

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Bc. Andrea Maršalíková

**MR vyšetření mozku u kojenců**

**Diplomová práce**

Vedoucí práce: MUDr. Lenka Bakaj Zbrožková, Ph.D.

Olomouc 2024

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením MUDr.  
Lenky Bakaj Zbrožkové Ph.D. a použila jen uvedené bibliografické zdroje.

.....

Podpis

V Olomouci dne 3.5.2024

Děkuji vedoucí diplomové práce paní MUDr. Lence Bakaj Zbrožkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, ochotu a poskytnutí studijních materiálů. Dále bych chtěla poděkovat Dětské klinice FNOL za umožnění provedení výzkumu, který je nedílnou součástí této diplomové práce. V neposlední řadě chci poděkovat svým rodičům a příteli za veškerou podporu během celého studia.

## ANOTACE

**Typ závěrečné práce:** Diplomová práce

**Téma práce:** MR vyšetření mozku u kojenců

**Název práce:** MR vyšetření mozku u kojenců

**Název práce v AJ:** MR examination of the brain in infants

**Datum zadání:** 28.1.2023

**Datum odevzdání:** 3.5.2024

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav zobrazovacích metod

**Autor práce:** Bc. Andrea Maršalíková

**Vedoucí práce:** MUDr. Lenka Bakaj Zbrožková, Ph.D.

**Oponent práce:** MUDr. Kateřina Strojilová

**Abstrakt v ČJ:** Diplomová práce pojednává o vyšetřeních mozku u kojenců pomocí magnetické rezonance a ultrazvuku. Teoretická část obsahuje rozdělení a popis jednotlivých fází dětského věku, anatomii mozku kojenců, popis jednotlivých vyšetřovacích modalit (UZ, MR, CT) a možná onemocnění mozku u kojenců. Jedním z cílů práce bylo sumarizovat indikace k vyšetření mozku u kojenců magnetickou rezonancí a určit, v jakém stáří kojence byla nejčastěji MR vyšetření prováděna. Cílem také bylo rozdělit MR vyšetření z hlediska vyšetřovaných oblastí a zjistit, které diagnózy se vyskytovaly nejčastěji. Dalším cílem bylo zjistit, zda vyšetření pomocí MR přináší jiné nebo rozšiřující výsledky při porovnání s předchozím ultrazvukovým vyšetřením. Výzkumný soubor byl tvořen 50 kojenci, kteří podstoupili jak ultrasonografické vyšetření, tak i následné vyšetření magnetickou rezonancí v letech 2019–2023. Nejčastější indikací k těmto vyšetřením byl hydrocefalus. Průměrný věk kojence v den MR vyšetření byl 187, 20 dne. Nejčastěji vyskytující se patologií byl taktéž hydrocefalus. Diagnostická shoda UZ a MR byla vyčíslena na hodnotu 32 %. Diagnostická shoda rozšiřující byla zaznamenána v 46 %. Hodnota celkové shody mezi UZ a MR byla stanovena na 78 %. K rozšíření výsledků pomocí MR došlo celkově u 68 %.

**Abstrakt v AJ:** The thesis deals with brain examinations in infants using magnetic resonance imaging and ultrasound. The theoretical part includes the division and description of childhood, anatomy of the infant brain, description of individual examination modalities (US, MRI, CT) and possible brain diseases in infants. One of the aims of the thesis was to summarize the

indications for brain examinations in infants by magnetic resonance imaging and to determine at what age infants were most often subjected to MRI examinations. The aim was also to categorize MR examinations in terms of the areas examined and to determine which diagnoses were most common. Another goal was to determine whether MR examination provides different or augmenting results when compared to previous ultrasound examinations. The study population consisted of 50 infants who underwent both ultrasound and follow-up MRI examinations between 2019 and 2023. Hydrocephalus was the most common indication for these examinations. The mean age of the infant on the day of the MRI scan was 187, 20 days. Hydrocephalus was also the most frequently occurring pathology. The diagnostic concordance of US and MR without extension information was estimated at 32 %, and extension of the results by MR occurred in 68 % overall.

**Klíčová slova v ČJ:** magnetická rezonance, ultrasonografie, dětský věk, kojeneček, onemocnění mozku, indikace

**Klíčová slova v AJ:** magnetic resonance, ultrasonography, childhood age, infant, brain disease, indications

**Rozsah:** 82 stran/3přílohy

# Obsah

Úvod .....	10
1 Popis rešeršní činnosti .....	12
2 Rozdělení dětského věku a jeho charakteristiky .....	14
2.1 Novorozenecké období.....	14
2.2 Kojenecké období.....	14
2.3 Batolecí období .....	14
2.4 Období předškolního věku.....	14
2.5 Období školního věku .....	15
2.6 Období dospívání .....	15
2.7 Období adolescence.....	15
3 Neurologické vyšetření kojence .....	16
3.1 Anamnéza .....	16
3.2 Pediatrické vyšetření .....	16
3.3 Neurologické vyšetření.....	17
3.4 Vývojové vyšetření .....	17
3.5 Závěr vyšetření.....	18
4 Anatomie mozku u kojenců .....	19
4.1 Vývoj struktur lebky a mozku .....	20
4.2 Vývoj nervového systému .....	21
4.3 Vývojové vady nervového systému .....	22
5 Ultrazvuk .....	23
5.1 Fyzikální princip ultrazvuku .....	23
5.2 Vznik ultrazvukového obrazu .....	23
5.3 Základní fyzikální veličiny .....	23
5.4 Ultrazvuková sonda.....	24
5.5 Výhody ultrazvuku .....	25
5.6 Ultrazvukové artefakty .....	25
6 Ultrazvukové vyšetření mozku u kojenců .....	27
6.1 Parametry vyšetření.....	27

6.2	Technika vyšetření .....	27
6.3	Limity cerebrální ultrasonografie.....	28
6.4	Indikace .....	29
7	CT vyšetření.....	30
7.1	Fyzikální princip CT .....	30
7.2	Vznik CT obrazu .....	30
7.3	Základní fyzikální veličiny .....	30
7.4	Výhody CT .....	30
8	CT vyšetření mozku .....	32
8.1	Technika vyšetření .....	32
8.2	Indikace .....	32
8.3	Traumata.....	32
8.4	Syndrom týraného dítěte.....	33
8.4.1	Diagnostika .....	34
8.4.2	Protokoly zobrazení CNS .....	34
9	Magnetická rezonance .....	36
9.1	Fyzikální princip magnetické rezonance .....	36
9.2	Vznik MR obrazu .....	36
9.3	Základní fyzikální veličiny .....	37
9.4	MR sekvence.....	38
9.5	Cívky .....	38
9.6	Kontrastní látky.....	39
9.7	Kontraindikace .....	40
9.8	Výhody magnetické rezonance .....	40
10	Vyšetření mozku u kojenců pomocí MR .....	41
10.1	Anestezie .....	41
10.1.1	Fyziologie CNS .....	41
10.1.2	Předoperační příprava .....	41
10.1.3	Předanestetické vyšetření .....	42
10.1.4	Premedikace .....	42
10.1.5	Monitorace dětských pacientů.....	43

10.2	Sekvence .....	44
10.3	Indikace .....	44
11	Onemocnění mozku u kojenců .....	45
11.1	Nádory CNS u kojenců .....	45
11.1.1	Epidemiologie .....	45
11.1.2	Etiologie .....	46
11.1.3	Příznaky .....	46
11.1.4	Diagnostika .....	47
11.1.5	Gliomy .....	47
11.1.6	Ependymom .....	47
11.1.7	Meduloblastom.....	48
11.1.8	Neuroblastom .....	48
11.2	Periventrikulární a intraventrikulární krvácení .....	48
11.3	Periventrikulární leukoencefalomalacie (PVL).....	48
11.4	Hypoxicko-ischemické poškození mozku (HII).....	49
11.5	Vrozené vady mozku .....	50
11.6	Netraumatické akutní stavy CNS .....	50
11.7	Traumatická intrakraniální postižení .....	51
12	Metodika výzkumu .....	52
12.1	Výzkumné cíle a hypotézy .....	52
12.2	Charakteristika souboru .....	52
12.3	Metoda sběru dat .....	53
12.4	Realizace výzkumu.....	53
12.5	Metody zpracování dat.....	54
13	Výsledky výzkumu .....	55
13.1	Jednotlivé cíle výzkumu .....	55
13.2	Hypotéza .....	65
14	Diskuse.....	67
15	Závěr .....	70
	Referenční seznam.....	71
	Seznam zdrojů obrázků.....	74



Seznam zkratek .....	75
Seznam tabulek .....	76
Seznam obrázků .....	77
Seznam grafů.....	78
Seznam příloh.....	79
Přílohy.....	80

## Úvod

Mezi onemocnění mozku u kojenců řadíme nádory, krvácení, cysty, abnormality či poškození vzniklá úrazem nebo mrtvicí. Nádory centrálního nervového systému u dětí tvoří zhruba 25–30 % všech nádorových onemocnění. Tyto nádory představují nejčastěji se vyskytující formu solidních nádorů. Počet nově diagnostikovaných nádorů CNS u dětí se ve světě neustále zvyšuje. Jednou z možných příčin nárůstu jsou neustále se vyvíjející diagnostické metody. (Pavelka, Zitterbart, 2011, str. 53, [online])

Tato diplomová práce se zabývá zobrazovacími metodami, které se využívají pro diagnostikování různých onemocnění mozku u kojenců, konkrétně se zaměřením na magnetickou rezonanci a ultrazvuk. V této práci jsem se taktéž zaměřovala na jednotlivá onemocnění mozku (nádory, traumata, vrozené vady, krvácení, netraumatická poranění), na jejich epidemiologii, etiologii, příznaky, diagnostiku a následnou léčbu. Práce je rozdělena na dvě základní části: teoretickou a praktickou. Teoretická část obsahuje rozdělení dětského věku s jeho základními charakteristikami, anatomii mozku u kojenců a v neposlední řadě i popis jednotlivých zobrazovacích metod, především ultrasonografie a magnetické rezonance, které se ke stanovení diagnózy používají nejčastěji. Zabývala jsem se jejich technikou provedení, indikacemi a výhodami. Zmíněny byly taktéž informace ohledně anestezie, která je nedílnou součástí při vyšetřování dětských pacientů.

V praktické části jsem prvně sumarizovala jednotlivé indikace k vyšetřování mozku u kojenců a následně zjišťovala, které indikace se u výzkumného souboru vyskytovaly nejčastěji. Výzkumný soubor byl tvořen celkem 50 kojenci, kteří podstoupili vyšetření mozku pomocí ultrazvuku a magnetické rezonance ve FNOL v časovém období 2019–2023. Následně jsem rozdělila jednotlivé nalezené patologie do 9 vyšetřovaných oblastí a poté zjišťovala, které patologie se u výzkumného souboru vyskytovaly nejčastěji. V dalším kroku jsem určovala, zda přináší vyšetření magnetickou rezonancí jiné nebo rozšiřující výsledky ve srovnání s předchozím ultrazvukovým vyšetřením. V závěrečné části této diplomové práce jsem se zabývala otázkou, ve kterém stáří kojence se vyšetření mozku pomocí magnetické rezonance provádí nejčastěji.

**Pro tvorbu diplomové práce byla prostudována níže uvedená vstupní literatura:**

1. AMBLER, Zdeněk, Pavel POTUŽNÍK a Jiří POLÍVKA, 2023. *Základy neurologie*. Osmé, aktualizované a doplněné vydání. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-654-9.
2. KRŠEK, Pavel a Alena ZUMROVÁ, 2021. *Základy dětské neurologie*. Třetí, doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén. ISBN 9788074925108.
3. VOMÁČKA, Jaroslav, Josef NEKULA a Jiří KOZÁK, 2023. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Třetí, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-6204-2

# 1 Popis rešeršní činnosti

## ALGORITMUS REŠERŠNÍ ČINNOSTI



### VYHLEDÁVAJÍCÍ KRITÉRIA:

**Klíčová slova v ČJ:** magnetická rezonance, ultrasonografie, dětský věk, kojenci, onemocnění mozku, indikace

**Klíčová slova v AJ:** magnetic resonance, ultrasonography, childhood age, infants, brain disease, indications

**Jazyk:** čeština, angličtina

**Období:** 2000–2023

**Další kritéria:** dostupnost plného textu zdarma



### DATABÁZE:

PubMed, Google Scholar, MEDVIK, NZIP



**Nalezeno celkem 119 publikací.**



### **VYŘAZUJÍCÍ KRITÉRIA:**

- Články nesouvisející s tématem
- Duplicitní články
- Články neodpovídající cílům



### **SUMARIZACE VYUŽITÝCH DATABÁZÍ A VYHLEDANÝCH DOKUMENTŮ:**

- PubMed: 3
- Google Scholar: 7
- MEDVIK: 6
- NZIP: 1



Pro tvorbu diplomové práce bylo použito 17 dohledaných elektronických dokumentů a 16 knižních publikací

## **2 Rozdělení dětského věku a jeho charakteristiky**

### **2.1 Novorozenecké období**

Novorozenecké období začíná po porodu a trvá čtyři týdny. Do 7. dne života mluvíme o tzv. časném novorozeneckém období. Pozdní novorozenecké období trvá od 8. dne do 28. dne života. Charakteristickým znakem tohoto období je nutnost adaptace, tzv. poporodní adaptace. Novorozenec se musí ihned po porodu přizpůsobit novému prostředí. Dítě je po narození vybaveno několika zásadními reakcemi, které mu pomáhají se adaptovat a přežít. Mezi takové reakce řadíme např. sací reflex, hledací reflex nebo polykací reflex. Již v novorozeneckém věku si dítě vytváří sociální vazby. (Vacušková a kol., 2003, str. 43, [online]; Stožický a kol., 2015, str. 33–36)

### **2.2 Kojenecké období**

Za kojence považujeme dítě od 28. dne života do jednoho roku. Toto období je považováno za nejintenzivnější vývojový úsek (Vacušková a kol., 2003, str. 44, [online]). Jedná se o fázi velkého somatického, motorického a neuropsychického rozvoje. U dítěte dochází i k dalšímu rozvoji adaptačních schopností. K velkému posunu dochází v rozvoji smyslového vnímání, ale i ve schopnosti sledovat své okolí. Dítě se v tomto období učí sedět, ložit a později i chodit. Dítě v kojeneckém období již reaguje na své jméno. Během sedmého až osmého měsíce se u dítěte objevují první slova. (Stožický a kol., 2015, str.36–39)

### **2.3 Batolecí období**

Za batole označujeme dítě od druhého do třetího roku života. Jedná se o fázi dalšího růstu a vývoje dítěte. V tomto období převažuje psychický vývoj nad vývojem motorickým. Typickou charakteristikou je zvědavost, velká aktivita, ale i zvýšený zájem dítěte o své okolí. Dítě se v tomto období začíná začleňovat do kolektivu rodiny a svých vrstevníků. (Klíma, 2016, str. 35)

### **2.4 Období předškolního věku**

Předškolní věk začíná od 3 let a trvá do 6 let dítěte. Během tohoto období se zdokonalují již nabyté dovednosti a schopnosti dítěte. Dítě si postupně uvědomuje vlastní podstatu, vlastní „já“. Charakteristikou tohoto období je největší vývoj v rámci psychických a socializačních změn. (Klíma, 2016, str. 36)

## **2.5 Období školního věku**

Školní věk trvá od nástupu do školy po její skončení, běžně od šesti do patnácti let. Rozlišujeme mladší školní věk (od nástupu do školy po ukončení 5. třídy) a starší školní věk (začíná 6. a končí 9. třídou). K pokroku u dítěte dochází ve všech oblastech. (Klíma, 2016, str. 37)

## **2.6 Období dospívání**

Období dospívání je nejdelsí fází vývoje. Charakteristické jsou první známky pohlavního dospívání. U dívek se v tomto období násobí podíl tukové tkáně, u chlapců pak svalové hmoty. U dítěte se objevují sekundární pohlavní znaky (pubické ochlupení, růst prsou u dívek, růst vousů u chlapců). Psychický vývoj je v tomto období podobný jako u dětí školního věku. (Stožický a kol., 2015, str. 45–46)

## **2.7 Období adolescence**

Jedná se o ukončení období mezi dětstvím a dospělostí. Mezi hlavní vývojové úkoly patří přijetí vlastního těla a fyzických změn včetně pohlavní role. Typicky dochází ke změně vztahu k rodičům nebo jiným autoritám. Adolescent se stává osobností s charakteristickými znaky. (Vacušková a kol., 2003, str. 45 [online])

### **3 Neurologické vyšetření kojence**

Během kojeneckého období dochází u dítěte k největšímu morfologickému i funkčnímu vývoji centrální nervové soustavy. Z morfologické stránky dochází k postupné myelinizaci a arborizaci nervových drah. Při narození je u kojence myelinizována pouhá třetina nervových vláken. V kojeneckém věku dochází k přeměně prvotních reflexních motorických projevů v uvědomělou hybnost. Primární reflexní hybnost je řízena z oblasti cervikální míchy. Postupným vývojem nervového systému přebírají tuto funkci struktury subkortikální oblasti. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 38)

Z neurologického hlediska je nejlepší a nejdostupnější metodou k hodnocení vývoje dítěte sledování jeho motorického vývoje. Motorický věk se dělí na holokinetické období, monokinetické období, dromokinetické a kratikinetické období. Holokinetické období trvá do zhruba 6 týdnů věku dítěte. Monokinetické období je vymezeno mezi 2.–5. měsícem života. Dromokinetické období trvá od 5.–12. měsíce a kratikinetické začíná po 12. měsíci. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 38)

Neurologické vyšetření kojence se skládá z 5 následujících částí: anamnézy, pediatrického vyšetření, vlastního neurologického vyšetření, vývojového vyšetření a závěru. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 41)

#### **3.1 Anamnéza**

Při odebrání anamnézy je důležité podrobně se zeptat na rodinnou zátěž. Osobní anamnéza zahrnuje informace o průběhu prenatalního období, porodu a stavu po něm. Dalším důležitým bodem je zjistit, jaké choroby a úrazy prodělalo dítě v minulosti, kolikrát bylo dítě hospitalizováno a v neposlední řadě i přehled očkování. Další otázkou je kdy a v jakém věku dítěte se objevily první příznaky onemocnění, co jej vyvolalo a jak se onemocnění dále projevilo. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 41)

#### **3.2 Pediatrické vyšetření**

Pediatrické vyšetření představuje nezbytný krok ke zjištění celkového stavu pacienta. Při samotném vyšetření využíváme observaci, poslech, pohmat a poklep. Součástí je i orientační vyšetření srdce, plic, břicha, mizních uzlin, ledvin a dalších. Toto vyšetření může pomoci jednak při diagnostice neurologického onemocnění, ale i při vyloučení sekundarity neurologických příznaků. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 41–44)



### 3.3 Neurologické vyšetření

Cílem samotného neurologického vyšetření je posoudit stupeň vývoje dítěte, stav nervového systému z hlediska generalizovaných a ložiskových změn. Vyšetřování se provádí vleže. Součástí je i měření obvodu hlavy a popisování velikosti a stavu velké a malé fontanely. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 44)

### 3.4 Vývojové vyšetření

Díky vývojovému vyšetření jsme schopni určit vývojový věk kojence, který se ve srovnání s kalendářním věkem může výrazně lišit. Vyšetřujeme polohové reakce, při kterým sledujeme především vzájemnou polohu hlavy, trupu a končetin. V dnešní době jsou nejčastěji používanými vývojovými schémata tzv. polohové testy dle Vlacha a dle Vojty. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 44)

#### **Poloha I. – na zádech**

Při této poloze sledujeme spontánní, pasivní a provokované hybnosti kojence. Případná asymetrie spontánní hybnosti může naznačovat parézu, nízká míra spontánní hybnosti pak bývá znakem obrn. Při vyšetřování provokované hybnosti se zaměřujeme na tonické a fázické reflexy, mozkové nervy a pyramidové jevy. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 44)

#### **Poloha II. – posazování a sed**

Během této polohy zkusíme dítě pomalým tahem posadit. Poté ve zhruba 45 stupních na chvíli zastavíme a sledujeme souhru a postavení hlavy, trupu, dolních a horních končetin. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 44)

#### **Poloha III. – přetáčení a poloha na bříšku**

V prvních 6 měsících života musíme kojence převést z polohy na zádech do polohy na břiše pasivně. Při samotném přetáčení sledujeme flexi v kyčli a koleni. Od ukončeného 6. měsíce by měl být kojeneček schopen spontánního přetáčení. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 44)

#### **Poloha IV. – závěsy (polohy) v prostoru**

- Závěs pod bříškem (Landau)
- Závěs v podpaží (axilární vis)
- Bočná poloha dle Vojty
- Horizontální závěs dle Collisové
- Vertikální závěs dle Collisové
- Závěs dle Peipera-Isberta (Nevšímalová a kol., 2021, str. 45)

### **Poloha V. – vertikalizace**

Při této poloze postavíme dítě pasivním způsobem na podložku. U kojence sledujeme způsob postavování a samotný stoj. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 46)

### **Poloha VI. – úlekové reakce**

V této fázi vyšetřujeme reflex akustikopalpebrální, optikopalpebrální a optikofaciální. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 46)

## **3.5 Závěr vyšetření**

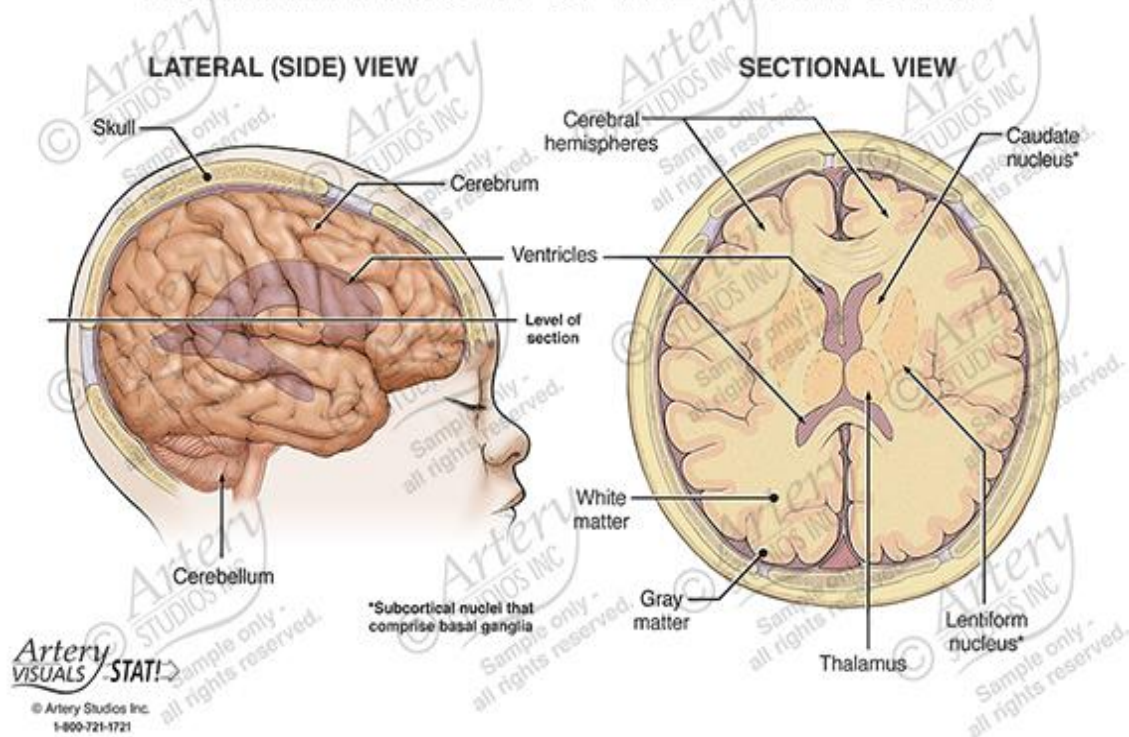
Závěr vyšetření by měl obsahovat popis konkrétního syndromu a následné zhodnocení vývojového věku kojence bez ohledu na kalendářní věk. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 46)

## 4 Anatomie mozku u kojenců

Centrální nervový systém (CNS) kojence se skládá z mozkové kůry, podkorových center, prodloužené míchy a míchy. CNS nově narozeného dítěte je tzv. nezralý. Mozek je důležitý orgán, díky kterému je dítě schopno myšlení, paměti, emocí, motoriky nebo dýchání. Anatomicky je mozek dítěte odlišný od mozku dospělého jedince. Tyto rozdíly jsou viditelné především v kojeneckém věku a jsou důležité v rámci diagnostiky a následné léčby. (Stanford medicine, (nedatováno), [online]; Kosif, Keçialan, 2020, str. 355, [online])

Anatomicky se mozek kojence skládá ze čtyř laloků. Předního (frontálního) laloku, parietálního laloku, týlního (okcipitálního) laloku a temporálního laloku. Mozek se skládá ze čtyř komor, konkrétně ze dvou postranních komor, třetí komory a čtvrté komory. Postranní komory jsou uloženy v hemisférách koncového mozku, třetí komora v oblasti mezimozku a čtvrtá komora v oblasti mozkového kmene. Mozkový kmen je část mozku, která zajišťuje správné fungování všech základních funkcí nutných k přežití (dýchání, krevní tlak...). Další významnou anatomickou strukturou je mozeček (cerebellum). Jeho základní funkcí je schopnost udržet rovnováhu a koordinaci pohybu. Limbický systém kojence obsahuje amygdalu a hipokampus. Amygdala slouží k řízení emocí a chování dítěte. Hipokampus je zodpovědný za tvorbu paměti. S mozkovou kůrou se spojují bazální ganglia, která ovlivňují kognitivní funkce. Mozek se dělí na pravou a levou hemisféru. Tyto dvě části jsou spojeny pomocí corpus callosum. (Better brain for babies, (nedatováno), [online]; Shenoy, Lui, 2023, [online])

## NORMAL ANATOMY OF THE INFANT BRAIN



Obrázek 1: Anatomie mozku kojence

Normal anatomy of the infant brain. In: *Artery studios* [online]. [cit. 2024-02-19]. Dostupné z: <https://arterystudios.com/legal/product/normal-anatomy-of-the-infant-brain-infant>

### 4.1 Vývoj struktur lebky a mozku

Lebka i mozek kojence se od lebky a mozku dospělého liší v mnoha ohledech. Jedná se především o rozdíly ve velikosti a tvaru. Po narození je lebka dítěte velmi křehká, proto je důležité s ní zacházet opatrně. Lebka je předozadně protažená. Lebka je tvořena osifikačními středy (tubera frontalia, tubera parietalia). Mezi hlavní odlišnosti patří velké neurokranium vůči splanchnokraniu. (Stanford medicine, (nedatováno), [online]; Kosif, Kecialan, 2020, str. 355, [online])

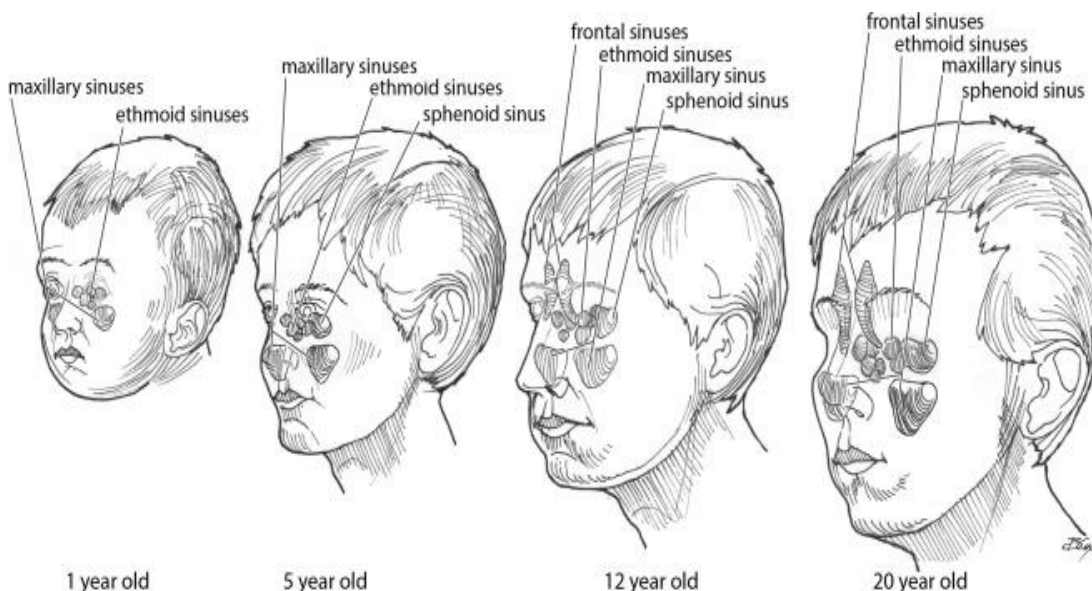
- **Corpus callosum**

K počátku jeho vývoje dochází již mezi 8.–16. týdnem prenatálního vývoje. Při narození je corpus callosum velmi tenké. K jeho výraznému růstu dochází až během myelinizace, ke které dochází během 7.–8. měsíce života kojence. Konec vývoje nastává mezi 9.–12. měsícem. (Seidl a kol., 2014, str. 8)

- **Změny kostní dřeně a vývoj obličejových dutin**

Ke konci 1. roku života dochází u dítěte k tukové přeměně, ke vzniku žluté dřeně. Žlutou dřeň můžeme zobrazit kolem 2. roku života v přední části kosti klínové (zde se později tvoří

sinus sfenoidalis). Sinus maxillaris se po narození pomalu zvětšuje a konečný tvar získává na konci puberty. Sinus ethmoidalis se po narození také postupně zvětšuje. Konec růstu však nastává již kolem 6. roku života. Jako poslední se vyvíjí sinus frontalis. (Seidl a kol., 2014, str. 8)



Obrázek 2: Vývoj obličejových dutin

Pediatric anatomy: Nose and Sinus. In: *ScienceDirect* [online]. [cit. 2024-02-19]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1043181018300101>

- **Rozšíření subarachnoidálních prostorů na konvexitě**

K rozšíření subarachnoidálních prostorů dochází v prvním roce života dítěte. Někdy může docházet také k rozšíření mozkových komor. (Seidl a kol., 2014, str. 8)

## 4.2 Vývoj nervového systému

K maturaci neboli zrání centrální nervové soustavy výrazně dochází v kojeneckém období. K myelinizaci některých spojů v oblasti okcipitální a frontální dochází již ve 3. dekádě. Ke konci 2. měsíce dochází u kojenců ke konci období organogeneze a nastupuje fáze neurální a gliální proliferace. Během období proliferace dochází k tomu, že neurony a buňky glie putují ze zárodečné tkáně do cílových míst své funkce. K přesunu již zmíněných struktur dochází mezi 2.–5. měsícem života dítěte. Migrace neuronů neprobíhá kontinuálně, ale v jednotlivých fázích. Tímto způsobem se u kojence vytváří šedá hmota centrální, mozeček a mozková kůra. Dalším důležitým mechanismem pro správné fungování nervového systému je synapsogeneze. Během tohoto mechanismu dochází k vytváření propojení nervových buněk. Nejvíce takových spojení (synapsí) se objevuje mezi 4.–5. měsícem prenatálního vývoje, tvoření nových spojů však

probíhá celý život. Poměrně dlouhým procesem je myelinizace, během které dochází k tvorbě myelinových pochev kolem nervových vláken. Proces začíná prenatálně ve 20. týdnu v hřbetní míše (v oblasti zadních míšních provazců a v tractus spinothalamicus) a končí okolo 2. roku života. Myelin je ukazatelem funkční zralosti mozku. (Seidl a kol., 2014, str. 7)

### **4.3 Vývojové vady nervového systému**

Vývojových vad CNS je okolo 2000. Během prenatálního období se k hledání vývojových vad využívá především ultrasonografie. Většina malformací plodu je viditelná už při screeningovém ultrazvukovém vyšetření ve 2. trimestru. Pokud není nález jednoznačný, je indikováno doplňující vyšetření magnetickou rezonancí. (Seidl a kol., 2014, str. 7)

- **Porucha dorzální indukce (3.–5. týden)**

Encefalokéla, meningokéla, Chiariho malformace, uzavřený spinální dysrafismus, dermální sinus, syndrom zadržené míchy (syndrom tethered cord), syndrom kaudální regrese. (Seidl a kol., 2014, str. 7)

- **Porucha ventrální indukce (5.–10. týden)**

Mozečková dysplazie, Dandy-Walkerova malformace, Joubertův syndrom, anomálie obličejů, septooptická dysplazie. (Seidl a kol., 2014, str. 7)

- **Porucha neuronální proliferace, diferenciací a histogeneze (2.–4. měsíc)**

Mikrocefalie, arachnoidální cesty, makrocefalie, neurocytární syndromy, cévní malformace, vrozené cesty, vrozené nádory. (Seidl a kol., 2014, str. 7)

- **Destruktivní poškození CNS (embryonální vývoj, perinatální i postnatální období)**

Poškození vznikají jako následek poruchy cévního zásobení, toxické látky, traumatu, kongenitální infekce či metabolické dysfunkce. Mezi destruktivní poškození řadíme např. gliózu, hydranencefalii nebo porencefalii. (Seidl a kol., 2014, str. 7)

## 5 Ultrazvuk

Ultrazvuk (UZ) je velmi často využívanou metodou, ve většině případů první volbou v rámci zobrazovacích metod. Minimální vedlejší účinky, nízká cena a dostupnost jsou hlavními benefity této zobrazovací metody (Vomáčka a kol., 2015, str. 38). Ultrazvuk je forma mechanického vlnění, které vykazuje stejné vlastnosti jako zvuk. Rozdílem jsou frekvence ultrazvukových vln, které jsou nad hladinou slyšitelnosti pro lidské ucho. Pro diagnostické účely se používají frekvence v rozsahu 5–12 MHz. (Ferda a kol., 2015, str. 20)

### 5.1 Fyzikální princip ultrazvuku

Ultrazvuk můžeme popsat jako mechanické vlny o frekvenci vyšší než 20 kHz. Zdrojem ultrazvukových vln je piezoelektrický měnič. Princip spočívá v odrazu ultrazvukových vln na rozhraní dvou prostředí s rozdílnou akustickou impedancí, přičemž se vlnění částečně odrazí a částečně projde dál tělem. Při průchodu hmotou dochází k postupné ztrátě energie a přeměně na teplo. Odražený signál (echo) je zachycen a převeden na elektrický signál, který označujeme jako radiofrekvenční signál. (Vomáčka a kol., 2015, str. 38)

### 5.2 Vznik ultrazvukového obrazu

Mechanismus vzniku UZ obrazu můžeme rozdělit na několik procesů. Prvním procesem je vznik a formátování UZ paprsků, druhým pak vlastní interakce s hmotou a proces příjmu. Konečným procesem je samotné zpracování odražených signálů. Procesy příjmu lze rozdělit na preprocesing a postprocesing. Preprocesing představuje zpracování signálu před jeho uložením do obrazové paměti, postprocesing představuje řadu softwarových pomůcek, které umožňují úpravy obrazu. (Burša a kol., 2021, str. 35)

### 5.3 Základní fyzikální veličiny

#### Rychlost šíření

Rychlost šíření podélného vlnění je dána hustotou a tuhostí dané tkáně. Předpokládaná průměrná rychlost šíření ultrazvukového vlnění v tkáních je 1540 m/s. Tato rychlost se však liší mezi jednotlivými tkáněmi lidského těla. Kvůli těmto možným odchylkám mohou vznikat některé artefakty. (Burša a kol., 2021, str. 24)

#### Akustická impedance

Akustická impedance je součin hustoty a rychlosti šíření ultrazvuku v dané hmotě. Pro zobrazování pomocí UZ je právě rozdíl akustických impedancí jednotlivých tkání důležitým parametrem. Výrazné rozdíly akustických impedancí jsou u kostí a vzduchu. (Burša, 2021, str.

25–26)

## **Útlum**

K útlumu ultrazvukových vln dochází v každém prostředí. U některých struktur může dojít i k tzv. difrakci (ohybu), která je často příčinou vzniklých obrazových artefaktů. (Hrazdira, 2011, str. 8)

### **5.4 Ultrazvuková sonda**

Ultrazvukové vyšetřovací sondy prošly velkým a složitým vývojem, od prvotních jednoměničových až po dnešní mnohoměničové sondy s analogově-digitálními převodníky. Dnes nejčastěji používaným typem je sonda lineární, konvexní a fázová. (Hrazdira, 2011, str. 36)

- **Lineární sonda**

- měniče uspořádány v jedné řadě
- vysoká rozlišovací schopnost
- pracují na vysokých frekvencích (od 7 MHz)
- vyšetřování povrchových struktur (Burša, 2021, str. 32)

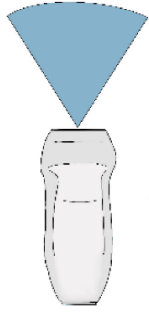
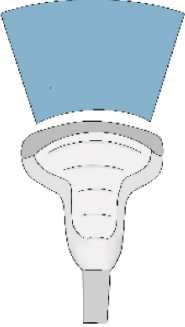
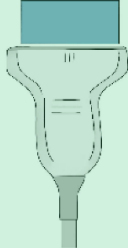
- **Konvexní sonda**

- měniče uspořádány na části kružnice
- výsledný obraz má tvar výseče z mezikruží
- vyšetřování orgánů dutiny břišní (Burša, 2021, str. 33)

- **Fázová sonda**

- měniče uspořádány na čele sondy v řadě
- pracuje na nízkých frekvencích (2–4 MHz)
- v echokardiografii a gynekologii (Burša, 2021, str. 32)



Transducer Type	Phased array	Curvilinear	Linear
Frequency	1-5 MHz	2-5MHz	5-10Mhz
Depth	35cm	30cm	9cm
			Used for DVT diagnosis 
Applications	Heart, lungs, pleura, abdomen	Gallbladder, kidney, liver, bladder, uterus, ovaries, aorta	Arteries, veins, skin, musculoskeletal, testicles, eyes, breast

Obrázek 3: Druhy ultrazvukových sond

The Use of Point of Care Ultrasound (POCUS) in the Diagnosis of Deep Vein Thrombosis. In: *MDPI* [online]. [cit. 2024-02-19]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2077-0383/10/17/3903>

## 5.5 Výhody ultrazvuku

Ultrazvuk je levná a dostupná vyšetřovací metoda. Velkou výhodou je absence ionizujícího záření a minimální vedlejší účinky. Výhodou je taktéž rychlost vyšetření a jeho dostupnost. (Vomáčka, 2015, str. 38)

## 5.6 Ultrazvukové artefakty

Podstata vzniku artefaktů je založena na fyzikálním principu UZ zobrazení. Artefakty mohou vznikat například nesouladem mezi předpokládaným a skutečným tvarem UZ paprsku. Dalším důvodem vzniku mohou být nepředvídatelné odrazy a lomy na výrazných rozhraních. Některé artefakty můžeme využívat v diagnostice. V některých případech může nepřítomnost některých z artefaktů znamenat dokonce i přítomnost patologie. (Burša a kol., 2021, str. 57)

- **Artefakt z nezanedbatelné tloušťky UZ řezu v transverzální rovině (slice thickness artefakt)**

Při vzniku tohoto typu artefaktu se do dvourozměrného obrazu řezu tkání promítají struktury z celé tloušťky UZ paprsku. Tento artefakt se nejčastěji vyskytuje při vyšetřování dutých a tekutinou naplněných struktur (žlučník, cysta, močový měchýř). Dále může vznikat při zobrazování cévy v podélném řezu. (Burša a kol., 2021, str. 58)

- **Zrcadlový artefakt (mirror artefakt)**

Vzniká při dopadu ultrazvukových pulzů na silná akustická rozhraní s většími rozměry a hladkým povrchem. Typicky vzniká na rozhraní bránice a vzdušné plíce po průchodu ultrazvukového paprsku přes parenchym jater. (Burša a kol., 2021, str. 61)

## 6 Ultrazvukové vyšetření mozku u kojenců

Cerebrální ultrasonografie (CUS) je velmi přínosnou diagnostickou metodou při vyšetřování mozku u dětí do jednoho roku. (Caro-Domínguez a kol., 2021, str. 1117 [online])

### 6.1 Parametry vyšetření

#### Frekvence

Musí být přizpůsobena velikosti struktury, kterou vyšetřujeme a velikosti dítěte. Pro počáteční vyšetřování celého mozku se používají frekvence mezi 5–10 MHz. Pro podrobnější hodnocení povrchových struktur se používají frekvence mezi 9–18 MHz. (Caro-Domínguez a kol., 2021, str. 1118 [online])

#### Hloubka

Zorné pole musí být nastaveno tak, aby zahrnovalo maximální hloubku lebky. (Caro-Domínguez a kol., 2021, str. 1118 [online])

#### Kompenzační křivka časového zisku (TGC)

Většina dnes používaných ultrazvukových přístrojů dokáže tento parametr nastavit automaticky. Cílem je předcházet abnormálnímu jasu parenchymu v mozkových strukturách. (Caro-Domínguez a kol., 2021, str. 1118 [online])

#### Zaměření

Zaměření se během vyšetření posouvá podle oblasti, kterou vyšetřujeme. Při počátečním snímání je ohnisko v oblasti zadní jámy. (Caro-Domínguez a kol., 2021, str. 1118 [online])

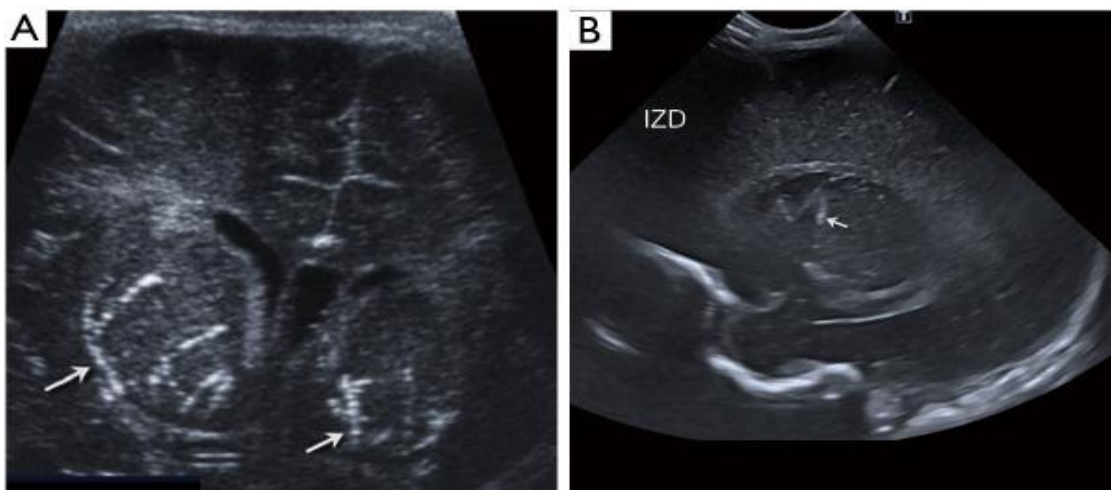
### 6.2 Technika vyšetření

Pro získání co největšího množství užitečných diagnostických informací je nejdůležitější správná volba sondy. Sonden používané při vyšetřování mozku pracují nejčastěji s frekvencemi v rozmezí 5–10 MHz. Při každém kraniálním ultrazvukovém vyšetření je doporučeno použít dvě sondy současně, jednu konvexní a jednu lineární. Konvexní převodník slouží k zobrazení hlubších struktur, lineární pro zobrazení struktur uložených blíže k sondě. (Caro-Domínguez a kol., 2021, str. 1118, [online])

Kost výrazně absorbuje a odráží ultrazvukové vlny, což nám znemožňuje zobrazit struktury ležící za ní. Proto je při sonografickém vyšetření nezbytné použít tzv. sonografické kostní okénko, kterým ultrazvuk snadno projde. U kojenců můžeme jako okénko využít otevřenou velkou fontanelu, malou nebo mastoideální fontanelu. (Caro-Domínguez a kol., 2021, str. 1119, [online])

Před samotným vyšetřením si lékař ukazováčkem vyhmatá fontanelu a poté nanáší na hlavu dítěte teplý gel, který zajišťuje optimální akustický přenos. Poloha dítěte závisí na situaci a oblasti zájmu. Pro zobrazení intrakraniálního prostoru je nutné najít nejlepší místo na fontanelu. Poté lékař naklání sondu zepředu dozadu a zleva doprava. (Caro-Domínguez a kol., 2021, str. 1119, [online])

Správně provedený cerebrální ultrazvuk by měl obsahovat 6 snímků v koronální rovině přes velkou fontanelu a 5 snímků v sagitální rovině taktéž přes velkou fontanelu. Pomocí lineární sondy se hodnotí střední a parasagitální extraaxiální prostor, kortex v koronální a sagitální rovině. Při každém kraniálním vyšetření je provedeno i dopplerovské vyšetření na přední mozkové tepny a sinus sagitalis superior. (Caro-Domínguez a kol., 2021, str. 1118, [online])



Obrázek 4: Koronální a sagitální ultrazvukové snímky  
Cranial ultrasound for beginners. In: *National Library of Medicine* [online]. [cit. 2024-02-19]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8107866>

### 6.3 Limity cerebrální ultrasonografie

Kvalita vyšetření závisí na stavu velké fontanely. Problém nastává v případě již zacházející fontanely, kdy se hodnotitelná oblast mozku zužuje. Pomocí této metody nejsme schopni vyšetřit povrchnější oblasti konvexity mozku. Limitující je také fakt, že nedokážeme pomocí ultrazvuku posoudit stupeň myelinizace. Z těchto důvodů se v určitých indikacích upřednostňuje zobrazení pomocí magnetické rezonance. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 84)

## 6.4 Indikace

- Abnormální zvětšení objemu hlavy
- Hydrocefalus
- Krvácení nebo abnormality parenchymu u předčasně narozených nebo nedonošených dětí
- Vrozené vývojové vady
- Příznaky poruchy centrálního nervového systému (malformace obličeje, záchvaty, makrocefalie, mikrocefalie)
- Vrozené infekce mozku
- Získané infekce mozku
- Podezření na poranění hlavy
- Kraniosynostóza
- Předoperační screening (Caro-Domínguez a kol., 2021, str. 1118, [online])

## 7 CT vyšetření

Počítačová tomografie (CT) je zobrazovací metoda využívající rentgenové záření. (Vomáčka a kol., 2015, str. 42)

### 7.1 Fyzikální princip CT

Princip CT vyšetření je založen na měření absorpce rentgenového záření tkáněmi lidského těla. Záření prochází tělem pacienta a poté dopadá na detektory, kde je registrováno a následně převedeno na elektrický signál. Tento signál je následně pomocí složitých matematických procesů zpracováván. Intenzita absorpce rentgenového záření je vyjádřena pomocí tzv. Hounsfieldových jednotek. (Vomáčka a kol., 2015, str. 42)

### 7.2 Vznik CT obrazu

Základním parametrem pro vznik CT obrazu je lineární součinitel zeslabení, který nám udává míru zeslabení rentgenového záření po průchodu tělem pacienta. Při CT vyšetření je sesbíráno velké množství těchto součinitelů zeslabení. Tato zeslabení následně vytváří jednotlivé pixely, respektive voxely obrazové matice. Při každém pootočení CT získáváme tzv. profil zeslabení. Soubor všech profilů zeslabení označujeme jako sinogram, neboli hrubá data. Zpětným promítnutím sinogramu do matice získáváme obraz. Tato projekce se označuje jako zpětná projekce. Nevýhodou této projekce je možnost vzniku hvězdicových artefaktů. K jejich odstranění se využívá tzv. zpětná filtrovaná projekce. Ta disponuje lepším prostorovým rozlišením, ale i vyšším šumem. Kromě zpětné filtrované projekce se v dnešní době využívá i rekonstrukce iterativní. (Súkupová, 2018, str. 116–120)

### 7.3 Základní fyzikální veličiny

#### Objemový kermový (dávkový) index – CTDI<sub>vol</sub>

Jedná se o veličinu, která vyjadřuje velikost dávky na jeden řez. (Súkupová, 2015, str. 194, [online])

#### Součin kermy a délky – DLP

Jedná o veličinu, která vyjadřuje součin CTDI<sub>vol</sub> a délky skenu. (Súkupová, 2015, str. 194, [online])

### 7.4 Výhody CT

Jednou z výhod CT je rychlost samotného vyšetření, čehož využíváme u akutních stavů. Výhodou je také vysoká rozlišovací schopnost, čehož jsme schopni využít při virtuálních

3D vyšetřeních nebo dynamických 4D vyšetřeních. CT přístroje jsou v dnešní době dostupné i v mnoha ambulancích. (Vomáčka a kol., 2015, str. 42)

## 8 CT vyšetření mozku

Během řady let došlo k výraznému zúžení indikací k CT vyšetření mozku u dětí. V případě indikovaného vyšetření postupujeme dle zásady ALARA (as low as reasonably achievable). K základním indikacím patří případy s neurologickou symptomatikou po úrazu hlavy. CT vyšetření bývá indikováno i z důvodu potvrzení či vyloučení kalcifikací. V některých případech může být indikována CT angiografie s podáním kontrastní látky pro posouzení stavu mozkových cév a splavů. (Kršek a kol., 2021, str. 50)

### 8.1 Technika vyšetření

Pro získání kvalitní diagnostické informace z CT vyšetření je nezbytné, aby pacient během samotného vyšetření ležel v klidu. Proto se při vyšetřování kojenců využívá možnost celkové anestezie. Po uspání je dítě uloženo do polohy na zádech, hlavou do gantry. Hlava dítěte je uložena do speciálního držáku, který zabraňuje pohybům hlavy během vyšetření. Rozsah skenování je od foramen magnum přes horní část kalvy. (Pediatric routine head (brain), 2015, str. 3, [online])

### 8.2 Indikace

- Intrakraniální hemoragie
- Hypertenzní intrakraniální hematom
- Syndrom týraného dítěte
- Posouzení tvaru kalvy
- Posouzení stavu lebečních švů
- Zlomeniny lebky
- Cévní malformace
- Arteriální okluze (Šenkyřík, 2020, [online])

### 8.3 Traumata

Poranění CNS u kojenců vzniká nejčastěji následkem třesení či tupého úderu. Mezi běžné klinické projevy patří zvracení, ztráta vědomí, křeče, hypotonie či dýchací potíže. Při podezření na akutní neurologické poškození se u dítěte nejdříve provádí nativní CT vyšetření mozku. Při hodnocení nálezu se nejprve určuje stav vnějších struktur, poté stav struktur vnitřních. Posuzujeme, zda není u dítěte přítomný otok měkkých tkání hlavy, rozestup švů, fraktura kalvy, lacerace, edém či nějaká hypoxická změna mozku. (Kynčl a kol., 2022, str. 320)



## **Lebeční zlomeniny**

Lebeční zlomeniny u dětí nejčastěji vznikají při úderu malým předmětem do hlavy. Zlomeniny se nejčastěji vyskytují v oblasti parietálních či frontálních kostí. Fraktury lebky se dělí na otevřené a uzavřené. Způsob ošetření takto postiženého dítěte se odlišuje podle typu zlomeniny. (Jakubec a kol., 2003, str. 303, [online])

## **Epidurální (extradurální) hematomy**

Jedná se o nejnaléhavější poranění hlavy, které vzniká po úrazu a následné fraktuře v temporální oblasti. Mezi časné příznaky patří bolesti hlavy, závratě nebo zvracení. Epidurální hematomy se nejčastěji diagnostikují pomocí CT vyšetření již v brzkém stádiu. I po negativním CT vyšetření je nutné myslet na možnost opožděného vzniku epidurálního hematomu. Z toho důvodu je nutné i při sebemenším zhoršení stavu dítěte CT vyšetření mozku zopakovat. Léčba spočívá v chirurgickém odstranění hematomu. (Jakubec a kol., 2003, str. 303, [online])

## **Subdurální hematomy**

Tento typ hematomů se nejčastěji vyskytuje u dětí kojeneckého věku. V mnoha případech souvisí s týráním dětí. Mezi příznaky patří nechutenství, zvracení, změna chování, rychlý růst hlavy, dechové potíže, křeče, neklid, nebo neprospívání kojence. Diagnostikovat subdurální hematomy lze pomocí intrakraniální ultrasonografie přes velkou fontanelu. Medikamentózní léčba zajišťuje snížení nitrolební hypertenze. V akutních případech volíme metodu evakuace hematomu. Subdurální hematomy se dělí do 3 kategorií. (Jakubec a kol., 2003, str. 303–304, [online])

- Akutní – do 3 dnů, nitrolebeční tlak se zvyšuje
- Subakutní – do 3 týdnů
- Chronický – nad 3 týdny, možný vznik makrocefalie (Jakubec a kol., 2003, str. 303–304, [online])

## **Kontuze mozku**

Kontuze mozku u kojenců vznikají po těžkých úrazech. Rizikem je možnost jejich zvětšování, které může ohrozit život dítěte. V tomto případě je nutné provést chirurgickou léčbu. (Jakubec a kol., 2003, str. 304, [online])

## **8.4 Syndrom týraného dítěte**

Syndrom týraného, zneužívaného a zanedbávaného dítěte (syndrom CAN) definujeme jako poškození tělesného, duševního i společenského stavu a vývoje dítěte, které nejčastěji způsobují nejbližší dítěte, zejména rodiče. Mezi projevy takto postiženého dítěte patří

zlomeniny různých částí těla, hematomy různého stáří, popáleniny od cigaret, poranění nitrobršních orgánů nebo neprospívání dítěte. (Biskup, 2001, str. 165, [online])

K odhalení týraného dítěte dochází nejčastěji při vyšetření z jakékoliv jiné indikace. Pokud nastane sebemenší podezření, je radiolog povinen provést okamžité nahlášení indikujícímu lékaři. (Popelavá, 2017, str. 80–81, [online])

#### **8.4.1 Diagnostika**

Základním a standardním radiologickým vyšetřením u dětí s podezřením na syndrom týraného dítěte je tzv. kostní protokol. Kostní protokol představuje soubor rentgenových snímků celého skeletu. U dětí do 2 let se provádí kompletní kostní protokol. U dětí starších 2 let se postupuje individuálně. (Popelavá, 2017, str. 81, [online])

V akutních případech se kostní protokol nahrazuje CT vyšetřením, díky kterému jsme schopni detekovat akutní intrakraniální krvácení či expanzivní subdurální hematom. Vyšetření pomocí CT je přínosem také pro zobrazení fraktur. (Popelavá, 2017, str. 81–82, [online])

Nevýhodou CT vyšetření je nižší senzitivita v případě drobných abnormalit mozkového parenchymu. Pro doplnění informací slouží vyšetření magnetickou rezonancí, díky které jsme schopni posoudit poškození měkkých tkání. Dalším typem vyšetření, které se u dětí s podezřením na syndrom týraného dítěte provádí je scintigrafie skeletu. Jedná se o vyšetření doplňující prosté rentgenové snímky. Při provedení obou vyšetření jsme schopni nejlépe posoudit možné změny na skeletu. (Popelavá, 2017, str. 84, [online])

Jsou známy i případy, kdy bylo subperiostální krvácení u týraných dětí detekováno pomocí ultrazvukového vyšetření. Nicméně ani v takovém případě není ultrasonografie doporučována jako první volba v rámci zobrazovacích metod. (Popelavá, 2017, str. 84, [online])

#### **8.4.2 Protokoly zobrazení CNS**

##### **CT vyšetření**

Při CT vyšetření se provádí axiální řezy v rozsahu od báze lebni po vertex. Šířka vrstvy by neměla překročit 5 mm. K hodnocení vyšetření se používá měkkotkáňové a kostní okno. Hodnoty měkkotkáňového okna pro kojence jsou: šíře okna (WW) 80 HU, střed okna (WL) 30–40 HU. Podání kontrastní látky není ve většině případů nutné. (Popelavá, 2017, str. 86, [online])

##### **MR vyšetření**

Při vyšetřování dětí mladších 2–3 měsíců nahrazujeme klasickou hlavovou cívku za cívku kolenní. Důvodem je menší vzdálenost povrchu těla od cívky, čímž je zaručena nižší

hladina šumu. U dětí do 1 roku je vhodné prodloužit TR čas u T2-vážených sekvencí. K odhalení sekundárních ischemických změn se využívají DWI sekvence. Součástí vyšetření jsou i standardní sekvence pro MR míchy. (Popelavá, 2017, str. 86–87, [online])

## 9 Magnetická rezonance

Magnetická rezonance je neinvazivní diagnostická metoda, jejíž princip je založen na pohlcení a výdeji radiofrekvenční energie protony vodíku. K fungování využívá elektromagnetické vlnění a silné magnetické pole, v současnosti 1,5 T a 3 T. V rámci diagnostického zobrazování CNS u dětských pacientů je magnetická rezonance první volbou. Díky této zobrazovací metodě jsme schopni detekovat nádory centrálního nervového systému, postižení bílé hmoty a také různá vaskulární onemocnění. (Kršek a kol., 2021, str. 50–52)

### 9.1 Fyzikální princip magnetické rezonance

Princip je založen na fyzikálním jevu nukleární magnetické rezonance v živých organismech. Magnetická rezonance využívá chování některých atomových jader, která jsou následně vložena do silného magnetického pole. V magnetickém poli dochází k interakci jader atomů s vysokofrekvenčním elektromagnetickým zářením. Výsledkem je MR signál, který je v oblasti spektra rádiových vln (MHz). Pro lékařské účely se nejčastěji zobrazují jádra vodíku  $^1\text{H}$ , která jsou v lidském těle nejvíce zastoupena. Mezi další často zobrazovaná jádra patří  $^{19}\text{F}$ ,  $^{13}\text{C}$  nebo  $^{23}\text{Na}$ . (Sedlár, 2011, [online])

### 9.2 Vznik MR obrazu

Při vyšetření magnetickou rezonancí je pacient vložen do velmi silného magnetického pole. Velikost pole u dnes používaných přístrojů je 1,5 T a 3,0 T (Kršek a kol., 2021, str. 50). Vlastní tvorba MR obrazu je velmi složitý matematický proces. Základním pojmem je Fourierova transformace, při které dochází k převedení signálů z trojrozměrného prostoru lidského těla do dvourozměrného obrazu, který následně hodnotíme. Pro kvalitní zobrazení jsou důležité dva aspekty, kódování prostorových souřadnic a výběr vrstvy. Kódování prostorových souřadnic je buď v horizontálním směru nebo jako spirála. Výběr vrstvy je dán gradientními cívkami. Kvalita MR obrazu se hodnotí z hlediska kontrastu a prostorového rozlišení detailů a je dána vnitřními a vnějšími podmínkami. (Vomáčka a kol., 2015, str. 50)

Mezi vnitřní podmínky patří:

1. Počet protonů vodíku → čím je jejich počet vyšší, tím je intenzita signálu větší. Nejvíce protonů vodíku obsahuje voda, tuk a některé bílkoviny. Naopak kosti nebo kalcifikace obsahují minimum těchto protonů, a proto nedávají žádný signál. (Vomáčka a kol., 2015, str. 50)

2. Relaxační časy → jednotlivé tkáně mají různé relaxační časy. Tekutiny jako moč, žluč nebo likvor mají delší relaxační časy. Naopak látky, které obsahují proteiny nebo tuk, mají kratší relaxační časy. (Vomáčka a kol., 2015, str. 50)
3. Magnetická susceptibilita → jde o schopnost tkáně stát se magnetickou. (Vomáčka a kol., 2015, str. 50)

Mezi vnější podmínky patří:

1. Hodnoty TR a TE → TR (time to repeat) je doba, za kterou opakovaně aplikujeme dané excitační pulsy. TE (time to echo) je čas mezi excitačním pulsem a detekcí vzniklého signálu. (Vomáčka a kol., 2015, str. 51)
2. Velikost statického magnetického pole → u současných přístrojů magnetické rezonance se nejčastěji setkáváme s polem o velikosti 1,5 T nebo 3,0 T. (Vomáčka a kol., 2015, str. 51)
3. Počet excitací → čím je větší počet excitací, tím je výsledný obraz kvalitnější. Zároveň se však prodlužuje doba vyšetření. (Vomáčka a kol., 2015, str. 51)
4. Velikost matice a šířka vrstvy → MR obraz se skládá z pixelů a voxelů. Čím je objem voxelů menší, tím je výsledný obraz detailnější. Tenká šířka vrstvy znamená detailnější výsledný obraz, ale také nárůst šumu, který zhoršuje jeho kvalitu. V praxi se u běžných vyšetření nejčastěji setkáváme s šířkou vrstvy 5–6 mm. (Vomáčka a kol., 2015, str. 51)

### 9.3 Základní fyzikální veličiny

#### Moment hybnosti (spin)

Každá částice má svůj charakteristický moment hybnosti (spin) neboli míru rotace. Spin představuje rotaci částice kolem své osy. (Vomáčka a kol., 2015, str. 47)

#### Magnetický moment

Magnetický moment je veličina, která určuje magnetické vlastnosti daného jádra a popisuje, jak se dané jádro chová v přítomnosti vnějšího magnetického pole. (Beneš a kol., 2022, str. 142)

#### Vektor magnetizace

Jedná se o fyzikální veličinu, která vyjadřuje výslednici všech magnetických momentů. (Beneš a kol., 2022, str. 142)

## 9.4 MR sekvence

Při MR vyšetřeních se používá velké množství nejrůznějších sekvencí. Mezi ty základní, které se nejčastěji využívají řadíme T1 vážený obraz, T2 vážený obraz a PD sekvence. T1 sekvence je charakteristická krátkým TR i TE, naopak T2 sekvence dlouhým TR i TE. Sekvence PD má dlouhé TR a krátké TE. (Vomáčka a kol., 2015, str. 51)

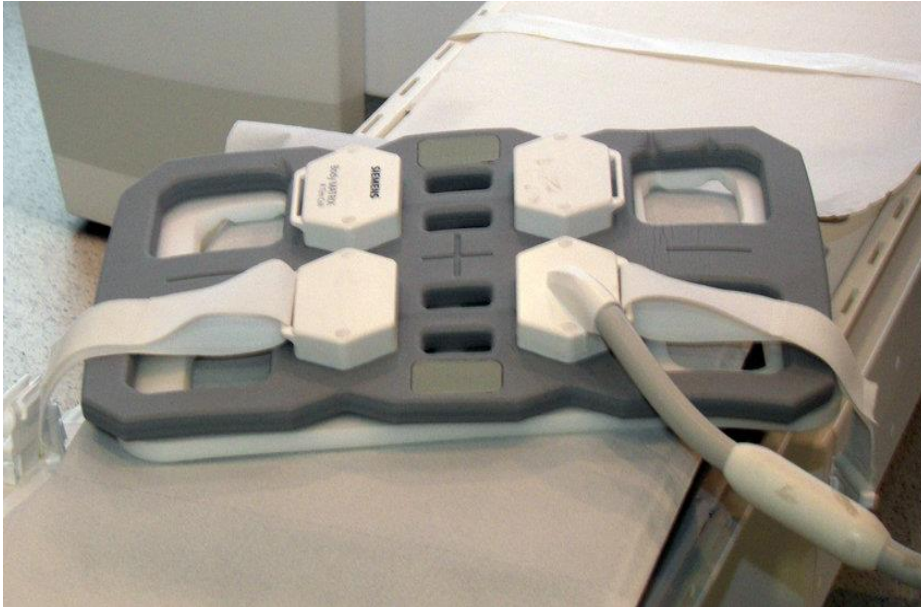
T1 vážený obraz je základní sekvence, kterou využíváme u většiny vyšetření. Při použití této sekvence je tekutina (moč, žluč, likvor) hyposignální, což znamená tmavé zobrazení na obraze. Tuk je naopak hypersignální, tudíž bílý na obraze. Mozek se jeví jako lehce hypersignální, tudíž lehce světlejší. Proudící krev nebo kalcifikace jsou asignální. (Vomáčka a kol., 2015, str. 51)

T2 vážený obraz je relativně dlouhá sekvence. Tekutina je v tomto případě hypersignální. Tuk je izosignální, šedý na obraze. Mozek je hyposignální, tmavý na obraze. Kalcifikace a proudící krev jsou opět asignální. (Vomáčka a kol., 2015, str. 52)

PD (proton denzitní) sekvence se používají především u vyšetření muskuloskeletálního systému. Tkáně, které obsahují větší množství vody jsou na výsledném obraze tmavší než okolní tkáně. (Vomáčka a kol., 2015, str. 52)

## 9.5 Cívky

Cívky, které jsou zabudovány přímo v gantry nazýváme permanentní. Mezi takový typ cívek patří volumová a vyrovnávací cívka. Volumová slouží jako vysílač a přijímač signálu zároveň. Využívá se jako celotělová cívka. Její nevýhodou je poměrně velká vzdálenost od těla pacienta a vysoký šum. Úkolem vyrovnávací cívky je vyrovnávat nehomogenitu magnetického pole. Dalším typem jsou cívky povrchové. Ty se přikládají k povrchu těla pacienta. Jejich úkolem je přijímat vzniklý signál. Povrchové cívky mají nejrůznější tvary a velikosti. Mezi nejčastěji používané patří hlavová cívka (head coil), body coil, kolenní cívka (knee coil), ramenní a zápěstní cívka. Flexibilní cívky se dají použít na různé části těla (loket, noha...). Dále se využívá prsní cívka a endorektální cívka při vyšetřování prostaty nebo rekta. Phased array coils jsou na sebe navazující cívky, které se používají k zachycení delších úseků. (Vomáčka a kol., 2015, str. 53)



Obrázek 5: Tělová cívka při MR vyšetření

A typical body coil. In: *ResearchGate* [online]. [cit. 2024-05-02]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/A-typical-body-coil-for-thorax-parallel-image-acquisition-a-This-array-coil-fits-to\\_fig17\\_232031978](https://www.researchgate.net/figure/A-typical-body-coil-for-thorax-parallel-image-acquisition-a-This-array-coil-fits-to_fig17_232031978)



Obrázek 6: Hlavová cívka při MR vyšetření

Head Coil. In: *Department of Radiology* [online]. [cit. 2024-05-02]. Dostupné z: <https://radiology.wisc.edu/research/modalities/mri/equipment/uwmr4-coils>

## 9.6 Kontrastní látky

Kontrastní látky používané při vyšetřování pomocí magnetické rezonance jsou na bázi gadolinia. Hlavním principem kontrastní látky je zkracování TR T1 váženého obrazu, což vede k nasycení tkáně. Tkáň se následně na obraze jeví jako hypersignální. Nejčastěji používanými kontrastními látkami jsou gadovist, dotarem a multihance. Multihance se využívá především

u vyšetřování jater. (Vomáčka s kol., 2015, str. 70)

## 9.7 Kontraindikace

Absolutní kontraindikace pro využití magnetické rezonance:

- Kardiostimulátor (musí být MR kompatibilní)
- Kovové předměty v těle pacienta (špony v oku...)
- Elektronické přístroje
- Kochleární implantát (Vomáčka a kol., 2015, str. 56)

Relativní kontraindikace pro využití magnetické rezonance:

- První trimestr těhotenství
- Nespolupráce pacienta
- Svorky či protézy
- Klaustrofobie (Vomáčka a kol., 2015, str. 56)

## 9.8 Výhody magnetické rezonance

Hlavní výhodou této zobrazovací metody je absence ionizujícího záření, což znamená nulovou radiační zátěž pro pacienta. Magnetická rezonance je nejlepší zobrazovací metodou pro rozlišení normálních tkání od tkání patologických. Tato vlastnost je dána díky vysokému tkáňovému kontrastu. Díky magnetické rezonanci jsme schopni zobrazit mozkové tepny bez použití kontrastní látky. (Vomáčka a kol., 2015, str. 47)



## 10 Vyšetření mozku u kojenců pomocí MR

Magnetická rezonance je v dětské neurologii v současné době první volbou. Důvodem je největší rozlišovací schopnost a schopnost zobrazit všechny postižené struktury centrálního nervového systému, včetně míchy (Komárek a kol., 2000, str. 47). Z důvodu dlouhého trvání samotného vyšetření je u kojenců nutná celková anestezie, která zabraňuje vzniku pohybových artefaktů. U dětí se používá metoda inhalační anestezie (Barash a kol., 2015, str. 525). Přístroje magnetické rezonance v dětské radiologii využívají sílu magnetického pole o velikosti 1,5–3 T. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 86–87)

### 10.1 Anestezie

Anestezie u dětských pacientů má svá výrazná specifika. Tato specifika jsou zapříčiněna odlišnou fyziologií, patofyziologií, farmakodynamikou a farmakokinetikou dětských pacientů. Z důvodu omezené spolupráce s dětskými pacienty je anestezie nutná při většině diagnostických výkonů. V dnešní době se snažíme centralizovat pediatriickou anestezii do velkých center. Důvodem je mnohonásobně nižší počet dětských operací ve srovnání s počtem operací dospělých jedinců. (Vymazal a kol., 2021, str. 701)

#### 10.1.1 Fyziologie CNS

K vyvinutí vědomí a vnímání bolesti u dětských pacientů dochází již v prenatálním období. U dětských pacientů může být pozorováno mnohem citlivější vnímání bolesti, než je tomu u dospělých pacientů. Důvodem jsou nedostatečně vyvinuté inhalační mechanismy. Dětský mozek funkčně dozrává mnohem později než ostatní orgány. Až okolo třetího roku života dítěte dochází k funkční i anatomické zralosti mozku. Tato skutečnost je velmi důležitá při volbě anestetika. Bezpečnou volbou je inhalační anestetikum sevofluran v kombinaci s opioidy. Do prvního roku života není u dítěte dokončeno zrání nervosvalové ploténky a myelinizace. Hematoencefalická bariéra je tak propustnější. Tato zvýšená propustnost se může projevit zvýšenou citlivostí na některá farmaka. Dalším projevem může být zvýšené riziko vzniku nežádoucích účinků farmak na centrální nervový systém. Z tohoto důvodu je nutné dětem do jednoho roku života podávat farmaka, která blokují nervosvalový přenos. (Vymazal a kol., 2021, str. 701)

#### 10.1.2 Předoperační příprava

U pacientů dětského věku je při operačním, ale i diagnostickém výkonu nutná anestezie (celková, kombinovaná, regionální). Předoperační příprava spočívá v podstoupení odborného

vyšetření, které je provedeno indikujícím lékařem. Dalším krokem je specifické vyšetření pro děti a dorost, které je indikováno praktickým lékařem dítěte. Principem těchto předoperačních vyšetření je popsat stav neurokognitivního vývoje dítěte, průběh a počet aplikovaných očkovaní. Dále je potřeba zhodnotit aktuální stav chronických onemocnění. Cílem předoperační přípravy je, aby byl následný výkon proveden v nejlepším zdravotním stavu bez přítomnosti akutního infekčního onemocnění, čímž se velmi snižuje pravděpodobnost vzniku perioperačních komplikací. (Vymazal a kol., 2021, str. 704–705)

### **10.1.3 Předanestetické vyšetření**

Předanestetické vyšetření probíhá ve většině případů v samotné anesteziologické ambulanci na daném oddělení kliniky anestezie, resuscitace a intenzivní medicíny. U dětských pacientů je nutnost doprovodu zákonného zástupce. Cílem předanestetického vyšetření je posoudit především zdravotní stav pacienta a zhodnotit anamnézu (alergie, farmakoterapie, abúzus). Dále je potřeba dítě klinicky vyšetřit – zhodnotit možnost obtížného zajištění dýchacích cest a funkční rezervu pacienta, identifikovat možná rizika perioperační péče. Důležité je důkladně naplánovat perioperační průběh včetně premedikace, která se bude dítěti podávat. Následně se volí typ anestezie a analgezie. Zákonný zástupce je vždy informován o průběhu plánovaného výkonu a možných rizicích anestezie. V průběhu předanestetického vyšetření musí být zákonným zástupcem podepsán informovaný souhlas. Informace týkající se samotného operačního či diagnostického výkonu je vždy povinen poskytnout indikující lékař. Samotné vyšetření před anestezií je provedeno lékařem s odborností v oblasti anestezie a intenzivní medicíny. V případě změny zdravotního stavu dítěte v mezidobí je nutné vyšetření opakovat a informace aktualizovat. (Vymazal a kol., 2021, str. 705)

Specifickou situací u dětských pacientů je správné načasování samotného výkonu v případě, že dítě v nedávné době překonalo akutní infekční onemocnění nebo podstoupilo očkovaní. V případě překonání akutního infekčního onemocnění je doporučováno odložit výkon o 3–4 týdny z důvodu přetrvávající hyperaktivity dýchacích cest. V případě očkovaní se doporučuje výkon odložit alespoň o 7 dnů. (Vymazal a kol., 2021, str. 705)

### **10.1.4 Premedikace**

Cílem premedikace je především tzv. anxiolýza, což znamená potlačit nežádoucí stresové reakce na cizí prostředí a oddělení dítěte od rodičů. Standardně se k premedikaci využívají benzodiazepiny, konkrétně midazolam. Midazolam se nejčastěji podává formou perorálního sirupu v dávce 0,2–0,5 mg/kg dítěte 45–60 minut před samotným výkonem. Nevýhoda spojená s podáním benzodiazepinů je zvýšené riziko pooperačního deliria, a to

i v případě jednorázového podání. Proto je právě podávání těchto látek široce a dlouhodobě rozebíráno. Kromě těchto látek je možno podat i  $\alpha_2$ -agonisty, mezi které patří dexmetomidin, který se podává intranazálně. Výhodou je, že nezpůsobuje pooperační deliria a redukuje pooperační nauzeu a zvracení. Z tohoto důvodu velká řada anesteziologů upouští od používání benzodiazepinů. U dětských pacientů se taktéž využívá atropin, který se podává per os. Jeho úkolem je snížit sekreci slinných žláz a potlačit parasymptomimetickou odpověď při zavádění instrumentária do oblasti dýchacích cest. Atropin se podává v dávce 0,02 mg/kg. Dále se můžeme setkat s podáváním antihistaminika 1. typu, který vykazuje sedativní efekt. Používaným antihistaminikem je bisulepin nebo promethazin. Do moderních a pokrokových technik řadíme možnost nefarmakologické premedikace. Do nefarmakologické premedikace patří přítomnost rodičů u úvodu do celkové anestezie, zavádění indukčních pokojů, využívání nejružnějších her a aktivit, které odvádí pozornost dítěte od strachu z předoperační přípravy. (Vymazal a kol., 2021, str. 705–706)

### **10.1.5 Monitorace dětských pacientů**

Důkladná monitorace vitálních funkcí dítěte a neustálá přítomnost zkušeného anesteziologa při samotném vyšetření je hlavním faktorem pro bezpečné provedení anestezie. Mezi základní metody monitorace patří auskultace, aspekce a palpce. Tyto základní a klasické metody monitorace jsou v dnešní době doplněny moderní přístrojovou monitorací. Rozsah samotné monitorace je dán rozsahem a typem výkonu a taktéž celkovým zdravotním stavem dítěte. Mezi základní parametry monitorace patří EKG křivka, která bývá většinou třísvodová. Díky EKG křivce jsme schopni detekovat změny srdeční frekvence. Dalším parametrem, který bývá sledován je systémový krevní tlak, který může být měřen neinvazivní, ale i invazivní metodou. Pomocí pulzního oxymetru je sledována hodnota saturace periferní krve kyslíkem. Toto měření je neinvazivní. Mezi parametry monitorace řadíme taktéž kapnometrii a analýzu vydechované směsi. V neposlední řadě dochází k monitorování tělesné teploty. Tělesná teplota se může měřit neinvazivní metodou pomocí teplotních kožních čidel, ale i metodou invazivní s pomocí teplotních čidel invazivních (jícnové, rektální). Tato čidla jsou napojena na monitory vitálních funkcí. (Vymazal a kol., 2021, str. 706–707)

Udržování tepelné homeostázy a důkladné měření a monitorování operovaného dítěte patří mezi základní podmínky k bezpečně provedené anestezii. Všechny metabolické a enzymatické pochody lidského těla jsou závislé na hodnotě tělesné teploty. Průměrná tělesná teplota dítěte měřená v oblasti konečníku je 36,6–37,5 °C. U dětských pacientů, zejména u novorozenců a kojenců dochází k výrazně větším tepelným ztrátám než u dospělých.

Hypotermie u dětí v celkové anestezii vzniká především poklesem metabolické aktivity organismu, únikem tepla z otevřených tělních dutin (zejména břišní dutinou), vlivem okolního prostředí operačního sálu, útlumem termoregulace vlivem podaných anestetik a periferní vazodilatací. Hypotermie s sebou nese řadu nežádoucích účinků, mezi které patří zpomalení metabolismu, negativní vliv na funkci trombocytů, zvyšování pravděpodobnosti časné infekce, snížení srdečního výdeje, dechová deprese nebo metabolická acidóza. Mezi preventivní opatření, kterými můžeme předejít vzniku hypotermie patří optimální teplota na operačním sále, aktivní zahřívání pacienta během předoperační přípravy i během samotného výkonu, zahřívání infuzních roztoků, které jsou během výkonu dítěti podávány (optimální teplota roztoku je 37 °C). (Vymazal, 2021, str. 707–708)

Z výše uvedeného vyplývá, že měření tělesné teploty u dětských pacientů je nedílnou součástí každého výkonu s nutností anestezie delší než 60 minut. (Vymazal., 2021, str. 708)

## 10.2 Sekvence

U vyšetřování mozku kojence využíváme základní MR sekvence, T1 a T2 vážený obraz. T1 vážený obraz je základní sekvencí, díky které jsme schopni zobrazit přesnou anatomickou verifikaci. Při použití této sekvence je tekutina na výsledném obraze tmavá, solidní tkáň (mozek) světlý a tuk bílý. T2 vážený obraz je opakem. Tekutina je na obraze bílá, tuk je na obraze tmavý a solidní tkáň šedé. Z důvodu dlouhého trvání T2 váženého obrazu se často využívá jeho zrychlená verze. Další sekvencí je tzv. FLAIR sekvence, která slouží k potlačení signálu vody. Charakteristikou této sekvence je vysoká citlivost pro zobrazení změn bílé hmoty mozkové (Seidl a kol., 2014, str. 16). Sekvence STIR slouží k potlačení tuku. (Vomáčka a kol., 2015, str. 51–52)

## 10.3 Indikace

- Nádory CNS
- Onemocnění v oblasti zadní jámy
- Neurodegenerativní onemocnění
- Zánětlivá postižení mozku
- Leukodystrofie
- Metabolické poruchy
- Epilepsie (Nevšímalová a kol., 2021, str. 87–89)

## **11 Onemocnění mozku u kojenců**

Mezi nejčastější onemocnění mozku, která postihují děti v kojeneckém věku patří nádory CNS, vrozená degenerativní onemocnění, onemocnění v oblasti zadní jámy lební či různé metabolické poruchy s doprovodnými změnami v mozkové tkáni. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 87)

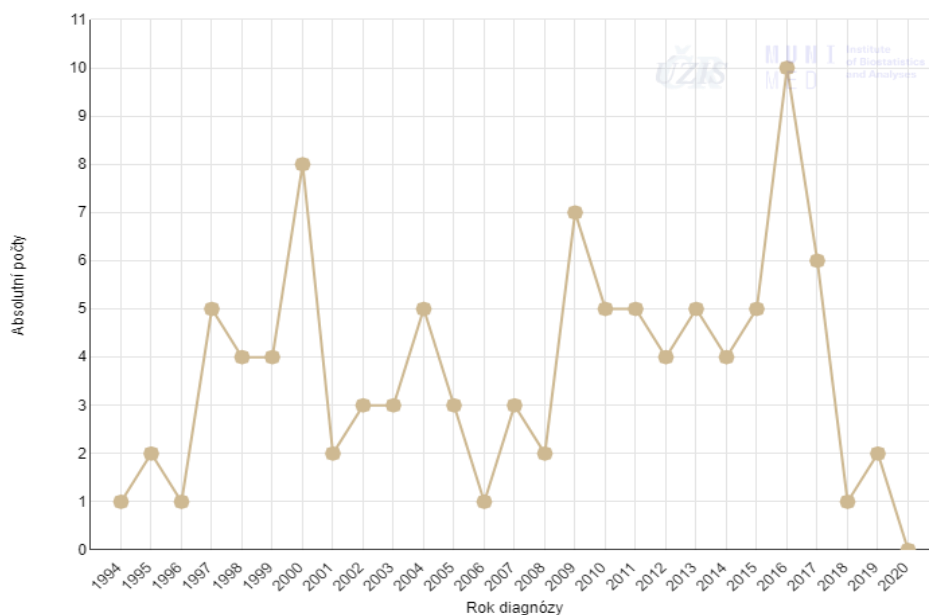
### **11.1 Nádory CNS u kojenců**

Nádory centrálního nervového systému, které postihují mozek a míchu, tvoří zhruba 20–25 % všech nádorových onemocnění u dětí. Jedná se o nejčastěji se vyskytující formu solidních nádorů (Kynčl a kol., 2022, str. 343). Podle biologického chování lze nádory CNS rozdělit na benigní a maligní. Podle lokalizace se dělí na intraaxiální a extraaxiální. (Nevšímalová a kol., 2021, str. 383)

#### **11.1.1 Epidemiologie**

V dětské populaci je incidence nádorů CNS u dětí ve věku 0–19 let uváděna v rozmezí 3–5 nových případů na 100 000 dětí. Mírnou převahu můžeme pozorovat u chlapců (1,29:1). (Nevšímalová a kol., 2021, str. 383)

Výskyt nádorových onemocnění u dětí neustále stoupá. Pravděpodobně je však tento nárůst způsoben neustálým zdokonalováním zobrazovacích metod. (Pavelka, Zitterbart, 2011, str. 53, [online])



## Incidence - Dle roku (N = 101)

Typ zhoubného nádoru: III. Nádory CNS a různé intrakraniální a intraspinální nádory  
 Podskupina zhoubného nádoru: Všechny podskupiny  
 Pohlaví: Obě; Věk: < 1; Rozsah: 1994–2020

Zdroj dat: Národní onkologický registr  
 Staženo 2023-9-28 z <https://ccc-is.uzis.cz/browser/web/cs/incidence/>

Graf 1: Incidence nádorů CNS u dětí

Incidence nádorů CNS. In: ÚZIS [online]. [cit. 2024-02-19]. Dostupné z: [https://ccc-is.uzis.cz/browser/web/cs/incidence/?submenu=by\\_year&type=3&subgroup=0&sex=0&age-category=3&date-from=1994&date-to=2020&group-years=false&method=1](https://ccc-is.uzis.cz/browser/web/cs/incidence/?submenu=by_year&type=3&subgroup=0&sex=0&age-category=3&date-from=1994&date-to=2020&group-years=false&method=1)

### 11.1.2 Etiologie

Příčiny vzniku nádorů CNS jsou většinou neznámé, u mnoha případů se tak jedná o sporadická onemocnění. Zhruba u 5–10 % případů se setkáváme s podmíněnou genetickou predispozicí. (Nevšimalová a kol., 2021, str. 385)

### 11.1.3 Příznaky

Příznaky nádorů CNS se velmi liší. Z počátku jsou symptomy často nespecifické a jsou podobné spíše jiným, častěji se vyskytujícím onemocněním v dětském věku. Intenzita a charakter příznaků se liší podle lokalizace nádoru, věku pacienta a agresivity nádoru. Příznaky můžeme rozdělit na celkové a ložiskové. (Nevšimalová a kol., 2021, str. 387)

Celkové příznaky se projevují při zvýšeném nitrolebním tlaku, který může vznikat na základě poruchy odtoku mozkomíšního moku. Tato porucha vzniká často právě vlivem utlačování anatomických struktur nádorem. Nitrolební hypertenze se projevuje bolestí hlavy, zvracením či nevolností. Výrazným a nebezpečným příznakem nitrolební hypertenze u dítěte

je porucha vědomí. U kojenců se nitrolební hypertenze může projevovat narůstajícím obvodem hlavy a jejím celkovým zvětšením (makrocefalie). Ložiskové příznaky se nejčastěji projevují útlakem či poruchou funkce určité oblasti mozku. (Nevšimalová a kol., 2021, str. 387)

Specifické příznaky vykazují např. supraselární nádory, které se mohou projevit měsíce i roky před jejich diagnostikováním. Mezi projevy těchto nádorů patří porucha růstu, polyurie a polydipsie, porucha příjmu potravy a další endokrinologické problémy. (Nevšimalová a kol., 2021, str. 387–388)

#### **11.1.4 Diagnostika**

Mezi primární diagnostické zobrazovací metody patří magnetická rezonance, výpočetní tomografie nebo ultrasonografie. Mezi další využívané metody patří vyšetření mozkomíšního moku, detailní vyšetření nádorové tkáně a v neposlední řadě i stanovení nádorových markerů a hormonů v krvi. Nejmodernější zobrazovací metodou je PET (pozitronová emisní tomografie) ve spojení s MR nebo CT. Tyto modalities slouží k detekci metabolické aktivity, kterou nádory vykazují. (Churáčková, 2008, str. 235, [online]; Kršek a kol., 2021, str. 49; Kynčl a kol., 2022, str. 347)

#### **11.1.5 Gliomy**

Gliové nádory jsou dle Světové zdravotnické organizace (WHO) klasifikovány do dvou stupňů. (Kynčl a kol., 2022, str. 343)

- Nádory nižšího stupně (WHO 1 a 2)
- Nádory vyššího stupně (WHO 3 a 4) (Kynčl a kol., 2022, str. 343)

Mezi nízkostupňové gliomy patří astrocytární nádory, které jsou nejčastějším typem nádorů mozku u dětí. Do této skupiny se také řadí oligodendrogliální nádory, které jsou naopak u dětí velmi vzácné. Glioblastom, difuzní středočárový gliom nebo anaplastický astrocytom patří do skupiny vysokostupňových gliomů. (Kynčl a kol., 2022, str. 343)

#### **11.1.6 Ependymom**

Ependymom patří do skupiny neuroepiteliálních nádorů. Jedná se o třetí nejčastější typ nádorů v dětském věku. Výskyt tohoto nádoru je typický pro oblast zadní jámy lební, méně často pak pro oblast míchy. U kojenců se nejčastěji objevuje ependymom zadní jámy typu A, jehož prognóza bývá velmi špatná. Ependymom se projevuje jako hypersignální v T2 vážených obrazech. (Kynčl a kol., 2022, str. 343)

### **11.1.7 Meduloblastom**

Meduloblastom je maligní nádor, který se vyskytuje v oblasti zadní jámy. Podle molekulárních charakteristik se dělí do 4 skupin, přičemž každá skupina je specifická uložením nádoru a prognózou přežití. (Kynčl a kol., 2022, str. 344)

### **11.1.8 Neuroblastom**

Neuroblastom je typický embryonální nádor, který nejčastěji vychází z nadledvin nebo paravertebrálních sympatických ganglií. Jedná se o nádor, který často metastazuje do kostní dřene, lymfatických uzlin, jater, plic a CNS. Neuroblastom se řadí mezi záhadné nádory, jelikož se projevuje výraznou biologickou variabilitou. Dobrou prognózu vykazují lokalizované formy. Setkáváme se však i s agresivní formou, u které je následná léčba velmi obtížná a celková šance na uzdravení malá. Prognóza u neuroblastomu je dána především klinickým stádiem, ale i věkem dítěte. Neuroblastom se nejčastěji vyskytuje u dětí v kojeneckém a batolecím věku. Jedná se o nejčastější extrakraniální nádor. Prevalence neuroblastomu je 1:7000 nově narozených dětí. V České republice se ročně setkáváme s 15 nově diagnostikovanými dětmi s tímto typem nádoru. (Krejčí a kol., 2018, [online])

## **11.2 Periventrikulární a intraventrikulární krvácení**

Jedná se o krvácení z malých cév do subependymálně uložené germinální matrix. Intraventrikulární krvácení se typicky provaluje až do oblasti komorového systému. Zhruba u 1/3 případů se projeví mírné a přechodné rozšíření postranních mozkových komor. Typicky se vyskytuje u nedonošených novorozenců. Klasifikuje se do 4 skupin. (Černoch a kol., 2000, str. 82; Kynčl a kol., 2022, str. 210)

- Grade 1 – typické krvácení do germinální matrix
- Grade 2 – často dochází k extenzi krvácení do nedilatovaného komorového systému
- Grade 3 – často dochází k extenzi krvácení do dilatovaného komorového systému
- Grade 4 – krvácení v komorovém systému společně i s detekcí krvácení v bílé hmotě (Kynčl a kol., 2022, str. 210–211)

První volbou v rámci diagnostiky tohoto druhu krvácení je ultrasonografie. Metodou druhé volby bývá magnetická rezonance, díky které jsme schopni posoudit sekundární změny mozkové tkáně. (Kynčl a kol., 2022, str. 211)

## **11.3 Periventrikulární leukoencefalomalacie (PVL)**

S tímto poškozením bílé hmoty mozku se setkáváme u předčasně narozených dětí



(Kynčl a kol., 2022, str. 212). Jedná se o interteritoriální infarkty, které se vyskytují v různém rozsahu. Infarktová ložiska nejčastěji detekujeme peritrigonálně u atrii postranních komor. Z pohledu patologicko-anatomického se jedná o ložiska koagulační nekrózy. Periventrikulární leukoencefalomalacie může vzniknout samostatně nebo v kombinaci s různými stupni krvácení do oblasti zárodečné matrix. Během 14 dní od vzniku nekrózy se v ložiscích začínají objevovat vícečetná tekutinová ložiska rozdílných velikostí. Tato cystická fáze se nejvíce projevuje zhruba za 4–6 týdnů od vzniku samotné ischemie. (Černocho a kol., 2000, str. 83–84)

Diagnostikovat tyto infarkty lze nejlépe pomocí ultrazvuku. Časná fáze se projevuje přítomností hrubých hyperechogenních zón v periventrikulárních oblastech. K nejpřesnějšímu ultrasonografickému záchytu tohoto postižení dochází v cystické fázi. Tato fáze se rozvíjí od 3. týdne po vznik již zmíněných infarktů. K nálezu také patří mírné rozšíření postranních komor, v některých případech i rozšíření subarachnoidálních prostorů. V případě rozsáhlého a oboustranného nálezu hovoříme o formě multicystické encefalomalacie. Diagnosticky se magnetická rezonance využívá u komplikovaných či nejasných případů. (Černocho a kol., 2000, str. 83-86; Kynčl a kol., 2022, str. 212–213)

## **11.4 Hypoxicko-ischemické poškození mozku (HII)**

Mezi nejčastější příčiny vzniku hypoxicko-ischemického poškození mozku patří možné komplikace během porodu, fetální acidémie nebo nízké skóre Apgarové. Typ hypoxicko-ischemického poškození mozku se liší u dětí nedonošených a donošených. U nedonošených dětí je k poškození citlivější bílá hmota mozku. U donošených dětí se hypoxicko-ischemické poškození mozku klasifikuje na centrální a periferní typ. Centrální typ postihuje především oblast bazálních ganglií, thalamů, hipokampu či mozkového kmene. Typ periferní postihuje hlavně bílou hmotu a kortex. V některých případech může toto poškození mozku vyvolat encefalopatii či poruchy neurologického systému. Závažnost postižení mozkové tkáně závisí na stupni asfyxie a na délce jeho trvání. V případě méně významných hypoxií dochází k selektivním neuronálním nekrózám. Nekróza nejčastěji postihuje nejnáchylnější oblasti mozku, například hlubší vrstvy mozkové kůry nebo Purkyňovy buňky mozečku. V případě těžších forem hypoxií dochází ke vzniku parasignálních hemisferálních infarktů. V nejtěžších případech hypoxie dochází k nekrózám ve veškeré tkáni hemisfér. Tento proces se označuje jako multicystická encefalomalacie. Obrazem akutní ischemie mozku je vznik difuzního mozkového edému. (Černocho a kol., 2000, str. 90; Kynčl a kol., 2022, str. 215–217)

Jasným příznakem ischemie při ultrazvukovém vyšetření je celkové zvýšení echogenity parenchymu v oblasti mozkových hemisfér. Dalším projevem je mírné stoupání v odrazivosti

bazálních ganglií a thalamů. Ultrasonografická diagnostika otoku mozku bývá v prvních dnech velmi obtížná, což přináší velkou nevýhodu. Při negativním výsledku dvourozměrného ultrasonografického vyšetření lze použít metodu dopplerovské ultrasonografie. Z mnoha již zmíněných důvodů nespolehlivosti ultrazvukového vyšetření se ve většině případů volí neurgentní vyšetření pomocí počítačové tomografie (CT) nebo magnetické rezonance. (Černoch a kol., 2000, str. 90; Kynčl a kol., 2022, str. 215–217)

## **11.5 Vrozené vady mozku**

### **Supratentoriální**

Supratentoriální vady mozku představují spektrum malformací s postižením středových struktur mozku (komisurální postižení), malformace vývoje kortexu mozku a holoprocencefalii. Za příčiny vzniku bývají označovány různé chromozomální aberace, teratogenní působení či genové mutace. Mezi komisurální postižení patří dysgeneze, ageneze, hypoplazie kalózního tělesa, kolpocefalie, interhemisferický lipom a interhemisferické cysty. Za malformace vývoje kortexu mozku bývá označována mikrocefalie, megalencefalie, schizencefalie nebo polymikrogyrie. Metodou první volby v rámci diagnostiky u těchto typů vrozených vad je magnetická rezonance. (Kynčl a kol., 2022, str. 220–225)

### **Infratentoriální**

Infratentoriální vrozené vady mozku představují spektrum malformací s postižením celého mozečku, mozečkové hemisféry, mozkového kmene a vermis. Příčiny vzniku jsou stejné jako u vrozených vad supratentoriálních. Mezi onemocnění postihující mozeček patří ageneze mozečku, rhombencephalosynapse nebo pontocerebellární hypoplazie. Mezi onemocnění, která postihují vermis patří Dandy-Walkerova malformace, Blake's pouch cysta, megacisterna magna nebo hypoplazie vermis. Mezi poškození mozečkové hemisféry patří mozečková dysgeneze kortexu nebo jednostranná hypoplazie mozečku, která je však velmi vzácná. V rámci diagnostiky je volena magnetická rezonance, v některých případech i ultrasonografie. (Kynčl a kol., 2022, str. 227–231)

## **11.6 Netraumatické akutní stavy CNS**

Mezi netraumatické akutní stavy patří akutní záněty CNS. Tyto záněty postihují mozkovou tkáň, míšní kořeny nebo míchu. Mezi zánětlivá onemocnění, která jsou zapříčiněna bakteriální infekcí patří *Haemophilus influenzae*, *Nisseria meningitis* a *Streptococcus pneumoniae*. U dětí novorozeneckého věku se pak může projevit meningitida nebo novorozenecká seps. Do skupiny virových infekcí řadíme herpetické viry, respirační viry,

enteroviry, virus Zika nebo COVID-19. Další skupinou jsou autoimunitní záněty mozku, které vznikají vlivem působení patogenních autoprotilátek nebo autoagresivních efektorových buněk. Mezi nejčastější autoimunitní záněty mozku u dětí patří Rasmussenova encefalitie, anti-NMDAR encefalitie a opsoklonus myoklonus syndrom. Infekce mohou být i vrozené, např. toxoplazmóza. Dalším akutním stavem CNS je akutní ischemie mozku, která nejčastěji postihuje povodí arteria cerebri media a projevuje se především u dětí se srdečním onemocněním. Netraumatické akutní záněty CNS se diagnostikují pomocí magnetické rezonance. Výjimkou je diagnostika akutní ischemie mozku, při které volíme CT vyšetření. (Kynčl a kol., 2022, str. 234–239)

### **11.7 Traumatická intrakraniální postižení**

Mezi formy intrakraniálních traumat vyskytujících se u kojenců řadíme epidurální, subdurální, subarachnoidální či intraventrikulární krvácení s parenchymatózním postižením mozku. Mezi parenchymatózní postižení patří edém, lacerace, kontuze a krvácení. Úrazy hlavy u dětí kojeneckého věku nejsou ve většině případů doprovázeny ztrátou vědomí, jako tomu bývá v případě úrazů hlavy dospělých jedinců. U kojenců se také setkáváme s pohmožděním mozkové tkáně. Důvodem této odlišnosti je zvýšená pohyblivost mozku v likvorových prostorech. Specifickou formou extracerebrálního krvácení u kojenců jsou subdurální hematomy symetricky rozložené frontoparietálně podél konvexit mozkových hemisfér. Vznikají z ruptury přemostujících žil nebo po mírném traumatu. Tyto hematomy bývají často projevem syndromu týraného dítěte. U syndromu týraného dítěte se setkáváme s mnohočetnými extracerebrálními i intracerebrálními lézemi různého stáří. Klinicky se mohou projevit nadměrným růstem hlavy s vyklenováním velké fontanely. V případě odbarvených hematomů hovoříme o tzv. subdurálních hygromech. Hygromy bývají velmi objemné a často zasahují až do temporálních oblastí. V rámci diagnostikování traumatických postižení u kojenců bývá první volbou CT vyšetření. Doplňkovou diagnostickou metodou bývá u těchto případů nejčastěji ultrasonografie. Extracerebrální hematom se na ultrasonografii projevuje jako výskyt abnormální vrstvy různé echogenity. Hyperechogenitu vykazuje čerstvý zkoagulovaný krevní výron. (Černocho a kol., 2000, str. 96–97)

## 12 Metodika výzkumu

### 12.1 Výzkumné cíle a hypotézy

Pro výzkumnou část diplomové práce byly formulovány tyto cíle a hypotézy:

**Cíl 1:** Sumarizovat indikace k vyšetření mozku u kojenců magnetickou rezonancí ve FNOL za období pěti let.

**Cíl 2:** Rozdělit MR vyšetření z hlediska vyšetřovaných oblastí a zjistit, které diagnózy se vyskytují nejčastěji.

**Cíl 3:** Zjistit, zda vyšetření pomocí MR přináší jiné nebo rozšiřující výsledky při porovnání s předchozím ultrazvukovým vyšetřením.

**Cíl 4:** Určit v jakém stáří kojence jsou nejčastěji MR vyšetření prováděna.

**H<sub>0</sub>:** Diagnostická shoda mezi UZ a MR vyšetřením je menší nebo rovna 50 %.

**H<sub>A</sub>:** Diagnostická shoda mezi UZ a MR vyšetřením je větší než 50 %.

### 12.2 Charakteristika souboru

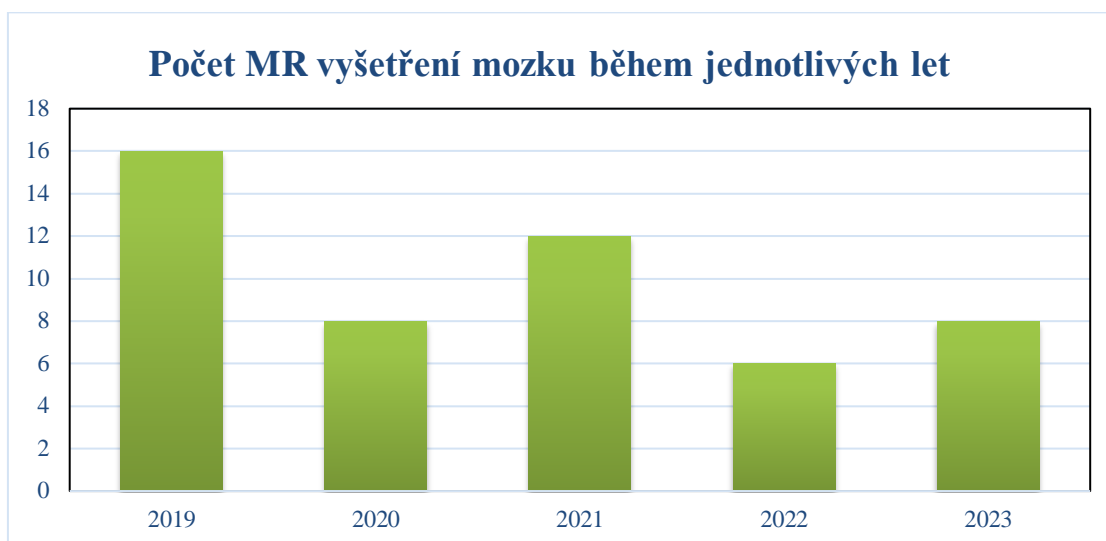
Základní soubor výzkumu byl tvořen 50 kojenci, kteří podstoupili vyšetření mozku pomocí MR a UZ. Počet zařazených pacientů byl limitován z důvodu početního omezení náhledů do zdravotnické dokumentace FNOL. Kritériem pro zařazení do výzkumu bylo časové období, ve kterém byla vyšetření provedena, konkrétně od roku 2019 do roku 2023. Kojenci byli vyšetřováni na pracovišti Radiologické kliniky FNOL na přístrojích MAGNETOM Symphony 1,5 T nebo MAGNETOM Avanto 1,5 T značky Siemens.

Tab. 1: Počet MR vyšetření mozku v jednotlivých letech

Rok	Počet prvních vyšetření MR mozku
2019	16
2020	8
2021	12
2022	6
2023	8

Největší počet provedených MR vyšetření mozku byl v roce 2019, během kterého bylo vyšetřeno celkem 16 kojenců. Během roku 2020 bylo vyšetřeno pomocí MR celkem 8 kojenců. Stejný počet vyšetření byl zaznamenán i v roce 2023. Během roku 2021 stoupl počet vyšetřených kojenců na 12. Nejmenší počet vyšetření byl zaznamenán v roce 2022, celkem

6 kojenců.



Graf 2: Počet MR vyšetření mozku v letech 2019–2023

### 12.3 Metoda sběru dat

Pro výzkumnou část diplomové práce byl zvolen design retrospektivní, deskriptivní. Byly sledovány kvantitativní výzkumné proměnné pro jejich výskyt ve zkoumaném souboru. Data byla získána z nemocničního systému PACS FNOL. Jednalo se o záznamy z jednotlivých vyšetření mozku pomocí MR a UZ u kojenců z období 2019–2023. K těmto vyšetřením museli zákonní zástupci dětí poskytnout informovaný souhlas. Pro sběr dat byl použit záznamový formulář, do kterého byly zaznamenávány jednotlivé zkoumané proměnné.

Tab. 2: Záznamový formulář

Kód pacienta	Den MR	Indikace k MR	MR nález	Den UZ	Indikace k UZ	UZ nález	Oblast mozku	Diagnostická shoda	Diagnostická neshoda	Rozšiřující výsledek
N1										
N2										
N3										
...										

### 12.4 Realizace výzkumu

Cíle výzkumné části této diplomové práce byly stanoveny po zpracování teoretické části daného tématu. Prvním krokem k zahájení výzkumu bylo podání žádosti o souhlas Etické komise, který byl následně udělen. Dalším krokem bylo podání žádosti pro poskytnutí informací ke studijním účelům a pro sběr dat ve FNOL. Podmínkou k získání povolení byl souhlas Etické komise a souhlas vedoucí radiologické laborantky ve FNOL. Obě tyto podmínky

byly splněny. Poté byla žádost pro poskytnutí informací a sběr dat schválena. Limitem byl však počet dokumentací, do kterých byla možnost nahlédnout. Tento počet byl stanoven na 50 pacientů. Následoval sběr jednotlivých dat na dětské klinice FNOL pod dohledem MUDr. Lenky Bakaj Zbrožkové, Ph.D. V archivačním systému PACS jsem vyhledávala a následně zaznamenávala jednotlivá MR a UZ vyšetření mozku kojenců z období 2019–2023. V programu Microsoft Excel jsem pak tato nasbíraná data zapsala do záznamového formuláře. Z etických důvodů byl každému pacientovi přiřazen kód.

## **12.5 Metody zpracování dat**

Sesbíraná data pro popisnou statistiku byla zpracována pomocí programu Microsoft Excel. V tomto programu jsem jednotlivé zkoumané proměnné doplnila do předem připraveného záznamového formuláře. Pomocí jednotlivých vzorců Microsoft Excel byly získány výsledky jako aritmetický průměr, medián, směrodatná odchylka, minimální hodnota nebo maximální hodnota. Tyto výsledky jsem následně vložila do diplomové práce ve formě jednotlivých grafů a tabulek. Hypotézy byly testovány pomocí párového T-testu.

## 13 Výsledky výzkumu

### 13.1 Jednotlivé cíle výzkumu

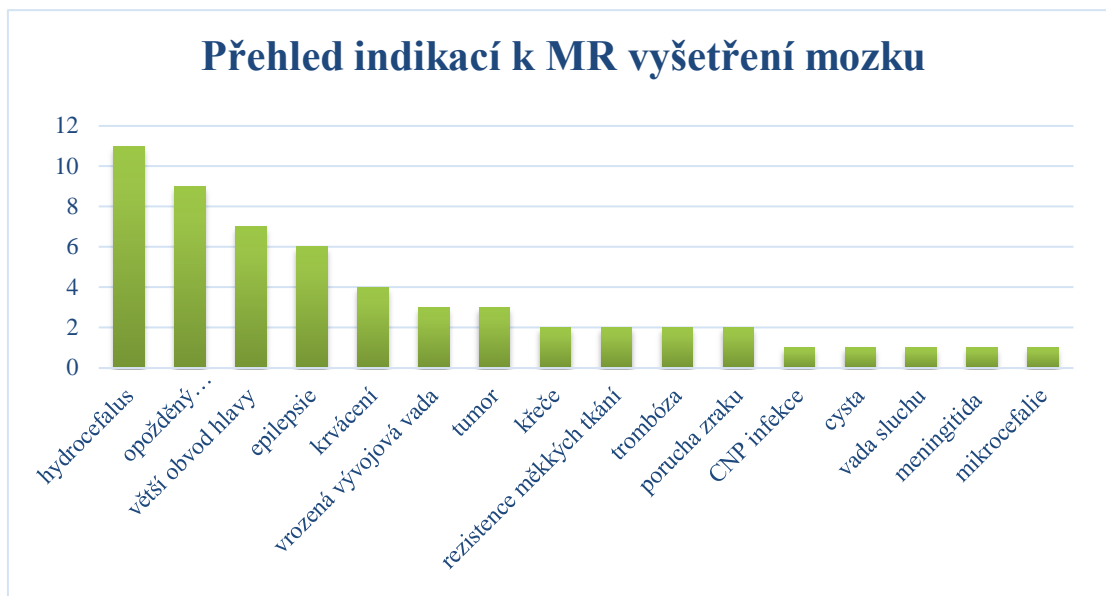
**Cíl 1:** Sumarizovat indikace k vyšetření mozku u kojenců magnetickou rezonancí ve FNOL za období pěti let.

V následující tabulce jsou shrnuty počty jednotlivých indikací k MR vyšetření mozku u kojenců, kteří toto vyšetření podstoupili v letech 2019–2023.

Tab. 3: Přehled indikací k MR vyšetření mozku kojenců

Indikace k MR vyšetření	Počet	Zastoupení v %
hydrocefalus	11	19,64 %
opožděný psychomotorický vývoj	9	16,07 %
větší obvod hlavy	7	12,50 %
epilepsie	6	10,71 %
krvácení	4	7,14 %
vrozená vývojová vada	3	5,36 %
tumor	3	5,36 %
křeče	2	3,57 %
rezistence měkkých tkání	2	3,57 %
trombóza	2	3,57 %
porucha zraku	2	3,57 %
CNP infekce	1	1,79 %
cysta	1	1,79 %
vada sluchu	1	1,79 %
meningitida	1	1,79 %
mikrocefalie	1	1,79 %

Nejčastější indikací k MR vyšetření mozku u kojenců byl hydrocefalus, který se vyskytoval v 19,64 % případech. Druhou nejčastější indikací byl opožděný psychomotorický vývoj kojence, který se vyskytoval u 16,07 % případů a třetí nejčastější indikací byl větší obvod hlavy (12,50 % případů). U 10,71 % případů byla indikací epilepsie. Krvácení se vyskytlo u 7,14 % případů. Vrozené vývojové vady a tumory se vyskytovaly ve stejném procentuálním zastoupení (5,36 %). U 3,57 % případů se vyskytovala rezistence měkkých tkání, trombóza, porucha zraku a křeče. Zbylé indikace (CNP infekce, cysta, vada sluchu, meningitida, mikrocefalie) se vyskytly pouze u 1,79 % případů. Celkový počet zaznamenaných indikací k MR vyšetření byl 56.



Graf 3: Přehled indikací k MR vyšetření mozku

**Cíl 2:** Rozdělit MR vyšetření z hlediska vyšetřovaných oblastí a zjistit, které diagnózy se vyskytují nejčastěji.

Jednotlivé patologie, které byly zjištěny u souboru kojenců byly rozděleny do 9 vyšetřovaných oblastí. U 43 kojenců byly zjištěny některé z níže uvedených patologií. U 6 kojenců byl zaznamenán normální nález bez jakékoli patologie. V jednom případě se jednalo o normální nález na UZ, který byl díky MR potvrzen, ale zároveň doplněn informací o rozšíření v oblasti ductus endolymphaticus. Počty jednotlivých patologií ve vyšetřovaných oblastech jsou zaznamenány v následující tabulce.

Tab. 4: Počet patologií ve vyšetřovaných oblastech

Vyšetřovaná oblast	Počet patologií ve vyšetřované oblasti
komorový systém	28
subdurální a subarachnoidální prostor	22
mozkový parenchym (bílá+šedá hmota)	20
extrakraniální oblast	4
corpus callosum	4
mozeček	2
bazální ganglia a thalamy	2
vaskulární systém	2
mozkový kmen	1
ostatní	16





Graf 4: Počet patologií ve vyšetřovaných oblastech

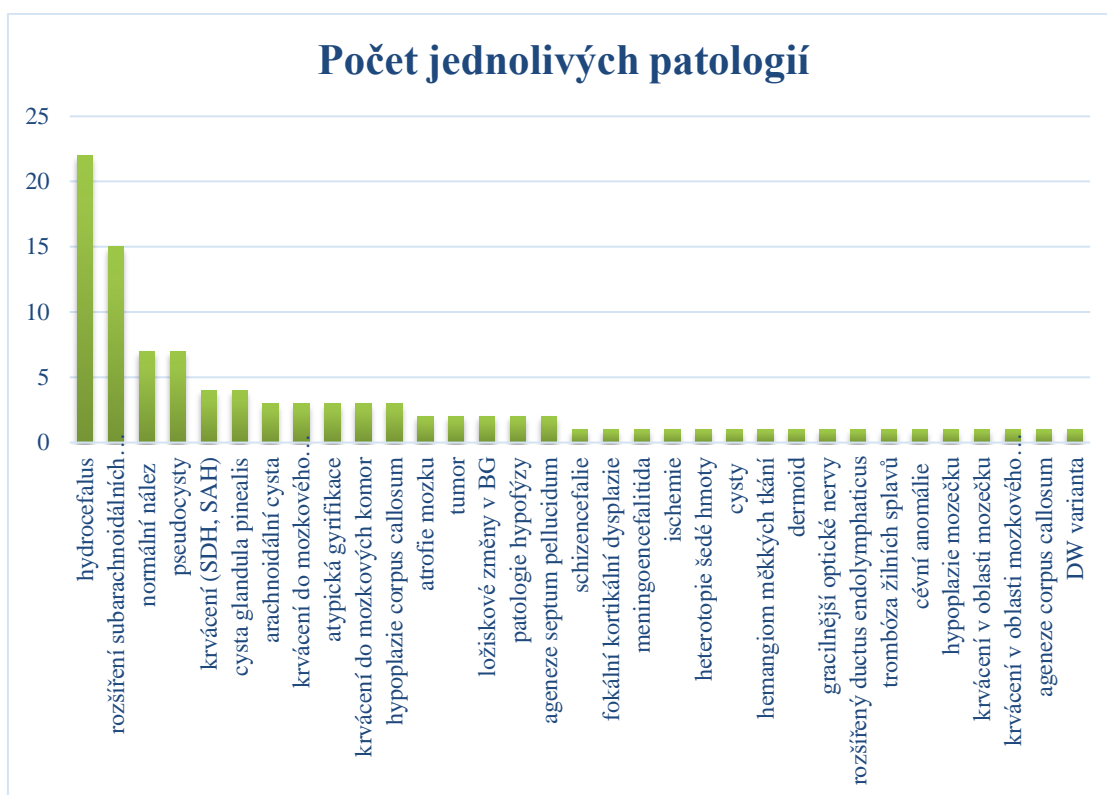
Nejvyšší počet patologií byl zaznamenán v oblasti komorového systému, konkrétně 28 patologií. Následovala subdurální a subarachnoidální oblast, ve které bylo zaznamenáno celkem 22 patologií. V oblasti mozkového parenchymu bylo zaznamenáno 20 patologií. V oblasti corpus callosum a extrakraniální oblasti byly detekovány 4 patologie. V oblasti mozečku, bazálních ganglií a vaskulárního systému byly detekovány 2 patologie. Nejmenší počet patologií byl zaznamenán v oblasti mozkového kmene, kde byla patologie zaznamenána pouze v jednom případě. Do oblasti ostatní byly zařazeny některé další patologie, ale také normální nálezy. V souboru bylo zaznamenáno celkem 7 kojenců s normálním nálezem při MR vyšetření. Celkový počet zaznamenaných patologií byl 101. Po odečtení 7 normálních nálezů získáme 94 patologií na 43 vyšetření. Průměrný počet patologií na jedno vyšetření byl 2,18. Jednotlivé patologie a jejich počty jsou shrnuty v následující tabulce.

Tab. 5: Přehled jednotlivých patologií ve vyšetřovaných oblastech

Vyšetřovaná oblast	Patologie ve vyšetřované oblasti	Počet
subdurální a subarachnoidální prostor	rozšíření subarachnoidálních prostorů	15
	krvácení (SDH, SAH)	4
	arachnoidální cysta	3
mozkový parenchym (bílá+šedá hmota)	krvácení do mozkového parenchymu	3
	schizencefalie	1
	atypická gyrifikace	3
	pseudocysty	7
	atrofie mozku	2
	fokální kortikální dysplazie	1
	meningoencefalitida	1
	ischemie	1
	heterotopie šedé hmoty	1
komorový systém	cysty	1
	krvácení do mozkových komor	3
	hydrocefalus	22
	tumor	2
bazální ganglia a thalamy	ložiskové změny v BG	2
extrakraniální oblast	hemangiom měkkých částí	1
	dermoid	1
	gracilnější optické nervy	1
	rozšířený ductus endolymphaticus	1
vaskulární systém	trombóza žilních splavů	1
	cévní anomálie	1
mozeček	hypoplazie mozečku	1
	krvácení	1
mozkový kmen	krvácení	1
corpus callosum	hypoplazie corpus callosum	3
	ageneze corpus callosum	1
ostatní	normální nález	7
	patologie hypofýzy	2
	ageneze septum pellucidum	2
	DW varianta	1
	cysta glandula pinealis	4

Nejčastěji se vyskytující patologií byl hydrocefalus, který se projevil celkem u 22 kojenců. Následovalo rozšíření subdurálních a subarachnoidálních prostorů, které bylo zaznamenáno u 15 kojenců. Pseudocysty v oblasti mozkového parenchymu se vyskytly v 7 případech. Subdurální a subarachnoidální krvácení se vyskytlo celkem u 4 případů. Cysta glandula pinealis se taktéž vyskytla u 4 kojenců. Třikrát se vyskytlo krvácení do mozkového parenchymu, krvácení do mozkových komor či atypická gyrifikace. Se stejným počtem byly

detekovány i arachnoidální cysty a hypoplazie corpus callosum. Do patologií s nižším počtem výskytu byly zařazeny následující patologie: atrofie mozku, tumor, ložiskové změny na bazálních gangliích, patologie na hypofýze a ageneze septum pellucidum. Schizencefalie, fokální kortikální dysplazie, meningoencefalitida, ischemie, heterotopie šedé hmoty, cysty komorového systému, hemangiom měkkých tkání, dermoid, gracilnější optické nervy, rozšířený ductus endolymphaticus, trombóza žilních splavů, cévní anomálie, hypoplazie mozečku, krvácení v oblasti mozečku, krvácení v oblasti mozkového kmene, ageneze corpus callosum, či DW varianta je skupina patologií, které se vyskytly pouze jednou.



Graf 5: Počet jednotlivých patologií

**Cíl 3:** Zjistit, zda vyšetření pomocí MR přináší jiné nebo rozšiřující výsledky při porovnání s předchozím ultrazvukovým vyšetřením.

**Diagnostická shoda:** UZ i MR prokáže stejný výsledek

**Diagnostická neshoda:** UZ a MR prokáže různý výsledek

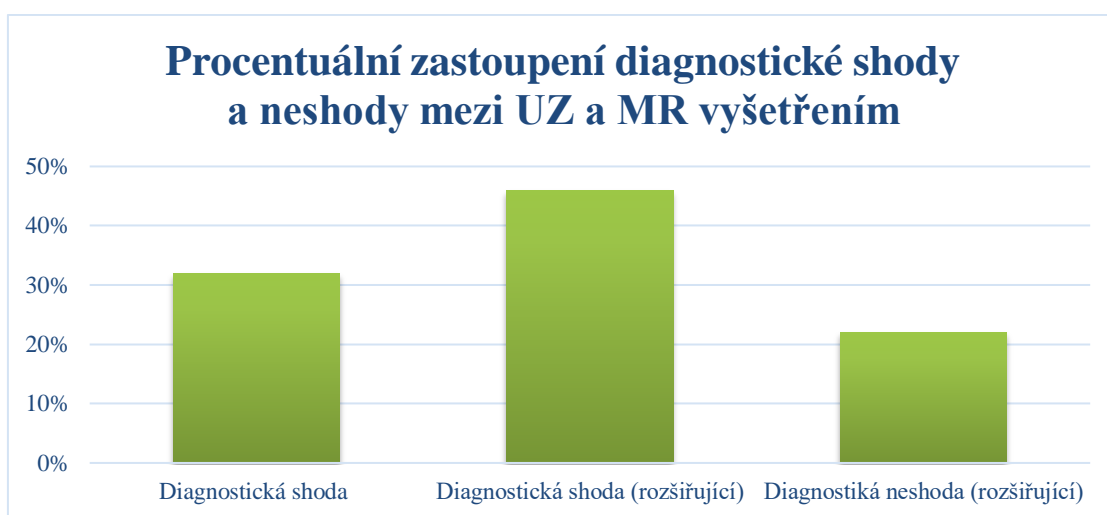
**Diagnostická shoda (rozšiřující):** UZ i MR prokáže stejný výsledek, ale MR přinese jinou (rozšiřující) informaci

**Diagnostická neshoda (rozšiřující):** UZ přinese určitý výsledek, který se na MR nepotvrdí, ale MR přinese jiné (rozšiřující) výsledky.

Tab. 6: Zastoupení diagnostické shody a neshody mezi UZ a MR vyšetřením

<b>Celkový počet případů</b>	<b>Diagnostická shoda</b>	<b>Diagnostická shoda (rozšiřující)</b>	<b>Diagnostická neshoda</b>	<b>Diagnostická neshoda (rozšiřující)</b>
50	16	23	0	11
100 %	32 %	46 %	0 %	22 %

Výzkumný soubor byl tvořen 50 kojenci, kteří podstoupili UZ i MR vyšetření mozku. U 16 kojenců byla zjištěna diagnostická shoda mezi UZ i MR vyšetřením mozku, s procentuálním zastoupením 32 %. Diagnostická shoda s rozšířením se vyskytla u 23 kojenců (46 %). K diagnostické neshodě s rozšířením došlo u 11 kojenců (22 %). Hodnota celkové diagnostické shody mezi UZ a MR vyšetřením mozku u kojenců byla stanovena na hodnotu 78 %. K rozšíření výsledků pomocí MR vyšetření došlo u 68 %.



Graf 6: Procentuální zastoupení diagnostické shody a neshody

Tab. 7: Četnost patologií na MR mozku u případů s diagnostickou shodou rozšiřující

Typ patologie	Četnost
rozšíření subarachnoidálních prostorů	5
arachnoidální cysta	3
krvácení do mozkového parenchymu	3
krvácení (SAH+SDH)	3
atypická gyrifikace	3
ektopie hypofýzy	2
hypoplázie corpus callosum	2
hydrocefalus	2
pseudocysty mozkového parenchymu	2
cysta glandula pinealis	2
meningoencefalitida	1
schizencefalie	1
gracilní optické nervy	1
Dandy-Walker varianta	1
cévní anomálie	1
trombóza splavů	1
rozšíření ductus endolymphaticus	1
heterotopie šedé hmoty	1
hypoplázie mozečku	1
atrofie mozku	1
ageneze septum pellucidum	1
fokální kortikální dysplázie	1
krvácení do mozečku	1
krvácení do mozkového kmene	1

K diagnostické shodě s rozšiřujícími výsledky mezi ultrazvukem a magnetickou rezonancí došlo nejčastěji v případě rozšířeného subarachnoidálního prostoru, celkově u 5 případů. Se shodou a následným rozšířením informací jsme se taktéž setkali v případě arachnoidální cysty, krvácení do mozkového parenchymu, krvácení subdurálního a subarachnoidálního a atypické gyrifikace. U těchto patologií došlo ke shodě s rozšířením ve 3 případech. Mezi další patologie, u kterých došlo mezi UZ a MR ke shodě s rozšířením patří ektopie hypofýzy, hypoplázie corpus callosum, hydrocefalus, pseudocysty mozkového parenchymu, cysta glandula pinealis, meningoencefalitida, schizencefalie, gracilní optické nervy, DW varianta, cévní anomálie, trombóza splavů, rozšířený ductus endolymphaticus, heterotopie šedé hmoty, hypoplázie mozečku, atrofie mozku, ageneze septum pellucidum, fokální kortikální dysplázie, krvácení do mozečku a krvácení do mozkového kmene.

Tab. 8: Četnost patologií na MR mozku u případů s diagnostickou neshodou rozšiřující

<b>Typ patologie</b>	<b>Četnost</b>
rozšíření subarachnoidálních prostorů	6
hydrocefalus	2
cysta glandula pinealis	2
ischemie	2
krvácení (SAH a SDH)	1
porucha gyrifikace	1
atrofie mozku	1

K detekci rozšířených subarachnoidálních prostorů došlo celkově v 15 případech. U 6 případů byla zjištěna mezi UZ a MR diagnostická neshoda rozšiřující. U hydrocefalu, cysty glandula pinealis a ischemie byla diagnostická neshoda rozšiřující detekována u 2 případů. S diagnostickou neshodou s rozšířením jsme se taktéž setkali v případě krvácení subdurálního a subarachnoidálního, poruchy gyrifikace a atrofie mozku.

Tab. 9: Časový rozestup mezi UZ a MR

Časový rozestup mezi UZ a MR (dny)	Počet kojenců	Zastoupení %
0	2	4 %
1	5	10 %
2	8	16 %
5	1	2 %
6	2	4 %
7	2	4 %
8	1	2 %
9	2	4 %
12	1	2 %
14	1	2 %
16	1	2 %
19	1	2 %
21	1	2 %
23	1	2 %
26	1	2 %
27	1	2 %
28	1	2 %
30	1	2 %
33	1	2 %
47	1	2 %
49	1	2 %
50	1	2 %
54	1	2 %
79	1	2 %
82	1	2 %
97	1	2 %
100	1	2 %
118	1	2 %
121	1	2 %
146	1	2 %
149	1	2 %
163	1	2 %
170	1	2 %
188	1	2 %
191	1	2 %

Nejčastější rozestup mezi UZ a MR byl 2 dny, který byl zaznamenán celkem u 8 kojenců, s procentuálním zastoupením 16 %. U 5 kojenců byl rozestup pouze 1 den. Rozestup mezi ultrasonografií a magnetickou rezonancí byl stanoven na průměrnou hodnotu 42,62 dne. Medián časového odstupu mezi jednotlivými vyšetřeními je 15. Směrodatná odchylka je  $\pm 56,70$ . Minimální rozestup mezi ultrazvukovým vyšetřením a magnetickou rezonancí byl 0 dní. V tomto případě podstoupil kojenec UZ i MR během jednoho dne. Maximální hodnota rozestupu byla 191 dní. Takový rozestup mohl ovlivnit zobrazení na obou modalitách, jelikož mohlo dojít k progresi onemocnění.

**Cíl 4:** Určit v jakém stáří kojence jsou nejčastěji MR vyšetření prováděna.

Četnost provedených MR vyšetření mozku v jednotlivých měsících života kojence je shrnuta v následujících tabulkách.

Tab. 10: Četnost MR vyšetření v jednotlivých měsících života kojence

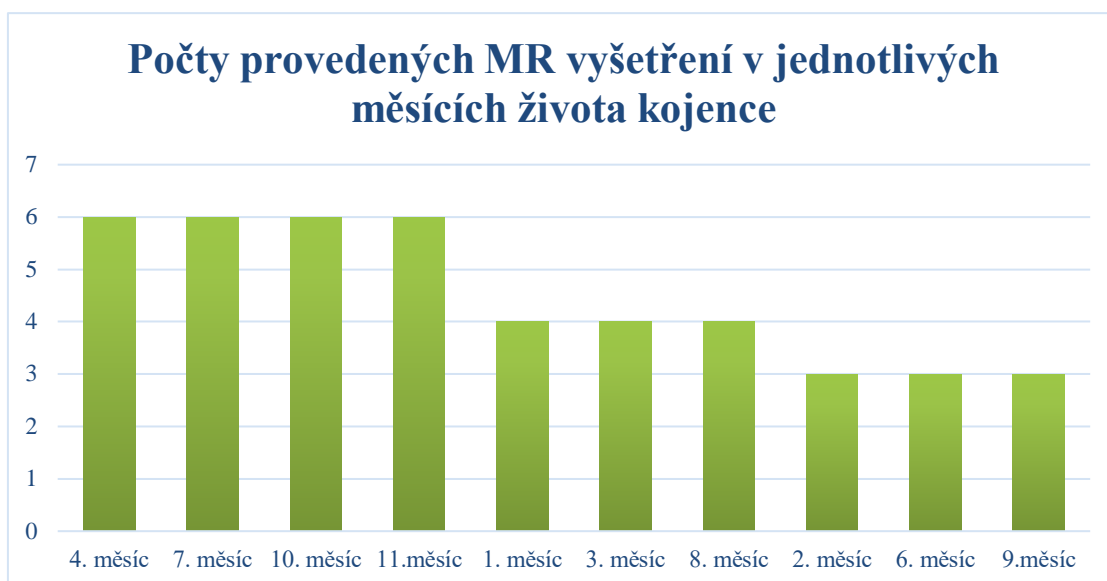
Věk kojence v den MR (měsíce)	Počet kojenců	Zastoupení v %
1	4	8 %
2	3	6 %
3	4	8 %
4	6	12 %
5	5	10 %
6	3	6 %
7	6	12 %
8	4	8 %
9	3	6 %
10	6	12 %
11	6	12 %

Tab. 11: Zobrazení věkového zastoupení u souboru kojenců

<b>Počet</b>	50
<b>Minimální hodnota věku (dny)</b>	36
<b>Maximální hodnota věku (dny)</b>	352
<b>Směrodatná odchylka</b>	100,36
<b>Průměr</b>	187,20
<b>Medián</b>	169,50

Kojenecké období trvá celkem 11 kalendářních měsíců. Z tabulky pro četnost MR vyšetření v jednotlivých měsících života kojence vyplývá, že nejčastěji byli kojenci vyšetřováni během čtvrtého, sedmého, desátého a jedenáctého měsíce jejich života, s procentuálním zastoupením 12 %. U 10 % kojenců bylo MR vyšetření provedeno během 5. měsíce života. Nejméně často byli kojenci vyšetřováni ve druhém, šestém a devátém měsíci, s procentuálním zastoupením 6 %. Minimální věk kojence, ve kterém bylo MR vyšetření mozku provedeno byl 36 dní. Nejvyšší věk kojence, ve kterém bylo vyšetření provedeno byl 352 dní. Průměrně pak byli kojenci vyšetřováni ve 187,20 dni. Medián byl 169,50. Směrodatná odchylka byla vypočítána na hodnotu  $SD \pm 100,36$ .





Graf 7: Počet MR vyšetření v jednotlivých měsících

### 13.2 Hypotéza

**H<sub>0</sub>:** Diagnostická shoda mezi UZ a MR vyšetřením je menší nebo rovna 50 %.

**H<sub>A</sub>:** Diagnostická shoda mezi UZ a MR vyšetřením je větší než 50 %.

Tab. 12: Počet UZ a MR nálezů u kojenců

Pacient	Počet UZ nálezů	Počet MR nálezů
1	1	4
2	1	1
3	1	2
4	1	1
5	0	0
6	2	3
7	1	2
8	1	2
9	0	0
10	4	2
11	1	1
12	1	2
13	0	3
14	2	2
15	1	2
16	1	2
17	1	1
18	2	4
19	0	1
20	2	4
21	2	2
22	3	5
23	0	0
24	1	2

Pacient	Počet UZ nálezů	Počet MR nálezů
25	0	0
26	0	1
27	1	1
28	0	1
29	1	2
30	2	2
31	0	1
32	1	2
33	0	1
34	0	1
35	0	1
36	3	6
37	0	0
38	2	2
39	3	4
40	1	1
41	1	2
42	0	0
43	2	2
44	1	4
45	4	6
46	1	2
47	1	4
48	0	1
49	2	3
50	1	1

Tab. 13: Párový T-test

Proměnná	T-test pro závislé vzorky (List 1 v Data)									
	Označené rozdíly jsou významné na hladině $p < 0,05000$									
	Průměr	Smě.od.	N	Rozdíl	Smě.od. rozdíl	t	SV	p	Int.spolehlivost -95,000 %	Int.spolehlivost +95,000 %
Počet UZ nálezů	1,1200	1,0428	50	-0,8600	1,0104	-6,0188	49	0,0000	-1,1471	-0,5729
Počet MR nálezů	1,9800	1,4776								

Výsledkem párového T-testu je hodnota  $p=0,0000$  ( $p<0,05$ ). Mezi počtem nálezů na UZ a MR je výrazně signifikantní rozdíl ( $p<0,001$ ). Diagnostická shoda mezi UZ a MR vyšetřením mozku je statisticky významně vyšší než 50 %. Protože je  $p<0,05$ , je přijata alternativní hypotéza. Diagnostická shoda mezi UZ a MR vyšetřením je větší než 50 %.

## 14 Diskuse

Jedním z cílů výzkumu této diplomové práce bylo sumarizovat indikace k vyšetření mozku u kojenců pomocí magnetické rezonance, kteří toto vyšetření podstoupili ve FNOL. Dalším cílem bylo rozdělit MR vyšetření do jednotlivých vyšetřovaných oblastí a zjistit, které diagnózy se vyskytovaly nejčastěji. Cílem bylo také určit v jakém stáří kojence byla vyšetření mozku pomocí magnetické rezonance prováděna nejčastěji. Posledním cílem bylo zjistit, jestli s sebou vyšetření magnetickou rezonancí přineslo jiné či rozšiřující informace ve srovnání s předchozím ultrazvukovým vyšetřením. Výzkumný soubor byl tvořen 50 kojenci, kteří podstoupili vyšetření mozku jak pomocí ultrazvuku, tak i pomocí magnetické rezonance během let 2019–2023. Počet kojenců byl stanoven na hodnotu 50 z důvodu omezeného povolení pro nahlédnutí do zdravotnické dokumentace.

Z provedeného výzkumu můžeme vyvodit, že ve zkoumaném období 5 let bylo ve FNOL provedeno 50 MR vyšetření mozku u kojenců po předchozím UZ vyšetření mozku.

Prvním cílem diplomové práce bylo zjistit, které indikace k MR vyšetření mozku se u souboru kojenců, kteří byli vyšetřeni ve FNOL v letech 2019–2023, vyskytovaly nejčastěji. U většiny kojenců byla zjištěna pouze jedna indikace. U 5 kojenců se však vyskytlo více indikací najednou. Konkrétně u jednoho kojence šlo o kombinaci hydrocefalu, zvětšení obvodu hlavičky a opožděného psychomotorického vývoje. Další kojeneček měl mezi indikacemi hydrocefalus a trombózu. U dalšího kojence byla kombinace hemocefalu a trombózy. U čtvrtého kojence byl za indikaci označen hydrocefalus spolu s opožděným psychomotorickým vývojem. Poslední kombinací indikací tvořila epilepsie, mikrocefalie a opožděný psychomotorický vývoj. Nejčastější indikací k MR vyšetření mozku u kojenců byl hydrocefalus, který se objevil v 11 případech s procentuálním zastoupením 19,64 %. Druhou nejčastěji se vyskytující indikací byl opožděný psychomotorický vývoj, který se vyskytoval u 9 kojenců (16,07 %). Třetí nejvíce zastoupenou indikací byl zvětšený obvod hlavičky, který byl zaznamenán u 7 kojenců (12,50 %). Epilepsie se jako indikace objevila u 6 kojenců (10,71 %), krvácení u 4 kojenců (7,14 %). Tumor se objevil u 3 kojenců (5,36 %), stejně tak vrozená vývojová vada. Další indikace byly zaznamenány v menším zastoupení. U dvou kojenců se vyskytly křeče, rezistence měkkých tkání, trombóza nebo porucha zraku (3,57 %). Zbýlé indikace se v souboru kojenců vyskytly pouze jednou (CNP infekce, cysta, vada sluchu, meningitida a mikrocefalie), s procentuálním zastoupením 1,79 %.

Druhým cílem bylo rozdělit zaznamenané patologie do jednotlivých vyšetřovaných oblastí. Celkem bylo sepsáno 9 vyšetřovaných oblastí (subdurální a subarachnoidální prostor,

komorový systém, mozkový parenchym, bazální ganglia a thalamy, extrakraniální oblast, vaskulární systém, oblast mozečku, oblast mozkového kmene, oblast corpus callosum). Do kategorie ostatní byly zařazeny zbylé patologie, konkrétně ageneze septum pellucidum, patologie na hypofýze, DW varianta a cysta glandula pinealis. Do této skupiny byly zařazeny taktéž normální nálezy. Ve výzkumném souboru bylo popsáno celkem 101 patologií. U 7 kojenců byl zaznamenán normální nález bez patologie. Nejvíce patologií bylo zaznamenáno v oblasti komorového systému (27,72 %), v celkovém počtu 28 patologií. Druhou nejvíce zastoupenou vyšetřovanou oblastí byl subdurální a subarachnoidální prostor (21,78 %), s celkovým počtem 22 patologií. Třetí nejčastěji vyšetřovanou oblastí byla oblast mozkového parenchymu (19,80 %), s počtem 20 patologií. Nejčastěji vyskytující se patologií byl hydrocefalus. Tato patologie se projevila u celkem 22 kojenců. Druhou nejvíce se vyskytující patologií bylo rozšíření subarachnoidálních prostorů, které bylo zaznamenáno u celkem 15 jedinců. Následovaly pseudocysty v oblasti mozkového parenchymu, které byly prokázány u 7 kojenců. Mezi patologie, které byly detekovány u 4 kojenců patřilo subdurální a subarachnoidální krvácení a cysta glandula pinealis. Krvácení do mozkových komor a krvácení do mozkového parenchymu bylo zachyceno u 3 jedinců. Se stejným počtem se vyskytla i atypická gyrifikace mozkového parenchymu, arachnoidální cysta v oblasti subdurálních a subarachnoidálních prostorů a hypoplazie corpus callosum. Další patologie se vyskytovaly již v menší míře.

Třetí cíl se zabýval otázkou, zda přináší MR vyšetření mozku u kojenců jiné nebo rozšiřující informace oproti předchozímu ultrazvukovému vyšetření. Po statistickém zpracování dat pomocí párového T-testu byl zjištěn signifikantní rozdíl mezi počtem UZ nálezů a počtem MR nálezů u souboru 50 kojenců. Z důvodu hodnoty  $p=0,0000$  byla přijata alternativní hypotéza. Diagnostická shoda mezi UZ a MR vyšetřením mozku byla vyšší než 50 %. K diagnostické shodě mezi UZ a MR došlo u 16 kojenců (32 %). K diagnostické shodě s rozšiřujícími výsledky došlo u 23 kojenců (46 %). Hodnota celkové diagnostické shody mezi UZ a MR byla stanovena na hodnotu 78 %. Diagnostická neshoda s rozšířením byla zjištěna v případě 11 kojenců (22 %). Diagnostická neshoda nebyla u výzkumného souboru 50 kojenců zaznamenána. Celkově přineslo vyšetření pomocí magnetické rezonance jiné či rozšiřující výsledky u 68 %. Otázkou využití UZ a MR u kojenců se zabývala také retrospektivní studie z jednoho specializovaného centra. Abnormality detekované při MR vyšetření byly porovnávány s abnormalitami, které byly zjištěny při kraniálním ultrasonografickém vyšetření. Magnetická rezonance odhalila nové nálezy u téměř poloviny kojenců. Při MR vyšetření bylo detekováno více patologií ve srovnání s UZ především v oblasti mozečku a bílé hmoty.

(Melbourne a kol., 2016, str. 985–989)

Posledním cílem bylo stanovit, ve kterém stáří kojence bylo vyšetření mozku pomocí magnetické rezonance nejčastěji provedeno. Po statistickém zpracování bylo zjištěno, že nejčastěji byli kojenci vyšetřováni během čtvrtého, sedmého, desátého a jedenáctého měsíce jejich života. Ve čtvrtém měsíci bylo vyšetřeno pomocí magnetické rezonance celkem 6 kojenců. Stejný počet vyšetřených kojenců byl detekován i v ostatních výše zmíněných měsících života, s procentuálním zastoupením 16 %. U 5 kojenců proběhlo MR vyšetření mozku v pátém měsíci života (10 %). V prvním měsíci byli vyšetřeni 4 kojenci (8 %). Stejný počet byl stanoven i v případě třetího a osmého měsíce. Ve zbylých měsících života byli kojenci vyšetřováni již v menším zastoupení. Konkrétně se jednalo o druhý, šestý a devátý měsíc (6 %). Minimální věk, ve kterém bylo vyšetření mozku magnetickou rezonancí u kojenců provedeno byl 36 dní. Maximální hodnota věku, ve kterém bylo MR vyšetření provedeno byla 352 dní. Průměrný věk kojenců při MR vyšetřeních byl stanoven na hodnotu 187, 20 dne. Medián byl 169, 50 dne. Směrodatná odchylka byla vypočítána na  $\pm 100, 36$ .

Výsledky výzkumu byly limitovány nízkým počtem kojenců, kteří podstoupili vyšetření pomocí UZ i MR. Další limitací byl retrospektivní design studie, u kterého nebylo možné zajistit, aby byli všichni účastníci výzkumu vyšetřováni za stejných podmínek. Limitující byl taktéž fakt, že nebyli kojenci vyšetřováni ve stejném stáří a že byla jednotlivá vyšetření prováděna a hodnocena různými lékaři.

Na výzkum lze navázat rozšířením výzkumného vzorku na další specializovaná pracoviště v České republice.

## 15 Závěr

V teoretické části této diplomové práce byl rozdělen dětský věk na jednotlivá období, u kterých byly následně popsány jejich charakteristické znaky. Následovalo shrnutí poznatků o neurologickém vyšetření kojence, včetně popisu jednotlivých kroků a jejich metod provedení. Dále byla sepsána anatomie mozku kojenců včetně její specifčnosti. Taktéž byly shrnuty poznatky o zobrazování mozku u kojenců pomocí ultrasonografie, magnetické rezonance a specifických vyšetřování dětí kojeneckého věku těmito modalitami. Součástí bylo i sumarizování nejčastějších indikací k vyšetřování mozku u kojenců.

V praktické části bylo zjištěno, že za období pěti let (2019–2023) bylo ve Fakultní nemocnici Olomouc provedeno 50 vyšetření mozku u kojenců, kteří podstoupili ultrazvukové vyšetření a následně i vyšetření pomocí magnetické rezonance. Celkem bylo detekováno 101 patologií. Nejčastěji vyskytující se patologií v souboru 50 kojenců byl hydrocefalus, který se projevil u celkem 22 kojenců. Druhou nejčastější patologií bylo rozšíření subarachnoidálních prostorů, které bylo detekováno u 15 kojenců. U celkem 7 kojenců nebyla detekována žádná patologie, jednalo se o normální nálezy. Nejčastější indikací k těmto vyšetřením byl taktéž hydrocefalus, s procentuálním zastoupením 19,64 %. Druhým nejčastějším důvodem k MR vyšetření mozku byl opožděný psychomotorický vývoj (16,07 %). Nejčastěji byli kojenci vyšetřováni během čtvrtého, sedmého, desátého a jedenáctého měsíce jejich života, s procentuálním zastoupením 12 %. Minimální věk kojence při MR vyšetření byl 36 dní, maximální věk při MR vyšetření pak 352 dní. Průměrný rozestup mezi ultrazvukovým vyšetřením a následným vyšetřením magnetickou rezonancí byl 42,62 dní. K diagnostické shodě mezi UZ a MR došlo u 16 kojenců (32 %). K diagnostické shodě s rozšířením došlo u 23 kojenců (46 %). Diagnostická neshoda s rozšířením byla zaznamenána u 11 kojenců (22 %). Diagnostická neshoda nebyla u výzkumného souboru zaznamenána. Celková diagnostická shoda mezi UZ a MR dosáhla hodnoty 78 %. K rozšíření výsledků pomocí MR došlo v 68 %.

Předmětem dalšího výzkumu by mohlo být zkoumání výzkumného souboru s rozšířeným počtem kojenců z jiných specializovaných pracovišť v České republice.

## Referenční seznam

1. Anatomy of a Child's Brain. In: *Stanford medicine* [online]. [cit. 2024-02-20]. Dostupné z: <https://www.stanfordchildrens.org/en/topic/default?id=anatomy-of-a-childs-brain-90-P02588>
2. BARASH, Paul G., Bruce F. CULLEN a Robert K. STOELTING, 2015. *Klinická anesteziologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4053-9.
3. BENEŠ, Jiří, Daniel JIRÁK a František VÍTEK, 2022. *Základy lékařské fyziky*. Páté vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-5398-
4. BISKUP, Pavel, 2001. Diagnostika syndromu týraného, zneužívaného a zanedbávaného dítěte-doporučený postup určený lékařům primární péče. *Československá pediatrie*, 56(4), 225-230. ISSN 0069-2328.
5. Brain Anatomy. In: *Better Brains for Babies* [online]. [cit. 2024-02-20]. Dostupné z: <https://www.bbbgeorgia.org/brain-anatomy>
6. BURŠA, Filip, 2021. *Ultrasonografie v intenzivní a urgentní medicíně*. Praha: Maxdorf. Jessenius. ISBN 978-807-3456-115.
7. CARO-DOMÍNGUEZ, Pablo, Catalina LECACHEUX, Cristina HERNANDEZ-HERRERA a Roberto LLORENS-SALVADOR, 2021. *Cranial ultrasound for beginners. Translational Pediatrics* [online]. 10(4), 1117-1137 [cit. 2024-02-20]. ISSN 22244336. Dostupné z: doi:10.21037/tp-20-399
8. ČERNOCH, Zdeněk, Pavel MICHÁLEK, Olga KLEMENTOVÁ a Alexander MALÁN. *Neuroradiologie*. Hradec Králové: Nucleus HK, 2000. ISBN 80-901-7539-2.
9. FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA, Jan BAXA a Alexander MALÁN, 2015. *Základy zobrazovacích metod*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-164-3.
10. HRAZDIRA, Ivo, 2011. *Biofyzikální základy ultrasonografie: jak pracovat s ultrazvukovým diagnostickým přístrojem: praktická příručka s teoretickým úvodem pro stáž připravenou v rámci projektu: "Prohloubení odborné spolupráce a propojení ústavů lékařské biofyziky na lékařských fakultách v České republice"*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2895-6.
11. CHURÁČKOVÁ, Markéta, 2008. Nádory centrálního nervového systému u dětí a mladistvých. *Onkologie*. 2(4), 234-238. ISSN 1802-4475. Dostupné také z: <http://www.onkologiecs.cz/pdfs/xon/2008/04/07.pdf>
12. JAKUBEC, Josef, Rudolf MALEC, Tomáš HOSSZÚ a Olga JAKUBCOVÁ, 2003. Trauma lebky a mozku v dětském věku. *Neurologie pro praxi*. 4(6), 301-306. ISSN

- 1213-1814. Dostupné také  
z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2003/06/05.pdf>
13. KLÍMA, Jiří, 2016. *Pediatric pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada Publishing. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-5014-9.
14. KOMÁREK, Vladimír a Alena ZUMROVÁ, 2000. *Dětská neurologie: vybrané kapitoly*. Praha: Galén. Scripta. ISBN 80-726-2081-9.
15. KOSIF, Rengin a Rabia KEÇIALAN, 2020. Anatomical Differences between Children and Adults. *International Journal of Scientific Research and Management* [online]. 8(05), 355-359 [cit. 2024-04-29]. ISSN 2321-3418. Dostupné z: doi:10.18535/ijstrm/v8i05.mp02
16. KREJČÍ, Denisa, Jakub ŠŤAVNICKÝ a Markéta ZAPLETALOVÁ, 2018. Neuroblastom. In: *Czech Childhood Cancer Information System* [online]. [cit. 2024-02-20]. Dostupné z: <https://ccc-is.uzis.cz/index.php?pg=metodika--klasifikace--neuroblastom--neuroblastom>
17. KRŠEK, Pavel a Alena ZUMROVÁ, 2021. *Základy dětské neurologie*. Třetí, doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén. ISBN 978-807-4925-108.
18. KYNČL, Martin a Darya MASLAVA, 2022. *Dětská radiologie do kapsy*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-4985-6.
19. MELBOURNE, L., T. CHANG, J. MURNICK, I. ZANILETTI, P. GLASS a A. MASSARO, 2016. Clinical impact of term-equivalent magnetic resonance imaging in extremely low-birth-weight infants at a regional NICU. *Journal of Perinatology* [online]. 36(11), 985-989 [cit. 2024-04-29]. ISSN 0743-8346. Dostupné z: doi:10.1038/jp.2016.116
20. NEVŠÍMALOVÁ, Soňa, Vladimír KOMÁREK, Jan HADAČ a Pavel KRŠEK, 2021. *Dětská neurologie*. Praha: Galén. ISBN 978-807-4925-573.
21. PAVELKA, Zdeněk a Karel ZITTERBART, 2011. Nádory centrálního nervového systému u dětí. *Neurologie pro praxi*. 12(1), 52-58. ISSN 1213-1814. Dostupné také z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2011/01/14.pdf>
22. Pediatric routine head (brain). In: AAPM [online]. [cit. 2024-02-21]. Dostupné z: <https://www.aapm.org/pubs/ctprotocols/documents/pediatricroutineheadct.pdf>
23. POPELOVÁ, Eliška, 2017. Doporučení pro využití zobrazovacích metod při podezření na syndrom týraného dítěte. *Česká radiologie*. 71(1), 79-90. ISSN 1210-7883. Dostupné také z: [http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad\\_1701\\_79\\_90.pdf](http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad_1701_79_90.pdf)



24. SEDLÁŘ, Martin, 2011. Magnetická rezonance. In: *MED MUNI* [online]. [cit. 2024-02-21]. Dostupné z: [https://www.med.muni.cz/biofyz/files/nutricnispecialista/MRI\\_2011\\_Sedlar.pdf](https://www.med.muni.cz/biofyz/files/nutricnispecialista/MRI_2011_Sedlar.pdf)
25. SEIDL, Zdeněk a Manuela VANĚČKOVÁ, 2014. *Diagnostická radiologie*. Praha: Grada. ISBN 978-802-4745-466.
26. SHENOY, Saraswati S. a Forshing LUI, 2023. Neuroanatomy, Ventricular System. In: *StatPearls* [online]. [cit. 2024-02-21]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532932>
27. STOŽICKÝ, František a Josef SÝKORA, 2015. *Základy dětského lékařství*. Vydání druhé. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-2997-1.
28. SÚKUPOVÁ, Lucie, 2015. Co představuje parametr CTDIVOL uváděný CT skenery a je tento parametr skutečně vhodný pro stanovení dávek pacientům? *Česká radiologie*. 69(3), 194-200. ISSN 1210-7883. Dostupné také z: [http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad\\_1503\\_194\\_200.pdf](http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad_1503_194_200.pdf)
29. SÚKUPOVÁ, Lucie, 2018. *Radiační ochrana při rentgenových výkonech - to nejdůležitější pro praxi*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0709-4.
30. ŠENKYŘÍK, Jan, 2020. Neuroradiologie – specifika dětského věku. In: Masarykova univerzita [online]. [cit. 2024-02-21]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/med/podzim2020/VLDI7X1c/um/ucebni\\_text\\_-\\_detska\\_radiologie/Neuroradiologie\\_-\\_specifika\\_detskeho\\_veku.pdf](https://is.muni.cz/el/med/podzim2020/VLDI7X1c/um/ucebni_text_-_detska_radiologie/Neuroradiologie_-_specifika_detskeho_veku.pdf)
31. VACUŠKOVÁ, Miluše, Milan VACUŠKA a Marie RYŠAVÁ, 2003. Psychomotorický vývoj dítěte a jeho sledování sestrou. *Pediatric pro praxi*. 4(1), 43-45. ISSN 1213-0494. Dostupné také z: <https://www.pediatricpropraxi.cz/pdfs/ped/2003/01/13.pdf>
32. VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-802-4445-083.
33. VYMAZAL, Tomáš, Pavel MICHÁLEK, Olga KLEMENTOVÁ a Alexander MALÁN, 2021. *Anesteziologie (nejen) k atestaci*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-1230-2.

## Seznam zdrojů obrázků

1. A typical body coil. In: *ResearchGate* [online]. [cit. 2024-05-02]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/A-typical-body-coil-for-thorax-parallel-image-acquisition-a-This-array-coil-fits-to\\_fig17\\_232031978](https://www.researchgate.net/figure/A-typical-body-coil-for-thorax-parallel-image-acquisition-a-This-array-coil-fits-to_fig17_232031978)
2. Cranial ultrasound for beginners. In: *National Library of Medicine* [online]. [cit. 2024-02-19]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8107866>
3. Head Coil. In: *Department of Radiology* [online]. [cit. 2024-05-02]. Dostupné z: <https://radiology.wisc.edu/research/modalities/mri/equipment/uwmr4-coils>
4. Normal anatomy of the infant brain. In: *Artery studios* [online]. [cit. 2024-02-19]. Dostupné z: <https://arterystudios.com/legal/product/normal-anatomy-of-the-infant-brain-infant>
5. Pediatric anatomy: Nose and Sinus. In: *ScienceDirect* [online]. [cit. 2024-02-19]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1043181018300101>
6. The Use of Point of Care Ultrasound (POCUS) in the Diagnosis of Deep Vein Thrombosis. In: *MDPI* [online]. [cit. 2024-02-19]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2077-0383/10/17/3903>

## **Seznam zkratek**

**CAN** – Child Abuse and Neglect

**CNS** – centrální nervový systém

**CT** – počítačová tomografie

**CTDI vol** – CT dose index

**CUS** – kraniální ultrazvuk

**DLP** – dose length product

**DWI** – diffusion-weighted imaging

**FLAIR** – fluid-attenuated inversion recovery

**FNOL** – Fakultní nemocnice Olomouc

**HU** – Hounsfield unit (Hounsfieldova jednotka)

**kHz** – kilohertz

**MR** – magnetická rezonance

**MHz** – megahertz

**PD** – protone density

**PET** – pozitronová emisní tomografie

**STIR** – short tau inversion recovery

**TE** – time echo

**TGC** – time gain compensation

**TR** – time to repeat

**UZ** – ultrazvuk

**WHO** – World Health Organization

**WL** – window level

**WW** – window width

## Seznam tabulek

Tab. 1: Počet MR vyšetření mozku v jednotlivých letech .....	52
Tab. 2: Záznamový formulář .....	53
Tab. 3: Přehled indikací k MR vyšetření mozku kojenců .....	55
Tab. 4: Počet patologií ve vyšetřovaných oblastech.....	56
Tab. 5: Přehled jednotlivých patologií ve vyšetřovaných oblastech .....	58
Tab. 6: Zastoupení diagnostické shody a neshody mezi UZ a MR vyšetřením .....	60
Tab. 7: Četnost patologií na MR mozku u případů s diagnostickou shodou rozšiřující .....	61
Tab. 8: Četnost patologií na MR mozku u případů s diagnostickou neshodou rozšiřující .....	62
Tab. 9: Časový rozestup mezi UZ a MR.....	63
Tab. 10: Četnost MR vyšetření v jednotlivých měsících života kojence .....	64
Tab. 11: Zobrazení věkového zastoupení u souboru kojenců .....	64
Tab. 12: Počet UZ a MR nálezů u kojenců .....	65
Tab. 13: Párový T-test.....	66

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Anatomie mozku kojence .....	20
Obrázek 2: Vývoj obličejových dutin .....	21
Obrázek 3: Druhy ultrazvukových sond .....	25
Obrázek 4: Koronální a sagitální ultrazvukové snímky .....	28
Obrázek 5: Tělová cívka při MR vyšetření .....	39
Obrázek 6: Hlavová cívka při MR vyšetření .....	39

## Seznam grafů

Graf 1: Incidence nádorů CNS u dětí.....	46
Graf 2: Počet MR vyšetření mozku v letech 2019–2023 .....	53
Graf 3: Přehled indikací k MR vyšetření mozku .....	56
Graf 4: Počet patologií ve vyšetřovaných oblastech.....	57
Graf 5: Počet jednotlivých patologií .....	59
Graf 6: Procentuální zastoupení diagnostické shody a neshody .....	60
Graf 7: Počet MR vyšetření v jednotlivých měsících .....	65

## **Seznam příloh**

Příloha 1: Vyjádření etické komise FZV UP.....	80
Příloha 2: Souhlas Fakultní nemocnice Olomouc I.....	81
Příloha 3: Souhlas Fakultní nemocnice Olomouc II.....	82

# Přílohy



Fakulta  
zdravotnických věd

UPOL - 149694/FZV-2023

Vážená paní  
Bc. Andrea Maršalíková

2023-05-25

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 zaslaných dokumentů Vám sdělujeme, že diplomové práci s názvem „**MR vyšetření mozku u kojenců**“, jehož jste hlavní řešitelkou, bylo uděleno

**souhlasné stanovisko Etické komise FZV UP .**

S pozdravem,

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
Fakulta zdravotnických věd  
Etický center  
Břečtinská 3, 775 15 Olomouc

Mgr. Renáta Váverková  
předsedkyně  
Etické komise FZV UP

Fakulta zdravotnických věd University Palackého v Olomouci  
Břečtinská 3 | 775 15 Olomouc | T: 585 632 380  
www.fzv.upol.cz





FAKULTNÍ NEMOCNICE  
OLMOUC

I. P. Pavlova 185/6, 779 00 Olomouc  
Tel. 588 441 111, E-mail: [info@fnol.cz](mailto: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: Andrea Mařalíková

Datum  
narození: 19.12.1998 Telefon: 737023347 E-mail: marsalikova.andrejka@seznam.cz

Kontaktní  
adresa: Lidečko 490, 756 15 Lidečko

Přesný název školy/fakulty: Fakulta zdravotnických věd UP

Obor studia: Zobrazovací technologie v radiodiagnostice

Forma studia:  prezenční  kombinovaná  distanční

#### Téma závěrečné práce:

MR vyšetření mozku u kojenců

#### Žadatel ve FNOL koná odbornou praxí:

ANO na pracovišti: \_\_\_\_\_ v termínu od: \_\_\_\_\_ do: \_\_\_\_\_  
 NE

#### Žadatel je zaměstnancem FNOL:

ANO na pracovišti: \_\_\_\_\_  
 NE

Pracoviště FNOL dotčená průzkumem: Radiologická klinika  
Novorozenecké oddělení

#### 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 nahlášení do zdravotnické dokumentace pacientů, vyplní oddíl „Ostatní – statistická data“. Jinak vyplní oddíl „Nahlášení 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.

#### Nahlášení do zdravotnické dokumentace

Předpokládaný počet kusů zdravotnické dokumentace, do které bude žadatel nahlížet: 50

Termín, ve kterém bude žadatel nahlížet do zdravotnické dokumentace: od: \_\_\_\_\_ do: \_\_\_\_\_

Mgr. Jiřina Čechliková, MJA  
vedoucí Odboru kvality  
Fakultní nemocnice Olomouc

Přesná specifikace co bude žadatel vyhledávat ve zdravotnické dokumentaci:

Při nahlášení 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: 2019 - 2023

Kdy proběhne sběr dat žadatelem: od: leden 2024 do: únor 2024

Přesná specifikace co bude žadatel zjišťovat: Výsledky MR a UZ vyšetření mozku u kojenců.  
Věk dětí, ve kterém byly děti vyšetřeny.

Způsob zveřejnění závěrečné/semlnámi práce: Elektronický systém STAG

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):

14.4.2023 *Trnováková Andrea*

Schválil (datum podpis):

18.4.2023

*Mgr. Bc. Andrea Drobilíková*  
Náměstkyně děkanství  
Fakultní nemocnice Olomouc

Poznámky: Vedoucí práce: MUDr. Lenka Bakaj Zbrožková, Ph.D.

*Dne 30.1.2024 studentka požádala o možnost nahlédnutí do ZD pacientů, kde bude čerpat potřebná data pro DT.*

1.2.2024

Mgr. Jiřina Cahliková, MBA  
vedoucí Odboru kvality  
Fakultní nemocnice Olomouc

Žádost o poskytnutí informace pro studijní účely/sběr dat (Fm-MP-G015-05-ZADOST-001)

strana 22