

様式 (7)

報告番号	甲保 乙保	第 47 号
論文内容要旨		
氏名	川口 (松本) 絵里佳	
題目	Dose Assessment on the Mean Absorbed Estimates Derived from the Simple Approach Method Applying Marinelli-Quimby's Formula for Ambient Risk Organs to Thyroid Uptake in the Administered ^{131}I Radiopharmaceutical of Graves' Disease Using PHITS and ICRP Reference Computational Voxel Phantom (^{131}I 内用療法/グレーブス病の甲状腺吸収線量評価における Marinelli-Quimby の式と PHITS 及び ICRP ボクセルファントムを融合させた簡便法から導出される周辺リスク臓器の平均吸収線量評価)	
<p>甲状腺機能亢進症 (グレーブス病) 患者の治療に提供されている RI 内用療法に、β^- 線の殺細胞作用による β 放射体・ヨウ素 -131 (^{131}I) の放射性ヨード治療法がある。この RI 内用療法では、標的臓器の甲状腺内で発現したびまん性腺腫に対して Na^{131}I カプセルを経口することで、血中から無機ヨードを捕獲し、その壊変に伴い放出される比較的高いエネルギーの放射線 β 線と γ 線の線量付与過程で、甲状腺腫の細胞にダメージを与えて治療する。この治療効果比の成否を決めるのは、標的臓器 (甲状腺) とその周辺リスク臓器の平均吸収線量 (S-value [Gy/Bq]) を正確に評価することが重要となる。これまで RI 内用療法における放射性薬剤の内部被ばく線量評価で先駆的な役割を果たしてきたのが ICRP Pub.53 (1987) の報告であるが、ここで採用されている MIRD 法では、主要な臓器のみへの Biokinetic behavior model に従った放射性薬剤分布割合より、標的及び周辺リスク臓器個々の限定的な吸収線量評価に留まり、標的と周辺リスク臓器間での放射線輸送に起因する吸収線量を評価していない点や、MIRD ファントムを使用している点で、実際の各臓器に対する内部被ばく平均吸収線量を完全に再現しているとはいえない。</p> <p>近年、RI 内用療法における平均吸収線量評価で、高速演算が可能になった計算機技術の発展により、放射線輸送の物理的な現象 (原子レベルでの原子衝突・輸送過程) を忠実に再現できるモンテカルロ (MC) 法が適用可能となり、様々な放射線輸送解析計算コード群 (Geant4, MCNP/MCNPX, EGSnc/EGS++, FLUKA, GATE, PENELOPE) の開発進展と、人体臓器を正確に再現する ICRP ボクセル人体ファントムの採用により、それら膨大な MC 計算結果をデータベース化したウェブコンテンツ OpenDose や、データベースソフトウェア IDAC-Dose の新たなユーザーインターフェース (UI) が拡がっている。</p> <p>本論文では、この RI 内用療法の平均吸収線量評価に焦点を当て、従前の内部被ばく評価基準となる ICRP Pub.53 との違いを、標的と周辺リスク臓器間の放射線輸送を再現する MC 法の観点から探りつつ、上述の UI に加わっていない MC 法の一つである国産 PHITS 計算コードを用いて、他の MC 計算コードとの比較検証とその有用性を明らかにすること、また従来から臨床現場で用いられている標的臓器・甲状腺部位の平均吸収線量導出の基準式 Marinelli-Quimby's formula に着目し、PHITS 計算コードで得られる標的臓器と周辺リスク臓器との平均吸収線量の比 (S-value の比) と、この formula で得られる平均吸収線量の値を融合させることで、改めて MC 計算実行すること無く (MC 計算の欠点である計算時間に依存せず)、簡便かつ一斉に周辺リスク臓器群 (詳細には脾臓、肝臓、膵臓、胸腺) の平均吸収線量の値を導出する方法を考案した。その結果、この RI 内用療法における標的及び周辺リスク臓器に対する簡便な平均吸収線量評価法の妥当性を、従来基準法での値とまた他の MC 計算コードによる結果、および PHITS 計算から直接的に求まる値と比較例証することで、実用性に十分に耐えることができる評価法であることを明らかにした。さらに、PHITS と ParaView から ICRP 人体ボクセルファントムの標的臓器 (甲状腺) から放出される放射線 (β 線と γ 線) の飛跡を 3 次元空間に表現することができ、人体内の放射線輸送の様子を視覚的かつ物理現象を解説できる図を与えることができた。</p> <p>本研究成果が、RI 内用療法における核医学治療分野の医学物理士をはじめ、放射線防護医療に従事する PHITS 計算ユーザー等に与える効果は大きいと考えられる。</p>		