

# Virtuální onkologická ozařovna

P. Mrázková<sup>1</sup>, Š. Nováková<sup>2</sup>, M. Kluger<sup>3</sup>, L. Laube<sup>4</sup>

<sup>1</sup> G Omská, Praha; petramrazkova25169@gmail.com

<sup>2</sup> Lepařovo gymnázium, Jičín; sarka.nov06@seznam.cz

<sup>3</sup> G Tišnov; mrtnklgr@seznam.cz

<sup>4</sup> SPŠ a VOŠ, Jičín; luk4s.laube@seznam.cz

Garant: Ing. Tereza Hanušová, Ph.D. (KDAIZ FJFI ČVUT)

## Abstrakt:

Ionizující záření, nepřítel nebo spasitel? Čím se v roce 2024 zabývá nejpokročilejší metoda léčby rakoviny? To jsou otázky, na které vám tento článek odpoví. V rámci našeho projektu se podíváte, jaké metody a postupy se využívají pro terapii ozařováním. Také zjistíte, jak vypočítat dávku pro pacienta podstupující tento druh léčby.

## 1 Úvod

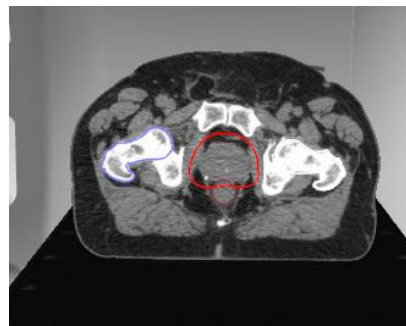
Ionizující záření (IZ) je druh vysokoenergetického záření, které při interakci s látkou jí dodá energii. V důsledku toho dojde k uvolnění elektronu z obalu. Díky vlastnostem tohoto záření může dojít k poškození struktury DNA buněk a případnému zániku. Tohoto jevu lze využít v medicíně v oblastech radiodiagnostiky, radioterapie a nukleární medicíny.

V našem projektu jsme se věnovali zejména radioterapii, což je jedna z hlavních metod v léčbě onkologických onemocnění. Při ní se snažíme kompletně zničit buňky nádoru či zredukovat jejich počet se snahou co nejméně poškodit okolní zdravou tkáň, jejíž reparační mechanismy jsou efektivnější než u karcinogenních buněk. Právě tyto vlastnosti vedou k vyléčení pacienta nebo zlepšení kvality jeho života.

Před zákrokem využíváme zobrazovací techniky jako například výpočetní tomografii (CT) k vymezení postižené oblasti.

Princip CT:

- I. Z rentgenky se uvolňuje fotonový svazek, který je více zeslabován na tvrdých tkáních a méně na měkkých.
- II. Z druhé strany je umístěn detektor, kde na základě zbytku záření vzniká kontrast zobrazovaných oblastí.



- III. Na vzniklém snímku vymezujeme oblast nádoru s určitou odchylkou i do zdravé tkáně, abychom postihli i jeho mikroskopické výrůstky.

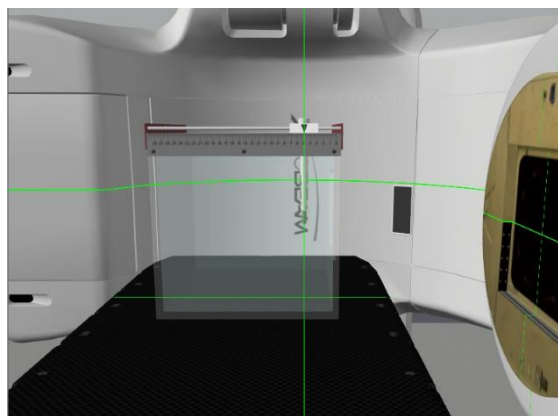
Zdrojem IZ v radioterapii je lineární urychlovač, který funguje na následujícím principu:

- I. Elektronové dělo: Při termoemisi se uvolňují elektrony z katody, které jsou přitahovány k anodě, kde se jejich kinetická energie přemění na IZ.
- II. Toto IZ v našem případě na bázi fotonů prostupuje do tkáně, kde je žádoucí, aby docházelo k interakcím fotonů a sekundárních elektronů.
- III. V rámci těchto interakcí dochází k zániku nádoru a za minimálního poškození okolních zdravých buněk.

## 2 Zpracování dat

### Kalibrace

Úlohou radiologického fyzika je nejprve celé zařízení správně zkalibrovat. V této fázi jsme hledali geometrické chyby pomocí fantomu (nádob s vodou simulující lidské tkáně) a měrné destičky. Dle fantomu lze nalézt odchylky zaměřovacích laserů, v našem případě byla u levého horizontálního laseru chyba 1,5mm. Podle měrné destičky jsme zjistili, že kolimátor byl vychýlený o 1°. V rozměrech ozařované oblasti byla nalezena odchylka 2 mm v poloze clony na ose X. Chyba byla nalezena také pomocí světelného pravítka, ve vertikální poloze stolu.



### Výpočet dávky

Dávku jsme vypočítali dle následující rovnice:

$$D = M \cdot N_{D,w} \cdot p_T \cdot p_P \cdot p_{user}$$

Náboj ionizační komory (M) jsme naměřili 9,8862 nC. Kalibrační faktor komory v dávce ve vodě ( $N_{D,w}$ ) závisí na jejím typu, pro komoru Exradin A12 Farmer při napětí na komoře -250V byl  $1,003e+8$  Gy/C.

Pro přepočet teploty a tlaku v místnosti jsme využili následující vzorec:

$$p_T \cdot p_P = \frac{(273,15 + T)}{(273,15 + T_0)} \cdot \frac{p_0}{p}$$

Hodnoty daných veličin (T, p) srovnáváme s referenčními hodnotami ( $T_0$ ,  $p_0$ ):

- $T_0=20$  °C,                       $T=24,71$  °C
- $p_0=1013$  hPa,                       $p=1015,76$  hPa

Opravný faktor na kvalitu svazku ( $p_{user}$ ) závisí na  $TPR_{20,10}$  (tissue phantom ratio) a typu komory.

$$TPR_{20,10} = \frac{D(20)}{D(10)}$$

TPR<sub>20,10</sub> určuje poměr naměřené dávky ve vodním fantomu v hloubce 20 a 10 cm:

- $D(20) = 0,764$  Gy
- $D(10) = 1,017$  Gy
- $TPR_{20,10} = 0,751$ , což odpovídá  $p_{user} = 0,9835$

Dané hodnoty by měly odpovídat při napětí svazku 15MV dávce 1 Gy s maximální chybou 2 %. I s geometrickými a dozimetrickými chybami jsme naměřili v ionizační komoře hodnotu 0,98845 Gy (chyba 1,16 %).

### 3 Shrnutí

Díky projektu jsme se plně seznámili s náplní práce radiologického fyzika, vypočítali přesnou dávku určenou k léčbě karcinomu a poznali jsme způsoby léčby na různé druhy rakoviny.

### Poděkování

Poděkování za konzultaci, provedení projektem a ochotu patří zejména naší garantce Ing. Tereze Hanušové, Ph.D a Ing. Pavlu Dvořákovi, Ph.D., dále také všem organizátorům a sponzorům Týdne vědy na Jaderce.

### Reference

- [1] IAEA Technical Report Series No398: Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy. An International Code of Practise for Dosimetry Based on Standards of Absorbed Dose to Water., IAEA Vienna 2000.
- [2] DVOŘÁK, Pavel. Tomoterapie a její místo v moderní radioterapii [Přednáška].