

Měření dosahu elektronů na klinickém lineárním urychlovači

Jana Macků ⁽¹⁾, Eva Sedláčková ⁽²⁾, Tomáš Kolouch, Michaela Vrňáková ⁽³⁾

⁽¹⁾ Anglo-Czech high school, České Budějovice1, ⁽²⁾ 1. SJG - gymnázium Hradec králové, ⁽³⁾ Gymnázium Benešov

Úvod

K léčbě nádorových onemocnění využíváme několik metod. Jednou z nich je radiační onkologie - radioterapie. Tento obor medicíny využívá biologických účinků ionizujícího záření na rakovinotvorné buňky s vyšší radiační citlivostí než mají okolní buňky zdravé tkáně. V radioterapii se uplatňují různé druhy ionizujícího záření: brzděné záření X, známé jako Rentgenovo, záření gama, jež využívá Lecsellův gama nůž, těžké nabitě částice, neutrony a také elektronové záření, na které se zaměříme v našem projektu.

Elektronové záření používáme k ozařování nádorů, které se nacházejí v blízkosti povrchu těla, protože elektrony s postupným pronikáním do tkáně ztrácejí svou kinetickou energii.

Abychom co nejlépe využili působení elektronových svazků na oblast, kde se nachází nádor, musíme přesně znát jejich dosah (určený dodanou energií) v lidské tkáni. K určení dosahu elektronových svazků používáme speciální detektory. Protože jsou tyto detektory citlivé nejen na elektrony, ale i na fotony brzděného záření, není určení přesné hodnoty dosahu elektronů tak snadné. Proto je definován tzv. extrapolovaný dosah.

Cílem našeho experimentu je určit extrapolované dosahy elektronů ve vodě (simulující lidskou tkáň) pro všechny nominální energie svazků (v našem případě 6MeV, 9MeV, 12MeV, 16MeV, 20MeV) z námi naměřených procentuálních hloubkových dávkových křivek těchto svazků (graf 1).

Materiály a metody

Naše měření jsme prováděli na radioterapeutickém oddělení FN Motol. Experiment jsme provedli na klinickém lineárním urychlovači Varian CLINAC 2100C [1],[2] s použitím automatického vodního fantomu Welhofer (voda je tkanivově ekvivalentní materiál blízký lidské tkáni), dvou polovodičových detektorů Scanditronix, PC s tabulkovým procesorem MS Excel a Origin.

Pomocí vodního fantomu jsme naměřili procentuální hloubkové dávkové křivky (PHD křivky) pro všech pět nominálních energií elektronových svazků. Rozdíl mezi hloubkovou dávkovou křivkou a procentuální hloubkovou dávkovou

křivkou tkví v tom, že u PHD křivky neměříme absolutní hodnotou absorbované dávky, ale pouze relativní odezvu pohyblivého polovodičového detektoru vůči odezvě pevného polovodičového detektoru umístěného na okraji elektronového svazku v závislosti na hloubce umístění pohyblivého detektoru ve vodním fantomu.

Při vyhodnocování dat a určování extrapolovaného dosahu z PHD křivky jsme postupovali tak, že jsme nejprve určili rovnici tečny ke křivce procházející jejím inflexním bodem a dále vypočítali rovnici tečny konečné části PHD křivky odpovídající odezvě detektoru od fotonů brzdného záření. Tímto postupem nám vznikl průsečík, jehož x-ová souřadnice (hloubka) odpovídá extrapolovanému dosahu elektronového svazku (graf 2).

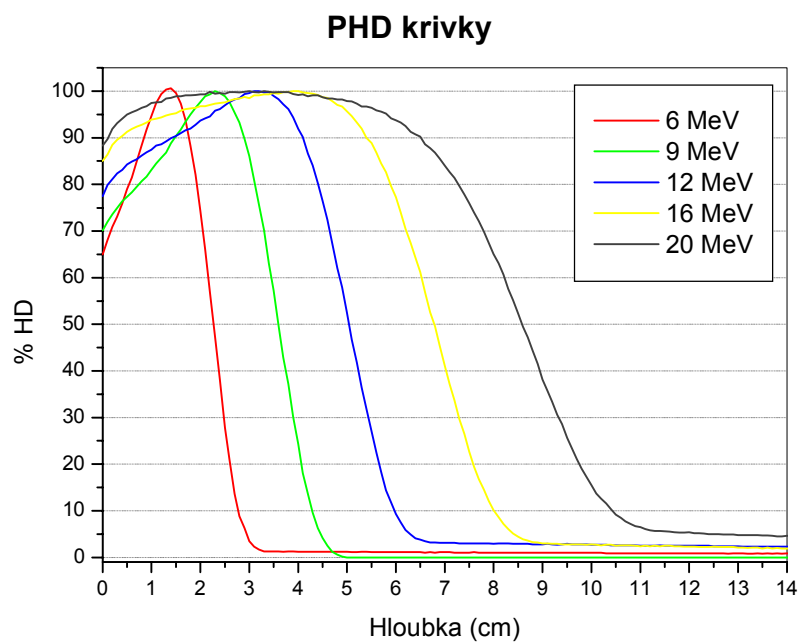
Výsledky

Určili jsme hodnoty extrapolovaného dosahu pro všech 5 nominálních energií elektronových svazků, které jsme porovnali s hodnotami určenými programem řídicího detekčního systému.

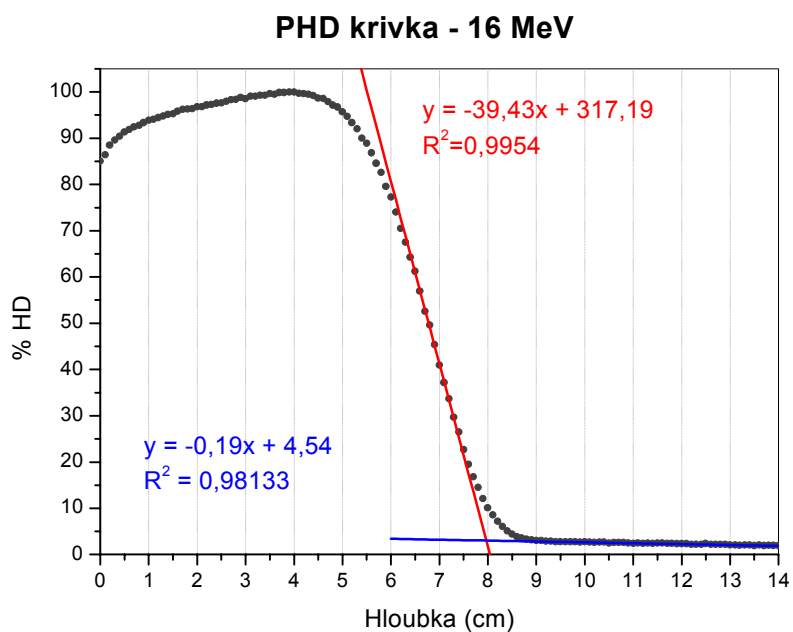
Shrnutí a diskuze

Výsledky námi naměřených hodnot, které jsou k dispozici v níže uvedené tabulce, se od programem řídicího detekčního systému stanovených hodnot odlišují v řádech desetin milimetru, což lze považovat za uspokojivý výsledek. Tento rozdíl je způsoben pouze rozdílným matematickým algoritmem, který počítá extrapolovaný dosah z PHD křivek, kdy jsme nahradili derivaci diferencemi s krokem 1 mm, což je pouze aproximace.

Energie	Hodnota určená systémem	Naše hodnoty
6 Mev	2,82 cm	2,81 cm
9 Mev	4,33 cm	4,36 cm
12 Mev	5,95 cm	5,97 cm
16 Mev	7,93 cm	7,97 cm
20 Mev	10,13 cm	10,22 cm



Graf 1) PHD křivky pro pět nominálních energií elektronových svazků



Graf 2) Metoda výpočtu extrapolovaného dosahu

Reference:

[1] <http://www.varian.com>

[2] http://www.irs.inms.nrc.ca/inms/irs/BEAM/egs_windows/sld003.htm

Poděkování:

Děkujeme radioterapeutickému oddělení FN Motol, že nám umožnilo měřit na klinickém urychlovači VARIAN CLINAC 2100C, dále děkujeme panu Ing. Vojtěchu Svobodovi za skvělou organizaci fyzikálního týdne, Mgr. Anežce Ridzikovej za poskytnuté informace a trpělivost.