiopancreatography
PACS	Picture Archiving and Communication System
RF	radiofrekvenční puls
SE	single echo
SSFP	Steady-state free precession
STIR	Short-TI Inversion Recovery
SWI	susceptibility-weighted imaging
T	tesla
Tzv.	takzvané

Seznam tabulek

Tabulka	Popis tabulky	Strana
Tabulka 1	Počet pozitivních a negativních nálezů u zaměření neuroradiologie a muskuloskeletál.	42
Tabulka 2	Počet vyšetření v závislosti na věku pacienta.	44

Seznam obrázků

Obrázek	Popis obrázku	Strana
Obrázek 1	Srovnání T2 váženého obrazu mozku, FLAIR a T1 váženého obrazu s aplikací kontrastní látky. Obrazy s nálezem tumoru v komorovém systému s obstrukčním hydrocefalem.	42
Obrázek 2	MR enterografie dívky, T2 vážený obraz, bez patologie.	44

Seznam grafů

Graf	Popis grafu	Strana
Graf 1	Počet pediatrických MR vyšetření v jednotlivých oblastech zájmu.	40
Graf 2	Procentuální zastoupení MR vyšetření dle zaměření.	42
Graf 3	Rozložení pozitivních nálezů neuroradiologie a muskuloskeletálu.	43
Graf 4	Počty pediatrických pacientů vyšetřených na MR.	44
Graf 5	Počet vyšetření v závislosti na věku pacienta.	45
Graf 6	Zaměření dle věkové kategorie.	46
Graf 7	Srovnání skupin dětí vyšetřených ve středy a dětí vyšetřených v jiné dny dle rozdílu času objednávky a spuštění lokalizéru.	47
Graf 8	Procentuální srovnání zpoždění vyšetření ve středy dopoledne a v jiné dny.	48
Graf 9	Porovnání doby trvání vyšetření mozku při MR dětí ve středu dopoledne.	49
Graf 10	Srovnání doby trvání vyšetření mozku v jiné dny.	50

Seznam příloh

Příloha	Popis přílohy	Strana
Příloha 1	Informovaný souhlas pacienta (zákonného zástupce pacienta) s magnetickou rezonancí	65-67
Příloha 2	Žádost o poskytnutí informací/sběr dat ve Fakultní nemocnici Olomouc	68-69
Příloha 3	Vyjádření Etické komise	70

Přílohy

Příloha 1. Informovaný souhlas pacienta (zákonného zástupce pacienta) s magnetickou rezonancí.



I. P. Pavlova 185/6, 779 00 Olomouc
Tel. 588 441 111, E-mail: info@fnol.cz
IČ: 00098892

RADIOLOGICKÁ KLINIKA

Fm-L000-001-RTG-007

verze č. 7, str. 1/3

Informovaný souhlas pacienta (zákonného zástupce pacienta) s magnetickou rezonancí

Pacient – jméno a příjmení:	Rodné číslo (číslo pojištění):
Datum narození: (není-li rodné číslo)	Kód zdravotní pojišťovny:
Výška:	Váha:
Adresa trvalého pobytu pacienta: (případně jiná adresa)	
Jméno zákonného zástupce (opatrovníka):	Rodné číslo:

Název výkonu

Magnetická rezonance

Účel výkonu

K zobrazení se využívá změn magnetických polí v tkáních lidského organismu. Pomocí této metody zobrazujeme tkáně lidského těla především při neurologických onemocněních, onemocněních pohybové soustavy, orgánů hrudníku, břicha a pánve.

Povaha výkonu

Před vyšetřením je nezbytné!

- 2 hodiny před vyšetřením nejíst ani nepít
- před umístěním do vyšetřovacího prostoru se převléct z hygienických a bezpečnostních důvodů do připraveného pláště.

Vlastní výkon:

Vyšetření je nebolestivé, trvá 20 – 60 minut. V průběhu vyšetření budete umístěni ve válcovitém prostoru. Po celou dobu vyšetření je nezbytné, abyste leželi v klidu. Ve vyšetřovacím prostoru je svěželo a je zde zajištěna klimatizace. Při funkci přístroje budete vnímat pouze různé druhy vzdáleného hluku. V průběhu vyšetření je v odůvodněných situacích možná aplikace kontrastní látky do žíly.

Kontraindikace:

Magnetická rezonance je jednou z nejbezpečnějších vyšetřovacích metod, přesto má některá omezení, která vyplývají z její podstaty.

Nelze vyšetřit pacienty, kteří mají zavedený kardiostimulátor, srdeční defibrilátor, kochleární protézu, nebo zavedeny jiné elektronicky řízené přístroje (inzulinové pumpy...).

Nelze vyšetřovat pacienty s kovovými cizími tělesy v oku.

Omezení jsou i u pacientů s implantovanými kovovými svorkami, kovovými dlahami, chloppenními náhradami atd.

Zvláštní pozornost věnujeme lidem po haváriích nebo úrazech, kterým se mohl dostat do těla kovový materiál. Významnou omezující skutečností, která komplikuje možnost vyšetření, je i úzkost z těsných, uzavřených prostor.

Během těhotenství se vyšetření provádí jen v nezbytných případech.

Na všechny tyto záležitosti budete opakovaně dotazováni ještě před vlastním vyšetřením a v případě pochybnosti vše podrobně společně zhodnotíme.

Po výkonu:

- není žádné omezení
- po vyšetření dochází k vlastnímu zpracování získaných informací, které budou zaslány lékaři, který Vás na vyšetření objednal.

V případě jakýchkoliv potíží okamžitě upozornit ošetřujícího lékaře !!!

Předpokládaný prospěch výkonu

Zobrazení a zhodnocení patologických nebo tvarových změn ve vyšetřované oblasti nutné k eventuálním dalším léčebným výkonům.

Alternativa výkonu

Vyšetření výpočetní tomografií eventuálně ultrazvukem, tam kde je to vhodné a možné.

<p>Možná rizika zvoleného výkonu</p> <p><u>Možné komplikace:</u> Komplikace výkonu jsou minimální, pokud jsou dodrženy výše uvedené kontraindikace. S rozvojem nových technologií, vedoucích ke zdokonalení přístroje i kontrastních látek, došlo k jejich dalšímu výraznému snížení. Nejčastější možné komplikace jsou: - reakce na pobyt v uzavřeném prostoru - alergická reakce na kontrastní látku – tyto reakce jsou vzácné, nejčastěji jsou lehké (např. nevolnost, kopřivka, dušnost, otoky), zcela výjimečně může dojít k těžké reakci až ohrožení života.</p>

<p>Následky výkonu</p> <p>Pokud nedojde k závažné reakci na kontrastní látku, pak bez možných následků.</p>
--

Abychom snížili riziko komplikací a především alergické reakce na minimum, zodpovězte nám, prosím, následující otázky:

Pozn. Vaši odpověď zakroužkujte

1. Máte kardiostimulátor, defibrilátor, kochleární protézu nebo zavedený jiný elektronicky řízený přístroj?	ANO	NE
2. Máte cizí těleso v oku?	ANO	NE
3. Máte v těle nějaký kovový materiál?	ANO	NE
4. Trpíte úzkostí z uzavřených prostor?	ANO	NE
5. Měl jste alergickou reakci po předchozím podání kontrastní látky intravenózně?	ANO	NE
6. Léčíte se na astma bronchiale?	ANO	NE
7. Máte závažné onemocnění srdce, cév, ledvin, cukrovku?	ANO	NE
8. Máte zvýšený sklon ke krvácení nebo naopak ke zvýšené srážlivosti krve?	ANO	NE
9. Jste těhotná?	ANO	NE

V případě jakýchkoliv nejasností Vám rádi zodpovíme na Vaše dotazy.

Souhlas:

Byl(a) jsem srozumitelně informován(a) o alternativách výkonu prováděných ve Fakultní nemocnici Olomouc, ze kterých mám možnost volit.	ANO	NE
Byl(a) jsem informován(a) o možném omezení v obvyklém způsobu života a v pracovní schopnosti po provedení příslušného zdravotního výkonu, v případě možné nebo očekávané změny zdravotního stavu též o změnách zdravotní způsobilosti.	ANO	NE
Byl(a) jsem informován(a) o léčebném režimu a preventivních opatřeních, která jsou vhodná, o provedení kontrolních zdravotních výkonů.	ANO	NE
Všem těmto vysvětlením a informacím, které mi byly zdravotnickým pracovníkem sděleny a vysvětleny, jsem porozuměl(a), měl(a) jsem možnost klást doplňující otázky, které mi byly zdravotnickým pracovníkem zodpovězeny.	ANO	NE

Po výše uvedeném seznámení prohlašuji:

- že souhlasím s navrhovanou péčí a s provedením výkonu a v případě výskytu neočekávaných komplikací, vyžadujících neodkladné provedení dalších zákroků nutných k záchraně života nebo zdraví, souhlasím s jejich provedením.	ANO	NE
- že jsem lékařům nezamířel(a) žádné mně známé údaje o mém zdravotním stavu, jež by mohly nepříznivě ovlivnit moji léčbu či ohrozit mé okolí, zejména rozšířením přenosné choroby.	ANO	NE
- že v případě nutnosti dávám souhlas k odběru biologického materiálu (krev, moč...) na potřebná vyšetření k vyloučení zejména přenosné choroby.	ANO	NE
Souhlasím s tím, aby osoby získávající způsobilost k výkonu zdravotnického povolání (studenti SZŠ, VOŠ, studenti LF UP apod.) prováděly lékařskou a ošetřovatelskou péči v rámci výuky v souladu s vnitřními předpisy FNOL.	ANO	NE
- že souhlasím s využitím výsledků mých vyšetření v rámci běžných diagnostických a léčebných postupů k vědeckým a výukovým účelům za podmínky, že tyto údaje budou prezentovány a publikovány pouze v anonymní formě.	ANO	NE

Souhlasím s tím, aby výše uvedené osoby mohly nahlížet do mé zdravotnické dokumentace v rozsahu nezbytně nutném. Všechny tyto osoby jsou povinny o těchto skutečnostech i mém rodném čísle zachovávat mlčenlivost	ANO	NE
---	-----	----

Přeji si, aby o mém zdravotním stavu byla informována jiná osoba (osoby):		ANO	NE
Jméno a příjmení:	adresa:	Tel.:	
Přeji si, aby výše uvedená osoba (osoby) měla(y) právo:			
a) nahlížet do mé zdravotnické dokumentace	ANO	NE	
b) pořizovat si výpisy, opisy nebo kopie z mé zdravotnické dokumentace	ANO	NE	

Datum	Hodina	Podpis pacienta nebo zákonného zástupce (opatrovníka)

Jméno a příjmení oprávněného zdravotnického pracovníka, který podal informaci	Podpis oprávněného zdravotnického pracovníka, který podal informaci

Jméno a příjmení lékaře, provádějícího výkon	Podpis lékaře, provádějícího výkon	Datum	Hodina

Pokud se pacient nemůže podepsat, uveďte důvody, pro které se pacient nemohl podepsat:

Jak pacient projevil svou vůli:			
Jméno a příjmení zdravotnického pracovníka/svědka	Podpis zdravotnického pracovníka/svědka	Datum	Hodina

Příloha 2. Žádost o poskytnutí informací/sběr dat ve Fakultní nemocnici Olomouc



FAKULTNÍ NEMOCNICE[®]
OLOMOUC

I. P. Pavlova 185/6, 779 00 Olomouc
Tel. 588 441 111, E-mail: info@fnol.cz
IČ: 00098892

ODBOR KVALITY

Fm-MP-G015-05-ZADOST-001

verze č. 1, str. 1/2

Žádost o poskytnutí informace pro studijní účely/sběr dat

Jméno a příjmení žadatele: Michaela Štorková

Datum narození: 21.5.1995 Telefon: 604175574 E-mail: michaela.storkova01@upol.cz

Kontaktní adresa: Hlavní 1027, Frýdlant nad Ostravicí, 739 11

Přesný název školy/fakulty: Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta zdravotnických věd

Obor studia: Zobrazovací technologie v radiodiagnostice

Forma studia: prezenční kombinovaná distanční

Téma závěrečné práce:

Vyšetření dětí na magnetické rezonanci

Žadatel ve FNOL koná odbornou praxi:

ANO na pracovišti: _____ v termínu od: _____ do: _____

NE

Žadatel je zaměstnancem FNOL:

ANO na pracovišti: _____

NE

Pracoviště FNOL dotčená průzkumem: Radiologická klinika - Oddělení magnetické rezonance

Účel žádosti:

sběr dat/zjišťování informací pro zpracování diplomové/bakalářské práce

sběr dat/zjišťování informací pro zpracování seminární/odborné práce

sběr dat/zjišťování informací pro jiný účel: (uveďte): _____

Požadavek na (zaškrtněte):

V případě, že žadatel potřebuje získat informaci o počtech vyšetření/ošetření a předem má souhlas konkrétního pracoviště, že tato data mu budou poskytnuta vedením tohoto pracoviště bez nutnosti jeho nahlížení do zdravotnické dokumentace pacientů, vyplní oddíl „Ostatní – statistická data“. Jinak vyplní oddíl „Nahlížení do zdr. dokumentace“.

Dotazníková akce pro pacienty FNOL pro zaměstnance FNOL

Počet respondentů, kteří budou vyplňovat dotazník: _____

Termín, kdy proběhne vyplnění dotazníků: od: _____ do: _____

K vyplněné žádosti je nutno doložit vzor vašeho dotazníku.

Nahlížení do zdravotnické dokumentace

Předpokládaný počet kusů zdravotnické dokumentace, do které bude žadatel nahlížet: 150

Termín, ve kterém bude žadatel nahlížet do zdravotnické dokumentace: od: získání
souhlasu do: 30.4.2022
(1.7.2021)

Přesná specifikace co bude žadatel vyhledávat ve zdravotnické dokumentaci: V systému PACS - pohlaví, věk, vyšetřovanou oblast pacienta, čas začátku vyšetření.

Při nahlížení do zdravotnické dokumentace bude do každé dokumentace vložen formulář Fm-MP-G015-05-NAHLED-001 Záznam o nahlédnutí do zdravotnické dokumentace pro účely výzkumu/studie.

Ostatní

kazuistika – počet:

vedení rozhovoru s pacientem FNOL – počet pacientů: _____

vedení rozhovoru se zaměstnancem FNOL – počet zaměstnanců: _____ povolání: _____

K vyplněné žádosti je nutno doložit vzor rozhovoru (orientační okruh otázek).

statistická data – informace o počtech např. zdravotnických výkonů, vyšetření, určité agendy (např. porodnost), přístrojích

jiné (specifikujte):

Za které období budou data zjišťována: _____

Kdy proběhne sběr dat žadatelem: od: _____ do: _____

Přesná specifikace co bude žadatel zjišťovat:

Způsob zveřejnění závěrečné/seminární práce: forma diplomové práce - elektronická (veřejně dostupná), tištěná (veřejně nedostupná)

Budete FNOL uvádět jako „zdroj dat“ ve své práci? ANO NE

Poučení:

Žadatel souhlasí se zpracováním jeho osobních údajů dle zásad GDPR pro účely evidence této žádosti. Zavazuje se zachovat mlčenlivost o skutečnostech, o nichž se dozví v souvislosti s prováděným výzkumem a sběrem dat/informací.

Žadatel (datum podpis): 19.5.2021 

Schválil (datum podpis): 24.5. 2021 

Poznámky:

Ing. Bc. Andrea Drobilířová
Náměstkyně lékařských oborů
Fakultní nemocnice Olomouc

Příloha 3. Vyjádření Etické komise



Fakulta
zdravotnických věd

UPOL- 126090/1070-2021

Vážená paní
Bc. Michaela Štorková

2021-06-24

Vyjádření Etické komise FZV UP


Vážená paní bakalářko,

na základě Vaší Žádosti o stanovisko Etické komise FZV UP byla Vaše výzkumná část diplomové práce posouzena a po vyhodnocení všech zaslanych dokumentů Vám sdělujeme, že diplomové práci s názvem „**Vyšetření dětí na magnetické rezonanci**“, jehož jste hlavní řešitelkou, bylo uděleno

souhlasné stanovisko Etické komise FZV UP .

S pozdravem,

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Fakulta zdravotnických věd
Etická komise
Hněvotínská 3, 775 15 Olomouc


Mgr. Lenka Mazalová, Ph.D.
předsedkyně
Etické komise FZV UP

Fakulta zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci
Hněvotínská 3 | 775 15 Olomouc | T: 585 632 880
www.fzv.upol.cz