

審査の結果の要旨

氏名 増本 智彦

本研究は、血管系 interventional radiology (以下 IVR) を効率よく安全に支援することを目的として、低磁場オープン型 MRI 装置とポータブル X 線 DSA 装置を組み合わせたハイブリッドシステムを開発し、その基礎検討・臨床応用を試みたものであり、下記の結果を得ている。

1. 0.3T のオープン型 MRI 装置およびポータブル型 X 線 DSA 装置を使用して両者の位置関係・状態による相互干渉を検討した結果、MRI 装置の 0.5mT ラインの外に X 線 DSA 装置を設置することで MRI 磁場の X 線 DSA 装置への影響が許容範囲内となることが示された。また、MRI 撮像中に X 線 DSA 装置の電源を切ることによって、X 線 DSA 装置が MRI 装置に及ぼす影響も許容範囲内となることが示された。臨床で MRI 装置と X 線 DSA 装置を適宜切り替えられるように患者寝台の改良を行い、患者を移動せずに寝台の移動のみで両者の装置を適宜使用可能なハイブリッドシステムを構築することができた。
2. X 線下で行う手技の一部を MRI 装置で代用して行うことができれば X 線被爆や両装置間の切替の手間を軽減することができると考え、two-dimensional MR digital subtraction angiography (2D MRDSA) という撮像法の開発・最適化を行った。ファントム実験により、適切な撮像パラメータ・造影剤濃度を用いることで高い signal-noise ratio・contrast-noise ratio が得られることが示された。この結果をもとに健常ボランティアで評価を行った結果、同様の条件で良好な血管描出が得られ、MRI 装置下で血管解剖・血流動態をリアルタイムに確認可能であることが示された。
3. ハイブリッドシステムを用いた臨床応用として、軟部組織血管奇形に対する経皮的硬化療法を施行した。2つの装置を組み合わせることによって、X 線 DSA 装置の優れた空間・時間分解能と MRI 装置の優れた軟部組織コントラスト・空間把握能力・安全性といった両者の利点を享受することができ、治療に有用な情報が得られた。本システムを用いない治療と比べて合併症・治療効果に有意差はなく、治療に有用な情報が増加したことによって安全性・効率性は増したと考えられた。また、前述した MRDSA

という手法の臨床応用も行い、一部の例外を除いて X 線 DSA と類似した血管の動態像を得ることができた。

以上、本論文では、血管系 IVR の支援を目的とした X 線-MRI ハイブリッドシステムの開発を行い、これまで主に X 線 DSA 装置下で行われてきた血管系 IVR と同等の安全性を保ちつつ、MRI 画像という新たな情報を付加することができることを示した。本研究では、このシステムが臨床での使用に耐えうることを証明し、血管系 IVR 手技の一つとして軟部組織血管奇形に対する治療で有用性があることを確認した。また、MRDSA という新しい MR 撮像法を用いることで、手技中の放射線被曝を減少させられる可能性を示した。将来的には被曝が全くない MRI 装置単独での血管系 IVR 施行が期待されるが、その前段階での検証・データ蓄積に本研究は重要な貢献をなすと思われ、学位の授与に値するものと考えられる。