

CT Angiographyによる脳動脈瘤描出における形状再現性に対し CT値とFOVサイズが与える影響

秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科診療部 ○中泉 航哉(Nakaizumi Koya)
大村 知己 篠原 祐樹 佐々木 文昭 加藤 守 木下 俊文
秋田県立循環器・脳脊髄センター 第二脳神経外科診療部 武藤 達士

【目的】

CT angiography (CTA) は脳動脈瘤の存在診断に有用であることに加えて、手術支援画像としての役割を有する。的確な診断・手術のために画像提供側は脳動脈瘤の正確な形態を表示する必要があり、脳動脈瘤の壁が薄くなり膨らんだblebの描出が特に重要となる。そのためには撮影条件・再構成条件・造影条件が至適化される必要がある。

頭部CTAにおける脳動脈瘤の形態表示を術中所見と比較し、画像取得条件との関連について検証を行った。

【方法】

2022年1月～2024年4月の期間中に、当院で未破裂脳動脈瘤及びくも膜下出血の術前精査目的に頭部CTAが施行された連続68症例を対象とした。また、このうち脳動脈瘤にblebを有していた症例は30例であった。CT装置はデュアルソースCT (SOMATOM Drive; Siemens Healthineers, Forchheim, Germany) を使用し、3D画像ワークステーションはZiostation2 (ザイオソフト、東京)を使用した。

各症例において頭部全体を含むlarge FOV (LFOV) 及び脳動脈瘤領域に限定したsmall FOV (SFOV) の2種類の画像を再構成した。LFOVはサイズ180 mmでピクセルサイズが0.352 mm、SFOVはサイズ80 mmでピクセルサイズが0.156 mmとした。

LFOVおよびSFOVの画像から動脈瘤のvolume rendering (VR) 画像を作成し、脳神経外科医1名が術中所見と比較することで動脈瘤の形状再現性について視覚評価を行った。VR画像の作成は処理過程による影響を低減させるため、全例で同一の技師によって行い、同一の描出設定を使用した。視覚評価は4段階のスコアをつけ、4点:術中所見と良好に一致する。3点:術中所見と概ね一致する。2点:術中所見と一部一致せず本来あるべき構造が見えづらい。1点:術中所見と一致せず本来あるべき構造が確認できないと設定した。

形状再現性の指標として血管内平均CT値を測定し、対象症例の中央値を境界として、対象症例を高CT値群と低CT値群の2群に分類した。測定

は測定位置の違いによる影響を低減させるため、全例で内頸動脈C1部にて血管径の半値を直径とする正円形ROIによって行った。

FOVサイズおよびCT値の違いから視覚評価の結果は①高CT値・LFOV②高CT値・SFOV③低CT値・LFOV④低CT値・SFOVの4グループに分けられた。以上の4グループ間でwilcoxonの符号付順位和検定によって比較を行った。また、動脈瘤にblebが存在する30症例に限定した場合においても同様の比較を行った。

【結果】

内頸動脈C1部の平均CT値は全症例で413.3 HU、bleb症例で413.4 HUであった。

視覚評価スコアの平均値は、全症例の①高CT値・LFOVで3.56、②高CT値・SFOVで3.79、③低CT値・LFOVで3.47、④低CT値・SFOVで3.76となり、高CT値群と低CT値群の間に有意差は見られなかったが、SFOVはLFOVより有意に高い結果を示した (Fig.1)。

bleb症例においては①高CT値・LFOVで3.60、②高CT値・SFOVで3.87、③低CT値・LFOVで3.67、④低CT値・SFOVで3.87となり、4グループ間に有意差は見られなかった。しかしCT値による分類をせずLFOVとSFOV間で比較するとスコアは

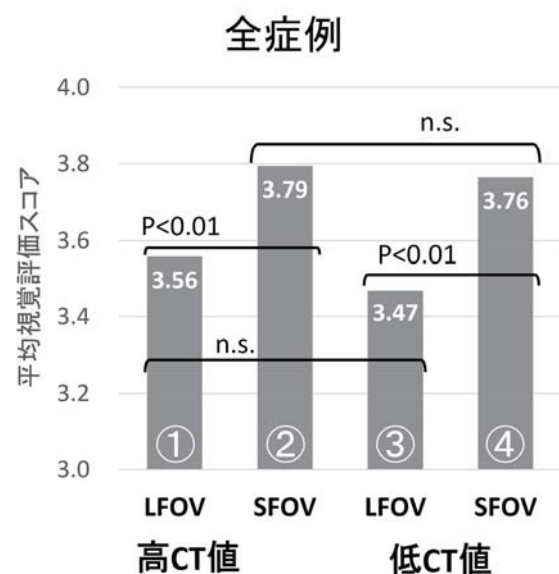


Fig.1 全症例の4グループ間の比較

LFOVで3.63、SFOVで3.87となりSFOVが優位に高い結果を示した (Fig.2)。

ほぼ全例でSFOVのスコアはLFOVと同等か高値を示したが、LFOVでSFOVより高値を示した例が2例存在した。内頸動脈C1部のCT値はそれぞれ271.9 HU・306.7 HUであった (Fig.3)。

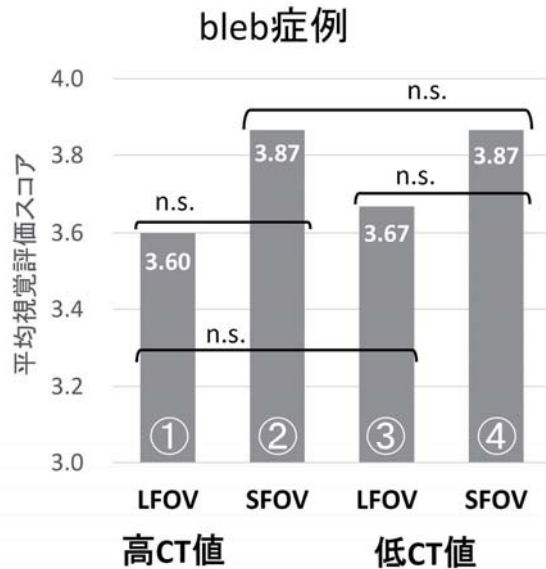


Fig.2 bleb 症例の4グループ間の比較

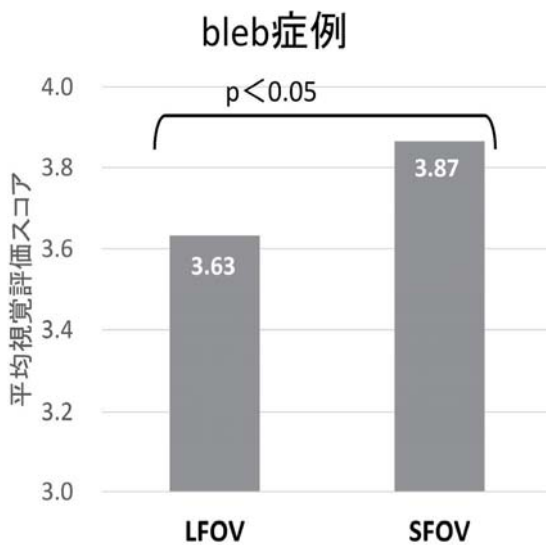


Fig.3 bleb症例の異なるFOVサイズ間の比較

【考察】

LFOVと比較してSFOVで視覚評価スコアが優位に高値を示したが、これは拡大再構成によってボクセルサイズが縮小されたことが微細な構造の描出に有効であったためであると考えられる。

高CT値群と低CT値群でスコアに有意差が見られなかったのはCT値が中央値付近の症例が多かったために、中央値を境界として2群に分類してもCT値に大きい差が見られなかったためであると考えた。

bleb症例において4グループ間での比較では有意差が見られなかったが、これは症例数の不足が原因であると考えた。また、FOVサイズの違いによる2グループ間の比較ではSFOVで有意に視覚評価スコアが高いという結果を示したことから、bleb症例においても拡大再構成は有効であると考えられる。

LFOVでSFOVより視覚評価スコアが高値を示した2例に関して、いずれも動脈のCT値が低くノイズの影響が大きい症例であり全症例で同一の描出設定を使用したことから、SFOVでは拡大再構成によってVR画像上のノイズ成分の凹凸が顕著に描出されたためスコアが低い結果となったと考えられる。また、LFOVにて高いスコアとなった理由としては、いずれの症例も動脈瘤のサイズが大きく形状も単純であったため拡大再構成をせずとも術中所見と一致したためであると考えた。この2例においては以上の要素が重なった結果SFOVよりLFOVで高いスコアを示したと推察したが、動脈瘤の形状やサイズのコントロールは出来ないため、形態によらず高い形状再現性を保つためには拡大再構成の利点を活用できるよう十分な造影効果を担保する必要があると考えられる。

【結論】

頭部CTAにおいて十分な造影効果の担保および拡大再構成を行うことで、術中所見と視覚的に一致する3D画像作成が可能であることが示唆された。