

OPONENTSKÝ POSUDOK

habilitačnej práce Ing. Tomáša Vrbu, PhD.

„Využití metody Monte Carlo v in-vivo měřeních kosterní aktivity aktinidů“

Posudzovaná habilitačná práca svojim rozsahom ako v teoretickej, tak aj experimentálnej časti, ale najmä množstvom publikácií v karentových a významných odborných časopisoch (kde autor habilitačnej práce je vo viacerých publikáciách uvedený ako prvý autor) po formálnej stránke splňuje.

Habilitačná práca bola vypracovaná na pracovisku s dlhoročnou praxou pri sledovaní prípadov vnútorného ožiarenia rádionuklidom ^{241}Am , pri ktorej sa ukázala potreba predovšetkým spresniť kalibráciu detekčných zariadení a urobiť analýzu neistôt pri určení aktivity ^{241}Am v lebečnej kosti na základe in-vivo meraní.

Aktuálnosť zvolenej témy

V reťazci postupov vedúcich k hodnoteniu ožiarenia osôb vnútorne kontaminovaných rádionuklidmi je základným stanovenie aktivity rádionuklidov v hodnotených osobách priamym alebo nepriamym meraním.

Habilitačná práca sa zaoberá problematikou určenia aktivity rádionuklidu ^{241}Am u osôb vnútorne kontaminovaných metódou detekcie fotónov premeny ^{241}Am prenikajúcich z osoby do jej okolia (metóda merania in-vivo).

Rádionuklid ^{241}Am sa v kontaminovanej osobe usadzuje predovšetkým na povrchu kostí a pri jeho premene sa emitujú fotóny nižších energií, ktoré sa pri prechode na povrch tela v značnej miere absorbujú, preto je ich možno merať iba na niektorých miestach na okolí osoby. Takým vhodným miestom na in-vivo meranie je okolie hlavy, pretože medzi lebečnou kosťou a detektorom je pomerne tenká vrstva mäkkého tkaniva minimálne absorbujúca fotóny emitované ^{241}Am .

Distribúcia kostného tkaniva v hlave meranej osoby „videného“ detektorom je zložitou funkciou viacerých parametrov ako je poloha detektora, rozmer a tvar hlavy meranej osoby, distribúcia materiálového zloženia hlavy atď. Preto dekonvolúcia nameraných spektier amplitúd impulzov gama spektrometrov na aktivitu ^{241}Am v lebečnej kosti meraných osôb nie je doposiaľ s dostatočnou presnosťou vyriešená.

Je to problematika aktuálna a v súčasnosti intenzívne riešená viacerými výskumnými pracoviskami, o čom svedčia aj aktivity činnosti pracovnej skupiny č. 7 (WG7) v rámci združenia EURADOS.

Splnenie cieľov habilitačnej práce

V predloženej habilitačnej práci sa autor venuje otázkam hodnotenia a prípadne aj návrhu vlastností fantómu hlavy vhodného na kalibráciu zariadenia na meranie aktivity rádionuklidu ^{241}Am v kostnom tkanive hlavy. Na základe výsledkov experimentálnych meraní v kombinácii s Monte Carlo simuláciami hlavových voxelových fantómov autor hodnotí v súčasnosti tri známe fantómy (označené ako CSR, BPAM-001 a BfS) ako málo vhodné na kalibračné účely.

Pri tomto hodnotení využíva charakterizáciu rozmerov hlavy pomocou tzv. stredného polomeru hlavy (viď rovnicu č.14 na str.17). Zavedený stredný polomer však v sebe nenesie informáciu o tvare hlavy, teda či je hlava meranej osoby viac elipsoidného alebo sférického tvaru.

Napríklad stredný polomer hlavy určený podľa vzorca č.14 nerozozná sférický tvar hlavy s rozmermi $A=2\pi r$, $B=1\pi r$ a $C=1\pi r$ od elipsoidného tvaru s rozmermi $A=3\pi r$, $B=1\pi r$ a $C=0,5\pi r$. Je pritom pravdepodobné, že citlivosť detekcie detektora umiestneného nad vrcholom sférickej hlavy bude vyššia ako pri elipsoidnej hlave, pretože pri sférickom tvare hlavy je lebečná kosť a teda aj aktivita ^{241}Am sústredená bližšie k detektoru. Mohol by sa k tejto poznámke autor habilitačnej práce vyjadriť?

V časti práce 6.1 na str.43 sa okrajovo touto otázkou autor zaoberá, avšak porovnáva iba elipsoidné hlavy, ktoré sa v rozmeroch jednotlivých osí líšia iba v rámci $\pm 10\%$, pričom neporovnáva významne rozdielne tvary hláv s rovnakou hodnotou stredného polomeru hlavy.

Bez ohľadu na túto poznámku cieľ habilitačnej práce bol dosiahnutý, pretože bola urobená podrobná analýza neistôt, ktoré významnejšou mierou môžu vplývať na presnosť stanovenia detekčnej účinnosti pri kalibráciách zariadení na in-vivo meranie aktivity rádionuklidu ^{241}Am v lebečnej kosti.

Metódy spracovania

Pre hodnotenie citlivosti vplyvov na určenie detekčnej citlivosti ako sú rozmery fantómu hlavy, distribúcia ^{241}Am v lebke a distribúcia kostného a mäkkého tkaniva, ako aj dutín vo fantóme hlavy bola správne zvolená metóda Monte Carlo simulácií s využitím voxelových fantómov zostrojených na základe zobrazení CT alebo MR. Vhodnosť výberu voxelových fantómov sa posudzovala porovnaním s detekčnými účinnosťami merania mužského a ženského voxelového fantómu ICRP (viď str.45). V práci prezentovaná analýza bude užitočným a potrebným podkladom pre zostrojenie fantómu hlavy vhodného na kalibráciu detekčných systémov na meranie aktivity ^{241}Am v lebke štandardných rozmerov a zloženia.

Na druhej strane vzniká otázka : ako sa budú vyhodnocovať in-vivo merania aktivity rádionuklidu ^{241}Am v lebečnej kosti u osôb s rozmerom a tvarom hlavy, ako aj distribúciou kostnej hmoty, ktoré sa významne odlišujú od kalibračného fantómu štandardných rozmerov a zloženia?

Otázky pre autora

1. Jeden zo základných parametrov charakterizujúci rozmer hlavy - stredný polomer hlavy (určený podľa vzorca č.14 na str.17) nerozozná sférický tvar hlavy od elipsoidného tvaru. Na základe vykonanej analýzy neistôt pri určení aktivity ^{241}Am v lebečnej kosti je možné považovať túto vlastnosť stredného polomeru hlavy za nevýznamnú?
2. Ako by sa malo postupovať pri vyhodnocovaní in-vivo meraní aktivity rádionuklidu ^{241}Am v lebečnej kosti u osôb s rozmerom a tvarom hlavy, ako aj s priestorovou distribúciou materiálového zloženia hlavy, ktoré sa významne odlišujú od kalibračného fantómu štandardných rozmerov a zloženia?

Záver

Ciele habilitačnej práce boli splnené na vysokej odbornej úrovni. Habilitačná obsahuje cenné výsledky, ktoré sú aktuálne a významne posunujú riešenie problematiky kalibrácie detekčných zariadení na in-vivo meranie aktivity ^{241}Am v lebečnej kosti.

K habilitačnej práci nemám žiadne závažné formálne ani odborné pripomienky a odporúčam habilitačnú prácu prijať na obhajobu.

V Bratislave dňa 3. 4. 2014

Ing. Marko Fülöp, CSc.