

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022

Kristýna Reli

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Kristýna Reli

**SKIAGRAFICKÉ ZOBRAZOVACÍ METODY PŘI
ONEMOCNĚNÍ DĚTSKÉHO VĚKU SE ZAMĚŘENÍM NA
MUSKULOSKELETÁLNÍ SYSTÉM**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Jakub Čivrný

Olomouc 2022

Prohlašuji, že bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím uvedených elektronických a bibliografických zdrojů.

V Olomouci dne 25.4.2022

.....

Podpis

Mé poděkování bych chtěla věnovat MUDr. Jakobovi Čivrnému za vstřícnost, trpělivost a cenné rady při vedení této přehledové bakalářské práce.

Anotace

Typ závěrečné práce:	Bakalářská práce
Téma práce:	Zobrazovací metody při onemocnění dětského věku
Název práce:	Skiagrafické zobrazovací metody při onemocnění dětského věku se zaměřením na muskuloskeletální systém
Název práce v AJ:	Skiagraphic imaging of pediatric diseases with the focus on musculoskeletal imaging
Datum zadání:	15.11.2021
Datum odevzdání:	25.4.2022
Vysoká škola, fakulta, ústav:	Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta zdravotnických věd Ústav radiologických metod
Autor práce:	Reli Kristýna
Vedoucí práce:	MUDr. Čivrný Jakub
Oponent práce:	MUDr. Strojilová Kateřina
Abstrakt v ČJ:	

Cíl mé bakalářské práce bylo shrnout nejnovější publikované poznatky o vyšetřování nemocí dětského věku výhradně díky skiagrafickým zobrazovacím metod. Teoretické informace jsem vyhledávala v elektronicky dostupných, a hlavně vědecky důvěryhodných databázích. Mezi tyto databáze spadá EBSCO a Google Scholar. Při psaní jsem si vytyčila tři dílčí cíle. Prvním mým dílčím cílem jsem se snažila shrnout jednotlivá nejčastější onemocnění vyskytující se u muskuloskeletálního systému u dětí, jako jsou skoliózy páteře, vrozené vývojové vady, traumatická

poškození a v nepolední řadě syndrom týraného dítěte. Popis práce Radiologického asistenta spočívající v nastavování technických parametrů a polohování dítěte při snímkování byl můj druhý vytyčený dílčí cíl. A poslední třetí dílčí cíl mé bakalářské práce spočíval ve shrnutí skiagrafických specifik pediatrické radiologie. Tuto přehledovou bakalářskou práci lze následně využít jako studijní materiál pro studenty Radiologické asistence. Může zlepšit zorientování se v této problematice jak již pracujícím Radiologickým asistentům, tak i ostatním zdravotnickým pracovníkům, popřípadě i samotným rodičům.

Abstrakt v AJ:

My bachelor thesis aimed to summarize the latest published findings on the investigation of childhood diseases solely through skiagraphic imaging methods. I searched for theoretical information in electronically accessible, and mainly scientifically reliable databases. These databases include EBSCO and Google Scholar. While writing, I have set three sub-goals. My first goal was to summarize the most common diseases occurring in the musculoskeletal system of children, such as scoliosis of the spine, congenital malformations, traumatic injuries and finally abused child syndrome. Description of the work of the Radiology Assistant consisting of setting the technical parameters and positioning of the child during the imaging was my second goal. And the last third goal of my bachelor thesis was to summarize the skiagraphic specifics of pediatric radiology. This overview bachelor thesis then can be used as a study material for students of Radiological Assistance. It can improve the orientation in this issue of both already working Radiology Assistants and other health care workers, or even the parents themselves.

Klíčové slova v ČJ:

dítě, zobrazovací metody, rentgen, radiologie, dětské nemoci, muskuloskeletální systém

Klíčové slova v AJ:

child, imaging methods, X-ray, radiology, children disease, musculoskeletal system

Rozsah:

44 stran / 0 příloh

Obsah

ÚVOD	7
1. POPIS REŠERŠNÍ ČINNOSTI	9
2. RENTGENOVÉ ZÁŘENÍ	11
2.1. Vlastnosti rentgenového záření	11
2.2. Základní princip rentgenky	11
2.3. Radiační ochrana	12
2.4. Princip rentgenového záření	12
3. RENTGENOVÉ VYŠETŘENÍ MUSKULOSKELETÁLNÍHO SYSTÉMU	14
3.1. Idiopatická skolióza	14
3.2. Vrozené vývojové vady	16
3.2.1. Talipes equinovarus	17
3.2.2. Dysplazie kyčlí	19
3.3. Vybrané traumata	22
3.3.1. Fraktury článků prstů	23
3.3.2. Diafyzární fraktury radia i ulny	23
3.3.3. Fraktury suprakondylárního humeru	24
3.3.4. Fraktury lopatky a klíční kosti	25
3.3.5. Osteoporotické fraktury obratlů	26
3.4. Syndrom týraného dítěte	27
4. SPECIFIKA RADIOLOGIE U DĚTÍ	33
4.1. Fixační systém Octoskop	33
4.2. Radiační ochrana v pediatrické radiologii	34
ZÁVĚR	36
REFERENČNÍ SEZNAM	39
HYPertextOVÉ ODKAZY	43
SEZNAM ZKRATEK	44

ÚVOD

Dětský věk se rozděluje do 7 období. První je období prenatální, které je vyhrazeno od početí do porodu. Po porodu začíná období novorozenecké, to trvá 28 dnů a spadá pod období kojenecké, které je ukončeno dovršením 1. roku dítěte. Batolecí období se navazuje na období kojenecké a trvá až do 3 let dítěte. Předškolní věk je období mezi 3 a 6 lety dítěte a jeho konec je spojen s nástupem do školy. Povinná školní docházka je spojena s mladším a starším školním věkem. V průběhu tohoto období dítě zároveň přechází do puberty a toto období trvá do 15 let věku. Poslední období dětského věku je období dospívání neboli adolescence. V průběhu mezi 15 a 18 lety věku dítěte dochází k postupnému zastavení vývoje a růstu. Dětský věk je ukončen úplným vyspěním a zařazením se do populace dospělých (Klíma et al., 2016, s. 72). Nemoci dětského věku mohou být odhaleny kdykoliv, dokonce již v prenatálním období. Jelikož je plod velmi citlivý na vliv ionizujícího záření, využívají se tedy zobrazovací metody fungující na jiném principu. Ultrazvuk u gravidních žen se využívá přibližně třikrát v průběhu těhotenství. Diagnostiku pomocí ultrazvuku je ovšem možné doplnit od druhého trimestru o vyšetření pomocí magnetické rezonance. Díky umožněné diagnostice v prenatálním období se zrychluje a zdokonaluje léčba vrozených vývojových vad dětí (Vomáčka et al., 2015, s. 127). I po porodu, a tedy ukončení prenatálního období, dochází k diagnostice nemocí dětského věku na muskuloskeletálním systému. Díky skiagrafickým metodám stanovíme diagnózu skoliózy, různých druhů traumat a dokážeme odhalit i syndrom týraného dítěte. Indikace k vyšetření dětí pomocí skiagrafických vyšetření využívající rentgenové záření musejí být pečlivě zváženy. Indikující lékař by měl uvážit i možné nahrazení vyšetření s ionizujícím zářením za vyšetření nezpůsobující radiační zátěž dětskému organismu.

V souvislosti s tématem bakalářské práce si lze položit tyto otázky: Jaké jsou aktuální zveřejněné poznatky k nejčastějším nemocem dětského muskuloskeletálního systému? Jakou má roli Radiologický asistent při využívání skiagrafických zobrazovacích metod u vyšetřování těchto nemocí? Existují nějaká specifika v pediatrické radiologii?

Cílem bakalářské práce bylo shrnout nejnovější dostupné poznatky o vyšetřování nemocí dětského věku především pomocí skiagrafických zobrazovacích metod. Cíl byl následně podrobněji rozdělen na tři dílčí cíle:

- I. shrnout nejčastější nemoci dětského věku vyskytující se na muskuloskeletálním systému
- II. popsat práci radiologického asistenta související s těmito onemocněními
- III. obecně shrnout specifika pediatrické radiologie.

Pro psaní této bakalářské práce byly využity informace nalezené v následujících publikacích:

VOMÁČKA, J., KOZÁK, J. a NEKULA, J. 2015. **Zobrazovací metody pro radiologické asistenty**. Univerzita Palackého v Olomouci, 2015, druhé doplněné vydání. ISBN 978-80-244-4508-3.

HOŘÁK, J., 2012. **Pediatrická radiologie**. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-2101-2.

MUNTAU, A. C., 2014. **Pediatric**. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4588-6.

1. POPIS REŠERŠNÍ ČINNOSTI

Následující tabulky popisují rešeršní činnost, díky které jsem dohledala objektivní zdroje použité pro psaní této bakalářské práce.

VYHLEDÁVACÍ KRITÉRIA

Klíčová slova v ČJ: dítě, zobrazovací metody, rentgen, radiologie, dětské nemoci, muskuloskeletální systém

Klíčová slova v AJ: child, imaging methods, X-ray, radiology, children disease, musculoskeletal system

Jazyk: český, anglický

Období: 2011-2022

Další kritéria: přehledové a odborné články



DATABÁZE

EBSCO, Google Scholar,
MEDINE Complete, Bookport



Nalezeno 317 článků



VYŘAZUJÍCÍ KRITÉRIA

- Články neodpovídající tématu
- Duplicitní články
- Články nesplňující kritéria



**SUMARIZACE POUŽITÝCH DATABÁZÍ A DOHLEDANÝCH
DOKUMENTŮ**

EBSCO - 13

Google Scholar - 4

Bookport - 3

Standardy - 1

MEDLINE Complete - 1



Pro tvorbu teoretických východisek
bylo použito 22 článků.

2. RENTGENOVÉ ZÁŘENÍ

2.1. Vlastnosti rentgenového záření

Německý fyzik Wilhelm Konrád Röntgen v roce 1895 objevil rentgenové záření a stal se z něj první nositel Nobelovy ceny za fyziku. Tento objev následně vedl k postupnému rozvoji oboru radiologie. Poté se začal rozvíjet i její medicínský podobor radiodiagnostika. Zde se pacient pro zjištění diagnózy vyšetřuje pomocí zobrazovacích metod využívajících rentgenové záření.

2.2. Základní princip rentgenky

Ionizující záření (IZ) vytvářejí přirozené i umělé zdroje. Mezi přirozené zdroje se řadí radioaktivní prvky nacházející se v přírodě ve formě uranové rudy, popřípadě se sem řadí i kosmické záření jako jsou hvězdy. Rentgenky využívané v radiodiagnostice, atomové zbraně i procesy v atomových elektrárnách jsou umělé zdroje IZ. V rentgence dochází k prudkému zabrzdění velmi rychle letících elektronů. Elektrony jsou zabrzděny ve hmotě s vysokým atomovým číslem a následkem toho dochází k vzniku rentgenového záření. Výsledkem je charakteristické záření s daným typem vlnových délek a záření brzdné. To je charakteristické svým zářením obsahující různé vlnové délky. V radiodiagnostice využíváme rentgenové záření s vlnovou délkou a to 10^{-9} až 10^{-11} . Rentgenové záření je neviditelné a jeho rychlost šíření je stejná jako rychlost světla ve vakuu. Při kontaktu s hmotou dochází k vytváření ionizace a excitace atomů. Záření se mírně ve hmotě vstřebává a rozptyluje. Intenzita záření se snižuje se čtvercem vzdálenosti. Rozsah ionizace je ovlivněn intenzitou záření. Díky ionizaci je možné změřit intenzitu záření pomocí ionizačních komůrek. Vznik samotného procesu ionizace se dá definovat jako dopad rentgenového kvanta na atom, tedy konkrétně na jeho elektron. Energií dojde k vyražení elektronu z vrstvy atomu a následně dochází k primární ionizaci, která může zapříčinit další ionizace. Uvolněné elektrony předávají svou energii. V neposlední řadě se vytvářejí luminiscenční a fotochemické efekty a biologické účinky. Luminiscenční účinek vyvolává fluorescenci či fosforescenci při dopadu na konkrétní látku. Fotochemický efekt označuje zčernání fotografického materiálu, který je způsoben změnou struktury halogenidu stříbra vlivem rentgenového záření. Nevhodné účinky působení rentgenového záření při kontaktu s živou hmotou jsou označovány jako účinky biologické, které se následně dělí na deterministické a stochastické. Stochastické účinky jsou způsobené nízkými dávkami. Mohou zapříčinit

genetické změny, popřípadě podpořit vznik zhoubných nádorů. Účinky deterministické vznikají po převršení hodnoty aplikované dávky pro daný orgán či tkáň. Způsobují například šedý zákal, nemoc z ozáření a záněty kůže způsobené zářením.

2.3. Radiační ochrana

Radiační ochrana se zabývá snížením stochastických účinků na možné minimum a absolutním zamezením vzniku deterministických účinků. Před zářením se chrání jak pacienti, tak i personál. U pacientů se dávka snižuje zamezením opakování snímkování díky PACS i dodržováním kritérií zobrazení při snímkování. Při snímkování se musí využívat ochranné krytí, filtry, kolimace a nastavení pacienta do správné pozice. Personál se chrání svou nepřítomností v průběhu snímkování. V případě nutnosti jejich přítomnosti je nutné používání ochranných pomůcek. Významné je dodržovat největší možný odstup od zdroje záření popřípadě i od samotného pacienta. Personál se dále monitoruje pomocí osobních dozimetrů, které nosí na svém pracovním oděvu v oblasti levé přední strany hrudníku. Tyto dozimetry se obvykle jednou měsíčně posílají ke kontrole dávek personálu a Státní ústav pro jadernou bezpečnost (SUJB) je následně o těchto dávkách informován. Dále se monitoruje i samotné pracoviště, zde je vyznačené tzv. kontrolované pásmo. Kontrolované pásmo na pracovišti s ionizujícím zářením se vymezuje tehdy, existuje-li možnost překročení efektivní dávky nad 6 mSv za rok.

2.4. Princip rentgenového záření

Rentgenové záření v radiodiagnostice vzniká v rentgence, která se skládá z vnitřní části, krytu a vysokonapěťových kabelů (VN). Vnitřní část je tvořena diodou – kladnou anodou (A) a zápornou katodou (K). Pro správnou funkci rentgenky musí být dioda s oběma elektrodami uložena ve vakuu. Rentgenka je tvořena ze sklokeramického materiálu. Rentgenové záření vychází z výstupního okénka, což je ztenčená stěna baňky, která je uložena naproti A. Na A, konkrétně na jejím ohnisku vzniká po dopadu elektronů rentgenové záření. Existují dva druhy ohnisek. První je ohnisko termické, na které dopadají elektrony. Zároveň je termické ohnisko až 3x větší než ohnisko optické, ze kterého vychází samotné rentgenové záření. Optická ohniska mají různou velikost a u novějších přístrojů jsou obvykle dvě optická ohniska. Jejich klasické rozměry jsou 1,2x1,2 i 2x2 mm. Se zvyšující se velikostí optického ohniska se zvyšuje i jeho geometrická neostrost i možné zvýšené zatížení způsobené

rentgenovým zářením. Anoda je tvořena kovy s vysokou teplotou tání. Ideální je tedy wolfram i molybden. Existují dva typy konstrukcí A, a to s pevnou a rotující A, která má anodový disk se zkoseným ohniskovým pásem. Rentgenku lze poškodit při překročení teploty pro maximální zahřátí A. K je tvořena spirálovitými wolframovými drátky. Tyto drátky jsou uloženy ve fokusační misce. Zahřátím drátku dochází k termoemisi, tedy k uvolnění elektronů pomocí tepla. Po zapojení anodového napětí jsou elektrony přitahovány od K k A v úzkém svazku, čemuž se říká anodový proud. Po dopadu elektronů na anodu se 99 % elektronů přemění na teplo a zbylé 1 % na samotné rentgenové záření. Hliníkový kryt rentgenky je vyložen z vnitřní strany olovem. Pro ochlazení rentgenky je mezi vnitřní částí rentgenky a krytem olej i s rezervním prostorem. Naproti výstupního okénka je otvor, kterým vychází centrální paprsek (CP). Do otvoru se mohou přidat i primární clony, které vymezují primární svazek. Kryt je vybaven počítadlem expozic a na vnější straně krytu jsou čidla pro případnou signalizaci přehřátí rentgenky. VN přivádějí k rentgence žhavicí proud a samotné vysoké napětí. Kabely jsou obalené v mnoha vrstvách izolačního materiálu. Je nutné, aby tento izolační materiál i samotné kabely byly ohebné, jelikož se s rentgenkou v průběhu provozu manipuluje v různých směrech a úhlech. U dětí při snímkování lze využít zpožděný start, což znamená, že se odstraní doba mezi sepnutím expozice, rozžhavením K a následnému roztočení A. Pro zajištění zpožděného startu expozice radiologický asistent (RA) aktivaci této funkce tlačítkem. Dle světelných signálů a v klidné pozici dítěte v průběhu apnoické pauzy RA následně mačká tlačítko k zahájení expozice, čímž se provede snímkování se zpožděným startem. Světelné signálky znázorňují rozehřátí katody a roztočení anody (Vomáčka et al., 2015., s. 123).

3. RENTGENOVÉ VYŠETŘENÍ MUSKULOSKELETÁLNÍHO SYSTÉMU

3.1. Idiopatická skolióza

Odborně je skolióza definována jako patologické zakřivení páteře v laterální rovině. V dospívání dítěte se může objevit abnormální zakřivení páteře (Zheng et al., 2017, s. 1). Celý název této nemoci je adolescentní idiopatická skolióza (AIS). U této abnormality se právě v průběhu dospívání páteř začíná zakřivovat ze strany na stranu místo toho, aby se vyvíjela rovně. Dokonce i obratle páteře mohou být pootočené nebo mírně zkroucené. Následně si lze všimnout deformace a asymetrie v různých úsecích páteře. Ženy si nejdříve všimnou asymetrie v oblasti prsou, ale mohou se objevit i asymetrie v oblasti ramen, hrudního koše a pasu (Awad Ali et al., 2021., s. 4085).

Tíži skoliózy hodnotíme pomocí Cobbova úhlu, který lze změřit z pořízeného rentgenového snímku vestoje a v postero-anteriorním (PA) směru. Rozvoj skoliotické křivky sledujeme až u 30 % dětí, a to v období rychlého adolescentního růstu. Progredující skoliotická křivka se určuje nárůstem mezi Cobbovými úhly, kdy se srovnávají dva po sobě pořízené rentgenové snímky. Tyto kontrolní snímky se pořizují v závislosti na věku a rychlosti růstu, a to v rozmezí od 4 do 12 měsíců (Zheng et al., 2017, s. 1).

Při snímkování se děti svlékají do spodního prádla bez kovových částí, tím se odhalí oblast zájmu, čímž je na mysli celá páteř. Na formátu zobrazované oblasti je vždy nutné zachytit žádoucí struktury na co nejméně expozic, vzhledem k radiční ochraně. Olověné zástěry se používají k ochraně gonád v případě, kdy nezasahují do zobrazované oblasti. Vzdálenost rentgenky od detektorů RA nastavuje minimálně na 100 cm a ohnisko se určuje dle oblasti zájmu. Pro zkvalitnění snímku RA využívá protirozpytlouvou mřížku a dále si nastaví napětí na minimální hodnotu 70 kV. Před hlavní fází obou snímkování RA dává dítěti povel: „Nehýbat se a nedýchat!“ U snímkování AP si pacienta RA a pokládá na záda, popřípadě postaví zády k vertigrafu. U bočního snímku si dítě lehne na bok, popřípadě se postaví stranou k vertigrafu, v obou případech dá ruce nad hlavu. (Národní radiologické standardy – skiografie, dospělí., 2019., s. 66-69).

Diagnostika AIS se rutinně vyhodnocuje pomocí rentgenových snímků (Awad Ali et al., 2021., s. 4085-4086). Na těchto dvou snímcích se srovnává progredující

skoliotická křivka způsobená nárustem mezi Cobblovými úhly. Rozvoj skoliotické křivky sledujeme až u 30 % dětí, a to v období rychlého adolescentního růstu (Zheng et al., 2017, s. 1). Pořizování snímku probíhá vestoje v posteroanteriorním (PA) směru a snímkují se dvě projekce. První projekce je již zmíněná PA a druhá bočná projekce je kolmá na projekci první. Tyto PA rentgenové snímky musí zahrnout celou páteř i s pánví, a to až po symfýzu. Na pánvi se vyhodnocuje Risserovo znamení, což známi osifikaci kyčelního hřebenu. Osifikace kyčelního hřebenu je známkou kostní zralosti. Pro snímkování AIS se používají dlouhé kazety s rozměry 36x14 palců, oblast zájmů je vymezena od týlního hrbolu po konec symfýzy.

U kandidátů na operační řešení se doplňují funkční snímky páteře ve flexi a extenzi k posouzení vývoje křivky a její flexibility a odlišení změn strukturálních od změn nestrukturálních. Díky funkčním snímkům je možné určit správnou klasifikaci a následně vytvořit návrh operačního plánu. Na AP snímcích se sleduje typ a vrchol křivky, z něj se vyměřuje se Cobbův úhel křivek. Z bočných projekcí se sleduje hrudní kyfóza a pánevní lordóza. Na CT skenu lze posoudit stupeň rotace obratlů, lze i změřit velikost obratlů pro následný výběr velikosti šroubu u operativního řešení skoliózy. MR je indikována u neurologických příznaků u pacientů s AIS (Awad Ali et al., 2021., s. 4086). Vyšetření MR je drahé a druhá nevýhoda spočívá v poloze vyšetření. MR se ovšem provádí vleže, což může vytvořit nesrovnalosti při porovnání s rentgenovými snímky, zhotovených vestoje. Stejně jako u MR vyšetření, kdy se nepoužívá ionizující záření, tak druhou z možností k minimalizování radiační zátěže u pacientů s AIS, kterou lze použít pro hodnocení páteře, je ultrazvukové zobrazení (Lee et al., 2021., s. 51-59).

Pro snížení radiační zátěže byly hledány alternativní netradiční metody pro vyšetření adolescentních pacientů s AIS. (Zheng et al., 2017, s. 1). Pro spolehlivé měření koronálního zakřivení se používá trojrozměrný (3D) ultrazvukový zobrazovací systém. Tento systém využívá trnové výběžky k anatomickému posouzení, což však vede k podhodnocení skoliózy páteře s využitím Cobbových úhlů. Dále se zde používá rekonstrukce obrazu v koronálních řezech. Soudě ze slibných výsledků této studie, pacienti s AIS s různou závažností křivek mohou být hodnoceni a monitorováni ultrazvukovým zobrazením, což snižuje spotřebu záření během sledování. Tuto metodu lze tedy použít pro screening skoliózy (Lee et al., 2021., 51-59).

Léčba má jasný cíl, a to k srovnání deformit na všech rovinách se snahou zachovat části páteře a vyhnout se možným komplikacím. Jednou z komplikací je stav dekompenzace, kdy je potřeba revizní operace. Existují tři možnosti, jak lze přistupovat k terapii pacientů s AIS. První možnost je sledování, zda se stav skoliózy a tím i skoliózní křivka nemění do vyšších stupňů. Sledování probíhá u křivek, které jsou menší než 25 stupňů. Druhá možnost spočívá ve využívání korzetu pro zpevnění u adolescentních pacientů s křivkou mezi 25-45 stupni. Poslední možností léčby se aplikuje u pacientů s křivkou 45 stupňů i více, kdy je uvažováno o korekční operaci (Awad Ali et al., 2021., s. 4085).

3.2. Vrozené vývojové vady

Vrozená vada nebo anomálie je odborně definována jako abnormalita jakéhokoliv druhu, která postihuje strukturu nebo funkci těla. Může být diagnostikována ihned po narození, když je klinicky zřejmá, ale také může být objevena až v průběhu života dítěte. Výskyt vrozených anomálií se označuje jako prevalence. Mnoho těhotenství, s plodem trpícím vrozenou vadou potratí. Prevalence narození označuje počet narozených dětí s vrozenou anomálií v poměru k 1000 dětem, které se narodily živé. Porodní prevalence zjištěných anomálií před narozením, nebo v průběhu dětství je pravděpodobně podhodnocená v rozvojových zemích. Hlavní důvod je nedostatek technik k diagnostice vad a jejich celková spolehlivost. Světová zdravotní organizace (WHO) a March of Dimes (MOD) uvádějí, že z důvodu vrozených anomálií je celková úmrtnost novorozenců tvořena pouhými 7 %.

Vrozené vývojové vady muskuloskeletálního systému jsou druhé nejčastější vyskytující se vrozené vady u dětí. Na prvním místě jsou vrozené vady centrálního nervového systému. Četnost vad muskuloskeletálního systému popisuje následující studie provedená v Indii. Kvůli prevalenci vrozených vývojových vad muskuloskeletálního systému v rozmezí od září roku 2014 do srpna roku 2016 dostávali novorozenci a kojenci doporučení na ortopedické oddělení. Doporučení dostávali z porodnicko-gynekologického oddělení jediného centra terciální péče v severní Indii, kde se také narodili. První ze tří nejčastěji diagnostikovaných anomálií byla talipes equinovarus (CTEV), neboli pes equinovarus congenitus (PEC). Tato vada se objevila u 33 případů. Druhá nejčastější vada diagnostikována 10 dětským pacientům byla dysplazie kyčlí (DDH) a poslední s prevalencí u 7 případů byla spina bifida. Při včasné a správné diagnostice lze vady pes equinovarus congenitus (PEC)

a DDH tyto vrozené vady lehce odstranit (Kumari et al., 2018., s. 16). Méně časté varianty vývojových vad skeletu jsou vady lebky sdružené s rozštěpy patra a páteře. Velmi vzácná vada kalvy je foramina parietalia permagna (FPP). Touto vadou trpí méně než 1 dítě z 25 000 až 30 000 narozených. Příčina vzniku FPP je porucha osifikace, vzniklé otvory mívají rozměry od několika milimetrů do pár centimetrů. Na zhotovených rentgenových snímcích se zobrazují ohraničené postižení ve tvaru kruhu, popřípadě oválu (Nogolová a Klosová., 2016; s. 46–47).

3.2.1. Talipes equinovarus

Talipes equinovarus neboli kongenitální talipes equinovarus nebo i PEC je velmi častá vrozená anomálie. Český termín je noha kosovislá. „*Je definována jako fixace nohy v addukci, supinaci a varózním stavu, s doprovodnými abnormalitami měkkých tkání*“ (El Hadi et al., 2019., s. 101–109). Jednodušeji je tato vada charakterizována jako chodidlo s vysokou podélnou klenbou (cavus). Noha se odchyluje od fyziologické polohy a směřuje dovnitř (Bina et al., 2020, s. 1). Prevalence této velmi časté vady nohy je 1:1 000 zdravě narozených dětí. Až dvakrát častěji se vada objevuje u chlapců. PEC mnohdy postihuje obě chodidla, a tak neulehčuje dítěti chůzi. Bohužel i přes pokroky léčby se můžeme s touto vadou stále setkat.

Diagnostika probíhá pomocí radiologického zhodnocení anatomického postavení deformity nohy a následného vyhodnocení pomocí Piraniho klinického skórovacího systému. Nejprve byly vytvořeny rentgenové snímky nohou. Na těchto snímcích se následně zakreslily čtyři úhly. Tyto čtyři úhly se využívají k měření deformace a zároveň mají spojitost s velmi spolehlivým Piraniho skórem závažnosti. Toto skóre se vyhodnocuje u obou postižených nohou zvlášť, má šest parametrů a hodnotí se buď 0, 0,5 nebo 1. Piraniho skóre se rozděluje do dvou kategorií. K léčbě první kategorie s nízkou závažností se volí léčba konzervativní. K terapii druhé kategorie s větší závažností se využívá chirurgická korekce (El Hadi et al., 2019., s. 101–109).

Dítě odhalí oblast nohy, kterou si RA později s pomocí clon zobrazí jako oblast zájmu. Použití olověných zástěr při snímkování obou projekcí není nutné. Vzdálenost rentgenky od receptoru obrazu činí neméně 100 cm. Napětí si RA nastaví na hodnotu 50 kV a elektrické množství na maximální hodnotu 3,2 mAs a zvolí malé ohnisko. Expoziční parametry mohou být nastaveny i automaticky v rámci orgánové předvolby.

Ukončení expozice zajišťuje expoziční automatika. RA dává dítěti povel, ať s nohou po nastavení do pozice již nehýbe. Dítě v průběhu pořizování AP snímků buď zaujímá polohu v sedě, nebo vleže. Nohu má ohnutou v kolenu a chodidlo je položeno ploskou nohou na stole, kolmý CP směřuje na střed nártu. Na snímku je nutné zobrazit kloubní štěrbiny, celý nárt i články prstů. Při snímkování šikmé projekce dítě zaujímá stejnou pozici jako u snímkování AP. Dítě opět po nastavení dané pozice nohy nesmí s nohou pohnout, na což ho RA upozorní. Ovšem zde RA napětí snižuje na minimální hodnotu 45 kV, ale elektrické množství i ohnisko zůstává stejné. Na pořízeném snímku musí být zachycena stejná oblast zájmu jako u snímku AP, ovšem zde je nepřípustné překrývání metatarsů ani článků prstů (Národní radiologické standardy – skiagrafie, dospělí., 2019., s. 47-50).

K terapii vady existují dva druhy léčby, konzervativní a chirurgická. Konzervativní terapie se zabývá pasivním i aktivním protahováním s využitím techniky tejpování nebo se sériovými sádrovými odlitky, popřípadě lze využít i ortézy (Bina et al., 2020, s. 1-11). Protahování pomocí sádrování trvá několik týdnů. Následně děti nosí ortézy po dobu několika let (El Hadi et al., 2019., s. 101–109). Tato léčba pomáhá protahovat postiženou končetinu do fyziologické polohy, jelikož je prokázáno, že sériové protahování zvyšuje flexibilitu kloubních pouzder i okolní tkáň. Existují dvě techniky zahrnující manipulaci s klouby a sériového sádrování pro srovnání chodidla do fyziologického postavení. První Kite technika, která pracuje s narovnáváním chodidla, a druhá je Ponsetiho technika. Tato technika vyrovnává hlezenní kloub a obvykle zahrnuje i operaci Achillovy šlachy, které se lze ovšem vyhnout díky protahování triceps surae. V chirurgické léčbě se prodlužují šlachy, svaly i vazy. Dále se umísťují zevní hloubní fixátory pro jejich protažení nebo lze do svalů aplikovat botulotoxin. Botulotoxin se do svalu aplikuje, jelikož jej dokáže zparalyzovat a je následně možné sval natáhnout. Pozdější vyšetření adolescentních pacientů s CTEV pomocí MR dokazuje, že již za týden od začátku léčby pomocí sériového sádrování, lze pozorovat změny na kostech, vazech i svalech. Obě léčby mají i své nežádoucí účinky (NÚ). U léčby konzervativní jsou jimi podráždění kůže, otlaky od sádry a její sklouznutí. NÚ u léčby chirurgické je riziko vzniku infekce v ráně a nutnost transplantace tkání. NÚ a riziko každé léčby je možný relaps do původního stavu. V tomto případě pro vyřešení této problematiky následuje velký chirurgický zákrok.

Ovšem bez vhodné léčby může vada vést k trvalé deformaci, bolesti a následné invaliditě (Bina et al., 2020, s. 1-11).

3.2.2. Dysplazie kyčlí

V pediatrické ortopedii řadíme mezi nejčastější nemoci kyčle právě dysplazii kyčlí (DDH). DDH má dynamický, patologický rozvoj stavby, ten spočívá v dysplazii acetabula, neúplné luxaci a celkové dislokaci femuru.

U této vrozené vady je pro zajištění perspektivní prognózy nesmírně důležitá včasná diagnostika a následnou léčbou. U včasné objevených případů DDH se začíná konzervativní léčbou, která má zároveň i nejefektivnější výsledky. K terapii později objevených vad se zvyšují požadavky na léčbu a snižuje se kvalita výsledků. Bohužel i přes pokroky v diagnostice dojde u značného podílu dětí k pozdní odhalení i terapii DDH. Případy s opožděným začátkem léčby mohou končit chronickými potížemi, děti mohou trpět bolestí a mít problémy s chůzí. Adolescentní pacienti jsou následně v průběhu svého života chronicky náchylnější k degenerativním nemocím kyčlí. V nejhorším možném případě dokáže DDH způsobit invaliditu.

Od června roku 2017 do června roku 2020 proběhla studie jejímž cílem bylo porovnat tři zobrazovací metody využívající se při diagnostice DDH. Studie zahrnovala celkově 90 dětí s podezřením na onemocnění DDH. Mezi symptomy naznačující tuto jistou vrozenou vadu lze zařadit například rozšířená hráze na postižené straně, cvakání kyčelního kloubu při pohybu, popřípadě nedostatečný pohyb končetin. U dětí se porovnávalo využití různých kombinací základních zobrazovacích metod, a to MR, UZ a RTG, které se k diagnostice DDH využívají. Studie rozdělila děti do tří skupin dle věku a každá z nich měla celkem 30 členů. Do první skupiny (X) byly zařazeny děti do 6 měsíců věku, ke skupině druhé (Y) byly přiděleny děti mezi 7 a 12 měsíci věku. A poslední třetí skupina (Z) zahrnovala děti starší 1 roku věku. Všechny děti studie byly vyšetřeny pomocí vysokofrekvenčního UZ a RTG. Skupinky dětí Y i Z byly navíc vyšetřeny pomocí MR, a to z důvodu následného srovnání diagnostické hodnoty mezi všemi třemi vyšetřeními. Pomocí MR se nevyšetřovala skupina dětí (X), jelikož musela být aplikovaná sedace, což pro málo měsíční děti není vhodné. Výsledkem studie v diagnostice bylo následující zjištění, pouhých 8 z původních 90 dětí netrpí žádnou formou DDH. Bohužel se u 23 dětí potvrdila dysplazie acetabula, 28 dětí ze studie trpí neúplnou luxací femuru a zbylým 31 dětem byla diagnostikována úplná dislokace

femuru. Dalším výsledkem studie byla diagnostická přesnost všech tří zobrazovacích metod. MR byla uznána jako diagnosticky nejpřesnější. Menší přínos měl ultrazvuk a jako nejméně přesný byl vyhodnocen RTG. Nejvyšší diagnostickou přesnost u dětí s DDH a následnou léčbu může zajistit trojkombinace MR, UZ a RTG.

Vyšetření pomocí vysokofrekvenčního ultrazvuku

Pro vyšetřování se využívá ultrazvukový přístroj umožňující dopplerovské zobrazení. Ve studii byl použit konkrétní model DC-N2S.

Vyšetření pomocí rentgenu

Pro rentgenové vyšetření dítěte byl použit přístroj značky Philips s názvem Primary Diagnost DR. Vznikly AP rentgenové snímky, na nichž se díky parametrům dále určil vývoj acetabula dítěte. Mezi tyto parametry se řadí centrální okrajový a acetabulární úhel, Perkinův kvadrant a Shentonova a Calveova linie. (Li et al., 2022, s. 1-6). Acetabulární úhel definuje úroveň sklonu samotného acetabula (Sahin et al., 2017, s. 155). Ten se vyměřuje před stádiem osifikace triradiální chrupavky. Po dokončení procesu osifikace se vyměřuje centrální okrajový úhel. Tím se monitoruje frontální pokrytí hlavy femuru samotným acetabulem (Kloth et al., 2016, s. 233). Perkinův kvadrant určuje posun femuru k samotnému okraji acetabula. Dle rozsahu patologického posunu hlavice femuru se určuje metoda následné léčby (Osredkar a Schara., 2019, s. 202-204). Calveovou linií hodnotíme posunutí hlavní epifýzy femuru (Chan et al., 2018, s. 1526-1527) Shentonovu linii tvoří spodní strana foramen obturatorium a středním okraj krčku femuru. Foramen obturatorium je otvor mezi rameny kosti sedací a stydké. Shentonova linie je spolehlivým znakem hodnotícím kvalitu zhotoveného rentgenového snímku kyčle (SWI Onwuzu et al., 2021, s. 982-985).

Oblast zájmů je vyhrazena od zobrazení celého kyčelního kloubu až po celý krček femuru. RA dává pokyn k svléknutí dítěti od pasu dolů do spodního prádla i k odstranění kovů, které by tvořily na snímcích artefakty. Pokud by zástěra nezasahovala do oblasti zájmů, RA využívá olověné zástěry pro ochranu gonád dítěte před RTG zářením. U snímkování kyčlí pro diagnostiku DDH je vzdálenost, mezi ohniskem a receptorem obrazu, nastavena klasicky na 100 cm. I zde se využívají clony pro pouhé zobrazení oblast zájmů, dále RA použije pro zkvalitnění výsledných snímků protirozptylovou mřížku. RA nastaví napětí rentgenky na minimální hodnotu 65 Kv a

použije velké ohnisko a u obou projekcí dává pokyn dítěti, ať se nehýbe a nechá špičky u sebe a zároveň dá paty od sebe. Při snímkování AP projekce kyčlí, dítě zaujímá polohu vleže na zádech, DK má narovnané, RA nastaví si chodidla dle pokynů RA. U druhé projekce dle Lauensteina, neboli poloaxiální projekce je oblastí zájmů kyčle opět s proximálním femurem a i částí pánve. RA dítě opět nechá ležet na zádech, ale zároveň narovná DK, přitom zobrazovanou končetinu celkově vytáčí o 45° v oblasti kyčle a mírně ohne v oblasti kolene, takže zevní část kolena směřuje ke stolu. RA směřuje CP u obou projekcí na střed krčku femuru (Národní radiologické standardy – skiografie, dospělí., 2019., s. 45-58).

Vyšetření pomocí magnetické rezonance

Ve studii byla využita 3T supravodivá magnetické rezonance Avanto značky Siemens. V případě nemožné spolupráce dítěte se využívá sedace.

Výsledkem studie bylo seřazení metod dle diagnostické přesnosti. Jako poslední, a tedy nejméně přesný se ukázal RTG, následně UZ a jako první s největší přesností ukázala MR. Každá ze zobrazovacích metod má i své výhody v diagnostice DDH. Jelikož se DDH objevuje u novorozenců a kojenců, kteří ještě nemají osifikované kyčle, je pro ně UZ ideální volba. Výhodou UZ je využití pro kontinuální monitorování v průběhu vývoje novorozenců s mírnou dysplazií. Chirurgická léčba by se zahajuje až po zhoršení stavu dysplazie. K osifikaci hlavice femuru dochází až kolem 4-6 měsíce věku dítěte. Tento fakt je jedním z důvodů, proč se děti mladší 3 měsíců nevyšetřují pomocí RTG. Po zahájení osifikace jádra hlavice femuru lze k doplnění hodnocení DDH využít rentgenového snímku. Osifikované jádro hlavice femuru, které je na RTG na rozdíl od chrupavky patrné, slouží k hodnocení anatomických ukazatelů využívaných v diagnostice DDH. Ty byly pospány výše. Mezi hlavní výhodou MR lze označit zobrazení patologických změn v měkkých tkáních kyčelních kloubů ve vysokém rozlišení, což není lehké dosáhnout s UZ ani s RTG. Zároveň díky MR se dá určit stádium DDH a dle těchto dat poté nastavit léčbu. Tato data diagnostikovaných dětí v raném stádiu DDH pomocí UZ či RTG je možné neustále aktualizovat a léčbu jim následně přizpůsobovat. S MR zobrazujeme postavení hlavice femuru a acetabulární jamky. Dokonce MR dokáže zobrazit i chrupavčitý lem jak samotného kloubu, tak i chrupavky. Nevýhoda MR spočívá v nutnosti sedaci dětí. Proto pomocí MR vyšetřujeme děti mladšího věku jen tehdy, je-li to nezbytně nutné pro diagnostiku, jelikož používaná sedace není ideálně šetrná (Li et al., 2022, s. 1-6).

3.3. Vybraná traumata

Nejčastějším důvodem pro vyšetření rentgenovým zářením jsou úrazy a stavy po úrazech kostí i kloubů. Jelikož se většinou jedná o urgentní stavy, je nutná okamžitá diagnostika. K určení správné diagnózy je potřeba znát okolnosti a mechanismus úrazu. Hlavní zásadou v traumatologii je postupovat od vyšetření jednodušších, tj. skiagrafií, k vyšetření komplikovanější, ke kterým řadíme CT, US nebo MR.

Podmínkou pro stanovení diagnózy je správné provedení snímků v běžných projekcích za předpokladu, že to zdravotní stav pacienta dovolí. Obvykle trauma prokážeme snímky ve dvou na sebe kolmých projekcích. Jako traumata zde myslíme zlomeniny neboli fraktury anebo luxace kloubů. Zodpovědnost za správně provedené a ostré snímky se zde zaručuje radiologický asistent (RA) a za nález a jeho následné vyhodnocení je zodpovědný lékař. Při porušení kostní souvislosti se jedná o fraktury. Čerstvý pozitivní nález v podobě fraktury se na snímku projeví linií projasnění tzv. lomnou linií, ta může rozdělovat kost na části s drobnými úlomky. Dále se fraktura projeví rozšířeným stínem v měkkých tkáních kvůli edému a hematomu, změnou tvaru kosti i vztahu kostí. Zde se pak využívají termíny jako dislokace fragmentů a luxace. U fraktur staršího data se lomná linie postupně ztrácí a probíhá tvorba endostálního svalku, následně se přeměňuje ve svalok periostální. Jednou z možností rozdělení fraktur je dělení na zlomeniny úplné, neúplné a ztrátové. Úplná fraktura porušuje kontinuitu kosti v plné tloušťce. Neúplné fraktury kost neporušují v plném rozsahu. Sem se řadí nalomení (infractio) nebo i fraktury bez porušení periostu, kdy úlomky od sebe nejsou odděleny. Dále rozlišujeme tři základní druhy fraktur: první jsou fraktury traumatické, které jsou způsobené nárazem, pádem nebo úderem. Druhá kategorie se skládá ze zlomeniny z únavy, u kterých je za vznik zodpovědné chronické přetěžování. Řadíme sem například zlomeniny tibie u netrénovaných jedinců ve vojenském výcviku a pochodovou frakturu metatarsu. Do poslední skupiny řadíme fraktury patologické, u kterých byla pevnost kosti snížena patologickým faktorem působícím na kost. Tyto faktory vznikají malým násilím, jehož velikost by za normálních okolností nebyla dostačující k tomu, aby vytvořila frakturu traumatickou. Mezi patologické faktory řadíme například porózy a osteolytické metastázy.

Kontrolní rentgenové snímky fraktur nám pomáhají zjistit správnost hojení a vznik endostálního a periostálního svalku, jehož tvorba zabírá několik týdnů a způsobuje pomalé vytrácení linie lomu. K úplnému zmizení této linie dochází přibližně

po 7 týdnech od vzniku fraktury. Při patologickém hojení, kdy nedojde k vytvoření svalku a následkem toho ani ke kostnímu hojení, vzniká pakloub (pseudoarthros).

3.3.1. Fraktury článků prstů

U článků prstů jsou obzvláště důležité dvě projekce na sebe kolmé. Fraktury z palmárního nebo dorzálního okraje báze článků prstů mohou být patrné jen v bočné projekci. Jelikož by se v předozadní projekci fraktura sumovala s ostatními kostmi (Seidl et al., 2012., s. 446-448).

Dítěti RA odkryje oblast ruky a popřípadě sundá všechny kovové materiály a posadí ho bokem k receptoru obrazu. Při snímkování se využívají clony k zobrazení pole oblasti zájmu. Na správně zhotovených snímcích je nutné zobrazit všechny články vyšetřovaných prstů i s hlavicí metakarpů. Použití ochranné olověné zástěry není nutné. U obou projekcí je vzdálenost mezi rentgenkou a receptorem obrazu opět nastavena minimálně na 100 cm. RA nastavuje malé ohnisko, napětí na minimální hodnotu 40 kV a elektrické množství maximálně na 3,2 mAs. Dítě se posadí bokem k receptoru obrazu a na něj dítě pokládá své předloktí i s rukou s nataženými prsty. Po nastavení pozice ruky dává RA pokyn dítěti ať již s prsty nehýbe. U PA snímků laterální strana vyšetřovaných prstů je souběžná s receptorem obrazu a centrální paprsek směřuje na proximální interfalangeální kloub. U bočné projekce je poloha dítěte i poloha nastavení laterální strany prstů stejná jako u projekce PA. Centrální paprsek zde ale směřuje kolmo k receptoru obrazu, a tak paprsek klesá na laterální stranu daného prstu (Národní radiologické standardy – skiografie, dospělí., s. 34-35).

3.3.2. Diafyzární fraktury radia i ulny

Tento typ zlomeniny je velmi častý a je způsoben nejčastěji pádem na nataženou horní končetinu. I u této zlomeniny platí důležitost dvou na sebe kolmých projekcí pro zhodnocení možných dislokací. Pádem jsou často zlomeny obě kosti (Seidl et al., 2012., s. 454).

Dítě si odhalí oblast předloktí a ruky a i zde pro zvýšení kvality snímku RA odstraní kovový materiál. Kritéria snímkování určují správné zobrazení oblasti zájmu, v případě fraktur předloktí na snímku je nutné zachytit oba klouby v supinačním postavení. Použití ochranné zástěry není nutná. Vzdálenost mezi ohniskem a receptorem obrazu je nastavena na minimální vzdálenost 100 cm. RA směřuje centrální paprsek kolmo na střed předloktí. Napětí nastavuje na minimální hodnotu 50

kV a elektrické množství maximálně na 5 mAs a k samotnému snímkování předloktí využívá malého ohniska. Pokyn dítěti zní, ať dítě s předloktím po nastavení již nehýbe. U snímku AP si dítě RA posadí vyšetřovanou stranou k receptoru obrazu a předloktí uvede do úplné supinace. HK je tedy položena dorzální stranou na úložné desce a loket není ve flexi. Spojnice obou epikondylů se spojnici obou styloidních výběžků radia i ulny jsou v paralelním postavení. U bočné pozice musí být zachycena distální část předloktí, tedy zápěstí a ulna s radiem jsou v superpozici. Při snímkování proximálního předloktí je nutné nastavit předloktí do přesné bočné pozice. Na snímku se tato pozice projeví zobrazením epikondylů humeru, které budou v superpozici. RA dítěti ohne HK do 90° v oblasti lokte a ruka je položena s nataženými prsty i s předloktím na receptor obrazu ulnární stranou (Národní radiologické standardy – skiografie, dospělí., 2019., s. 34-40).

3.3.3. Fraktury suprakondylárního humeru

Suprakondylární fraktury humeru jsou nejobvyklejším typem fraktur lokte u dětí. Objevují se nejčastěji u dětí mladého školního věku tedy mezi 5. a 7. rokem věku. Jedná se obvykle o extenzní fraktury vznikající dopadem na nataženou horní končetinu v oblasti lokte. Na rentgenových snímcích se fraktura projeví lineárním projasněním. Dále lze hodnotit i směr posunutí kostí a stupeň dislokace fragmentů (Abzug a Heřman., 2012., s. 69-77).

Ke snímkování lokte si dítě svleče oblečení z oblasti horní končetiny. Pro zabránění tvorby artefaktů na snímcích si sundá i rentgen kontrastní materiál. RA musí na snímcích zachytit loketní kloub spolu s proximální částí předloktí a distální částí humeru. U AP projekce nesmí být epikondyly rotovány. U bočné projekce jsou epikondyly naopak v superpozici a je viditelná štěrbina loketní. CP směřuje RA kolmě na střed oblasti zájmu. Použití ochranné olověné zástěry není nutné. Pouze v případě, kdy se gonády vyskytují v blízkosti přímého svazku, RA dává dítěti ochrannou olověnou zástěru. RA nastaví vzdálenost mezi ohniskem detektorem obrazu minimálně na 100 cm. Dále nastaví malé ohnisko s napětím na minimální hodnotu 50 kV a elektrické množství na maximální hodnotu 5,6 mAs. Zde RA nevyužívá protirozptylovou mřížku. U AP projekce RA posadí dítě bokem vyšetřované strany k detektoru obrazu. Předloktí nastaví do supinace a paži s loktem pokládá dorzální stranou na receptor obrazu. Ruka je také položena dorzální stranou na receptor obrazu. U bočné projekce RA nemění již nastavenou pozici dítěte. Nastavuje jen pozici

horní končetiny. Loket ohýbá do úhlu 90° a paže s předloktím jsou položeny na úložné desce. Ruka s nataženými prsty je s předloktím položena ulnární stranou na receptor obrazu. RA dává u obou projekcí dítěti povel, ať již s nastavenou pozicí horní končetiny nehýbe (Národní radiologické standardy – skiografie, dospělí., 2019., s. 34-40).

3.3.4. Fraktury lopatky a klíční kosti

Možným důvodem fraktury lopatky je přímý úder, pád z výšky nebo dopravní nehoda. Tato fraktura bývá často spojená i s dalšími zlomeninami jako jsou například fraktury žeber. Fraktura lopatky se na zhotoveném rentgenovém snímku zobrazí lineárním projasněním doprovázeným deformací zevního nebo vnitřního okraje (Seidl et al., 2012., s. 463).

Při snímkování lopatky i klíční kosti si dítě svlékne oblečení z horní poloviny těla, čímž se odhalí oblasti zájmu. Pro zabránění vzniku artefaktů na snímcích si dítě sundá rentgen kontrastní materiály a RA využije protirozptylovou mřížku. Kritériem správného zobrazení při snímkování klíční kosti je zachycení celé klíční kosti i s oběma klouby. U axiální projekce musí být klíční kost zachycena v superpozici k ostatním strukturám. U lopatky je nutné zachytit na snímek celou lopatku i s nadpažkem (acromion) a zobcovitým výběžkem (processus coracoideus). A u bočné projekce je nutné, aby došlo k překrývání středního a laterálního kraje samotné lopatky. Použití ochranné olověné zástěry se nevyžaduje. RA si nastaví vzdálenost mezi ohniskem a detektorem obrazu na minimální vzdálenost 100 cm. RA si před samotným snímkováním nastaví napětí na minimální hodnotu 65 kV a také nastaví velké ohnisko. Při snímkování klíční kosti v PA projekci si RA dítě staví čelem k vertigrafu, popřípadě ho pokládá břichem na stůl. Hlavu otáčí od snímkové strany a HK dá podél těla dlaní od receptoru obrazu. Samotný receptor obrazu by měl končit 3 centimetry nad acromionem. CP RA naměřuje do středu oblasti zájmu tak, aby vedl vertikálně ke středu samotné klíční kosti. Při snímkování axiální projekce klíční kosti si RA dítě staví zády k vertigrafu, popřípadě pokládá zády na stůl. Hlavu dítěti otáčí na opačnou stranu i u této projekce. HK jsou podél těla a u vyšetřované strany je dlaň otočená směrem od receptoru obrazu. Zde by měl vrchol receptoru obrazu končit 5 centimetrů nad acromionem. Středem oblasti zájmu a zároveň směrem nastaveného CP je opět střed kosti klíční. RA musí sklonit CP kaudo-kraniálně na hodnotu 45°. Po nastavení každé z pozic pro snímkování klíční kosti RA dává pokyn dítěti, aby se již nehýbalo. K snímkování AP projekce lopatky si RA dítě staví zády k vertigrafu, nebo

dítě pokládá zády na stůl. Paže jdou podél těla s dlaní vytočenou dopředu. Vrchní hrana receptoru obrazu by měla končit 3 centimetry nad acromionem. RA nastaví CP na střed lopatky, tudíž na střed oblasti zájmu, jejíž velikost vymezí pomocí clon. U snímkování bočné projekce lopatky RA zvyšuje napětí na minimální hodnotu 70 kV. Základní polohu dítěte ale nemění. RA pouze pokládá vyšetřovanou HK na druhé rameno, popřípadě odkloní nevyšetřovanou stranu od receptoru obrazu. Vertikální CP je RA nasměrován na střed lopatky, a tedy i na střed zobrazované oblasti. Po nastavení každé pozice pro snímkování lopatky RA dává pokyn dítěti, ať již nedýchá a ani se nehýbe (Národní radiologické standardy – skiografie, dospělí., 2019., s. 34-44).

3.3.5. Osteoporotické fraktury obratlů

Osteoporóza skeletu je generalizované onemocnění projevující se sníženou hustotou kostí a změnou kostní stavby. Uděť je vzácné. Skelet je díky své křehkosti náchylnější ke vzniku fraktur. Fraktury obratlů z důvodu osteoporózy jsou velmi časté a mohou vést ke vzniku skoliózy. U dětí se vyskytuje primární osteogenesis imperfecta nebo sekundární poróza s nízkou hustotou kostních minerálů. Fraktury se objevují u dětí s revmatologickým onemocněním, u svalové atrofie či u lymfoblastické leukémie (Alqahtani a Offiah., 2019., s. 283-296).

Před snímkováním se dítě svléká do spodního prádla. Dále odkládá kovové materiály, které by na rentgenových snímcích mohly tvořit artefakty. V oblasti zájmu musí být zachycena celá páteř. Ploténky těl by měly být kolmé k receptoru obrazu. Kost křížovou spolu s transverzálními výběžky musejí být na snímcích hodnotitelné. Na formátu zobrazované oblasti je vždy nutné zachytit žádoucí struktury na co nejméně expozic vzhledem k radiční ochraně. Olověné zástěry se používají k ochraně gonád v případě, kdy nezasahují do zobrazované oblasti. Vzdálenost rentgenky od detektorů RA nastavuje minimálně na 100 cm a ohnisko se určuje dle oblasti zájmu. Pro zkvalitnění snímku RA využívá protirozpytlou mřížku a dále si nastaví napětí na minimální hodnotu 70 kV. Před hlavní fází obou snímkování RA dává dítěti povel: „Nehýbat se a nedýchat!“ U snímkování AP si pacienta RA pokládá na záda, popřípadě postaví zády k vertigrafu. U bočného snímku si dítě lehne na bok, popřípadě se postaví stranou k vertigrafu, v obou případech dá ruce nad hlavu. (Národní radiologické standardy – skiografie, dospělí., 2019., s. 66-73).

3.4. Syndrom týraného dítěte

WHO definuje Syndrom týraného dítěte jako týrání dětí spočívající v týrání fyzickém, emočním, sexuálním zneužívání a celkovém zanedbávání. Týrání fyzické je počínání vedoucí k tělesné újmě dítěte. Mechanismem týrání dětí nejnižší věkové kategorie je třesení s dítětem. Údery jsou méně časté. Syndrom týraného dítěte se může projevit různými druhy nálezů, některé z nich jsou velmi specifické, jako odhalení traumat u kojenců. Při podezření na syndrom týraného dítěte se sbírá anamnéza, která nebývá spolehlivá, jelikož se návštěva zdravotnického zařízení často odkládá a výpovědi opatrovníků nejsou pravdivé. Situace možného případu týraného dítěte není celkově jednoduchá ani pro samotné lékaře. Musí se brát zřetel na opatrnost při komunikaci s rodiči, nebo právními zástupci. Nejzranitelnější jsou malé děti do dvou let věku, kvůli věku ještě nedokážou mluvit, a tak nejsou schopné vysvětlit okolnosti jejich zranění. Dále velké riziko týrání vzniká u dětí tělesně postižených. Obecně nejčastěji jsou obětmi týrání děti do jednoho roku. Osoby zodpovědné za vznik poranění jsou často jedni z dítěti nejbližších, tedy rodiče, rodinní příbuzní, vychovatelé nebo pěstouni. V roce 2018 bylo v České republice, dle informace zveřejněné Ministerstvem práce a sociálních věcí fyzicky týráno 531 dětí. Tento počet potvrzených případů týraných dětí neodpovídá skutečnému počtu. Předpokládá se, že je jejich počet jistě vyšší, jen ne všechny případy se podařilo odhalit a ošetřit v zdravotnickém zařízení (Popelová et al., 2020., s. 79-84). I přes minimální pravděpodobnost výskytu syndromu týraných dětí se s ním ale RA může setkat. Proto by měl být obezřetný a jeho prioritou by mělo být chtít dítě ochránit. Při podcenění a lhostejnosti by případ mohl skončit smrtí dítěte. Při sebemenším podezření by RA měl případ konzultovat s lékařem, eventuálně by měl jisté podezření potvrdit pomocí zobrazovacích metod (Paloušová et al., 2017., s. 192-196). Právě zobrazovací metody se využívají k zobrazení traumatických změn na skeletu. Nejčastěji vídané jsou klasické metafyzární léze (KML) a v druhé řadě zlomeniny žeber.

Lékař vyšetřující dítě pohledem si musí být vždy vědom faktu, že známky poranění nemusejí být viditelné. Jelikož poranění intraabdominální ani intrakraniální vnější změny mít nemusí. Zobrazovací metody indikované lékařem musí být vhodně zvolené. Spolu se zobrazovacími metodami zachycují oblasti zájmů se pro úplné potvrzení podezření případu syndromu týraného dítěte indikují další doplňková vyšetření. Mezi tyto doplňující vyšetření se řadí především laboratorní vyšetření a

vyšetření očního pozadí. Následná povinnost lékařů, je výsledky vyšetření detailně zhodnotit a popsat. Nejenže je popis důležitý pro správnou diagnostiku a léčbu, ale také jako případný materiál důkazů k spáchání trestného činu na dítěti. I RA má povinnost, a to dodržovat standardizované postupy při snímkování a být všímavý. Jeho pozornost by měly zaujmout nálezy vícečetných, či oboustranných fraktur zejména u klenby lební. Při vícečetných frakturách by se měl zaobírat jejichž stářím, tedy jestli jsou ve stavu hojení, či jsou již zhojené, eventuálně se jedná o fraktury čerstvé, popřípadě jejich kombinace. Další možnou známkou syndromu týraných dětí jsou hematomy v okolí periostu kosti, hematomy parenchymových orgánů, či méně častá přítomnost krve v dutině břišní.

Při podezření na případ syndromu týraného dítěte lékař indikuje standardizovaný kostní protokol. Danou indikaci musí lékař pečlivě zvážit vzhledem k radiační zátěži způsobené vyšetřením s rentgenovým zářením. Radiační zátěž spojená s kostním protokolem se pohybuje od 0,3 do 3 mSv. Radiační zátěž je možné snížit především u dětí do 3 let věku, jelikož se dlouhé kosti končetin dají zachytit na jeden snímek. Oblasti zájmů se navzájem nebudou překrývat, a tím dojde k snížení radiační zátěže. Pomocí kostního protokolu se zobrazuje skelet a jsou hledána klinicky suspektní traumata často vídaná u týraných dětí. Kostní protokol ovšem může objevit také fraktury, které klinicky suspektní nebyly. Pořízené snímky musí mít vysokou kvalitu, aby pomohly potvrdit, popřípadě vyloučit syndrom týraného dítěte. Do kostního protokolu spadají kromě AP snímků končetin i snímky lebky ve dvou projekcích, dále snímky hrudníku ve třech projekcích, jelikož díky třetí šikmé projekci se zvyšuje pravděpodobnost odhalení fraktury žeber. Fraktury lebky bohužel představují velkou část všech odhalených fraktur z kostního protokolu. S těmito frakturami má poškození mozku jistou spojitost. Navíc je to velmi častá známka po týrání malých dětí. Děti si můžou nést následky poranění mozku po celý život. Dokonce až třetina dětí na tyto následky umírá. Při poranění mozku dítěte v akutním stavu lékař indikuje nativní CT, a to ihned po stabilizování stavu dítěte. Rozdílem mezi CT a MR je délka vyšetření. CT trvá několik sekund, ale MR je mnohem delší. CT je mnohem dostupnější vyšetření a má dostatečnou citlivost k zachycení čerstvého krvácení do mozku. MR je následně indikována pro kontrolní zobrazení mozku jak u dětí s bezprostředními neurologickými příznaky. U dětí do dvou let i bez těchto příznaků. U 25 % dětí díky MR dojde k odhalení nových změn na mozku. Poslední nedílnou součástí protokolu jsou snímky břicha i

s oblastí pánve a poslední bočná projekce zachycující celou páteř. Při podezření na týrání je oblastí zájmu u dětí do dvou let věku hlavně mozek a skelet. Zobrazení hrudníku nebo dutiny břišní se nevyžaduje. Děti starší dvou let mají vyšetření nelišící se od indikací u klasických traumat. Oblast zájmu u těchto starších dětí je na rozdíl od oblastí zájmů dětí do dvou let obohaceno právě o zobrazení hrudníku a břicha.

Tabulka 1. Kostní protokol pro vyšetření dětí nejpozději do 72 hodin, ideálně do 24 hodin od vzniku samotného podezření (2020). Zdroj: (Popelová et al., 2020., s. 79-84).

Anatomická oblast	Projekce
Lebka	AP a bočná
Hrudník	AP, levá šikmá, pravá šikmá
Břicho a pánev	AP
Páteř	Bočná v celém rozsahu (počet snímků závisí na velikosti dítěte)
Humerus	AP
Předloktí	AP
Ruka	AP
Femur	AP
Bérec	AP
Noha	AP
Koleno	Bočná
Hlezenní kloub	Bočná
(+ případně další projekce dle klinického podezření nebo radiologického nálezu)	

Tabulka 2. Kontrolního kostní protokol pro vyšetření dětí s dvou týdenním rozestupem od provedení prvního kostního protokolu (2020). Zdroj: (Popelová et al., 2020., s. 79-84).

Anatomická oblast	Projekce
Hrudník	AP, levá šikmá, pravá šikmá
Humerus a předloktí	AP – pokud to velikost dítěte povolí, stačí jeden snímek. Pokud ne, potom cílený snímek na humerus a cílený snímek na předloktí.
Femur a bérec	AP – pokud to velikost dítěte povolí, stačí jeden celkový snímek. Pokud ne, potom cílený snímek na femur a cílený snímek na bérec.
(+ veškerá traumata nebo suspektní nálezy z původního kostního protokolu)	

3.4.1. Klasické metafyzární léze

KML jsou mikrofraktury v metafýze a směřují paralelně jako růstová štěrbina kosti, ale zároveň i jsou léze kolmé na dlouhou osu postižené kosti. Dítě si tyto fraktury nedokáže způsobit samo. Pádem tento druh zlomeniny totiž nevzniká. Fraktura vzniká kroucením, tahem končetiny, nebo hrubým třesením dítěte. I přes to, že jsou tyto fraktury velmi typické pro syndrom týraného dítěte, je potřeba hledat i jiné důvody objasňující příčinu vzniku. Mezi méně časté příčiny lze zařadit komplikace při porodu i císařským řezem, nebo léčbu pes equinovarus pod odborným ortopedickým dohledem. Podobné nálezy je možné pozorovat u spondylometafyzární dysplazie, což je systémová nemoc. K potvrzení nebo naopak vyvrácení této nemoci se využívá laboratorní, popřípadě genetické a také radiologické vyšetření dítěte. Objevení KML u dětí do jednoho roku věku zvyšuje podezření na týrání dětí až o 15 %. Charakteristika těchto fraktur spočívá v nenápadném hojení bez periostální reakce. V akutním stádiu fraktur se jedná o velmi diskrétní změny. Jejich odhalení je opravdu nápomocné při

podržení na týrání dítěte. Léze se objevují spíše na DK, ale vyšetřují se i HK. Pro jejich odhalení jsou potřebné velmi kvalitní rentgenové snímky zaměřené na metafýzy dlouhých kostí. Snímky humeru, ulny a radia, femuru a bérce se provádějí AP. Obvykle se v odstupu dvou týdnů provádí rentgenové vyšetření kvůli kontroly stavu hojení.

3.4.2. Fraktury žeber

Zlomeniny žeber jsou jedním z nejčastějších druhů zlomenin u týraných dětí, a to až v 9 % případů. Jelikož je u malých dětí vysoká poddajnost a pružnost hrudníku, je fraktura žeber u dětí velmi vzácná. Žebra dětí se spíše deformují a, pro vznik fraktury musí být vynaloženo velké úsilí. Fraktura žebra může mít různou lokaci, ovšem ta nejčastější je mezi spojením žebra s příčným výběžkem obratle páteře. Časté jsou fraktury vícečetné vznikající najednou. Rozdělují se dva mechanismy zlomení žeber u týraných dětí. První a častější mechanismus vzniku fraktury je komprimace hrudníku. Využití tupé síly, úderu či nárazu směřovaného na žebra je méně častý mechanismus. I přes podezření na případ týraného dítěte je nutné hledat další možné příčiny vzniku fraktur žeber. Do ojedinělých příčin lze zařadit případy vzniklé v průběhu dechového cvičení nebo porodu. Studie dokazují, že i v průběhu resuscitace dítěte je pravděpodobnost vzniku fraktur mizivá, ale není nulová. Konkrétně je udávána v rozmezí 0-2 %. U dětí do 1 roku při nález fraktury žeber je 14% pravděpodobnost syndromu týraného dítěte (Popelová et al., 2020., s. 79-84).

Při snímkování žeber si dítě svleče oblečení z horní poloviny těla a tím odhalí oblast zájmu. Dále si sundá všechny kovové předměty, které by na snímcích tvořily artefakty. RA snímkuje vždy jen jednu stranu žeber. Kritériem správného zobrazení je zachytit všechna žebra dané strany. Nevyžaduje se použití zástěry. Vzdálenost mezi ohniskem a detektorem obrazu RA nastavuje na minimální hodnotu 100 cm. Dále využívá protirozptylové mřížky, velkého ohniska a nastavuje hodnotu napětí na 50 kV. Při snímkování AP projekce žeber RA pokládá dítě zády na stůl, popřípadě ho staví zády k vertigrafu. HK dané strany RA pokládá ven z oblasti zájmu. RA směřuje CP kolmě k receptoru obrazu, jehož okraj horní části je 3 centimetry nad hlavicí humeru. CP RA nastavuje v úrovni poloviny sternu pod střed klíční kosti. Šikmou projekci na žebra lze snímkovat v AP i PA směru. Při poloze AP RA dítě pokládá na záda, popřípadě staví dítě zády k vertigrafu. HK dává RA dítěti v bok a nevyšetřovanou stranu odsune o 45° od receptoru obrazu. Při snímkování v PA směru RA dítě pokládá

břichem na stůl, nebo staví dítě břichem k vertigrafu. Šikmé projekce se odlišují pouze vyšetřovanou stranou, jelikož ta druhá se odklání od receptoru obrazu. Tedy u šikmé PA projekce RA dává opět dítěti ruce v bok a nevyšetřovanou stranu také odklání o 45° od receptoru obrazu. Povel RA dítěti je, ať se již nehýbe, následně nadechne a nedýchá. Při podezření na pneumotorax se povel odlišuje ve výdechu. Dítě se má tedy nadechnout, následně vydechnout a již nedýchat (Národní radiologické standardy – skiografie, dospělí., 2019., s. 22-26).

Na rentgenových snímcích nelze snadno rozeznat akutní fraktury ventrálních, a hlavně na chrupavčitých částech žeber. Na rozdíl od fraktur na dorzálních a laterálních částech žeber ještě s možnou dislokací lze frakturu vidět velmi snadno (Seidl et al., 2012., s. 463). Lékař pro správné vyhodnocení potřebuje kvalitní rentgenové snímky, jelikož se většinou, stejně jako u KML, jedná o diskrétní změny. Pro zajištění správné diagnostiky akutních fraktur se snímkuje celý hrudník ve třech projekcích. První projekce je PA, druhá a třetí se snímkují v levé a pravé šikmé projekci (Popelová et al., 2020., s. 79-84). Na nález fraktury, která nezpůsobuje potíže s diagnostikou je tedy viditelné projasnění, nebo i schůdkovité špatné postavení samotné kontury žebra. U nedislokovaných fraktur není snadné hned po úrazu nález určit, a čeká se tedy na vytvoření svalku. Komplikace fraktur žeber se nesmějí podcenit, proto se doplňují snímky celého hrudníku v PA projekci kvůli možnému vzniku hemothoraxu nebo pneumothoraxu (Seidl et al., 2012., s. 463). Dále se kvůli kontrole hojení zhotovují snímky celého hrudníku po uplynutí dvou týdnů od zhotovení prvních rentgenových snímků (Popelová et al., 2020., s. 79-84).

4. SPECIFIKA RADIOLOGIE U DĚTÍ

Pediatrická radiologie je speciálním podoborem radiologie. Hlavní specifikum je při vyšetřování zobrazovacími metodami menších dětí, kojenců i novorozenců. Nutností je přesnost i rychlost provedení vyšetření. Hlavním cílem pracovníků je snižování radiační zátěže. Tu lékaři a RA zajistí díky svým odborným znalostem. Jejich snaha spočívá ve vyšetřování dětí pomocí převážně zobrazovacích metod nevyužívající již zmíněné rentgenové záření. Vyvíjející se dětský organismus až 10x senzitivnější než organismus dospělého jedince na ionizující záření. Jako alternativu RTG vyšetření lze zvolit UZ, popřípadě MR. S pomocí UZ lze u malých dětí zobrazit oblast mediastina a mozek. Chrupavčité části žeber ani fontanely totiž ještě nezkalcifikovaly.

Cíl spočívající v omezení radiační zátěže dítěte je prioritou. Pro snížení již zmíněné zátěže vznikající při snímkování RA vymezuje snímkovací hodnoty na nejmenší možnou hranici a oblast snímkuje na malý formát. RA dále vymezuje pole primárního svazku a využívá gonádových zástěr v případě, kdy zástěra nezasahuje do oblasti zájmu. Snaha dále spočívá v obměně technik konvenční radiologie. Starší analogové zobrazování je nahrazováno ideálnějším digitálním zobrazováním. Na pracovištích dětské radiologie postupně dochází k obměnám těchto zobrazovacích systémů. Jelikož s pomocí digitálního zobrazování lze opět snížit aplikovanou dávku (Vomáčka et al., 2015., s. 123). Při snímkování dětí, kdy není RA schopen stoprocentně splnit nastavení dítěte do dané pozice, má největší snahu co nejlépe napodobit tuto požadovanou pozici. Důvodem znemožnění může být bolest udávaná dítětem, popřípadě fixační materiál. V případě odchýlení se od standardní pozice pro snímkování je nutné zaznamenat důvod počínů RA (Národní radiologické standardy – skiografie, dospělí., 2019., s. 22).

4.1. Fixační systém Octoskop

Pro vyšetřování malých dětí pomocí rentgenových zobrazovacích metod lze použít různé fixační systémy. Fixační systém Octoskop lze plně polohovat. a Výhoda systému Octoskop spočívá v tom, že je možné získat kvalitní snímky bez pohybových artefaktů. Mezi další výhody lze zařadit možnost snímkování v různých polohách a projekcích. Dítě se pevně zafixuje například v horizontální, nebo vertikální poloze a není tak většinou nutné ozařovat další osobu. Jen ve výjimečných situacích je nutné,

aby dítě doprovod přidržel. Jelikož RA dítě přidržovat nemůže, rozdává pouze pokyny doprovodu. Dítě doprovází většinou samotný rodič, popřípadě i dětská sestra. V deníku návštěv do kontrolovaného pásma je nutné tuto událost zaznamenat. Zápis v deníku je následně nutné potvrdit podpisem doprovodu. Doprovod ještě před snímkováním podepisuje informovaný souhlas ohledně nelékařského ozáření (Vomáčka et al., 2015., s. 123).

4.2. Radiační ochrana v pediatrické radiologii

Tkáň dětí je mnohem citlivější na IZ, než je citlivá tkáň dospělých. Proto je nutné snižovat hodnoty aplikovaného záření. V těle jsou nejvíce ohrožené tkáně nacházející se v průběhu buněčného dělení. Jelikož v neaktivní tkáni nedochází k mitóze buněk, jsou také tkáně méně náchylné k poškození DNA vlivem záření. Poškozené DNA zvyšuje riziko vzniku vrozených vývojových vad. K diagnostice vad dochází i prenatálně. U těžkých vývojových vad se k ukončení těhotenství volí uměle vyvolaný potrat. Dochází ovšem i k přirozeným potratům způsobenými jak těžkými vadami plodu, tak i z jiných příčin. Naštěstí dávky při lékařském ozáření zpravidla nejsou tak vysoké, aby došlo k ohrožení plodu. Působením záření u dětí existuje větší pravděpodobnost vzniku nádorových onemocnění. Největší riziko je v období vývoje, tedy u novorozenců, kojenců a celkově v raném dětství. Riziko v období dospívání je podobné jako riziko u dospělých. Celkově potřeba vyšetření pomocí rentgenového záření je znatelně největší do jednoho roku věku dítěte. Následně postupně klesá až do věku šesti let, tedy před nástupem na základní školu. V průběhu školních let a v následném produktivním věku se zájem o vyšetření postupně zvyšuje. Následně je zájem konstantní a k opětovnému navýšení četnosti diagnostického zobrazování dojde v období stáří.

V pediatrické radiologii se nejčastěji děti vyšetřují pomocí prostých rentgenových snímků skeletu. Díky moderním detektorům lze vytvořit snímky s vysokým rozlišením bez aplikace vysokých dávek. Zásadní rozdíl mezi pediatrickou radiologií a radiologií dospělých je odlišnost onemocnění u dětí a s tím související možnost zobrazení. Další rozdíl je v proporcii těla dospělého a těla dítěte. Tělo kojence je zřetelně kratší, než je tělo dospělého. U dětí je také větší část těla v radiačním poli, čímž se zvyšuje i vliv rozptýleného záření než u dospělých. Dále děti mají rizikovou tkáň, tedy krvetvornou kostní dřeň rozmístěnou po celém skeletu. Až 29 % se nachází v kostech trupu, 35 % v končetinách a 27 % v kostech lebečních. Na rozdíl od

dospělých, kteří mají až 74 % hematopoetické kostní dřeně rozmístěné v pánvi, žebrech a páteři.

Při snižování dávek kvůli RO dítěte se RA řídí dle principu ALARA. Tedy snižování rizika na hodnotu tak nízkou, jak je to jen racionálně možné. Dávka se dá také snížit využitím středofrekvenčních a vysokofrekvenčních generátorů napětí. Generátory mění střídavý proud v proud stejnosměrný. U generátorů novějšího typu se zkracuje doba spínání a snižuje množství slabého záření. To se nijak nepodílí na tvorbě snímku, pouze zvyšuje dávku. Dávka se dá snížit i s využitím kolimátorů, které oddělí primární záření od záření rozptýleného. Rozptýlené záření je nežádoucí, jelikož zvyšuje dávku záření, ale nijak se nepodílí na tvorbě snímků. Protirozptylovou mřížku RA nevyužívá u tenkých částí těla jako je například ruka. Zde je množství rozptýleného záření velmi nízké a nedochází tak k nějakému viditelnému zlepšení. V RO hraje důležitou roli i poloha pacienta. V případě snímkování s kazetou, tedy bez protirozptylové mřížky, by pacient měl ležet přímo na ní. Pro zajištění co nejmenšího množství rozptýleného záření by měl být co nejbližší receptoru obrazu. U RTG přístroje by dále měly být parametry vzdálenosti mezi kazetou a stolem i stolem a zesilovačem obrazu co nejmenší.

K snížení radiální zátěže u dětí lze docílit mnoha způsoby bez toho, aby se snížila diagnostická přesnost. Převážně se snižuje množství vytvořených expozic a využívají se protokoly přizpůsobené dětem. Radiální ochrana u dětí se zakládá na co nejšetnějším zobrazení pomocí nejspolehlivějších zobrazovacích postupů. Dále se radiální riziko snižuje vývojem techniky k snímání obrazu. Snaha probíhá i v náhradě vyšetřování využívající IZ za alternativní vyšetření pracující na jiném principu (Alzen et al., 2011, s. 407-414).

ZÁVĚR

Nemoc v dětském věku je nepříjemná situace komplikující život nejen samotného dítěte ale i celé rodiny. Některé formy nemocí projednávané v bakalářské práci se dají kompletně vyléčit a dítě následně dokáže žít plnohodnotný život. Těžší formy se dají stabilizovat, ale dítě má jisté komplikace nesoucí si celý život. Zde je na mysli bolest, omezení fyzických aktivit a s tím související psychická újma. Shrnout nejaktuálnější zveřejněné poznatky k možnostem využití skiagrafických zobrazovacích metod u nemocí dětského věku u muskuloskeletálního systému bylo cílem mé bakalářské práce. Tento hlavní cíl byl rozdělen do tří dílčích cílů, které jsem se v průběhu psaní snažila splnit.

V prvním dílčím cíli bakalářské práce jsem se snažila představit nejčastější nemoci dětského věku týkající se muskuloskeletálního systému. Skolióza páteře, vrozené vývojové vady, poškození vlivem traumatu a syndrom týraného dítěte se řadí mezi ty nejčastější představitele. Skolióza neboli patologické zakřivení páteře nese u dětí název adolescentní idiopatická skolióza. Hodnotí se pomocí zakreslených Cobbových úhlů na rentgenových snímcích. Snímky se pořizují v posteroanteriorním a bočním směru. Stav skoliózy se pravidelně kontroluje a při mírném zhoršení dítě nosí korzet. Při výrazném zhoršení stavu je volena reparační operace. Skolióza se dá vyšetřit také pomocí výpočetní tomografie nebo magnetické rezonance. Existuje i alternativní možnost související se snížením radiální zátěže ve formě vyšetření pomocí ultrazvuku. Vrozené vývojové vady je jakákoliv abnormalita, která postihuje strukturu, popřípadě funkci těla. Dokážeme ji diagnostikovat prenatálně, po porodu nebo až v průběhu života dítěte. Vrozené vady muskuloskeletálního systému jsou druhé nejčastěji vídané vady u dětí. Mezi tyto vady se řadí talipes equinovarus, dysplazie kyčlí a rozštěpy páteře nebo patra. Talipes equinovarus neboli česky noha kososvislá se odlišuje od fyziologického postavení tím, že směřuje dovnitř. Hodnotí se pomocí Piraniho klinického skórovacího systému na zhotovených rentgenových snímcích. Terapie se dělí podle závažnosti na konzervativní a chirurgickou. Dále se terapie konzervativní dělí na Kite a Ponsetiho techniku. Dysplazie kyčlí konkrétně postihuje acetabulum a vede k částečné nebo úplné dislokaci femuru. Jde o nejčastější degenerativní onemocnění kyčle v pediatrické ortopedii. Důležitá je zde včasná diagnostika spojená s lepšími výsledky. Dysplazii lze vyšetřit pomocí rentgenových snímků, výpočetní tomografie i magnetické rezonance. Diagnosticky nejpřesnější je

magnetická rezonance, ultrazvuk a prostý snímek poskytují informací méně. Nejlepší je kombinace všech tří zobrazovacích metod. Nejčastějším důvodem k využití rentgenového záření u dětí jsou úrazy. Většinou se oblast snímkuje ve dvou na sebe kolmých projekcích. Mezi jedny z vybraných druhů fraktur u dětí lze řadit fraktury článků prstů, fraktury ulny a radia i lokte. Dále lopatky a klíční kosti a osteoporotické fraktury obratlů. Syndrom týraného dítěte spočívá v emočním, fyzickém i sexuálním zneužívání a celkovém zanedbávání. Může se vyskytovat v každém věku dítěte. Syndrom týraného dítěte se vyšetřuje pomocí rentgenových snímků, kde lékař indikuje speciální kostní protokol. Podle něj se snímkuje a hledají suspektní traumata skeletu dítěte. Dítě se snímkuje nejpozději do 72 hodin od poranění a následně se může provádět i kontrolní kostní protokol po 14 dnech od protokolu prvního. Klasické metafyzární léze a fraktury žeber jsou nejčastěji vídané známky na muskuloskeletálním systému po týrání dítěte. Klasické metafyzární léze jsou mikrofraktury v metafýze kosti. Tyto fraktury vznikají kroucením a tahem končetiny. Fraktury žeber vznikají velkou silou, protože obvykle se jen dočasně deformují, jelikož mají vysokou poddajnost. Diagnostikují se pomocí rentgenových snímků v posteroanteriorní a šikmých projekcích. Existuje zde riziko vzniku hemothoraxu nebo pneumothoraxu proto se vyšetření doplňuje o snímek celého hrudníku.

Druhý stanovený dílčí cíl spočívá v popisu práce radiologického asistenta. Ten připravuje pacienty před skiagrafičným vyšetřením. Podle zobrazované oblasti asistent stanoví, jakou část oděvu si má dítě odložit. Dále zajistí odložení rentgen kontrastních materiálů z oblasti zájmu. Radiologický asistent následně umístí pacienta do požadované polohy pro snímkování a vymezí clonami velikost zobrazované oblasti se zachycením požadovaných struktur. Pokud je to nutné, přikládá ochrannou zátěru. U některých zobrazovaných struktur pro zvýšení kvality snímku využívá protirozptylovou mřížku. Nastaví si expoziční parametry a před samotným snímkováním zkontroluje pozici dítěte, zda nezměnilo nastavenou polohu. Následně dá povel dítěti a exponuje. Jeho snaha souvisí se zkrácením doby času expozice. U snímkování, u kterého nelze naprosto nastavit dítě do požadované pozice, se asistent snaží se této pozici co nejvíce přiblížit. Po zhotovení všech indikovaných snímků dítě odchází většinou v doprovodu rodiče. Radiologický asistent provede úpravu snímků a jejich označení a odesílá snímky do PACS (Picture Archiving and Communication System). Na závěr

radiologický asistent dezinfikuje rentgenku, stůl a vrací nastavení technických parametrů do původního stavu.

Posledním třetím dílčím cílem je představit specifika pediatrické radiologie v oblasti skiografie. Pediatrická radiologie je speciální podobor radiologie a vyšetřují se v ní děti různého věku. Důležitá je u snímkování otázka radiační zátěže. Jelikož je vyvíjecí se organismus až 10x citlivější na rentgenové záření snažíme se použít co nejmenší dávku., a to díky správnému nastavení expozice, snížení délky vyšetření a minimalizování opakování expozic. Dále se dávka dá snížit díky použití zástěry k ochraně gonád a nastavením technických parametrů odpovídající orgánovému protokolu. I zde ale platí pravidlo ALARA. Pro snížení dávky aplikované jak dítěti, tak pro zamezení dávky pro doprovod dítěte se používají fixační systémy. Dítě v systému Octoskop se dá plně polohovat do požadované pozice snímkování. Díky systému se i dále vyhneme vzniku pohybových artefaktů na snímcích. Při nutnosti přítomnosti doprovodu v průběhu snímkování je nutné udělat zápis do deníku, kdy doprovod stvrzuje svým podpisem souhlas s nelékařským ozářením. Rozdíl mezi radiologií dospělých a pediatrickou radiologií dále spočívá v odlišnosti vyskytujících se onemocnění, rozdíl proporce těla a uložení rizikové tkáně v těle. V pediatrické radiologii je preferováno použití digitálního systému zobrazování.

Tuto přehledovou bakalářskou práci lze využít jako studijní materiál pro studenty Radiologické asistence. Může zlepšit zorientování se v této problematice jak již pracujícím radiologickým asistentům, tak i ostatním zdravotnickým pracovníkům, popřípadě i samotným rodičům.

REFERENČNÍ SEZNAM

- ABZUG, J. M. a M. J. HERMAN. **Management of supracondylar humerus fractures in children: current concepts.** The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons [online]. 2012, 20(2), 69-77 [cit. 2022-04-19]. ISSN 1067151X.
- ALQAHTANI, F. F. a A. C. OFFIAH. **Diagnosis of osteoporotic vertebral fractures in children.** Pediatric radiology [online]. 2019, 49(3), 283-296 [cit. 2022-04-19]. ISSN 14321998.
- ALZEN, Gerhard a Gabriele BENZ-BOHM. 2011. **Radiation Protection in Pediatric Radiology.** Deutsches Aerzteblatt International [online]. 2011, 108(24), 407-414 [cit. 2022-03-16]. ISSN 18660452.
- AWAD ALI, Hanee Ali, Samer Mohamed Nabil SERAG EL-DEEN, Mohamed Safwat IBRAHIM, Yasser Mahmoud ELBANNA, Allan D. LEVI a Ashraf Shaker ZIDAN. 2021. **Surgical Outcome of Three-Dimensional Correction of Adolescent Idiopathic Scoliosis.** Egyptian Journal of Hospital Medicine [online]. 2021, 85(2), 4085-4091 [cit. 2022-01-24]. ISSN 16872002.
- BINA, S., V. PACEY, E. H. BARNES, J. BURNS a K. GRAY. 2020. **Interventions for congenital talipes equinovarus (clubfoot).** The Cochrane database of systematic reviews [online]. 2020, 5, CD008602 [cit. 2022-03-16]. ISSN 1469493X.
- HADI MHE., NUREIN, M. A., Bader MAES, Salih MMA a H. E. BABIKIR. 2019. **Radiological study of anatomical bony arrangement of the clubfoot deformity and its correlation with the Pirani clinical scoring system: A multicenter study.** Sudanese journal of paediatrics [online]. 2019, 19(2), 101-109 [cit. 2022-03-16]. ISSN 02564408.

CHAN, E. F., C. L. FARNSWORTH, S. M. KLISCH, H. S. HOSALKAR a R. L. SAH. 2018. **3-dimensional metrics of proximal femoral shape deformities in Legg-Calvé-Perthes disease and slipped capital femoral epiphysis.** Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society [online]. 2018, 36(5), 1526-1535 [cit. 2022-03-30]. ISSN 1554527X.

KLÍMA, J., KAŠÁK, F., MRÁZEK, J., NĚMEČKOVÁ, J., PAJEREK, J., SMRČA, V., ŠKVOR, J. 2016. **Pediatric pro nelékařské zdravotnické obory.** Grada Publishing, a.s. 2016, s. 72. ISBN 978-80-247-5014-9.

KLOTH, J. K., R. NEUMANN, W. STILLER, I. BURKHOLDER, H. U. KAUCZOR, V. EWERBECK a M. A. WEBER. 2016. **Quality-controlled dose-reduction of pelvic X-ray examinations in infants with hip dysplasia.** European journal of radiology [online]. 2016, 85(1), 233-238 [cit. 2022-03-14]. ISSN 18727727.

KUMARI, Om a Vivek SINGH. 2018. **Prevalence and Pattern of Congenital Musculoskeletal Anomalies: A Single Centre Study.** Journal of Clinical [online]. 2018, 12(1), 16-19 [cit. 2022-01-26]. ISSN 0973709X.

LEE, T. T., K. K. LAI, J. C. CHENG, R. M. CASTELEIN, T. P. LAM a Y. P. ZHENG. 2021. **3 D ultrasound imaging provides reliable angle measurement with validity comparable to X-ray in patients with adolescent idiopathic scoliosis.** Journal of orthopaedic translation [online]. 2021, 29, 51-59 [cit. 2022-01-23]. ISSN 2214031X.

LI, J., B. ZHAO, H. JI a W. DING. 2022. **Application Value of Combined Diagnosis of Ultrasound, MRI, and X-Ray in Developmental Dysplasia of the Hip in Children.** Contrast media [online]. 2022, 1632590 [cit. 2022-03-16]. ISSN 15554317.

Národní radiologické standardy – skiografie, dospělí. Vydává Ministerstvo zdravotnictví ČR ve spolupráci se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost, Radiologickou společností ČLS JEP a Společností radiologických asistentů ČR, 2019, dostupné z: www.mzcr.cz

NOGOLOVÁ, A. a KLOSOVÁ, R. 2016. **Vrozené vývojové vady neurokrania - foramina parietalia permagna.** *Pediatric pro praxi.* 2016, 17(1), 46-47. DOI: 10.36290/ped.2016.009

OSREDCHAR, S. R. a SCHARA K. **Hip joint dislocation in a child with cerebral palsy.** *Slovenska pediatria.* 2019, 202-204. ISSN 1318-4423.

PALOUŠOVÁ, S., CHMELOVÁ D., HRÍBAL, Z., KOČÍ, M., STARK, M. a HOŘÁK, J. 2017. **POZNÁMKY K RADIČNÍ ZÁTĚŽI PŘI ZOBRAZOVACÍ DIAGNOSTICE SYNDROMU TÝRANÉHO DÍTĚTE.** *Czech Radiology / Ceska Radiologie [online].* 2017, 71(3), 192-196 [cit. 2022-03-16]. ISSN 12107883.

POPELOVÁ, E., KYNČL, M., DVOŘÁKOVÁ, M., ROČEK, M. a RUBEŠOVÁ, E. 2020. **Role zobrazovacích metod při podezření na týrané dítě.** *Pediatric pro praxi* 2020, 21(2), 79–84 DOI: 10.36290/ped.2020.015

SAHIN, S., E. AKATA, O. SAHIN, C. TUNCAY a H. ÖZKAN. 2017. **A novel computer-based method for measuring the acetabular angle on hip radiographs.** *Acta orthopaedica et traumatologica turcica [online].* 2017, 51(2), 155-159 [cit. 2022-03-16]. ISSN 25891294.

SEIDL, Z., BURGETOVÁ, A., HOFFMANNOVÁ, E., MAŠEK, M., VANĚČKOVÁ, M. A VITÁK, T. 2012. **Radiologie pro studium i praxi.** Grada Publishing, a.s. 2012, první vydání, 446-463. ISBN 978-80-247-4108-6.

SWI, Onwuzu, U. B. MADUKA, S. BENSON, C. K. OZOR, C. C. OZOFOR a I. S. ONWUZU. **Statistical quantification of hip radiograph assessment using Shenton line femur neck length ratio.** *Radiography,* 2021, 27(3), 982-985 ISSN 15322831.

VOMÁČKA, J., KOZÁK, J. a NEKULA, J. 2015. **Zobrazovací metody pro radiologické asistenty**. Univerzita Palackého v Olomouci, 2015, druhé doplněné vydání, 11-127 ISBN 978-80-244-4508-3.

ZHENG, R., M. YOUNG, D. HILL, et al. 2016. **Improvement on the Accuracy and Reliability of Ultrasound Coronal Curvature Measurement on Adolescent Idiopathic Scoliosis With the Aid of Previous Radiographs**. Spine [online]. 2016, 41(5), 404-11 [cit. 2022-03-16]. ISSN 15281159.

HYPertextové odkazy

https://www.pediatrics.cz/content/uploads/2021/08/solen_ped-202002-0002-2.pdf

<https://www.mzcr.cz/wp->

<content/uploads/wepub/17047/37091/V%C4%9Bstn%C3%ADk%20MZ%20%C4%8CR%203-2019.pdf>

SEZNAM ZKRATEK

A	Anoda
AIS	Adolescentní idiopatická skolióza
ALARA	as low as reasonably achievable
AP	Anterior-posterior (předozaďní)
AVR	Axiální rotace obratlů
CA	Klavikulární úhel
CP	Centrální paprsek
CTEV	Talipes equinovarus
CT	Výpočetní tomografie
DDH	Dysplazie kyčlí
DK	Dolní končetina
DR	Digitální radiografie
DSA	Digitální substrakční angiografie
FPP	Foramina parietalia permagna
IZ	Ionizující záření
K	Katoda
KML	Klasické metafyzární léze
kV	Kilovolt
MOD	Mach of Dimes
MR	Magnetická rezonance
mAs	Miliampér-sekundy
mSv	milisievert
NÚ	Nežádoucí účinky
PA	Posterior-anterior (zadopřední)
PACS	Picture archiving and communication system
PEC	Pes equinovarus congenitus
PET/CT	Pozitronová emisní tomografie a výpočetní tomografie
RTG	Rentgen
SUJB	Státní ústav pro jadernou bezpečnost
Tzv	Takzvaný
UCA	Ultrazvukový křivkový úhel
US	Ultrazvuk
VN	Vysokonapěťové kabely
WHO	Světová zdravotnická organizace
°	Stupeň
α	Alfa
β	Beta