

手首のスポーツ障害を早期診断できる車載型 MRI を開発 ～現場に出向き、けがをその場で見つけ出す～

成長期のジュニアアスリートは、スポーツ障害の潜在的なリスクを抱えています。けがの発見が遅れると競技への復帰も遅くなり、さらには日常生活に支障をきたす恐れもあります。このため、ジュニアアスリートが長くスポーツを続けるためには、けがの早期発見と治療が極めて重要となります。

スポーツ障害の検出には、MRI（磁気共鳴画像）が有用です。しかし、一般的な全身用の MRI 装置は緊急性の高い患者に利用されることが多く、スポーツ障害の早期発見を目的とした検査に利用することは現実的ではありません。

そこで、本研究チームは、スポーツ障害の早期発見を目的とした車載型 MRI システムを 2019 年に開発しました。普通乗用車に小型の MRI スキャナーを搭載し、病院以外の場所での MRI 検査を可能としました。このシステムは、ボールの投げ過ぎで生じる肘の障害（野球肘）の早期発見を目的に開発しましたが、本研究では、テニスなどによる手首の障害を早期診断できるシステムを新たに開発しました。また、これまでは稼働に商用電源を用いていましたが、ポータブル発電機による動作を可能としました。これにより、より多くの場所に出向いて MRI 検査を実施できるようになりました。

システムの有効性を検証するため、テニススクールに出向き、ジュニアテニス選手 34 人の手首の MRI 検査を行いました。その結果、テニス選手が悩まされることが多い手首の障害「TFCC（三角線維軟骨複合体）損傷」を診断するのに十分な画質が得られ、実際に障害を発見することができました。

本システムを用いた定期的な MRI 検査は、多くのジュニアアスリートにおける手首のスポーツ障害の早期発見と予防に役立つと期待されます。本研究チームは、足首や踵といった他の部位へも適用できるようにシステムを改良し、多くのスポーツ障害に対応することを目指しています。

研究代表者

筑波大学数理物質系

寺田 康彦 准教授

研究の背景

成長期のジュニアアスリートは、スポーツ障害の潜在的なリスクを抱えています。スポーツ障害において多くの割合を占める手首のけがの一つに、三角繊維軟骨複合体 (triangular fibrocartilage complex, TFCC^{注1)}) の損傷があります。TFCC 損傷は、軽度であれば保存療法により短期間での競技復帰が見込めます。しかし、重度の場合は手術が必要となる場合があり、競技への復帰が難しくなったり、日常生活に支障をきたしたりする恐れがあります。このように、ジュニアアスリートが長くスポーツを続けていくには、けがの早期発見と治療が極めて重要となります。

TFCC 損傷の検出には、磁気共鳴画像 (MRI) 検査が有効だとされています。しかし、病院などに設置されている一般的な全身用 MRI は、緊急性の高い患者に利用されることがほとんどであり、スポーツ障害予防の観点から MRI 検査を行うことは現実的ではありません。

本研究チームは 2019 年、普通乗用車に MRI システムを搭載したポータブル MRI を開発しました(参考図(a))。これにより、グラウンドやテニスコート、スポーツ大会の会場など病院以外での MRI 検査が可能となりました。これまでは主にジュニア野球選手の肘を対象とした検査、研究を行ってきましたが、本研究ではポータブル MRI を他のスポーツ障害へ応用すべく、上述した手首のスポーツ障害に注目しました。

研究内容と成果

本研究では、手首のスポーツ障害の早期診断を可能とする車載型 MRI システムを開発しました。従来システムでは、肘用に製作された RF プロブ^{注2)} を用いていました。しかし、肘用 RF プロブは円形で径も大きいため、手首の画像を取得するには感度が低く、十分な画質が得られない可能性がありました。そこで、新たに手首に特化した RF プロブを製作しました。手首用 RF プロブは、楕円形状を採用し、径を手首に合わせて小さくすることで画質の向上を図りました。さらに、屋外環境では外来ノイズによる画質の低下が問題となるため、それらを低減する機構 (シールド) が重要となります。肘用 RF プロブでは、RF プロブと接続された導電性の布を被験者に強く巻き付けることで外来ノイズを低減させていましたが、被験者の負担が大きいが課題でした。そこで、手首用 RF プロブでは、シールドを置き型に改良し、簡易化することで被験者の負担軽減も実現しました (参考図(b))。これにより、多くのジュニアアスリートの手首をスクリーニング検査することが可能となりました。

また、従来はシステムの駆動源として商用電源を利用していました。しかし、屋外環境では、必ずしも使用できるとは限りません。そこで、ポータブル発電機によるシステムの性能評価を行い、商用電源を利用せずとも十分な画質が得られることを示しました。これにより、更に幅広い環境での検査が可能になりました。

システムの有効性を検証するため、実際にテニススクールに出向き、34 人のジュニアテニス選手の MRI 検査を行いました (参考図(c))。検査時間は 1 人当たり 10 分程度で、取得された MRI 画像は、ほとんどの場合診断に十分な画質でした。検査の結果、9 人の選手が TFCC になんらかの損傷があることが分かりました (参考図(d))。TFCC 損傷の可能性があると評価された選手のうち数人は無症候性でした。このことから、テニスによる手首への負荷の蓄積により、TFCC の変性が生じた可能性が示唆されました。これらの結果から、ポータブル MRI による検査は、けがの早期発見と治療に効果的であることが改めて示されました。

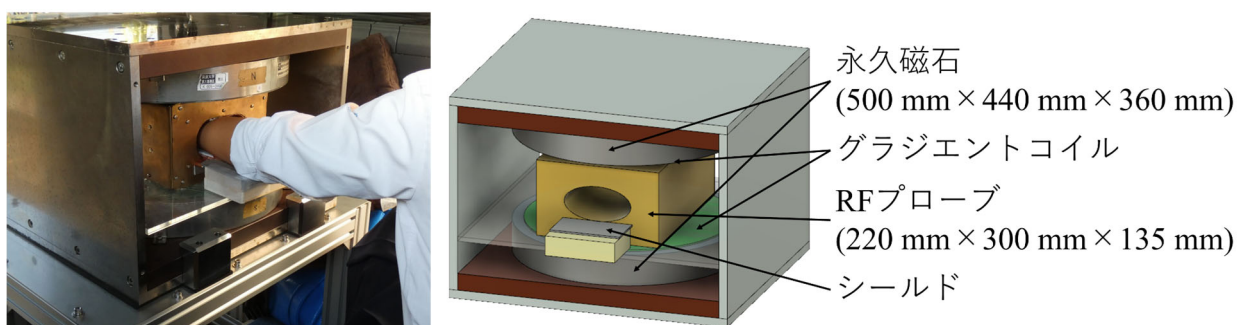
今後の展開

本システムを使用した定期的な MRI 検査は、ジュニアアスリートにおける手首のスポーツ障害の早期発見と予防に効果的であると考えられます。そのため、他の部位や疾患への適用が可能となれば、より多くのスポーツ障害の予防に役立つことが期待されます。

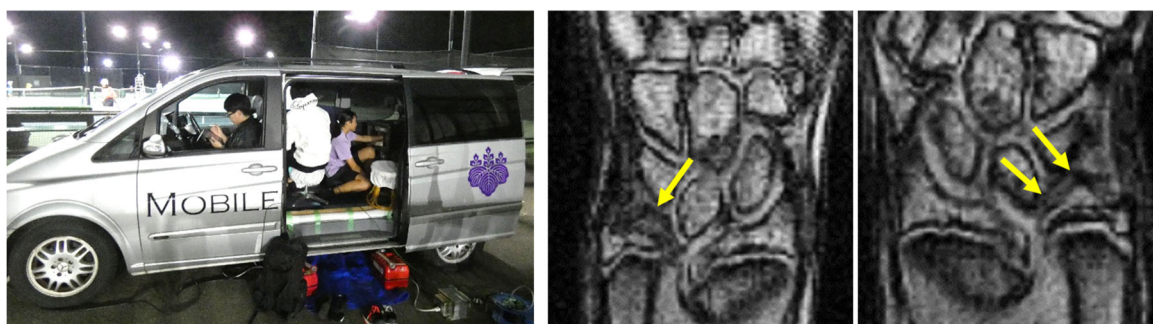
参考図



(a) 車載型MRIの外観と内装



(b) MRIシステム（永久磁石、グラジエントコイル、RFプローブ）



(c) テニススクールでのMRI検査

(d) 損傷のあった手首のMRI画像

図 開発したシステムとジュニアテニス選手のMRI画像

用語解説

注1) TFCC

手関節尺側にある靭帯と軟骨の複合組織。衝撃の吸収や手首の安定性を保つ役割を担う。テニスなどのボールを打つ動きの繰り返しによって負荷がかかり、損傷する可能性がある。

注2) RFプローブ

核磁気共鳴 (NMR) 信号の送受信を行う装置。径が対象部位の大きさに一致しているほど感度が高くなる (=画質が良くなる)。

研究資金

本研究は、運営費交付金（教育研究経費）の支援を受けて行われました。

掲載論文

【題名】 Development of a car-mounted mobile MRI system for diagnosis of wrist sports injury.
(手首スポーツ障害診断用車載型モバイル MRI システムの開発)

【著者名】 Tomoki Miyasaka¹, Michiru Kajiwara¹, Akito Kawasaki², Yoshikazu Okamoto³, and Yasuhiko Terada¹

1 筑波大学数理物質科学研究科、2 筑波大学人間総合科学研究科、

3 筑波大学医学医療系臨床医学域

【掲載誌】 Magnetic resonance in medical sciences

【掲載日】 2022年4月26日（オンライン先行公開）

【DOI】 10.2463/mrms.tn.2021-0158

問い合わせ先

【研究に関すること】

寺田 康彦（てらだ やすひこ）

筑波大学数理物質系 准教授

URL: <http://www.bk.tsukuba.ac.jp/~mrlab/>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp