

MRリニアック各社の 技術と使用経験 MRIdian linac

岡本裕之¹⁾、千葉貴仁¹⁾、桑原潤一²⁾、逆井達也²⁾、昆 貢広²⁾、
伍賀友紀²⁾、柏原大朗³⁾、井垣 浩³⁾

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中央病院 放射線治療技術室

3) 国立がん研究センター中央病院 放射線治療科

The MRIdian linac is a novel radiotherapy system that combines a MR scanner with a static magnetic field of 0.35 T with a treatment system to provide safe on-line adaptive radiotherapy (ART) and cine-MR-based gated radiotherapy while monitoring tumor displacement during treatment. Stereotactic radiotherapy with a 6 MV flattening filter-free beam (dose rate of 600 MU/min) is performed mainly for the pancreas, prostate, lung, liver, and adrenal cancer. In this report, we introduce the features of the MRIdian linac and our clinical experiences.

国立がん研究センター中央病院では2017年5月にViewray社のコバルト線源を用いたMR画像誘導放射線治療装置 MRIdian (Viewray, Inc., Oakwood Village, OH, USA)を本邦ではじめて臨床導入をした。その経験を踏まえ、2022年7月にはMRIdian linacに換装することで6MV Flattening filter free (FFF)を用いた即時適応放射線治療が実現可能となった。線形加速器を用いることで、照射野辺縁の線量勾配も急峻となり、治療時間も短縮できる。本報告では、MRIdian linacの技術的な特徴とコミッショニングおよび使用経験について報告する。

はじめに

MRIdian linac (Viewray Inc., Oakwood Village, OH, USA) は、静磁場0.35TのMR装置と治療装置が一体となった放射線治療装置であり、即時適応放射線治療 (On-line adaptive radiotherapy, On-line ART) に加え、シネMRにもとづき腫瘍・

周辺にあるリスク臓器の位置変位を監視しつつ迎撃照射が可能な機構を有している。6MV Flattening filter free (FFF) の特性を活かし、線量率600MU/min下において、主に膀胱や前立腺、肺、肝臓、副腎などの定位放射線治療を行っている。最大の照射野サイズが27.2×24.1cm²までであることから、症例によっては、婦人科や前立腺の全骨盤IMRTも可能である。本誌では、本装置の特徴に加え当院の臨床導入の経験も紹介する。

MRIdian linacの特徴

MR装置の静磁場は0.35Tと低磁場ながらもT1/T2の比であるTrue Fast Imaging with Steady state Precession (TRUFI) により、軟部組織コントラストに優れた画像を取得することができ、CT画像と比べ輪郭描出が行いやすい。また、腫瘍合わせに基づき、寝台をリモートで3軸並進補正が可能である。図1に腎がん症例のTRUFIのMR画像とCT画像を示す。腫瘍周辺の小腸との境界はCT画像よりも明瞭であることがわかる。なお、放射線治療計画装置ではMR画像だけでなくCT画像も参照しながらも輪郭描出ができる。MR画像は、治療室の環境（蛍光灯やモニター、機器）や治療装置等のモータなどから発生する外部ノイズの影響を受けやすい¹⁾。MR画質の劣化は、本治療機では致命的なエラーであり、MR画質が劣化することで輪郭描出が困難となり、シネMRにいたっては迎撃照射の要となる自動での標的トラッキングができなくなる。そのため、安全機構として、トラッキング時には基準画像との類似性をモニターすることができ(図2中のグラフ)、画像上で視覚的に異常を認められた場合にはビームを強制的に止めることもできる。MR画質の主な点検は、Signal-to-noise、画像コントラスト、静磁場強度均一性、ACRファントムを用いた画質評価、On-line ARTのend-to-end試験²⁾が挙げられる。図3に

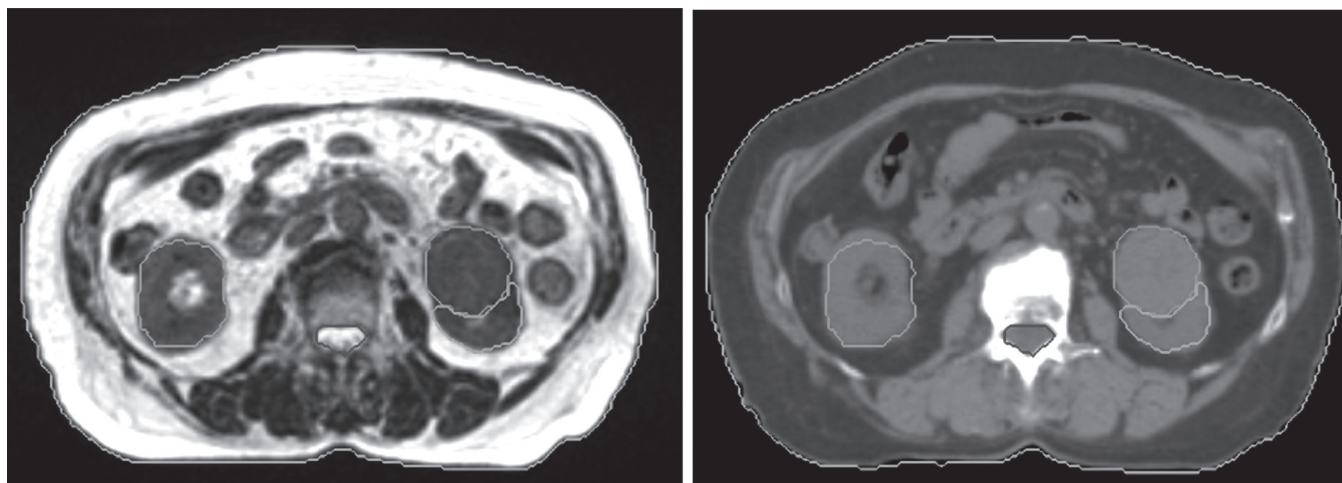


図1 TRUFIのMR画像とCT画像

⇒巻頭カラー参照

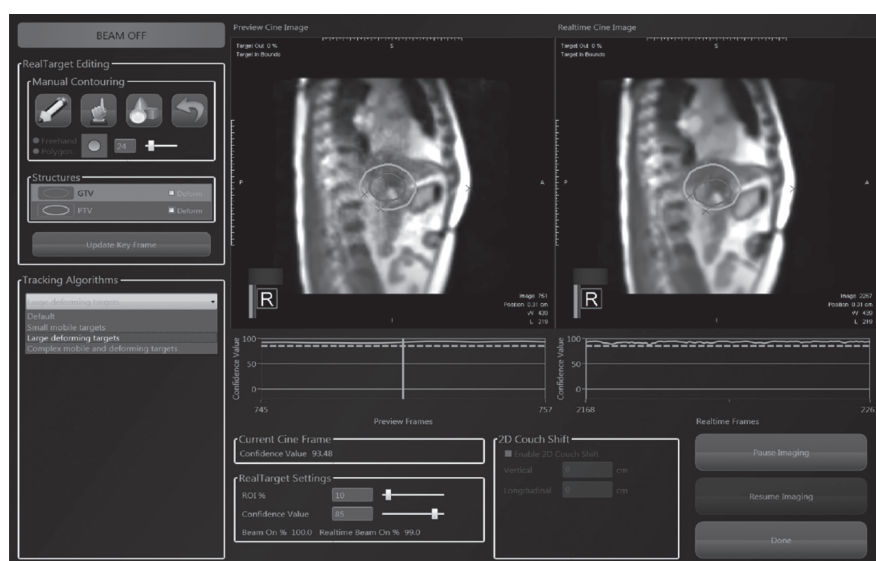


図2 シネMR画像のトラッキング精度の確認

⇒巻頭カラー参照

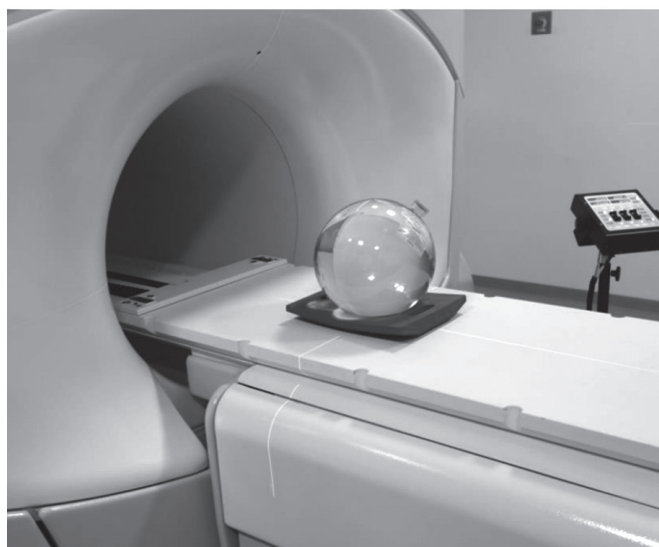


図3 MR装置の静磁場強度均一性試験

