



## Assessment of gadolinium-enhanced time-resolved threedimensional MR angiography for evaluating renal artery stenosis

|       |                                                                                                                |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| メタデータ | 言語: Japanese<br>出版者: 浜松医科大学<br>公開日: 2014-10-30<br>キーワード (Ja):<br>キーワード (En):<br>作成者: 増永, 初子<br>メールアドレス:<br>所属: |
| URL   | <a href="http://hdl.handle.net/10271/1183">http://hdl.handle.net/10271/1183</a>                                |

学位論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨

|       |                                                                                                                                                                            |         |             |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------|
| 学位記番号 | 医博第 330号                                                                                                                                                                   | 学位授与年月日 | 平成13年 3月27日 |
| 氏 名   | 増 永 初 子                                                                                                                                                                    |         |             |
| 論文題目  | <p>Assessment of gadolinium-enhanced time-resolved three-dimensional MR angiography for evaluating renal artery stenosis<br/> (ガドリニウム造影高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像による腎動脈狭窄病変の評価)</p> |         |             |

博士(医学) 増 永 初 子

## 論文題目

Assessment of gadolinium-enhanced time-resolved three-dimensional MR angiography for evaluating renal artery stenosis

(ガドリニウム造影高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像による腎動脈狭窄病変の評価)

## 論文の内容の要旨

### 〔はじめに〕

腎動脈狭窄は重度の高血圧と腎機能障害を呈する腎血管性高血圧の誘因となりうるため、高血圧患者の診療の際に腎動脈狭窄の有無を知ることは重要である。腎動脈狭窄の診断には通常経動脈性エックス線血管造影が行われるが、侵襲的であり、腎毒性のあるヨード造影剤を使用する必要がある等欠点がある。近年、非侵襲的でしかも腎毒性の極めて低いガドリニウム製剤を使用する3次元磁気共鳴血管画像の有用性が数多く報告されている。さらに最近、撮像時間が大幅に短縮した高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像が開発され有用性が示唆されているが、その報告は未だ限られている。本研究の目的は、高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像を、画質および腎動脈狭窄病変の診断能という観点から評価し、その臨床的有用性を検討することである。

### 〔患者ならびに方法〕

1998年11月から2000年5月までに腹部の高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像と経動脈性エックス線血管造影の両方が1ヶ月以内に施行された39人を対象とした。全例1.5テスラ磁気共鳴装置にフェーズドアレイ受信コイルを併用して撮像した。撮像には、繰り返し時間(TR)とエコー時間(TE)を短縮した超高速3次元グラジエントエコー法( $TR=2.6\text{msec}$ ,  $TE=0.7-0.8\text{msec}$ )を用いた。自動注入器を用いて、ガドリニウム造影剤15-20mlを2ml/秒で静注し、注入開始5秒後から撮像を開始した。撮像は息止め下に行い、1相につき平均7.5秒間の撮像を4-5相繰り返した。得られた画像はすべてコンピューターワークステーションに転送し、造影前後でのサブトラクションや画像再構成(最大値投影法、多断面再構成法)を行った。得られた画像は定量的および定性的に画質を評価した。定量的には、大動脈、両側腎動脈、下大静脈、後腹膜脂肪、傍脊柱筋内で測定された信号をもとに、シグナルノイズ比、コントラストノイズ比、静脈～動脈間造影比を計算した。定性的には、動脈への静脈の重なりの有無、アーチファクトの有無、腎動脈の造影程度について、2名の観察者が視覚的に評価した。腎動脈の狭窄度は、2名の観察者により0%、1-49%、50-69%、70-99%、100%の5段階に分類された。別の2名の観察者による経動脈性エックス線血管造影の所見を基準として使用した。

### 〔結果〕

動脈相における、大動脈のシグナルノイズ比は、 $74.5 \pm 24.4$ 、大動脈-下大静脈間コントラストノイズ比は $70.8 \pm 23.4$ 、下大静脈-大動脈間造影比は $0.03 \pm 0.04$ であった(平均±標準偏差)。また、39人中38人で静脈の重なりを認めず、39人全員でアーチファクトのない、良好に造影された動脈像を得ることができた。高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像により、経動脈性エックス線血管造影にて0%狭窄度と判定された47本の腎動脈のうち44本が正しく判定された。1-49%狭窄度では16本中13本、50-69%狭窄度では5本中5

本、70-99%狭窄度では4本中3本、100%狭窄度(閉塞)では1本中1本が正しく判定された。なおこの結果を50%以上の狭窄度で再分類すると、高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像と経動脈性エックス線血管造影による評価は完全に一致するため、鋭敏度、特異度ともに100%となる。

#### 〔考察〕

過去に報告された非高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像による値と比較すると、高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像は、画質では明らかに優れており、腎動脈狭窄病変の診断能では同等以上であることが示唆された。1時相につき平均7.5秒間という撮像時間は、動脈内に高濃度に造影剤が存在し静脈内には造影剤が十分に達していない動脈内造影剤至適濃度持続時間(造影剤注入時間が5~10秒間である場合は腹部大動脈レベルで10~17秒間とされる)よりも短い。故に本法では静脈の重ならない鮮明な動脈画像を得ることができる。撮像時間の短縮はまた、体動などによるアーチファクトを軽減する。さらに本法では多時相の画像が得られることから対象領域の血行動態についての情報も付加される。造影剤静注後から腹部大動脈レベルへの造影剤至適濃度到達時間には個人差が大きい、4-5相の連続撮像、すなわち造影剤静注開始5秒後から約35~43秒後までの撮像時間内にはほぼ含まれる。それ故、本法では4-5相の撮像のうちいずれかで動脈相が確保される(撮像時間の長い非高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像では、造影剤至適濃度到達時間と撮像開始時間を一致させる必要があり、造影剤のテスト注入や特別な撮像法が必須である)。

#### 〔結論〕

高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像は、手技が容易で、高信号かつ高コントラストの鮮明な動脈画像を提供し、腎動脈狭窄病変に対する検出能は経動脈性エックス線血管造影に匹敵する。

### 論文審査の結果の要旨

腎動脈狭窄は腎血管性高血圧の誘因となりうる臨床的に重要な病態である。腎動脈狭窄の診断には通常経動脈性エックス線血管造影が行われるが、侵襲的であり、腎毒性のあるヨード造影剤を使用する等欠点がある。近年、非侵襲的で腎毒性の低いガドリニウム製剤を使用する3次元磁気共鳴血管画像の有用性が数多く報告されている。しかし撮像時間が20~30秒間と長く、有用な動脈画像を得るには造影剤のテスト注入や特別な撮像法が必須であった。本研究では、従来法に比べ撮像時間を大幅に短縮させた高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像について、画質および腎動脈狭窄病変の診断能を評価し、その臨床的有用性を検討した。

1998年11月から2000年5月までに腹部の高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像と経動脈性エックス線血管造影の両方が1ヶ月以内に施行された39人を対象とした。全例1.5テスラ磁気共鳴装置を用い、繰り返し時間(TR)とエコー時間(TE)を短縮した超高速3次元グラジエントエコー法( $TR=2.6\text{msec}$ 、 $TE=0.7-0.8\text{msec}$ )で撮像した。ガドリニウム造影剤15-20mlを2ml/秒で静注し、注入開始5秒後から撮像を開始した。撮像は息止め下に行い、1相につき平均7.5秒間の撮像を4-5相繰り返した。得られた画像は定量的および定性的に画質を評価した。定量的には、大動脈、両側腎動静脈、下大静脈、後腹膜脂肪、傍脊柱筋内で測定された信号をもとに、シグナルノイズ比、コントラストノイズ比、静脈-動脈間造影比を計算した。定性的には、動脈への静脈の重なりの有無、アーチファクトの有無、腎動脈の造影程度について、

2名の観察者の合意により視覚的に評価された。腎動脈の狭窄度は、2名の観察者の合意により0%、1-49%、50-69%、70-99%、100%の5段階に分類された後、経動脈性エックス線血管造影所見と比較された。動脈相における、大動脈のシグナルノイズ比は $74.5 \pm 24.4$ 、大動脈-下大静脈間コントラストノイズ比は $70.8 \pm 23.4$ 、下大静脈-大動脈間造影比は $0.03 \pm 0.04$ であった(平均±標準偏差)。また、39人中38人で静脈の重なりを認めず、39人全員でアーチファクトのない、良好に造影された動脈像を得ることができた。高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像により、経動脈性エックス線血管造影にて0%狭窄度と判定された47本の腎動脈のうち44本が正しく判定された。1-49%狭窄度では16本中13本、50-69%狭窄度では5本中5本、70-99%狭窄度では4本中3本、100%狭窄度(閉塞)では1本中1本が正しく判定された。

過去の報告例と比較すると、高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像は、画質では明らかに優れており、腎動脈狭窄病変の診断能では同等以上であることが示唆された。1時相につき平均7.5秒間という撮像時間は動脈内造影剤至適濃度持続時間よりも短いため、本法では鮮明な動脈画像を得ることができる。撮像時間の短縮は体動などによるアーチファクトを軽減する。本法では多時相の画像が得られることから対象領域の血行動態に関する情報も付加される。造影剤静注後から腹部大動脈への造影剤至適濃度到達時間には個人差が大きい、4-5相の連続撮像のうちいずれかで動脈相が確保されるため、造影剤のテスト注入や特別な撮像法は不要である。

高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像は、手技が容易で、鮮明な動脈画像を提供し、腎動脈狭窄病変に対する検出能は経動脈性エックス線血管造影に匹敵する。

以上の研究に対し、審査委員会では以下の質疑を行った。

- 1) ガドリニウム造影3次元磁気共鳴血管画像において、撮像開始時間が早すぎると血管の辺縁のみが描出されるというアーチファクトの成因について
- 2) ガドリニウム造影3次元磁気共鳴血管画像において、撮像時間短縮が困難であった要因について
- 3) 研究対象に含まれた症例の選別方法について
- 4) ガドリニウム造影高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像の前処置について
- 5) シグナルノイズ比、コントラストノイズ比について
- 6) ガドリニウム造影高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像で、70-99%狭窄度の腎動脈(4本中1本)が過小評価された理由について
- 7) 100%腎動脈狭窄度の定義について
- 8) ガドリニウム造影高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像による腎動脈狭窄病変の検出能の評価において、50%以上の狭窄度病変の症例数が不足してはいないか
- 9) ガドリニウム造影高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像により、腹部大動脈分枝に多くみられる偏在性の狭窄病変がどの程度描出可能かどうか
- 10) ガドリニウム造影高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像が非高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像に比べ優れている点について
- 11) ガドリニウム造影高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像を腎動脈狭窄病変のスクリーニングとして用いることが可能かどうか
- 12) ガドリニウム造影剤の副作用について
- 13) ガドリニウム造影剤の分子量について
- 14) 2名の合意による画像評価法が客観性という点で適切かどうか

- 15) ガドリニウム造影高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像と螺旋走査型コンピューター断層撮影との比較について
- 16) ガドリニウム造影高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像による腎動脈以外の血管狭窄病変の検出能について
- 17) ガドリニウム造影高時間分解能3次元磁気共鳴血管画像による大脊髄根動脈の検出能について

これらの質問に対し申請者の解答は適切であり、問題点も十分理解しており、博士(医学)の学位論文にふさわしいと審査員全員一致で評価した。

|         |    |         |            |
|---------|----|---------|------------|
| 論文審査担当者 | 主査 | 数 井 暉 久 |            |
|         | 副査 | 菱 田 明   | 副査 藤 田 公 生 |