

# CO<sub>2</sub>-DSA画像におけるQVAの試み

公立大学法人福島県立医科大学附属病院 放射線部 ○角田 和也(Kakuta Kazuya)  
池田 正光 佐藤 孝則  
東北大学大学院 医学系研究科 保健学専攻 千田 浩一

## 【背景】

当院では腎機能の悪い患者に対するCO<sub>2</sub>を用いた造影検査を複数件経験した。しかしCO<sub>2</sub>造影の物理評価の報告はほとんどない。また、第4回及び第5回東北放射線医療技術学会にて、CO<sub>2</sub>-DSA (carbon dioxide digital subtraction angiography)の基礎報告<sup>1) 2)</sup>を行なった。

## 【目的】

本研究はDSAファントムを用いてCO<sub>2</sub>-DSA画像を取得し、QVA (Quantitative end-Vascular Analysis)を行い、違いを評価した。

## 【方法】

使用した血管撮影装置はsiemens社のArtis zee ceilingを用い、撮影条件は当院で用いているCO<sub>2</sub>-DSAモード(管電圧:81 kV, パルス幅:100 ms, Focus:large, Dose:3600 μ Gy/fr, frame rate:4 f/s)を使用した。京都科学社のDSAファントムを使用した。ファントム画像をFig.1に示す。これの基準狭窄率は25,50,75%の3パターンである。基準内径は7,5,3,2 mmのものを用いた。狭窄部の長さは2, 5, 10 mmであり、今回はそれぞれの長さをshort, tubular, diffuseと定義した。これを水深15 cm水槽の中に沈め、その状態をマスク像とし、インジェクター(根本杏林堂)を用いてCO<sub>2</sub>を注入した。ファントム内にCO<sub>2</sub>が充満するまで注入を続け、その時のフレームをCO<sub>2</sub>-DSA画像として使用した。SID (source to image-receptor distance)は100 cmとした。また、SSD(source to surface distance)は70 cmとした。実際のCO<sub>2</sub>-DSA画像をFig.2に示す。このようにして得られた画像を白黒反転し、QAngioXA (GOODMAN社)でQVAを行なった。なお、キャリブレーションはDSAファントムの既知の血管径で行なった。Obstruction diameter, Reference diameter, Diameter stenosisの値を求めた。QVAを3回行い、その平均値を結果の値とした。得られた結果に対して、各基準内径に対するDiameter stenosisの標準偏差、狭窄長ごとの基準狭窄率とのずれ(Error)の関連の有無を求めた。なお、(1)にずれを求める計算式を示す。



Fig.1 DSA ファントム

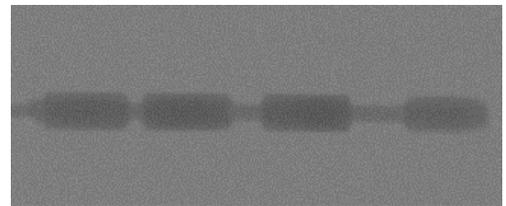


Fig.2 CO<sub>2</sub>-DSA 画像

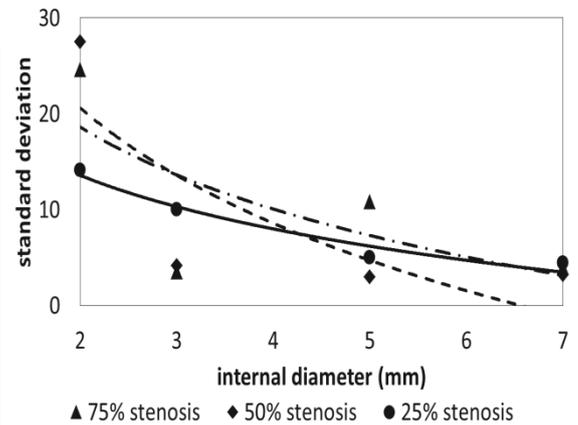
$$\text{Error} = \frac{|\text{基準狭窄率}(\%) - \text{diameter stenosis}(\%)|}{\text{基準狭窄率}(\%)} \times 100 \dots (1)$$

## 【結果】

Fig.3に基準内径に対するDiameter stenosisの標準偏差のグラフを示す。どの基準狭窄率においても基準内径が細くなるにつれて標準偏差の値が大きくなっていることが読み取れた。Table.1に各基準内径に対する狭窄長ごとの基準狭窄率との誤差の結果を示す。狭窄長に関わらず、内径2 mmでのずれが大きくなっていた。また、基準狭窄率が75%においてもずれが大きくなる傾向であった。

Table 1 狭窄長に対するError

基準内径(mm)		7	5	3	2	
基準狭窄率(%)	75	short	17.4	24.0	52.1	43.4
		tubular	11.9	7.9	9.1	55.8
		diffuse	14.4	12.9	27.6	52.7
	50	short	3.8	2.8	4.6	64.0
		tubular	3.2	4.1	12.7	0.4
		diffuse	8.9	8.9	3.8	45.4
	25	short	1.9	7.4	4.0	60.1
		tubular	1.8	17.4	2.7	0.8
		diffuse	8.4	17.6	6.2	6.5

Fig.3 基準内径に対する  
Diameter stenosis の標準偏差

### 【考察】

当院でCO<sub>2</sub>-DSAを行う領域は下肢動脈のASO(arteriosclerosis obliterans)に対するEVT(EndoVascular Treatment)である。おおよその動脈の血管径は膝窩動脈で約5 mmである。したがって、今回の結果から5 mm以上の血管に対するCO<sub>2</sub>-DSA画像へのQVAは狭窄率による標準偏差の違いはあまり見られなかったが、同様な傾向がみられた。しかしながら、より細い血管になればなるほど標準偏差は大きくなり、また狭窄率に対する違いも大きくなった。この原因は、やはりCO<sub>2</sub>を使用していることに原因がある。基本的にQAngioXAはヨード造影剤を用いたDSA画像を使用したときを想定してプログラムを組んである。ヨード造影剤の状況が画質により変動するため正確な狭窄率はメーカーで保証をしていないが、基本的に5 mm～10 mmの血管径を測定することを想定して作られている。したがってヨード造影剤と比較してCNRが悪いCO<sub>2</sub>-DSAで、さらに4 mm以下であれば、測定データの信頼性はほぼないといえる。今回は3回平均であったが、ばらつきが大きいので計測回数を増やせばより安定した測定結果が得られる。

末梢血管についてはCO<sub>2</sub>の膜構造が持つ表面張力により血管内の流れが妨げられ、狭い部分での十分な造影像が得られない<sup>3)</sup>という報告がある。今回はファントム実験だが、狭窄部の内径が1.5 mm以下では実際の内径よりも径が小さく測定されていた。また、CO<sub>2</sub>の特有のアーチファクトとしてCO<sub>2</sub>の浮力によって血管内を充填できないunder filling effectによる血管径の過小評価がある。これはCO<sub>2</sub>の浮力により血管内で血液とガスが二層構造を形成するため生じるものであり、比較的太い血管でその傾向が大きいとされている。本実験ではファントム内はインジェクターでCO<sub>2</sub>を注入させているが、ファントム内の水を完全にCO<sub>2</sub>と置き換えきれなかったため、内径がうまく計測できず、標準偏差が大きくなってしまったと考えられる。

### 【結論】

CO<sub>2</sub>-DSAのQVAの計算結果は内径5 mmと7 mmにおいては病変長に関わらず安定していた。また、より高度狭窄になるほど、狭窄率の信頼性は損なわれる。

### 【参考文献・図書】

- 1) 角田和也 他 : DSAにおいて体厚や造影剤の違いが視覚的認識能に及ぼす影響の基礎検討 日本放射線技術学会東北部会雑誌 Vol.24 P193
- 2) 角田和也 他 : 注入速度の違いにおけるCO<sub>2</sub>の挙動の基礎検討 日本放射線技術学会東北部会雑誌 Vol.25 P147
- 3) Y. Okumura, et al. : Visualization of Stenosis in Vascular Access by Bubble Method under Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) Angiographic Procedures JSRT Vol.66 No.8 P893～P900