

## 軽症頭部外傷後の脳脊髄液の微細な動きを可視化し部位ごとの変化を検出

軽症頭部外傷後に、脳脊髄液の微細な動きが脳の部位ごとに異なる形で変化する可能性を示しました。特殊な MRI 技術を用い、従来捉えにくかった脳脊髄液の微細な動きを非侵襲的に初めて評価しました。本手法は、外傷後の脳の状態や認知機能との関係を理解するための新しい知見を与えるものと期待されます。

脳の中には脳脊髄液という液体があり、脳を守ったり、不要な老廃物を外に出したりする重要な役割を持っています。この液体は常にわずかに動いており、その動きが脳の健康に関係していると考えられています。しかし、特に軽い頭のケガ（軽症頭部外傷）の後に、この液体の動きがどのように変化するのは、これまでほとんど分かっていませんでした。

本研究では、「IVIM MRI（Intravoxel Incoherent Motion MRI、MRI 拡散強調画像）」という特殊な MRI 技術により、脳内の水分子の動きを利用して、脳脊髄液の微細な動きを調べました。その結果、頭部外傷の後には、脳の部位によって液体の動きが増える部分と減る部分があることが分かりました。特に、小脳の近くでは動きが大きくなる一方で、大脳の一部では動きが弱くなる傾向が見られました。さらに、一部の患者では、時間が経つにつれてこれらの変化が部分的に元に戻る様子も確認され、脳が回復する過程と関係している可能性が示されました。

これまで見えなかった脳の中の液体の動きを捉えることができるようになったことで、将来的には、頭部外傷後の脳の状態や、認知機能の変化との関係が明らかになり、新しい診断や治療につながると期待されます。

### 研究代表者

筑波大学医学医療系

渡邊 真哉 特任准教授

## 研究の背景

近年、脳脊髄液や間質液（細胞間に存在する液体）の循環が、老廃物除去や免疫調節に重要な役割を担うことが明らかになってきました。これらの機構の異常は、アルツハイマー病や正常圧水頭症などの病態と関連する可能性が指摘されています。

一方、頭部外傷後には慢性硬膜下血腫や水頭症などの合併症が生じることが知られていますが、軽症頭部外傷における脳内流体動態の変化については十分に解明されていません。特にヒトにおいて、脳脊髄液の微細な動きを非侵襲的に評価する方法は限られていました。

## 研究内容と成果

本研究では、軽症頭部外傷患者（外傷性くも膜下血腫や急性硬膜下血腫など）14例を対象に、IVIM MRI（Intravoxel Incoherent Motion MRI、MRI 拡散強調画像）<sup>注1</sup>を用いて、脳脊髄液の微細な動きを反映すると考えられる指標（f 値<sup>注2</sup>）を、急性期（約1週間目）および亜急性期（約2か月目）のタイミング評価し、健常者14例と比較しました。

その結果、軽症頭部外傷患者では、小脳橋角部でf値の上昇が認められ、脳の一部で脳脊髄液の動きが増加している可能性が示されました。一方で、大脳半球の複数の領域ではf値の低下傾向が見られ、部位によって異なる変化パターンが存在することが明らかになりました。また、一部の症例では時間の経過とともにf値が変化し、特に大脳領域での回復傾向が示唆されました（参考図）。

本研究は探索的研究ではありますが、脳脊髄液の流体動態が外傷後に部位特異的に変化する可能性を示した点で重要な知見です。

## 今後の展開

本研究で示された脳脊髄液の微細な動きの変化は、外傷後の脳機能回復や慢性期の病態と関連する可能性があります。今後、症例数を増やした検証や、認知機能などの臨床指標との関連解析を進め、その臨床的意義を明らかにする必要があります。

IVIM MRIは、非侵襲的に脳内の微細な流体動態を評価できる新しい画像バイオマーカーとして、アルツハイマー病などの神経変性疾患や、水頭症など脳脊髄液動態が関与する疾患への応用も期待されます。

## 参考図

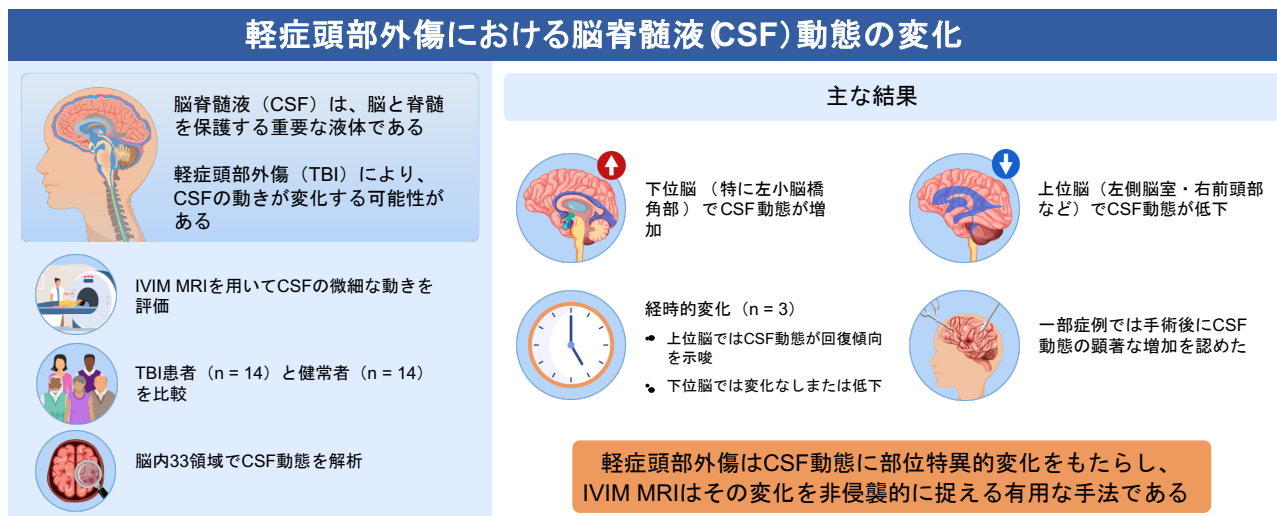


図 軽症頭部外傷後における脳脊髄液の微細な動きの変化の模式図

IVIM MRIにより、下位脳（間脳、中脳、橋、延髄、小脳、基底核：自律機能を制御）では脳脊髄液の動

きの増加、上位脳（大脳：高度な精神活動に関与）では低下傾向が検出された。

#### 用語解説

注1) IVIM MRI (Intravoxel Incoherent Motion MRI、MRI 拡散強調画像)

水分子の動きを解析し、血流や微細な流体の動きを評価する MRI 手法。

注2) f 値

MRI で測定される指標の一つで、組織内の微細な流体の動きの割合を示す値。この値が高いほど、微小血管の血流成分が多いことを意味する。

#### 研究資金

本研究は、J A 共済 交通事故医療研究助成、及び科研費による研究プロジェクト (JP21K16627、JP24K12215) の一環として実施されました。

#### 掲載論文

【題 名】 Exploratory Assessment of Cerebrospinal Fluid-Related Microdynamics After Mild Traumatic Brain Injury Using Intravoxel Incoherent Motion Magnetic Resonance Imaging. (IVIM MRI を用いた軽症頭部外傷後の脳脊髄液関連微細動態の探索的評価)

【著者名】 S. Watanabe, Y. Shibata, and E. Ishikawa

【掲載誌】 *Frontiers in Neuroscience*

【掲載日】 2026 年 4 月 10 日

【DOI】 10.3389/fnins.2026.1756207

#### 問い合わせ先

【研究に関すること】

渡邊 真哉 (わたなべ しんや)

筑波大学 医学医療系 特任准教授

URL: <https://trios.tsukuba.ac.jp/researcher/0000004720>

【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](mailto:kohositu@un.tsukuba.ac.jp)