



Title	Evaluation of the susceptibility effect on gradient echo phase images in vivo : A sequential study of intracerebral hematoma
Author(s)	山田, 直明
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38480">https://hdl.handle.net/11094/38480</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href=" <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> ">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	山 田 直 明
博士の専攻分野の名称	博 士 (医 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 8 5 2 号
学位授与年月日	平成 5 年 6 月 2 日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	Evaluation of the susceptibility effect on gradient echo phase images in vivo: A sequential study of intracerebral hematoma (グラジエントエコーの位相画像による磁化率効果の評価 —脳内血腫の経時的变化の検討—)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 小塚 隆弘 (副査) 教 授 早川 徹 教 授 西村 恒彦

### 論 文 内 容 の 要 旨

#### 「目 的」

脳内血腫は磁気共鳴画像 (MRI) 上複雑な経時変化をたどる。その原因として最も重要なものは、ヘモグロビンとその代謝変生産物の酸化状態、量、及び分布様式にある事が知られている。これらの物質は反磁性 (オキシヘモグロビン)、常磁性 (デオキシヘモグロビン、メトヘモグロビン)、あるいは超常磁性 (ヘモジデリン、フェリチン) を示し、それぞれ水プロトンの核磁気共鳴 (NMR) 信号の緩和に影響し、信号強度を変える。従来の研究は主として信号強度像に基づいて、上記の各種の物質の分布を推定したものである。しかし今なお、未解明の部分が多く残っている。例えば、上記の磁性体により組織 (血腫) の磁化率が変化するが、この磁化率の変化を生体内で系統的に検討した報告は過去にない。我々は先ず、磁化率の変化によってもたらされる磁場の変化をグラジエントエコーの位相画像で評価できる事を実験的に示した。本研究はこの成果を脳内血腫に応用し、その経時変化、特にヘモグロビンの酸化状態や変性吸収過程に関する知見を得ようとするものである。

#### 「方法ならびに成績」

##### 方法

35例の脳内血腫を合計72回 MRI で検査した。血腫は31例が高血圧性または特発性で、4例は小さい動脈奇形による出血であった。いずれも CT で急性期に血腫が確認されている。対象とした出血部位に過去の出血が明らかなもの、経過中再出血が疑われたもの、および腫瘍や大きな動脈奇形など血腫の像を複雑にしたり自然経過に影響すると考えられる原因是除外した。発症から MRI 検査までの時間は3時間から5年で、患者の年齢は9-79才 (平均53才) であった。各 MRI 検査でグラジエントエコーの位相像を得た。また T1、T2、およびスピンドル強調スピンドルエコー像、およびグラジエントエコーの信号強度像も合わせて得た。

##### 成績

位相像は対象とした全ての血腫を明瞭に描出した。位相像は経時的に変化し、視覚的に4つの型 (病期) に分類された。血腫中心部を通る位相像において位相のプロフィルを取り、その振幅を評価した。一方、血腫の磁化率の分布

として4つの型に対応するモデルを想定し、それぞれのモデルにおいて磁場の変化と位相の変化を計算した。そして、血腫の位相像とモデル計算とを対比して各病期における磁化率の分布を推定する事ができた。さらに、信号強度像を参考にして、血腫の経時変化に関する新しいモデルを提唱した。その要点は、1) 超急性期において先ず血腫辺縁部からデオキシヘモグロビンが形成される、2) 発症から30-60時間では血腫中心部において一過性にメトヘモグロビンが形成される、3) 続いて血腫辺縁部からメトヘモグロビンが赤血球内で形成されるが、中心部では赤血球融解後に形成される、4) ヘモグロビンの一部は代謝されてヘモジデリンやフェリチンとして血腫周囲に沈着するが、多くは血腫領域から吸収されたり磁性の低い形に変えられる、ということである。

#### 「総括」

組織磁化率の分布を臨床例において半定量的に評価できる事を示したのは本研究が初めてである。物質は色々な磁化率をもっており、磁化率は組織を特徴づける物理量の一つである。多くの生体内組織は水に近い反磁性磁化率をもっていると考えられているが、血腫や石灰化組織のように、水と大きく異なる磁化率の物質を含む組織においてはその内部及び近傍の磁場が変化する。この磁化率の影響は形状に依存し、数学的に解く事は一般に困難であるから、その定量性には限界があるが、半定量的な評価は期待できる。基底核領域においてはパーキンソン氏病などで鉄沈着の分布に異常が出る事が知られており、本研究はこのような問題に対しても有用性が期待される。また水のプロトンの化学シフトが組織によって変化する可能性もあり、これを位相画像によって評価することも原理的には可能性がある。本研究で用いたグラジエントエコーの位相には、主磁場や傾斜磁場の不均一性、及び人体と空気の磁化率の差による磁場不均一性が含まれており、その解釈を複雑にしている。この様な磁場不均一性を補正する技術が発達すれば、グラジエントエコーの位相像はさらに有用性が高まると考えられる。

### 論文審査の結果の要旨

磁気共鳴（MR）において磁化の歳差運動の速さは局所の磁場強度に比例する。従って、磁化の位相（方向）は局所の磁場強度を反映するが、この位相情報は通常の信号強度像では捨てられている。本研究はグラジエントエコーの位相画像により31症例の脳内血腫を発症後3時間から5年の間に合計72回検査し、磁化率の経時的変化を検討したものである。その結果、デオキシヘモグロビン、メトヘモグロビン等の常磁性体の生成吸収に関する有用な知見を得ることができた。即ち従来の報告に対して、1) 超急性期において血腫周辺部から常磁性体が形成される、2) 急性期には血腫が均一に磁化される、3) 亜急性期以後血腫内部の常磁性体は減少し、その一部のみが血腫周囲に超常磁性体として沈着することを示した。また本研究により、位相画像は全ての時期の血腫を明瞭に描出し、臨床的にも有用であることが示された。特に超急性期において信号強度像では血腫がわかりにくいこともあり、短時間撮像が容易なグラジエントエコーの位相像は有用である。

以上のように、本研究は生体内の磁性体による磁場の変化を位相画像で捉え、血腫の変性吸収過程に関する知見を得ると共に、位相画像の臨床的有用性も示したものであり、学位論文に値するものである。