

論文内容の要旨

Predicting the consistency of intracranial meningiomas using apparent diffusion coefficient maps derived from preoperative diffusion-weighted imaging
(術前拡散強調像に基づく apparent diffusion coefficient による頭蓋内髄膜腫の硬さ予測)

(三善健矢, 和田司, 上野育子, 佐々木真理, 佐浦宏明, 藤原俊朗, 小笠原邦昭)
(Neurosurgery, 2020 年 11 月掲載)

I. 研究目的

髄膜腫の硬さは, 切除の難易度, 手術合併症, 手術時間に影響を与える重要な因子である。また, magnetic resonance imaging (MRI) の拡散強調像から得られる apparent diffusion coefficient (ADC) は, 肝臓の硬さと相関があるとされている。近年, Magnetic resonance elastography (MRE) が開発され, 生体の弾性率マップが得られるようになり, 髄膜腫の硬さと MRE の相関が報告されている。さらに, 肝臓において MRE を対照としたときに, これまでの標準的 ADC より新たに調整した ADC の方が, 相関が高いことが報告されている。本研究の目的は, 標準的 ADC および調整 ADC が髄膜腫の硬さを予測できるか明らかにすることである。

II. 研究対象ならび方法

開頭頭蓋内腫瘍摘出術が予定された髄膜腫患者に対して, 術前に撮像した拡散強調像から, 標準的 ADC map (b value, 0, 1000 [s/mm²]) および調整 ADC map (b value, 200, 1500 [s/mm²]) を作成した。関心領域 (ROI) を 2 つの ADC map における髄膜腫上に設定し, 術中ナビゲーションシステムに ROI の情報を読み込んだ。術中にナビゲーション上の ROI と一致した部位の腫瘍を摘出し, 硬度計を用いて摘出した腫瘍の硬度を測定した。また, 腫瘍摘出に用いられた手術器具により, 主観的に硬さを 5 段階 (surgical grades) で評価した。ROI における標準的 ADC および調整 ADC を算出し, 硬度計を用いた硬さ評価および surgical grades それぞれの相関を検討した。また, surgical grades を基に硬度計の値から硬い髄膜腫とやわらかい髄膜腫を定義し, それぞれを検出する精度を算出した。

Ⅲ. 研究結果

25 症例から得られた 76 ROI に対して解析を行った. 硬度計の硬さは, 標準的 ADC ($\rho = -0.465$, $P < 0.0001$) および調整 ADC ($\rho = -0.490$, $P < 0.0001$) と有意な負の相関を認めた. ROC 解析の結果から, 硬い髄膜腫の検出精度は標準的 ADC と調整 ADC の間に有意差を認めなかった ($P = 0.3900$). 硬い髄膜腫の検出において, 標準的 ADC 低値と調整 ADC 低値を組み合わせた場合の陽性的中率は 89%であった. やわらかい髄膜腫の検出において, 標準的 ADC 高値と調整 ADC 高値を組み合わせた場合の陽性的中率は 81%であった.

Ⅳ. 結 語

術前に撮像した拡散強調像に基づく標準的 ADC と調整 ADC を組み合わせて用いることで, 術前に髄膜腫の硬さを予測することが出来る.

論文審査の結果の要旨

論文審査担当者

主査 教授 前田 哲也 (内科学講座神経内科・老年科分野)

副査 教授 別府 高明 (脳神経外科学講座)

副査 講師 高原 武志 (外科学講座)

髄膜腫の硬さは手術治療に影響する重要な所見である。脳 MRI 拡散強調画像から得られる ADC が腫瘍の硬さを反映する可能性があり、また標準的 ADC より新たに調整した ADC の方が、相関が高いことが報告されている。本研究はこの標準的 ADC および調整 ADC が髄膜腫の硬さを予測できるか明らかにすることを目的としている。開頭頭蓋内腫瘍摘出術が予定された髄膜腫患者を対象として、術前拡散強調像を用いて ROI を髄膜腫上に設定し標準的 ADC および調整 ADC を測定した。腫瘍の硬度について、術中ナビゲーションシステムを用いて ROI と一致した部位の腫瘍を摘出し硬度計で測定、また腫瘍摘出時に主観的硬さを 5 段階で評価した。それぞれの関連性を統計学的に検討した。25 症例から 76 ROI が得られた。硬度計の硬さは、標準的 ADC および調整 ADC と有意な負の相関を認めた。標準的 ADC 低値と調整 ADC 低値を組み合わせで検討したところ、硬い髄膜腫の陽性的中率は 89%、軟らかい髄膜腫の陽性的中率は 81%であった。術前拡散強調像から得られる標準的 ADC と調整 ADC を組み合わせにより、髄膜腫の硬さを術前に予測することが可能であることが明らかとなった。

本論文は髄膜腫の硬さ測定のため、MRI 拡散強調画像 ADC マップを用いた簡便かつ確かな評価方法を報告した。非侵襲的かつ実用性の高い方法を用いた研究である。髄膜腫の硬さは手術治療において、切除の難易度、手術合併症、手術時間に影響を与える重要な因子であることから、硬さの術前評価は重要である。本研究は臨床的に重要な知見を明らかにしたことから、学位に値する論文である。

試験・試問の結果の要旨

髄膜腫の硬さと手術治療との関係、脳 MRI による ADC の ROI 設定や撮影あるいは測定の方法、病理像との関係などについて試問を行い、適切な解答を得た。学位に値する学識を有していると考ええる。

参考論文

1) Two-Year Clinical, Cerebral Hemodynamic, and Cognitive Outcomes of Adult Patients Undergoing Medication Alone for Symptomatically Ischemic Moyamoya Disease Without Cerebral Misery Perfusion: A Prospective Cohort Study (薬物療法のみで治療中の大脳貧困灌流を伴わない症候性もやもや病成人症例における 2 年間の臨床、脳血流、認知機能に関する研究：前向きコホート研究) (三善健矢, 他 6 名と共著).

Neurosurgery. 2019;84(6):1233-1241.

2) ダビガトラン内服患者の外傷性頭蓋内出血に DOAC 特異的中和剤 (イダルシズマブ) を使用した 1 例 (柳原普, 他 6 名と共著).

新薬と臨床 2017 ; 66 (12) : 71-76.