

ABSTRAK

Dosimetri internal yang akurat sangat penting dalam terapi radionuklida tertarget (TRT) untuk memastikan efektivitas terapeutik yang optimal sekaligus meminimalkan efek samping. Meskipun simulasi Monte Carlo (MC) telah menjadi standar emas dalam pemodelan transportasi radiasi dan dosis serap, *Heavy Particle and Ion Transport Code System* (PHITS) yang lebih mudah diakses dan memiliki antarmuka ramah pengguna. Studi ini bertujuan menyediakan basis data SAF dan S-value Lu-177 berbasis *phantom* mesh pria dewasa *Mesh-Type Reference Computational Phantoms* (MRCP) referensi ICRP report 145 berbasis simulasi MC PHITS 3.35, serta mengimplementasikannya dalam dosimetri pasien skala klinis. Parameter dosimetri dicari seperti fraksi terserap (AF) dan fraksi terserap spesifik (SAF) yang dihasilkan dari MC PHITS dengan simulasi mencakup partikel elektron dan foton monoenergetik dari energi rendah (<100 keV) hingga menengah (<0.5 MeV). Ketidakpastian statistik komputasi dijaga $\leq 5\%$ untuk sebagian besar organ. Dari data tersebut, dicari nilai S-value berdasarkan karakteristik peluruhan radioisotop Lu-177 dari ICRP 107. Dosimetri internal dilakukan menggunakan sampel pasien dengan nilai S-value dari pekerjaan ini. Hasil menunjukkan penggunaan mesh *phantom* memberikan estimasi parameter dosimetri internal seperti SAF yang lebih representatif secara anatomis. Secara keseluruhan, SAF elektron jauh lebih sensitif terhadap realisme geometri organ dan perbedaan massa dibandingkan SAF foton baik untuk organ besar liver dan ginjal maupun pada organ berdinding tipis dan konfigurasi lintas-organ yang berdekatan. Akibatnya, penggunaan mesh *phantom* memberikan estimasi nilai S-value yang lebih representatif secara anatomis daripada basis data MIRDCalc berbasis voxel *phantom* dan basis data OLINDA v1.0 berbasis *stylized phantom*. Ini didukung dengan dosimetri internal skala klinis menggunakan sampel pasien yang mendapati tertinggi pada organ ginjal dengan konfigurasi *self irradiation* dengan nilai yang sama 1.74 Gy/GBq sebagai nilai dosis serap rata-rata dan dosis ekuivalen, serta 0.52 Sv sebagai dosis efektif.

Kata kunci : PHITS, dosimetri internal, kedokteran nuklir, fraksi terserap spesifik, MRCP, voxel *phantom*

ABSTRACT

For targeted radionuclide therapy (TRT) to maximize therapeutic efficacy while reducing adverse effects, precise internal dosimetry is essential. In radiation transport and absorbed dose modeling, Monte Carlo (MC) simulations are now considered the gold standard; however, the Heavy Particle and Ion Transport Code System (PHITS) is easier to use and has an intuitive interface. The purpose of this work is to simulate adult male mesh phantom models from the Mesh-Type Reference Computational Phantoms (MRCP) reference ICRP report 145 using MC PHITS 3.35, produce a database of SAF and S-values for Lu-177, and use this information in clinical-scale patient dosimetry. The absorbed fraction (AF) and specific absorbed fraction (SAF) produced by MC PHITS simulations covering monoenergetic electron and photon particles from low (<100 keV) to medium (<0.5 MeV) energies are the dosimetric metrics that are being sought. The computation's statistical uncertainty is kept at $\leq 5\%$ for the majority of organs. The decay properties of the Lu-177 radioisotope from ICRP 107 were used to calculate the S-value from that data. Utilizing patient samples and the S-values from this study, internal dosimetry was carried out. The findings demonstrate that a more anatomically representative estimate of internal dosimetry parameters like SAF can be obtained by employing a mesh phantom. In general, electron SAFs are much more sensitive to mass differences and organ geometric realism than photon SAFs, both for closely spaced cross-organ combinations and thin-walled organs like the liver and kidneys. The voxel phantom-based MIRDCalc database and the stylized phantom-based OLINDA v1.0 database do not produce an anatomically representative estimate of the S-value, whereas a phantom mesh does. This is supported by clinical scale internal dosimetry using patient samples which found the highest values in the kidney organ with a standalone irradiation configuration with the same values, namely 1.74 Gy/GBq as the average absorbed dose and equivalent dose, and 0.52 Sv as the effective dose.

Keyword: PHITS, Internal dosimetry, Nuclear medicine, Specific absorbed fraction, MRCP, voxelized phantom