

Virtuální simulátor lineárního urychlovače v medicíně

A. Dostalíková, Gymnázium Jakuba Škody, Přerov,
amalie.dostalikova@gmail.com

Z. Fialková, Canadian International School, Jesenice,
zfialkova@centrum.cz

V. Havlíček, Gymnázium Velké Meziříčí
vita.havlicek1@seznam.cz

D. Příbyl, Gymnázium Milady Horákové, Praha,
daniel.pribyl@email.cz

T. Vitoušová, Gymnázium Českolipská, Praha,
t.vitousova@email.cz

Abstrakt:

V rámci našeho miniprojektu jsme si vyzkoušeli práci s virtuálním medicínským urychlovačem, který se využívá pro nácvik ozařování zhoubných nádorů. Provedli jsme tři druhy kontrolních měření – výpočet dávky z měřeného náboje, hloubkové a horizontální. Pro zjištění hodnot jsme pracovali s programem VERT (Virtual Environment for Radiotherapy Training). Z výsledků vyplynulo, že urychlovač je správně nastaven a může být použit k ozaření pacienta.

1 Úvod

V průměru onemocní rakovinou každý třetí obyvatel České republiky a každý čtvrtý na ni zemře. V současné době se léčba nádorových onemocnění stále zlepšuje, neboť jsou vyvíjeny nové technologie a postupy. Jednou z metod používaných pro léčbu je radioterapie, která je založena na využívání ionizujícího záření. S pomocí lineárních urychlovačů dochází k urychlování elektronů a následnému vzniku fotonů, které jsou využívány k ozařování pacienta. Velmi důležitá je jejich pravidelná kontrola a vhodné nastavení. Cílem našeho miniprojektu byla revize správného fungování virtuálního urychlovače.

2 Metody a výsledky

Velmi důležité pro správné měření parametrů urychlovače je dodržení referenčních podmínek:

- vzdálenost středu ozařovaného objektu od zdroje fotonového záření musí být 100 cm
- pro energii elektronů 6 MV je potřebná vzdálenost izocentra od povrchu 5 cm, v případě 15 MV je nutná vzdálenost 10 cm
- velikost ozařovaného pole je 10 x 10 cm

2.1 Výpočet dávky

Cílem našeho prvního měření bylo ověřit, zda námi naměřená základní reálná hodnota odpovídá teoretické hodnotě 1 Gray (Gy). Pokud je odchylka výsledků menší než 2 %, je přístroj bezpečný k použití na pacientech a odpovídá správnému nastavení.

Použili jsme vodní fantom se dvěma ionizačními komorami. Gantry (rameno urychlovače) jsme nastavili na úhel 90° a provedli měření velikosti náboje. S pomocí softwaru jsme vypočítali reálnou dávku podle vzorce:

$$D = M_{raw} \times N_{D,W} \times P_T \times P_P \times P_{user}$$

$$P_T \times P_P = k_{T,P}$$

$$k_{T,P} = \frac{(273,15 + T) \times p_0}{(273,15 + T_0) \times p}$$

kde M_{raw} je náboj, $N_{D,W}$ kalibrační faktor, P_T a P_P jsou odchylky teploty a tlaku od standardních hodnot T_0 a p_0 .

The screenshot shows the VERT Ion Calibration Chambers software interface. The interface is divided into several sections:

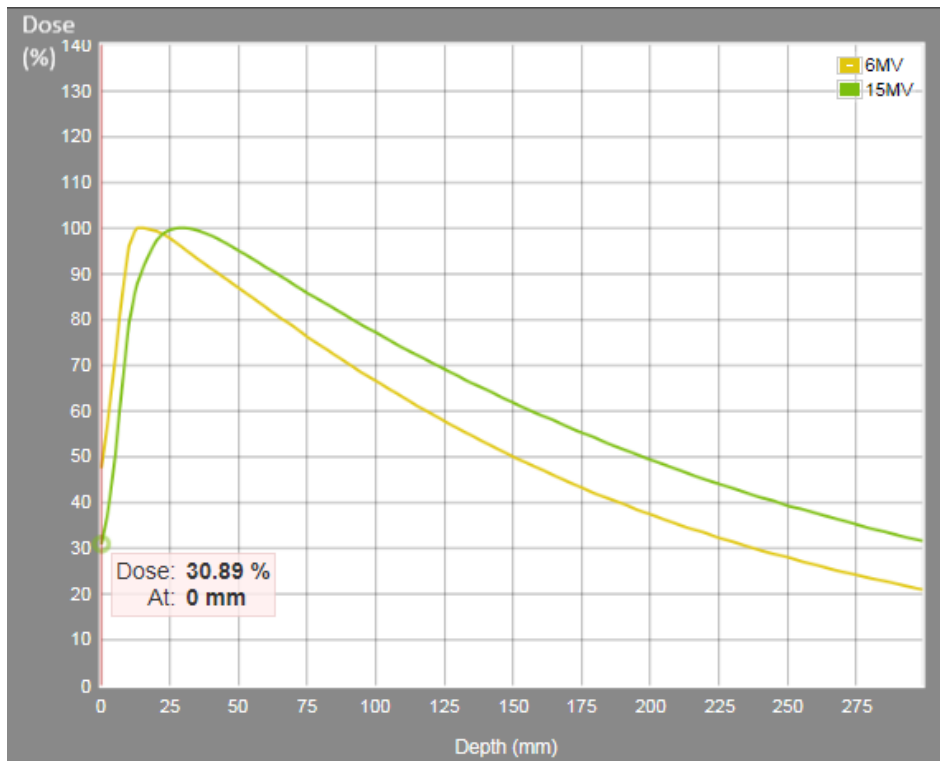
- Measurement** (selected tab):
 - Beam Energy: 6 MV (selected) / 15 MV
 - Monitor Units: 100 MU
 - Field Size: 10x10 cm
 - Depth: 5 cm
 - SSD: 95 cm
 - SCD: 100 cm
 - Temperature: 21.38 °C
 - Pressure: 100851 Pa
 - Select Chamber for measurement: A (Standard) (selected) / B (Field)
 - Polarising Voltage: -250 V
 - Measure button: M_{raw} 9.5929 nC
- Presenter** (tab):
 - Update button: M_{raw} 9.5929 nC
 - Standard Temperature : 20°C, Pressure : 101325Pa
 - Reset button: $N_{D,W}$ 1.022e+8 Gy/C
 - Calculate P_T, P_P button: P_T 1.0047, P_P 1.0047
 - P_{user} 1
 - Calculate button: $M = M_{raw} \times N_{D,W} \times P_T \times P_P \times P_{user}$, M 0.98963 Gy
 - Undo and Clear buttons

Obr. 1: Záznam měření dávky

Výsledná dávka nám vyšla 0,98963 Gy, což splňuje možnou odchylku.

2.2 Hloubkové měření

Cílem našeho druhého zkoumání bylo zjistit množství dávky v závislosti na hloubce posuvné ionizační komory ve velkém vodním fantomu. Gantry jsme ponechali ve výchozí poloze 0° a provedli dvě hloubková měření s energiemi fotonů 6 a 15 MV.



Graf 1: Hloubková měření

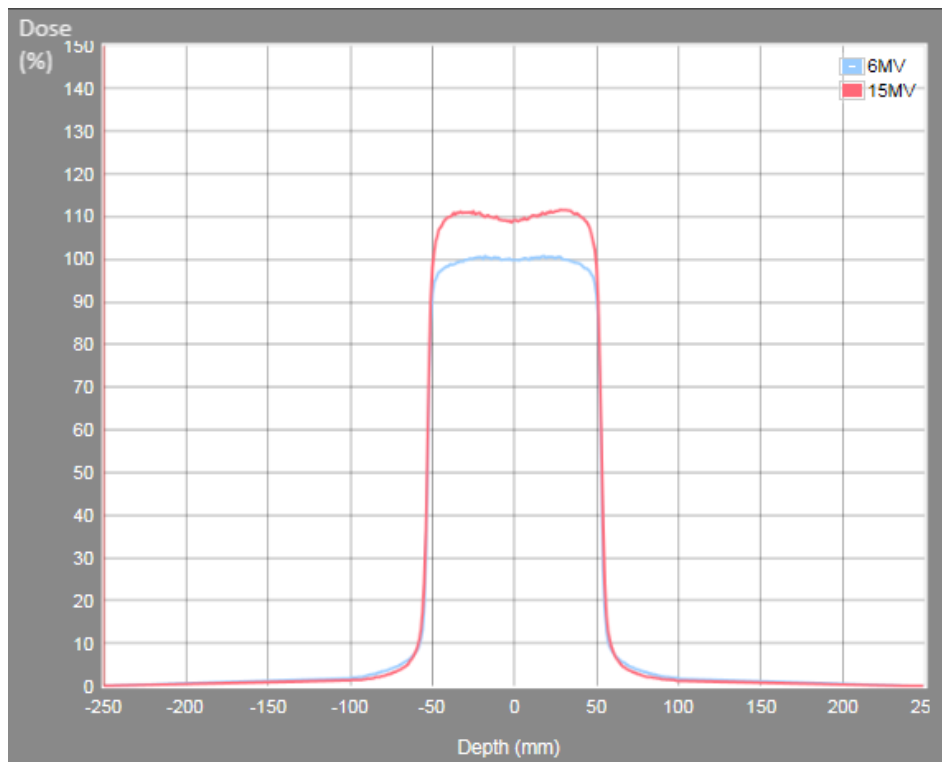
Hloubka ionizační komory	Dávka při energii 6 MV	Dávka při energii 15 MV
0 mm	51,99 %	30,89 %
100 mm	66,55 %	77,12 %
200 mm	37,37 %	49,31 %

Tab. 1: Výsledky hloubkového měření

Zjistili jsme, že pro zásah povrchového nádoru je vhodnější záření s nižší energií, jelikož je méně pronikavé. S rostoucí energií roste pronikavost záření.

2.3 Horizontální měření

Cílem našeho třetího měření bylo zjistit velikost dávky v závislosti na horizontální vzdálenosti od izocentra. Opět jsme využili velký fantom s posuvnou komorou, Gantry nastavené na úhel 0° a energie 6 a 15 MV.



Graf 2: Horizontální měření

Z grafu vyplývá, že záření opravdu dopadá na pole o velikosti 10 x 10 cm. Záření mimo toto pole je zanedbatelné a je způsobeno rozptylem fotonů. Ve středu je graf prohnutý, protože paprsky prochází homogenizačním filtrem, který záření v tomto místě zeslabuje.

3 Shrnutí

Při práci na miniprojektu jsme se seznámili s obsluhou lineárního urychlovače. Nejprve jsme ověřili, že základní dávka záření v izocentru přibližně odpovídá požadovanému 1 Gy. Následně jsme zjistili, že záření s vyšší energií je pronikavější a je proto vhodnější pro ozařování hlouběji uložených nádorů. V posledním měření jsme zaznamenali, že velikost ozařovaného pole odpovídá nastavení (10 x 10 cm). Celkově tedy lze konstatovat, že tento urychlovač je možné bezpečně použít.

Poděkování

Závěrem bychom rádi poděkovali naší vedoucí projektu Ing. Tereze Hanušové za předání cenných znalostí a pomoc při obsluze urychlovače. Poděkování také patří FJFI ČVUT a organizátorům Týdne vědy na Jaderce.

Reference:

PODGORSAK, E. B.: *Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students*. International Atomic Energy Agency 2005, pp. č. strany 147