SKIAGRAFICKÉ POSTUPY U TRAUMATICKÝCH ZMĚN SKELETU V DĚTSKÉM VĚKU Z HLEDISKA RADIAČNÍ ZÁTĚŽE**RADIOGRAPHY IMAGING OF TRAUMATIC SKELETAL CHANGES IN CHILD AGE IN LIGHT OF RADIATION LOAD**

Miroslav Směšný, Jana Chmelová

Ústav zobrazovacích metod, Zdravotně sociální fakulta,
Ostravská univerzita Ostrava; Radiodiagnostický ústav FN
Ostrava

Abstrakt

Příspěvek je zaměřen na konvenční radiodiagnostické postupy u traumatických změn skeletu v dětském věku.

Cíl: Cílem je stanovit četnost zastoupení dětské populace mezi pacienty vyšetřovanými pro poranění skeletu na analogovém skiagrafickém pracovišti FN Ostrava, určit četnost zobrazování jednotlivých krajin těla, diskutovat radiační zátěž u těchto dětí a možnosti ovlivnění výše této zátěže při snímkování dětí.

Metody: Retrospektivní studie za měsíce listopad a prosinec roku 2005. Soubor pacientů tvoří skupina pacientů ve věku 0-18 roků, kteří byli vyšetřeni na skiagrafickém přístroji Chiralux 1- chir. 1 radiodiagnostického pracoviště TC FN Ostrava s podezřením na poranění skeletu.

Východiska: Byla stanovena četnost jednotlivých snímkových krajin těla v závislosti na věku a pohlaví dětského pacienta a následně vypočtena efektivní dávka. Pro výpočet efektivní dávky byl použit program EffDose, Version 1.

Závěr: Přes obtížné dohledávání z provozního deníku přístroje a náročné stanovení radiační zátěže i její hodnocení, je možno si z výsledků studie učinit představu o její výši.

Abstract

The contribution is focused on conventional Radiodiagnostic procedures for traumatic lesions of the skeleton in children.

Aim: The aim is to determine the frequency representation of the child population between the patients under investigation for skeletal injuries on analog radiographic workplace of FN Ostrava, determining the frequency of viewing the body region, discuss radiation burden for these children and the possibilities of influencing the amount of load when imaging children.

Methods: Retrospective study for the months of November and December 2005. Group of patients consists of a group of patients aged 0-18 years who were evaluated for radiographic apparatus Chiralux 1 - chir. 1 radio-diagnostic department TC Hospital Ostrava with suspected skeletal injuries.

Background: The authors determined the frequency of snap landscapes of the body depending on age and sex of child patient and then calculated the effective dose. To calculate the effective dose was used EffDose program, 1st Version.

Conclusion: The results of this study is to have a comprehensive idea of the level of the radiation burden of pediatric patients during examination using conventional radiography methods.

Klíčová slova

skiagrafické postupy, traumatické změny skeletu, radiační zátěž, dětská populace, dávka

Key words

Radiography imaging, Traumatic skeletal changes, radiation exposure, Child population, Dose

Úvod

Problematika zobrazovací diagnostiky traumatických změn skeletu v dětském věku je velice specifickou součástí oboru radiologie, která s přibývajícím počtem traumat dětí nabývá na významu.

U vyšetření pomocí modalit využívajících ionizující záření, které se uplatňují v traumatologii skeletu, je na jedné straně snaha o redukci a minimalizaci radiační zátěže dítěte či mladistvého jen na skutečně nejnutnější míru, na straně druhé tíha zodpovědnosti za konkrétní zobrazení změn, které mohou, nejsou-li rozpoznány, mít nejen bezprostřední dopad na zdraví postiženého, ale mohou být zdrojem následných zdravotních potíží v dospělosti.

Cíl práce

Cílem studie je stanovit četnost zastoupení dětské populace mezi pacienty vyšetřovanými pro poranění skeletu, určit četnost zobrazování jednotlivých krajin těla a v neposlední řadě diskutovat radiační zátěž u těchto dětí a možnosti ovlivnění výše této zátěže při konvenčních skiagrafických postupech.

Přes obtížné dohledávání z provozního deníku přístroje a náročné stanovení radiační zátěže i její hodnocení, je možno si z výsledků studie učinit představu o její výši.

Východiska a metodika

Jedná se o retrospektivní studii za měsíce listopad a prosinec roku 2005. V této studii byly z provozního deníku přístroje Chiralux 1 - chir. 1 radiodiagnostického pracoviště TC FN Ostrava vybráni pacienti vyšetřovaní pro podezření na poranění skeletu z Centrálního příjmu a Traumatologického centra FN Ostrava všech věkových skupin. Z těchto pacientů byla vybrána skupina pacientů ve věkovém rozmezí 0-18 let. (viz. tab. 1)

Skupina dětských pacientů byla rozdělena do šesti podskupin podle jednotlivých snímkaných krajin těla: oblasti horní končetiny, oblast dolní končetiny, oblast hlavy a krku, oblast hrudníku, oblast bederní páteře a pánve a více snímkaných oblastí současně. Byla stanovena četnost jednotlivých snímkaných krajin těla v závislosti na věku a pohlaví dětského pacienta (viz. tab. 2) a také radiační zátěž dítěte.

Pro výpočet efektivní dávky jsem použil program EffDose, Version 1 (National Board of Health, National Institute of Radiation Hygiene, Denmark), který na základě expozičních parametrů (kV, mAs, s), typu vyšetření (projekce) a informací o ozařovaném objemu kvantifikuje efektivní dávku a tím i radiační riziko pro pacientem podstoupené radiodiagnostické vyšetření. Pacientův věk nepředstavoval pro výpočet efektivní dávky žádnou roli.

Výsledky**Počet pacientů ve studii**

Z celkového počtu 2289 pacientů vyšetřovaných s podezřením na poranění skeletu na přístroji Chiralux 1 - chir. 1 radiodiagnostického pracoviště TC FN Ostrava, bylo 521 (318 chlapců a 203 dívek) pacientů ve věku od 0 do 18 let věku.

Četnost snímkování jednotlivých krajin těla

Tabulka 1 vyjadřuje četnost jednotlivých snímkaných krajin těla v závislosti na věku a pohlaví dětského pacienta za celkové období.

Tab. 1 Četnost jednotlivých snímkaných krajin těla v závislosti na věku a pohlaví dětského pacienta za celkové období

Věkové skupiny	Jednotlivé snímkané krajiny těla							
	lebky a krční páteře		horní končetiny		dolní končetiny		hrudník	
	chlapci	dívky	chlapci	dívky	chlapci	dívky	chlapci	dívky
0	0	1	1	0	-----	-----	-----	-----
1-3	11	8	6	6	4	5	-----	-----
4-6	11	2	9	8	4	7	-----	-----
7-10	17	8	15	16	15	4	1	1
11-15	24	17	83	60	52	25	2	1
16-18	27	12	23	17	18	22	6	1
Celkem	141		225		156		12	
děvčata	47		86		63		3	
chlapci	76		139		93		9	

RTG lebky a krční páteře: 141 snímkaných pacientů ve věku 0 až 18 let, průměrný počet expozic: 4. pozitivní nález u 4 pacientů (tj. 2,84 %). U jednoho pacienta byly snímky nehodnotitelné.

RTG horní končetiny: 225 snímkaných pacientů ve věku od 0 do 18 let, průměrný počet expozic: 2. fraktura prokázána u 84

(tj. 37,33 %), jiné poranění u 13 pacientů (tj. 5,78 %), traumatické změny nezjištěny u 128 pacientů (tj. 56,89 %).

RTG dolní končetiny: 156 snímkaných pacientů ve věku od 0 do 18 let, průměrný počet expozic: 2. fraktura prokázána u 36 (tj. 23,08 %), jiné poranění u 16 pacientů (tj. 10,27 %), traumatické změny nezjištěny u 104 pacientů (tj. 66,67 %).

RTG oblasti skeletu hrudníku: 12 snímkaných pacientů ve věku 7 do 18 let, průměrný počet expozic: 5. traumatické změny nezjištěny u 100 %.

RTG bederní páteře a pánve: 6 snímkaných pacientů ve věku od 7 do 15 let, průměrný počet expozic: 3. fraktura pánve prokázána u 2 (tj. 33,33 %), traumatické změny nezjištěny u 4 pacientů (tj. 66,67 %).

Více oblastí současně: 14 snímkaných pacientů ve věku 7 až 18 let, průměrný počet expozic: 6. fraktura prokázána u 3 pacientů (tj. 23,08 %), 11 pacientů bez traumatických změn.

Radiační zátěž

Při výpočtu efektivní dávky jsem vycházel z expozičních parametrů (kV, mAs, s) daného typu radiografického vyšetření pro každého jednotlivého pacienta z provozního deníku. Pro výpočet jsem použil program Eff Dose.

Tabulka 2 udává výpočet průměrné efektivní dávky pro vyšetření pěti krajín těla ve standardních projekcích pro daný typ radiografického vyšetření v závislosti na věku (velikosti ozařovaného objemu).

Tab. 2 Průměrná efektivní dávka při radiografickém vyšetření jednotlivých krajin těla skupiny dětských pacientů

Věkové skupiny	Vypočtená průměrná efektivní dávka				
	rtg lebky a krční páteře	rtg horní končetiny	rtg dolní končetiny	Hrudník	bederní páteř a pánev
0	0,01 mSv	0,001 mSv			
1 - 3	0,02 mSv	0,01 mSv	0,01 mSv	0,03 mSv	0,15 mSv
4 - 6	0,03 mSv	0,01 mSv	0,01 mSv		
7 - 10	0,04 mSv	0,02 mSv	0,02 mSv	0,71 mSv	1,1 mSv
11 - 15	0,05 mSv	0,02 mSv	0,02 mSv	0,43 mSv	1,9mSv
16 - 18	0,06 mSv	0,02 mSv	0,02 mSv	0,77 mSv	

Tabulka 3 vyčísluje průměrnou efektivní dávku u těch pacientů dětského věku, kteří měli provedeno radiografické vyšetření více oblastí současně.

Tab. 3 Průměrná efektivní dávku při snímkování více oblastí současně

Více snímkových oblastí současně	
Věkové skupiny	Vypočtená průměrná efektivní dávka
0	0
1 - 3	0,23 mSv
4 - 6	0
7 - 10	0,71 mSv
11 - 15	0,65 mSv
16 - 18	0,81 mSv

Naměřené efektivní dávky při radiodiagnostických vyšetřeních skeletu u dětí se pohybují v rozmezí od 0,01 mSv do několika mSv (nejvyšší efektivní dávka 2,2 mSv byla naměřená u patnáctiletého chlapce při snímkování pánve, hrudní a bederní páteře). Při snímkování pánve a páteře se velikost efektivní dávky pohybovala v hodnotách několika mSv. Nižší

efektivní dávky (desetiny mSv) byly naměřeny u vyšetření hlavy a končetin.

Diskuse

Základní principy radiační ochrany

Platí čtyři principy radiační ochrany, které jsou jejím hlavním cílem: odůvodnění činností vedoucích k ozáření (princip zdůvodnění), princip optimalizace, zajištění bezpečnosti zdrojů záření a nepřekročení limitů.

Podle doporučení ICRP (Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu) a SÚJB (Státní úřad pro jadernou bezpečnost) existují při lékařském ozáření dva základní principy radiační ochrany: zdůvodnění použití zdroje a optimalizace, který zahrnuje zohlednění referenčních hodnot dávky (tj. limitů efektivní dávky). (SÚRO, 2006)

Princip zdůvodnění

Princip zdůvodnění vyžaduje, aby zvolený zobrazovací postup byl dostatečně spolehlivý, měl dostatečnou citlivost, specificitu, přesnost s ohledem na konkrétní klinický obraz. Žádné diagnostické ozáření pacienta není ospravedlnitelné bez klinické indikace a každé vyšetření musí mít pro pacienta zřejmý užitek. Zdůvodnění také vyžaduje, aby osoba vyškolená a zkušená v radiologických technikách a radiační ochraně měla celkovou klinickou zodpovědnost za vyšetření.

Princip optimalizace

Podle principu optimalizace by měla být výše individuálních dávek udržována tak nízká, jak je rozumně dosažitelné, při uvážení ekonomických a sociálních hledisek. To znamená, že

přínos vyšetření by měl převážet nad náklady (včetně rizika ozáření), které vyšetření přináší.

Je-li jednou rentgenové vyšetření klinicky zdůvodněné, musí být provedeno za optimalizace následné zobrazovací metody. Pokud není zajištěna optimalizace celého zobrazovacího procesu, nelze prohlásit, že ozáření pacientů je tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout. Optimální využití ionizujícího záření zahrnuje několik důležitých vzájemně se ovlivňujících aspektů zobrazení, mezi něž patří i radiační dávka.

Pokud se jedná o diagnostická vyšetření, ICRP nedoporučuje žádné dávkové limity, ale klade důraz na použití dávkových referenčních hodnot jako návod pro optimalizaci při lékařských expozicích. (EUR 16260 EN)

V souvislosti s optimalizací radiační ochrany pacienta se zavádí referenční (směrné) hodnoty ozáření, ale směrné hodnoty pro konvenční rentgenová vyšetření v pediatrii chybí. Pro konvenční radiologické postupy se jako vodítko doporučuje používat směrných úrovní uvedených v evropských směrnících EUR 16261 EN. (European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images in Paediatrics, July 1996)

Pokud však dojde k výraznému překročení referenční hodnoty dávek, musí se provést šetření, zda je taková úroveň oprávněná, a pokud není, je nutné ji snížit.

Referenční hodnoty dávek neznamenaají optimální úroveň, a tudíž snížení dávek pod referenční hodnotu je vždy vítáno (princip ALARA). Je však třeba věnovat pozornost potenciální možnosti ztráty klinické informace, která může s každým snížením dávky nastat. Zohlednění použití omezení dávky při některých běžných diagnostických vyšetřeních je v souladu s odstavcem 180 ICRP Publication 60.

I když je riziko postupů pomocí ionizujícího záření malé, nesmí být podceňováno. Indikace k těmto vyšetřením dětí musí být uvážlivé, výkony musí být prováděny s využitím všech dostupných ochranných opatření, diagnostický přínos musí převyšovat radiační riziko. Na druhé straně, radiačnímu riziku nelze dávat prioritu - vylučování potřebných vyšetření zdůvodněné jen tímto hypotetickým ohrožením by mohlo pro dítě znamenat vážnou bezprostřední zdravotní újmu. (Wexler, Poole, 1977, s. 76)

Vlastní výpočet efektivní dávky

Hodnota vypočtené efektivní dávky, kterou dětský pacient obdržel při různých radiodiagnostických vyšetřeních, je závislá na ozařovaném objemu, zvolených technických parametrech (kV/mAs/s), velikosti pole, stejně jako na typu radiografického vyšetření. Pacientův věk nepředstavoval pro výpočet efektivní dávky v programu Eff Dose- Version 1, který je doporučován pro výpočet zátěže u pediatrických radiodiagnostických vyšetření, žádnou roli. (Hart et al., 1994) Hart a kol. vypočítali v roce 1994 pro odhad efektivní dávky u pediatrických rtg-vyšetření několik aplikací, za účelem zjednodušení převodních tabulek koeficientů pro výpočet, které využívá právě tento program.

Pro výpočet efektivní dávky jsem vycházel z parametrů uvedených v provozních denících: expoziční parametry (kV/mAs/s), formáty kazet a počet expozic. V několika případech byly v provozních denících uvedeny zcela chybné parametry pro daný typ vyšetření nebo chyběly úplně. V těchto případech jsem vycházel z obvyklých parametrů vyšetření u pacientů stejného věku. Jiné údaje jako výška, váha pacienta

a jiné informace o snímkovaném objemu v době, kdy bylo vyšetření provedeno, není možné dohledat.

Přínos efektivní dávky zahrnuje snadnost porovnání dávek spojených s jinými typy radiodiagnostických vyšetření, stejně jako možnost srovnání pacientovy dávky s přírodním pozadím a se stanovenými dávkovými limity. (Lampinen, 2000, s. 20)

Údajů a informací o efektivních dávkách při radiologických vyšetřeních u dětí je naprosto minimální množství, uváděné hodnoty se často liší a tyto dokumenty je velmi obtížné dohledat. Proto je možnost srovnání hodnot naměřených efektivních dávek velmi komplikovaná. Přesto si z výsledků studie můžeme učinit představu o jejich výši.

Radiační riziko stochastických účinků

Podle Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu (ICRP) je celoživotní riziko výskytu fatálního nádoru v populaci všech věkových kategorií, vyplývající z efektivní dávky 1 mSv 5% Sv-1. U dětí ve věku do patnácti let je toto riziko dvakrát až třikrát vyšší než udává tato hodnota. Radiační riziko genetických účinků pro dospělé je 1,3 % Sv-1, u dětí je několikanásobně vyšší. (Mikušová, 2002, s. 3-4)

Hodnota celoživotního rizika vzniku zhoubného nádoru s následnou smrtí je 14,5 % Sv-1 při ozáření ve věku do devíti let a 8,5 % Sv-1 při ozáření ve věku od devíti do devatenácti let. Riziko genetických účinků u potomstva ozářených dětí je 2,5 % Sv-1 bez ohledu na věk. (Hušák et al., 1998)

Závěr

Nejčastěji jsou vyšetřovány děti ve věku 15 let (18,04 % vyšetření u dětí) a ze všech radiodiagnostických vyšetření

u dětí byla nejčastější vyšetřovanou oblastí horní končetina (43,19 %).

Naměřené efektivní dávky při radiodiagnostických vyšetřeních skeletu u dětí se pohybují v rozmezí od 0,001 mSv do 2,2 mSv (nejvyšší efektivní dávka 2,2 mSv byla naměřená u patnáctiletého chlapce, při snímkování pánve, hrudní a bederní páteře).

Z uvedených výsledků studie je zřejmé, že za sledované období dětští pacienti tvoří téměř 25 % všech snímkaných pacientů s podezřením na poranění skeletu, a proto je třeba se zvýšenou pozorností dodržovat základní principy radiační ochrany a mít neustále na vědomí vysokou míru zodpovědnosti za aplikaci ionizujícího záření.

Seznam bibliografických odkazů

EUR 16260 EN: Kritéria kvality pro radiodiagnostická zobrazení. Přeloženo z anglického originálu EUR 16260 - European Guidelines on Duality Criteria for Diagnostic Radiographic Images, Luxembourg 1996. Praha: V. M. K., spol. s r. o., nakladatelství X-Egem, 1998.

EUR 16261 EN: Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images in Paediatrics 1996. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities, 1996.

HART, D., JONES, D. G., WALL, B. F. 1994. Normalised organ doses for medical x-ray examinations calculated using monte carlo techniques. NRPB-SR262. 1994. Chilton, UK: National Radiological Protection Board.

HUŠÁK, V., PETROVÁ, K., HEŘMAN, M. 1998. Radiační zátěž a radiační riziko spojené s radiodiagnostickými a nukleárně medicínskými postupy v pediatrii. *Česká radiologie*. 1998, roč. 52, č. 4, s. 83-88. ISSN 1210-7883.

ICRP Publication 60, 1990. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Annals of the ICRP*. Oxford: Pergamon Press. 1990, vol. 21, no. 1-3.

LAMPINEN, J. 2000. *Calculating Patient Specific Doses in X-Ray Diagnostics and from Radiopharmaceuticals*. Academic Dissertation, March 2000. University of Helsinki, Department of Physics, Faculty of Science. Helsingin yliopiston verkkojulkaisut, Helsinki 2000. 20 p. ISBN 951-45-9152-6.

Dostupný z www:

<http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/fysii/vk/lampinen/index.html>

MIKUŠOVÁ, M. 2002. Technická opatření vedoucí ke snížení dávek. *RENTGEN bulletin* [online]. Poslední revize 2002 [cit. 2002-06-28]. Dostupný z www:

<http://www.suro.cz/cz/publikace/lekarskeozareni/rentgen6-2002.pdf>

Státní úřad radiační ochrany (SÚRO) 2006 [databáze online]. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost ČR. 2006. Databáze elektronických subjektů v České republice. Dostupné z www:

<http://www.suro.cz/cz/odkazy/alara>

WEXLER, H., POOLE, C. 1977. *Pediatric radiology. Case studies*. b.m.: MEDICAL EXAMINATION PUBLISHING CO., 1977. 186 p. ISBN 0-87488-064-5.

Kontakt na hlavního autora:

Bc. Miroslav Směšný

Ústav zobrazovacích metod

Fakulta zdravotnických studií, Ostravská univerzita v Ostravě

Syllabova 19

CZ-703 00 OSTRAVA – ZÁBŘEH

miroslav.smesny@osu.cz