

学位論文題名

Usefulness of 3-dimensional reconstructed images of renal arteries using rotational digital subtraction angiography

(回転 DSA を用いた腎動脈の 3 次元再構成画像の有用性)

学位論文内容の要旨

『目的』

回転 DSA(digital subtraction angiography)を用いた 3 次元再構成画像を腹部領域に応用し、腎動脈の描出能と有用性を評価することを目的とした。

『対象と方法』

対象は 1999 年 8 月から 2000 年 9 月に腎動脈の回転 DSA による 3 次元画像再構成(3D-DSA)を施行した 20 例 28 腎である。女性 12 例、男性 8 例、年齢は 17~69 歳(平均 51.3 歳)である。疾患は腎動脈瘤が 8 例、腎移植後が 6 例、腎血管性高血圧 5 例、腎血管筋脂肪腫 4 例、腎動脈狭窄が 2 例、腎腫瘍 1 例、腎動静脈奇形 1 例、nutcracker syndrome 1 例である。DSA 装置は Advantx ACT(GE Medical Systems)を用いた。造影方法は腎動脈(移植腎の場合は総腸骨動脈または内腸骨動脈)から 300mgI/ml の非イオン性造影剤を毎秒 2~3ml で注入した。得られたデータをワークステーション(Advantage windows 3.1, GE Medical Systems)に転送し、3 次元画像再構成を行った。評価部位は腎動脈本幹、区域動脈、葉間動脈、弓状動脈の 4 項目とし、腎動脈および区域動脈は以下の判定基準で 4 段階評価した。Grade 4: 連続性かつ平滑である、Grade 3: 連続性だが平滑ではない、Grade 2: 不連続である、Grade 1: 同定不能である。また、葉間動脈および弓状動脈は以下の判定基準により評価した。Grade 4: 全体の 8 割以上の枝が描出される、Grade 3: 5 割以上 8 割未満の枝が描出される、Grade 2: 描出が 5 割未満である、Grade 1: 同定不能である。また、3D-DSA と同時に撮像した 2D-DSA の臨床的有用性を比較し、1: 3D-DSA は 2D-DSA より有用、2: 3D-DSA は 2D-DSA と同等、3: 3D-DSA は 2D-DSA より劣るの三段階に分類した。

『結果』

3 次元画像は全例で作成可能であった。撮像から 3 次元画像作成までの時間

は約 8 分であった。画像再構成はワークステーションにデータが転送された後直ちに行われた。再構成画像は maximum intensity projection (MIP)、surface rendering、volume rendering、multiplanar reformation (MPR) などが可能であり、モニター上には 4 つの画像が同時に表示可能であった。腎動脈本幹は 100%、区域動脈は 87% で Grade 3 以上の良好な画像が得られた。また、末梢枝に関しては全体の 50% 以上の枝が描出されたのは葉間動脈では 72%、弓状動脈では 54% であった。3D-DSA と 2D-DSA の比較では 75% で 3D-DSA が 2D-DSA より有用であった。

#### 『考察』

回転 DSA は脳動脈瘤や頸動脈狭窄などの神経放射線領域において有用性が報告されているが、腎動脈に関する報告はこれまでにない。

回転 DSA を用いた 3 次元再構成画像 (3D-DSA) は腎動脈を任意の方向から観察可能であり、動脈瘤や腫瘍などの病変と血管との位置関係が明瞭となる。腎動脈瘤の症例では、瘤内腔の大きさや動脈瘤頸部の状態が 3 次元再構成画像により正確に評価できた。また、3D-DSA は血管径の正確な計測が可能である。通常の DSA における血管径計測は撮像された方向のみの計測であり、狭窄性病変では最大狭窄率を過小評価するおそれがある。一方、3D-DSA では MPR 像を用いることにより血管に垂直な断面を描出し、断面の形態および血管径の正確な評価が可能となる。腎血管性高血圧に対する PTR (percutaneous transluminal renal angioplasty) では血管径の計測や狭窄率の測定が重要であり、これらの正確な計測が可能な 3D-DSA は PTR の際に有用である。これらの血管内治療に応用する際、3D-DSA は撮像後約 8 分で作成可能であり、血管内治療の進行に支障を来すことなく施行可能である。腎動脈の 3 次元再構成画像は X 線 CT や MRI を用いた方法の有用性がいくつか報告されているが、これらの方法では腎動脈本幹や区域動脈までの描出が限界である。一方、3D-DSA は葉間動脈や弓状動脈といった末梢の血管までも描出が可能である。

#### 『結論』

回転 DSA を用いた腎動脈の 3 次元再構成画像は臨床利用が十分可能な良好な画像が得られる。本法は血管走行の立体的把握に役立つのみならず、血管径や動脈瘤径の正確な計測が可能であり、今後血管内治療への応用が期待できる。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 小 柳 知 彦  
副 査 教 授 宮 坂 和 男  
副 査 教 授 玉 木 長 良

## 学位論文題名

### Usefulness of 3-dimensional reconstructed images of renal arteries using rotational digital subtraction angiography

(回転 DSA を用いた腎動脈の 3 次元再構成画像の有用性)

本研究の目的は、回転 DSA (digital subtraction angiography) を用いた 3 次元再構成画像を腹部領域に応用し、腎動脈の描出能と有用性を評価することである。

対象は 1999 年 8 月から 2000 年 9 月に腎動脈の回転 DSA による 3 次元画像再構成 (3D-DSA) を施行した 20 例 28 腎である。女性 12 例、男性 8 例、年齢は 17~69 歳 (平均 51.3 歳) である。疾患は腎動脈瘤が 8 例、腎移植後が 6 例、腎血管性高血圧 5 例、腎血管筋脂肪腫 4 例、腎動脈狭窄が 2 例、腎腫瘍 1 例、腎動静脈奇形 1 例、nutcracker syndrome 1 例である。DSA 装置は Advantx ACT (GE Medical Systems) を用いた。造影方法は腎動脈 (移植腎の場合は総腸骨動脈または内腸骨動脈) から 300mgI/ml の非イオン性造影剤を毎秒 2~3ml で注入した。得られたデータをワークステーション (Advantage windows 3.1, GE Medical Systems) に転送し、3 次元画像再構成を行った。評価部位は腎動脈本幹、区域動脈、葉間動脈、弓状動脈の 4 項目とし、腎動脈および区域動脈は以下の判定基準で 4 段階評価した。Grade 4: 連続性かつ平滑である、Grade 3: 連続性だが平滑ではない、Grade 2: 不連続である、Grade 1: 同定不能である。また、葉間動脈および弓状動脈は以下の判定基準により評価した。Grade 4: 全体の 8 割以上の枝が描出される、Grade 3: 5 割以上 8 割未満の枝が描出される、Grade 2: 描出が 5 割未満である、Grade 1: 同定不能である。また、3D-DSA と同時に撮像した 2D-DSA と臨床的有用性を比較し、1: 3D-DSA は 2D-DSA より有用、2: 3D-DSA は 2D-DSA と同等、3: 3D-DSA は 2D-DSA より劣るの三段階に分類した。

3 次元画像は全例で作成可能であった。撮像から 3 次元画像作成までの時間は約 8 分であった。画像再構成はワークステーションにデータが転送された後直ちに行われた。再構成画像は maximum Intensity projection (MIP)、surface rendering、volume rendering、multiplanar reformation (MPR) などが可能であり、モニター上には 4 つの画像が同時に表示可能であった。腎動脈本幹は 100%、区域動脈は 87% で Grade 3 以上の良好な画像が得られた。また、末梢枝に関しては全体の 5 割以上の枝が描出されたのは葉間動脈では 72%、弓状動脈では 54% で

あった。3D-DSA と 2D-DSA の比較では 75% で 3D-DSA が 2D-DSA より有用であった。

3D-DSA は腎動脈を任意の方向から観察可能であり、動脈瘤や腫瘍などの病変と血管との位置関係が明瞭となった。腎動脈瘤の症例では、瘤内腔の大きさや動脈瘤頸部の状態が 3次元再構成画像により正確に評価できた。また、3D-DSA は MPR の方法を用いて血管径の正確な計測が可能であった。腎血管性高血圧に対する PTR (percutaneous transcaterter renal angioplasty) では血管径の計測や狭窄率の測定が重要であり、これらの正確な計測が可能な 3D-DSA は PTR の際に有用と考えられた。腎動脈の 3次元再構成画像は X線 CT や MRI を用いた方法の有用性がいくつか報告されている。これらの方法では血管の描出は中枢側に限られるが、3D-DSA では葉間動脈や弓状動脈といった末梢の血管も描出が可能であった。

口頭発表に際し、玉木教授から画質不良の原因、MDCT や MRA との適応選択、血行動態の評価について、宮坂教授から静脈相の影響、末梢動脈描出の改善法、至適なウィンドウ幅やレベルの設定について、小柳教授から患者背景、手術所見との比較、動脈瘤の形状、狭窄の部位、accessory renal artery の描出について質問がなされた。申請者は自身の臨床データや発表された研究結果などを引用し、概ね妥当な回答を行った。

これまで、3D-DSA を腎動脈に応用した研究はなされておらず、本研究は腎動脈における 3D-DSA の臨床的有用性をはじめて明らかにした。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、申請者が博士 (医学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。