

# Jsou pro nás rentgenová vyšetření nebezpečná?

O. Ševela

Gymnázium, Brno, Vídeňská 47  
ondrej@sevela.com

K. Melichárková

Gymnázium, Brno, Vídeňská 47  
k.itty@centrum.cz

D. Nešpor

Gymnázium, Brno, Vídeňská 47  
nespord@seznam.cz

M. Klicpera

Gymnázium Čelákovice

## Abstrakt

Cílem naší práce bylo zjistit zasažení tkání pacienta ionizujícím zářením při rentgenovém vyšetření plic. Měření jsme prováděli na běžném rentgenovém přístroji MP-15, kterým jsme ozařovali antropomorfní fantom s termoluminiscenčními dozimetry (TLD) LiF:Mg,Cu,P. Měřili jsme dávky v jednotlivých orgánech v rentgenovém svazku. Z orgánových dávek jsme stanovili odpovídající efektivní dávku pro ozáření celého těla.

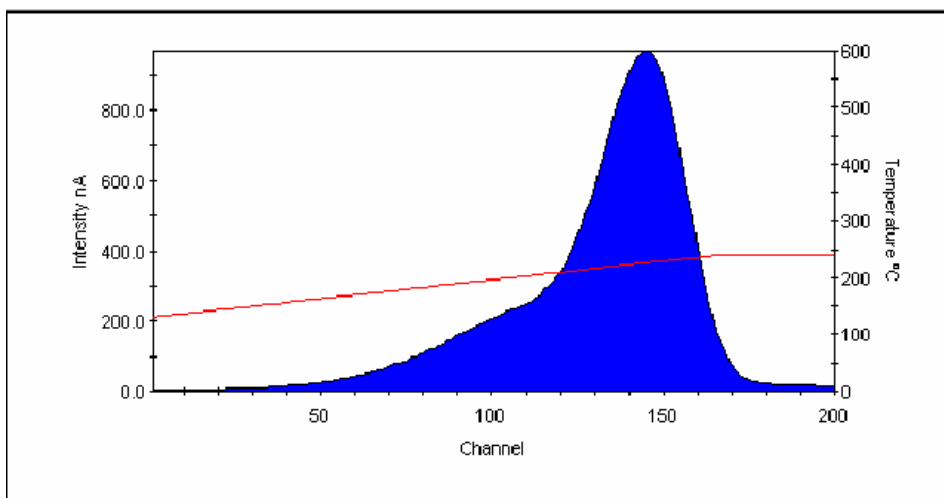
## 1 Úvod

Při běžném rentgenovém vyšetření dochází k zasažení tkání lidského těla dávkou energie pocházející z ionizujícího záření. Toto záření prochází tělem pacienta a je zeslabováno jednotlivými druhy tkání. Proto má záření na výstupu z pacienta různou intenzitu a při zaznamenání na receptor obrazu dojde ke vzniku obrazu vnitřních struktur. Při vyšetření tedy dochází k zasažení všech tkání, které se dostanou do kontaktu s ionizujícím zářením. To může vyvolat degeneraci, bujení rakovinných buněk a jiná závažná onemocnění. Je tedy nutné dávky co nejméně snížit, aniž by došlo ke snížení kvality obrazu.

## 2 Termoluminiscenční dozimetrie

Termoluminiscenční dozimetrie – využívá schopnosti některých látek emitovat světlo po ozáření a následném zahřátí, tento jev se nazývá termoluminiscence. Dozimetry se vyhodnocují v TLD readeru, který měří intenzitu světla emitovaného z ozářených TLD. Závislost intenzity emitovaného světla na teplotě TLD se nazývá vyhřívací křivka (obr. 1), jejíž celková plocha je úměrná dávce, kterou byl TLD ozářen.

Obr. 1) Vyhřívací křivka



## 3 Průběh experimentu

Experiment jsme začali vložením dozimetrů do antropomorfního fantomu (obr. 2), což je model lidského těla, který má z hlediska zeslabení záření stejné vlastnosti jako lidské tělo. Obsahuje měkkou tkáň, plíce a kosti. Skládá se ze 36 řezů s otvory pro dozimetry.

Použili jsme TLD LiF:Mg,Cu,P., peletky s výškou: 0,9 mm, průměrem: 4,5 mm. Dozimetry jsou tkáňově ekvivalentní, a tedy jejich odezva na ozáření je shodná s lidskou tkání. Umístili jsme 47 těchto dozimetrů do oblasti fantomu, která byla ozářena rentgenovým polem (obr. 3). Dozimetry byly v místech těchto radiosenzitivních orgánů: plíce, játra, žaludek, ledviny, jícen, slezina, tlusté střevo, slinivka a také kosti, měkkých tkání a kůže. Pro kontrolu výstupní dávky a tím zajištění dostatečného ozáření všech dozimetrů byla na fantomu umístěna ionizační komora (obr. 2).

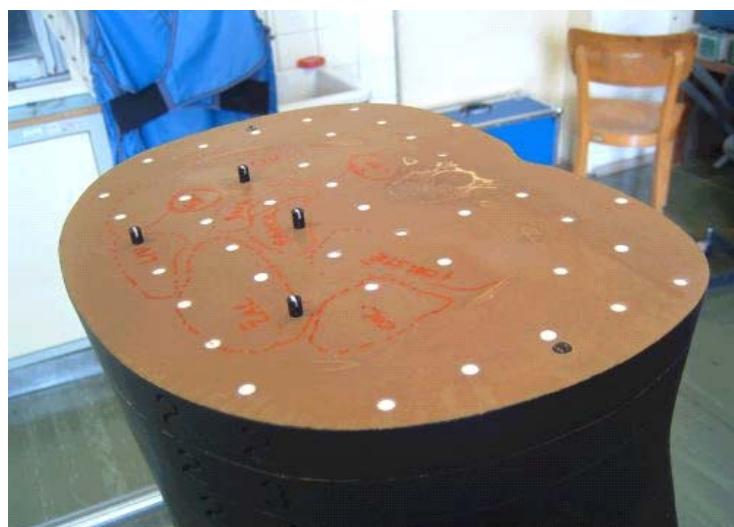
Po přípravě fantomu jsme pozorovanou oblast ozářili. Použili jsme expoziční nastavení často užívané v klinické praxi: 63 kV, 40 mAs, vzdálenost ohnisko-kůže: 150 cm, velikost pole: 35x45 cm v zadopřední projekci. Pro vyhodnocení dozimetrů jsme používali manuální reader Harshaw 4500. Ten využíval ohřevu vzorků pomocí odporové planžety. Průběh vyhřívání dozimetru byl 8 s předohřev při 130°C a dále teplota rostla od 130 do 240 °C rychlostí 10°C/s. Celkový čas vyhřívání byl 13 s.

Pro ověření závislosti dávky na odezvě dozimetru jsme provedli kalibraci. Ozářili jsme tři dvojice TLD zároveň s ionizační komorou třemi rozdílnými hodnotami dávky. To nám umožnilo sestavit kalibrační křivku (obr. 4). Ze znalosti kalibrační rovnice jsme pak získali hodnotu dávky v jednotlivých orgánech.

Obr. 2) antropomorfní fantom



Obr. 3) umístění TLD ve fantomu



## 4 Výsledky

Po zpracování odezev dozimetrů pomocí údajů získaných z kalibrační křivky (obr. 4) jsme dopočítali hodnoty orgánových dávek (tab. 1). Pomocí tkáňových váhových faktorů  $w_T$  (tab. 1) jsme z orgánových dávek  $D_T$  získali hodnotu efektivní dávky  $E$ , která vyjadřuje ekvivalentní ozáření celého těla. Námí vypočtená hodnota byla  $42 \mu\text{Sv}$ . Efektivní dávku vypočítáme jako:

$$E = \sum D_T \cdot w_T$$

Tab.1) Orgánové dávky vyšetření

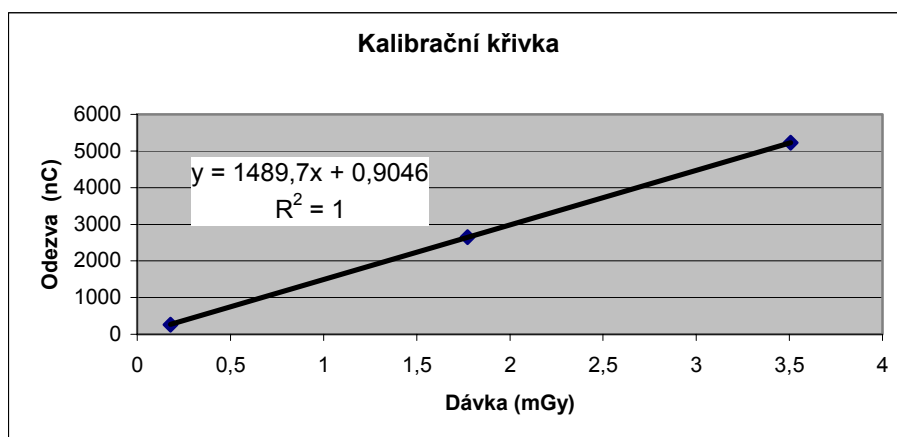
Orgán	Orgánová dávka ( $\mu\text{Gy}$ )	Váhové faktory
Ledviny	56,4	0,05
Játra	88,1	0,05
Plíce	150,9	0,12
Žaludek	10,2	0,12
Měkká tkáň	4,6	0,05
Kosti	22,8	0,01
Slinivka	16,4	0,05
Jícen	155,6	0,05
Tlusté střevo	5,6	0,12
Slezina	53,2	0,05
Kůže	51,0	0,01
Kostní dřeň	22,8	0,12

Tab.2) Hodnoty  $E$  pro jiné typy

Vyšetřovací metoda	Efektivní dávka (mSv)	Čas*
Zuby	0,02	3 dny
Břicho	1,0	6 měsíců
CT hlavy	2,3	1 rok
Vyšetření žaludku	3,0	16 měsíců
CT hrudníku	8,0	3,6 roku
CT břicha	10,0	4,5 roku

\*doba, za kterou by člověk obdržel ekvivalentní dávku ozáření z přírodních zdrojů

**Obr.4) Kalibrační křivka 1**



## 5 Shrnutí

Zjistili jsme, že rentgenové vyšetření plic pro nás nepředstavují téměř žádné nebezpečí, protože efektivní dávka z jednoho vyšetření je v našem měření 42  $\mu\text{Sv}$ , což je zhruba stejné jako efektivní dávka z ozáření v přírodním prostředí za jeden týden. U jiných vyšetření s využitím rentgenu, zejména CT, může dojít k většímu ozáření (tab. 2), ale přesto jsou to dávky, které nepředstavují pro pacienty významné riziko.

## Poděkování

Děkujeme Státnímu ústavu radiační ochrany za poskytnutí prostor a vybavení a supervizorovi Leoši Novákovi za asistenci a podporu při řešení monoprojektu.

## Reference:

- [1] P. Fleckenstein, *Anatomy in diagnostic imaging*, Blackwell publishing 2001
- [2] Rentgen bulletin, Státní ústav radiační ochrany, září 2001
- [3] *Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně.*