

治療計画とセラノスティクス

中村 哲志^{*1, 2, 3} / 中市 徹^{*2} / 清水 雄平^{*4}
国遠 幸司^{*5} / 伊藤 公輝^{*6}

*1 国立がん研究センター中央病院放射線品質管理室 *2 国立がん研究センター先端医療開発センター
*3 大阪大学大学院医学系研究科 *4 国立がん研究センター中央病院放射線技術部
*5 ユーロメディテック(株) *6 国立がん研究センター中央病院放射線診断科

治療 ([thera]peutics) と診断 (diag[nostics]) を一体化したセラノスティクス (Theranostics) は、患者個別に最適な治療を提供するための重要な概念であり、革新的な医療として注目されている。セラノスティクスでは、疾患特異的に集積する標的薬剤に診断用放射性核種を標識した「診断用放射性薬剤」を利用して治療効果を検討し、治療効果が期待できる患者に対して、類似した性質を持つ「治療用放射性薬剤」を用いて治療が行われる、すなわち真の「個別化医療」を実現することができる。

放射性薬剤を利用した診断・治療が行われるため、薬剤から放出される放射線を利用してSPECTやPETなどの画像を撮像し、得られた画像上で線量評価が可能となる。その結果、治療計画による薬剤投与量の最適化や高精度な治療効果の定量化も期待できる。そのため、セラノスティクスの治療計画は、今後よりいっそう必要性が高まると考えられる。本稿では、国立がん研究センター中央病院で実施しているセラノスティクスに関する治療計画での2つの取り組みについて紹介する。

ルタテラ [ルテチウムオキソドトロチド (¹⁷⁷Lu)]

ルタテラは、ソマトスタチン類似物質に放射性同位元素の¹⁷⁷Luを標識し、¹⁷⁷Luから放出されるβ線によって治療を行う。本邦では、2021年10月より、ソマトスタチン受容体が発現している神経内分泌腫瘍に対する核医学治療が開

始され、ペプチド受容体放射性核種療法 (peptide receptor radionuclide therapy: PRRT) として知られている。PRRTでは、事前にオクトレオスキャン検査によって適応判断が実施され、治療効果が期待できると考えられる患者に治療が実施される。当院においても、2021年11月からルタテラによる治療を開始しており、2022年度には150件を超える治療を実施した。ルタテラでは、8週間ごとに1回7.4GBqの投与を最大4コース実施する。また、患者の状態(腎機能や血液毒性など)によって適宜減量される。

1. ルタテラの治療計画/線量評価のための準備

当院では、核医学治療線量評価ソフトウェアの「MIM SurePlan MRT」(MIM Software社)を用いて、各コースで撮像されたSPECT/CTの断層画像にて線量評価を実施している。線量計算には、¹⁷⁷Luから放出される208keVのγ線をSPECT装置で測定して得られる投影データを利用する。当院にはSPECT/CT装置が2台設置されており、線量計算を行うためには、それぞれの装置で定量評価に必要な係数を取得するために、¹⁷⁷Luを封入したファントム(NEMAファントムなど)やCT値-密度変換ファントムなどを利用した測定が必要になる。得られた係数をソフトウェアに登録することで、SPECT再構成から線量評価までのプロセスをすべてMIM SurePlan MRTで集約して実施している。

さらに、DICOMタグの情報を利用することで複数台の装置を識別し、それぞれの装置の係数を利用して線量評価を実施している。

MIM SurePlan MRTにおいて、SPECT/CT画像でのSPECTの再構成アルゴリズムはOSEM (ordered subset expectation maximization) 法を使用し、triple energy window法による散乱補正やCT値に基づいたbi-linear関数による減衰補正などを行う。また、解像度補正やモーション補正なども対応可能である。さらに、当院の2台の装置では薬剤の投与日時がDICOM情報として登録できなかったため、患者個々の治療回ごとの投与日時が記載されたExcelシートを用意し、それを自動で読み取って反映できるように、MIM SurePlan MRTの動作をカスタマイズした。当院では、マンパワーや装置の稼働時間などの制約などから、各コースでルタテラ投与後の退出基準を満たした後に一度だけSPECT/CTを撮像するため、その画像上での線量評価が必要であった。そのため、一度の撮像で線量評価可能なHänscheid法によって、体内線量分布評価を行えるようにシステム構築を行った。

2. ルタテラの治療計画/線量評価

過去の臨床試験の報告では、従来の放射線治療と同様に、腎臓や骨髄などの正常臓器に付与される線量と副作用の関係性が報告されている。さらに、患者個別の腎臓の線量評価に基づいてルタテラの投与量を決定した海外の臨床