

氏名(本籍)	たか はし のぶ ゆき 高 橋 信 幸 (千葉県)
学位の種類	博 士 (医 学)
学位記番号	博 甲 第 3514 号
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	人間総合科学研究科
学位論文題目	Accelerated dynamic MR imaging with a parallel imaging technique for hypervascular hepatocellular carcinomas: usefulness of a test bolus in examination and subtraction imaging. (多血性肝細胞癌に対するパラレルイメージングを併用した高速多時相 MR 撮像：造影剤テスト注入法と差分画像の有用性の検討)
主 査	筑波大学教授 医学博士 住 田 孝 之
副 査	筑波大学教授 博士(医学) 秋 根 康 之
副 査	筑波大学教授 医学博士 大河内 信 弘
副 査	筑波大学教授 医学博士 田 中 直 見

論 文 の 内 容 の 要 旨

[目的]

パラレルイメージングの開発により超高速 MR 画像が得られ、従来法の約 3 倍という極めて高い時間分解能で全肝ダイナミック MRI 撮影 (accelerated dynamic MRI, ADMRI) を行うことが可能である。本研究では多血性肝細胞癌評価に対する ADMRI の有用性について検討することを目的とする。造影剤テスト注入法 (test bolus) の意義について併せて検討し、また差分画像 (subtraction imaging) の利点についても評価を行う。

[対象と方法]

1) 2001 年 7 月から 2002 年 4 月の間に肝細胞癌を疑われ MRI 検査が施行された 65 症例のうち、病理組織学的検索または血管造影検査にて肝細胞癌と確診された 30 症例を対象とした。内訳は組織学的検索がなされた 3 例に加え、肝動脈造影 CT (CTHA)、門脈造影 CT (CTAP)、リピオドール CT (Iodized-oil CT) のいずれか 2 法以上で肝細胞癌と診断された 27 例である。2) 造影剤テスト注入法を基準に 2 群に分け、非使用群 17 例で 68 結節 (径 1cm 超 35 結節, 1cm 以下 33 結節)、使用群 13 例で 67 結節 (径 1cm 超 26 結節, 1cm 以下 41 結節) が同定された。3) MR 撮像は 1.5 テスラ装置を使用し、すべての画像でパラレルイメージングを併用した。造影前画像として T1 強調画像, T2 強調画像, 脂肪抑制 T2 強調画像を得て、ガドリニウム造影剤を肘静脈より急速注入の後、ADMRI を行った。ADMRI 撮像開始タイミングは、テスト注入法非使用群では注入後 20 秒開始として固定した。一方使用群では、右横隔膜高位の大動脈造影剤濃度が最高となるまでの時間 (delay time) を計測し、注入開始から delay time が経過してから ADMRI 撮像を開始した。4) ADMRI は 1 相 8.4 秒であり、造影前画像, 第 1, 2, 3 相, 門脈相, 遅延相を撮像した。第 1, 2, 3 相は一回呼吸停止下で 3 相連続して撮影を行った。最後に造影後グラディエントエコー画像を撮影した。5) 評価は、まず組織学的評価と血管造影所見を gold standard として、MRI における結節の検出率をテスト注

入使用，非使用群とで比較した。次に1cmを超える結節を対象として定量的評価を行った。結節と肝実質それぞれの信号強度雑音比（SNR），コントラスト雑音比（CNR）を計測し，群別に時相ごとの定量的評価を行った。最後に，径1cmを超える結節のうち造影前T1強調画像で高信号を示したものに対し，第2-1相，第3-1相に対応する差分画像を作成した。

[結果]

1) テスト注入非使用群で63/68結節（感度92.6%），使用群で62/67結節（感度92.5%）が検出された。径1cmを超える結節の検出率は共に100%であった。2) 結節と肝実質のSNR，結節の肝実質に対するCNRに関して，造影前画像ではテスト注入法使用群が非使用群に比し結節のSNRとCNRが高値を示した。第1，2，3相に関してはいずれの値も群間で有意差はみられなかった。非使用群では径1cmを超える35結節のうち3結節が第1相でピークSNRを示したが，使用群26結節はすべて第2，3相でピークSNRを示した。また非使用群では2結節が第1相でピークCNRを示し，一方使用群ではすべての結節が第2，3相でピークCNRを示した。すなわち，使用群では結節のピークSNR，CNRが第1相に現れることはなかった。3) 差分画像が作成された8結節はすべて第2-1相の差分画像で高信号を示した。第3-1相の差分画像ではテスト注入法非使用群で2結節が等信号，2結節が低信号となり，他方使用群では2結節が高信号，1結節が等信号，1結節が低信号を示した。

[考察]

造影剤テスト注入法使用，非使用群で結節検出率はほぼ同等と考えられた。1相8.4秒という極めて高い時間分解能を有するADMRIは，呼吸停止下の連続する3相で計25.2秒間の血流動態を評価しうる。そのため肝細胞癌は少なくともいずれか1相には描出されると推測され，テスト注入法使用，非使用とも肝臓の動脈優位相，早期門脈相をとらえて結節を検出しうると考えられる。しかし定量的評価の結果から，テスト注入法を用いればすべての結節が第2，3相にピークSNR，CNRを有し時相が揃うことが示され，肝細胞癌の造影動態のより正確な評価が可能と考えられる。またADMRIは一回の呼吸停止下に3相連続で撮像されるため呼吸による位置ずれが最小限であり，差分画像が容易に作成できる。造影前T1強調画像で高信号を示す結節は造影されたか否かの判断が難しいが，差分画像により評価が容易になると思われた。造影剤テスト注入法によって時相を揃えることは，結節の染まりを相対的に表現する差分画像に対しても有用と考えられた。

パラレルイメージング併用ADMRIは多血性肝細胞癌に対し高い検出率を示した。造影剤テスト注入法は検出率に大きな変化は与えないものの，結節の血流動態の時相を揃えることに有用であった。また差分画像は容易に作成でき，結節の造影効果の評価に有用と考えられる。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究では，パラレルイメージング併用高速多時相MR（ADMRI）による多血性肝細胞癌評価を目的とした。その結果，ADMRIは，多血性肝細胞癌に対し高い検出率を示した。造影剤テスト注入法は結節の血流動態の時相を揃えることに，また，差分画像は結節の造影効果の評価に有用であった。研究成果はすでに国際誌に掲載され，世界で高く評価されている。

よって，著者は博士（医学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。