

# Jsou pro nás rentgenová vyšetření nebezpečná?

J. Fojtíková  
Gymnázium MB, Palackého 191/1  
[jaruska.foj@seznam.cz](mailto:jaruska.foj@seznam.cz)

J. Farták  
Gymnázium Sušice  
[farrin@centrum.cz](mailto:farrin@centrum.cz)

V. Růžička  
Katolické gymnázium Třebíč, Otmarova 22  
[viktor.ruzicka@seznam.cz](mailto:viktor.ruzicka@seznam.cz)

## Abstrakt:

Náš miniprojekt měl za cíl zjistit, zda jsou rentgenová vyšetření plic nebezpečná, tím že se zvýší riziko vzniku maligních karcinomů (zhoubné nádorové bujení). Stanovovali jsme orgánové dávky a efektivní dávku. K měření dávek byly použity TL dozimetrie, antropomorfní fantom a rentgenový přístroj, který se běžně používá v českých nemocnicích. Výsledné hodnoty byly porovnány s výpočtním programem. Zjistili jsme, že pokud jsou rentgenová vyšetření odůvodněná a správně provedená, tak přínos pro pacienta je podstatně větší než újma z ozáření.

## 1 Úvod

Díky rentgenovým vyšetřením můžeme zjistit diagnózu pacienta, ale zároveň tak pacientovi ublížit, jelikož rentgenové záření může narušit strukturu buněk a tím poškodit celé tkáně. Z tohoto důvodu se musíme snažit najít takový přijatelný způsob, aby pacient byl co nejméně ozářen, ale zároveň, abychom získali co nejkvalitnější snímek.

## 2 Použité přístroje

- Antropomorfní fantom – figurína lidského těla, která se skládá z lidské kostry a hmoty, která simuluje lidskou tkáň – plíce a ostatní měkké tkáně. Fantom je rozřezán na 36 řezů (tloušťka řezu: 2,5cm). V každém řezu jsou vyvrtány otvory pro umístění dozimetrů. Otvory jsou ve vzájemné vzdálenosti 3cm.
- TL dozimetrie – chemické složení - LiF:Mg,Cu,P; jsou to sintrované peletky o poloměru 4,5 mm a výšce 0,9 mm. Tyto peletky jsme vkládali do fantomu a ozařovali. Ozařování probíhalo několikrát, protože pokud bychom peletky ozářili

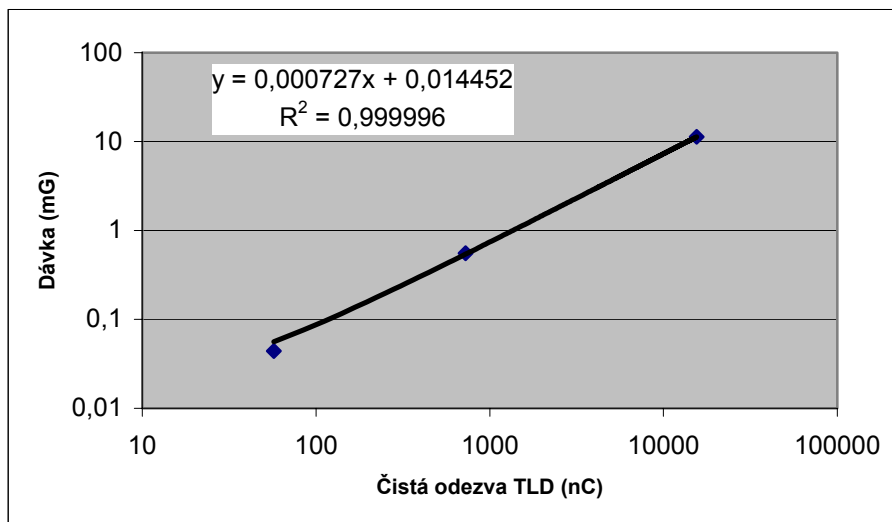
jednou expozicí jako v nemocnicích, signál z detektorů by byl příliš malý - TL readerem nečitelný.

- Rentgen – Chirana MP 15. Tímto rentgenem jsem ozařovali fantom. Expoziční parametry: napětí na rentgence 63kV, elektrické množství (součin expozičního času a proudu rentgenky) 1176 mAs. V klinické praxi se vyšetření provádí při 40 mAs. Na tuto hodnotu elektrického množství byly pak změřené dávky přepočítány.
- Manuální TLD reader (Harshaw 4500) a PC s ovládacím softwarem WinRems.

### 3 Postup

- Byly ozářeny řezy fantomu od 10 do 21, což odpovídá hrudní části fantomu. Velikost ozářeného pole byla 35x45 cm a vzdálenost od rentgenu 160 cm. Následně po ozáření byly vyjmuty dozimetry z otvorů fantomu a změřeny v TLD readeru. V TLD readeru dochází k zahřátí TLD a k současnému zachycení slabého světla vyzařovaného z TLD. Světelný signál je prostřednictvím fotonásobiče přeměňován na elektrický proud. Elektrický proud z fotonásobiče je po celou dobu vyhřívání integrován. Zároveň se zaznamenává vyhřívací křivka (závislost intenzity emitovaného světla na teplotě TLD) a celkový signál (celkový náboj). Tento celkový náboj je úměrný dávce, kterou byly TLD ozářeny. V TLD readeru jsme si také změřili velikosti signálu neozářených dozimetrů, který je způsoben přírodním ozářením (např.: kosmické záření, záření z radioaktivních prvků v půdě, vlastní signál detektoru atd.). Tento signál označujeme jako pozadí, které jsme odečetli od signálů TLD ozářených ve fantomu. Díky kalibraci známe závislost velikosti dávky na velikosti signálu, takže si pomocí kalibrační křivky můžeme zjistit dávky, kterými byly ozářeny jednotlivé TLD ve fantomu. Kalibrační křivka je na obrázku 1.

**Obrázek 1: Kalibrační křivka pro daný rozsah dávek ve fantomu**

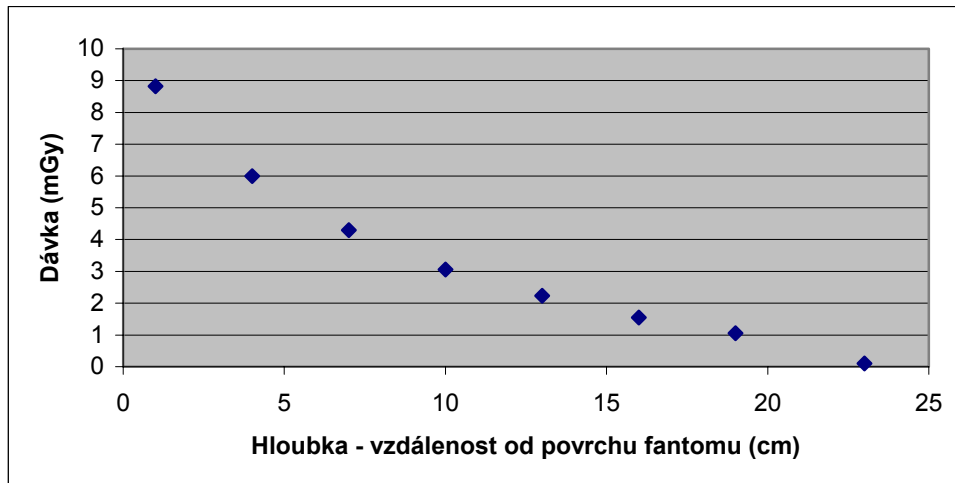


- Jednotlivé hodnoty dávek z TLD jsme si přiřadili k příslušným orgánům a spočítali průměrnou absorbovanou dávku v daných orgánech. Každý orgán je jinak citlivý na záření, a proto jsme hodnoty dávek vynásobili tkáňovým váhovým faktorem (vyjadřuje různou radiosenzitivitu daných orgánů). Takto vážené orgánové dávky jsme sečetli a získali hodnotu efektivní dávky, která převádí lokální ozáření těla na

celotělové ozáření, které by způsobilo stejné poškození (stejný počet záření způsobených rakovin).

- Při měření jsme také díky hloubkovému řezu zjistili, jaká je závislost dávky záření na hloubce v těle. Je zřejmé, že záření se v závislosti na hloubce zeslabuje exponenciálně (obrázek 2).

**Obrázek 2: Závislost dávky na hloubce ve fantomu**



## 4 Výsledky

V tabulce 1 jsou zaznamenány hodnoty jednotlivých dávek ozářených orgánů v mGy a dávek, které spočítal počítačový program PCXMC na základě simulace průchodu záření matematickým fantomem lidského těla. Při porovnání těchto hodnot jsou viditelné rozdíly, což je způsobeno tím, že v matematickém fantomu jsou nákresy orgánů velmi zjednodušené a úplně neodpovídají proporcím fantomu, se kterým jsme měření prováděli.

Tabulka 1: Souhrn výsledků

Orgán	Dávka (mGy)		váhový faktor
	TLD	PCXMC	
plíce	0,103	0,093	0,12
štítná žláza	0,005	0,005	0,05
kosti	0,016	0,072	0,01
játra	0,026	0,045	0,05
kůže	0,057	0,034	0,01
jícen	0,055	0,024	0,05
střevo	0,004	0,000	0,12
žaludek	0,020	0,019	0,12
kostní dřeň	0,016	0,030	0,12
ostatní	0,044	0,022	0,05
Efektivní dávka (mSv)	<b>0,024</b>	<b>0,023</b>	
Přírodní ozáření	<b>3 dny</b>		
Pravděpodobnost vzniku rakoviny	<b>1,2*10<sup>-6</sup></b>		

Ve třetím sloupci jsou váhové faktory pro jednotlivé orgány, kterými jsme násobili hodnoty dávek naměřených pomocí TLD a vypočítaných programem. Součet těchto hodnot nám dává

hodnotu efektivní dávky . Pokud tyto hodnoty porovnáme, zjistíme, že se naše celkové měření od počítačové simulace výrazně neliší.

Pomocí efektivní dávky jsme zjistili, že hodnota ozáření při rentgenovém vyšetření odpovídá třem dnům ozáření z přírodního pozadí a že pravděpodobnost vzniku rakoviny z ozáření je velmi nízká.

## **5 Shrnutí**

**Naším měřením jsme zjistili, že dávka záření, kterou pacient obdrží při běžném rentgenovém vyšetření plic je obdobná jako dávka záření, jakou přijme člověk během tří dnů.**

**Z našich měření tedy vyplývá, že rentgenová vyšetření pro člověka nepředstavují velké nebezpečí vzniku rakoviny. Pokud jsou rentgenová vyšetření odůvodněná a správně provedená, tak přínos pro pacienta je podstatně větší než újma z ozáření.**

## **Poděkování**

Především by jsme chtěli poděkovat našemu supervizorovi Leošovi Novákovi hlavně za jeho trpělivost.

## **Reference:**

- 1 ICRP: *ICRP Publication 60*, Pergamon Press, 1991
- 2 SÚRO: *Rentgen Bulletin*, SÚRO, 2001
- 3 FLECKENSTEIN P.: *Anatomy in diagnostic imaging*, Blackwell publishing, 2001
- 4 TAPIOVAARA M.: *A PC-based Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations*, STUK, 1997