



頭部CTAにおける脳血液循環量を考慮した 脳動脈瘤及び末梢血管の描出能の検討

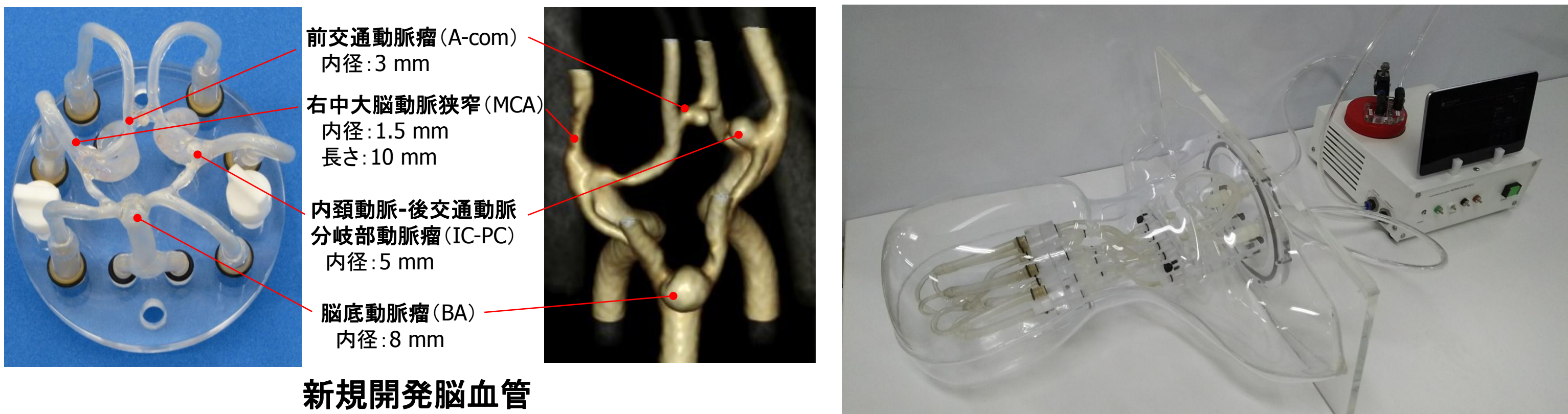
○轟 辰也¹⁾、原 秀剛²⁾、水上 慎也²⁾、佐藤 誠¹⁾、中嶋 藍¹⁾、十亀 彩²⁾
1) 北里大学病院 放射線部、2) 北里大学 医療衛生学部

背景・目的

頭部CT Angiography (CTA) において、適切なタイミングでの撮影が脳動脈瘤の評価に重要となる。CTA撮影タイミングに最も影響を与える患者因子は心拍出量である⁽¹⁾が、検査前に心拍出量を推定することが困難な場合が多い。しかし、Kyongtae T.Baeの報告による理論式⁽²⁾を用いると、成人の体格(身長・体重)から心拍出量を推定し、心拍出量から脳血液循環量(脳循環量)を推定することが可能となる。本研究では、患者体格から推定した脳循環量および頭部CTAの撮影タイミングが、脳動脈瘤及び末梢血管の描出能に及ぼす影響について検討した。

使用機器

- CT装置：Optima 660 Discovery Edition (GE Healthcare Japan)
- 造影剤注入機：DUAL SHOT GX7 (根本杏林堂)
- 画像処理ソフトウェア：Ziostation2 (ザイオソフト)
- 脳血管ファントム：脳流循環型水ファントム HB-1 (フヨー株式会社) ※脳血管部分を独自開発
- 循環ポンプ：ALPHA FLOW EC-2 (フヨー株式会社)



方法

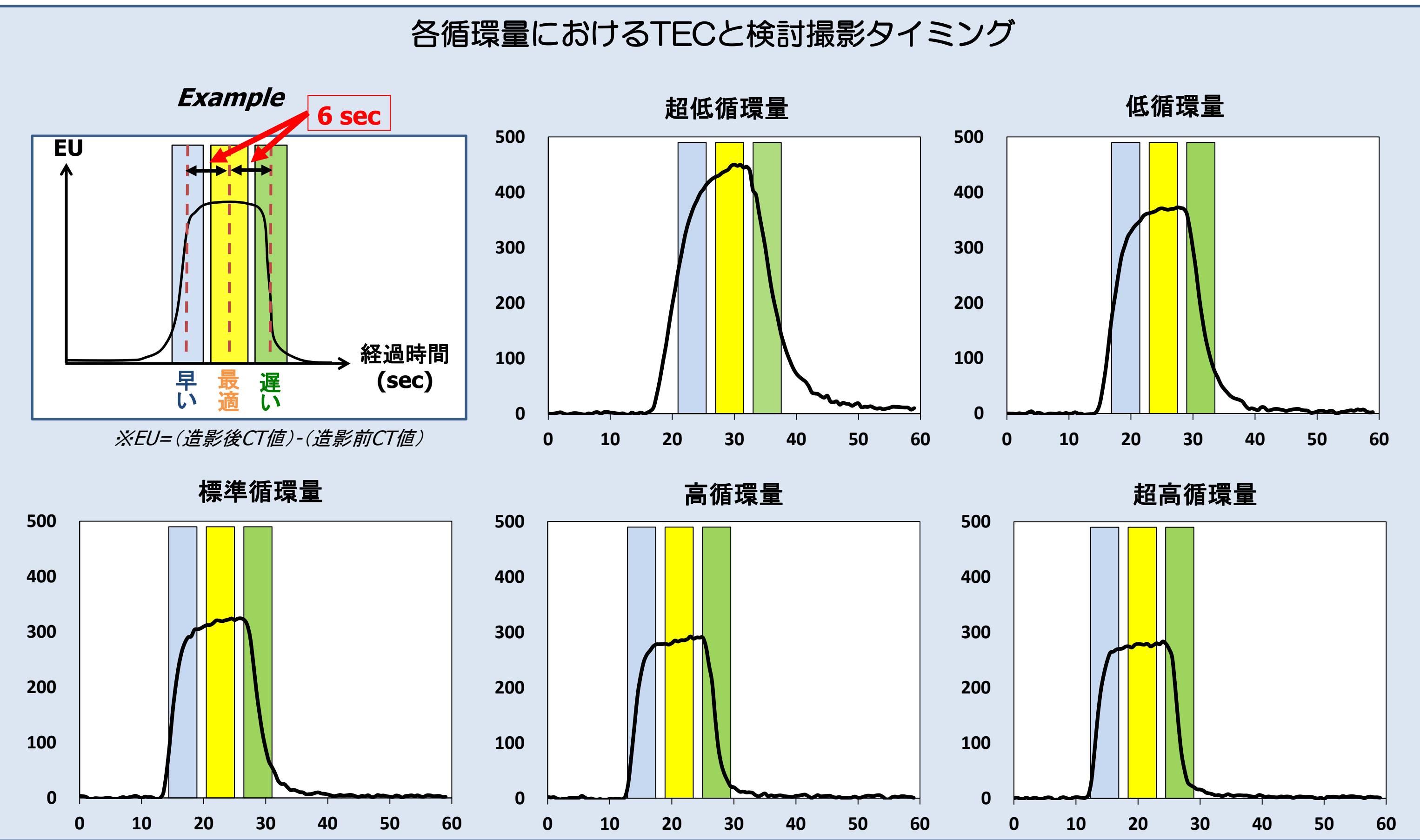
- Baeの報告による理論式(式1)を用いて5パターンの患者体格から心拍出量を算出し、心拍出量の14%が脳に流入する(式2)のものとして脳循環量を算出した。
- 脈動ポンプを用いて脳血管ファントムに水を循環させ、脳底動脈先端部のTime Enhancement Curve (TEC) を取得した。造影持続時間中心部を最適タイミングとし、最適撮影タイミングの一6秒を早いタイミング、+6秒を遅いタイミングとした。循環方法としては、心拍70bpmに設定し、脈動流で水を循環させた。

$$\text{心拍出量 (mL/min)} = 25.3 \times H^{0.725} \times W^{0.425} \quad (\text{式1})$$

H: 身長 (cm), W: 体重 (kg)

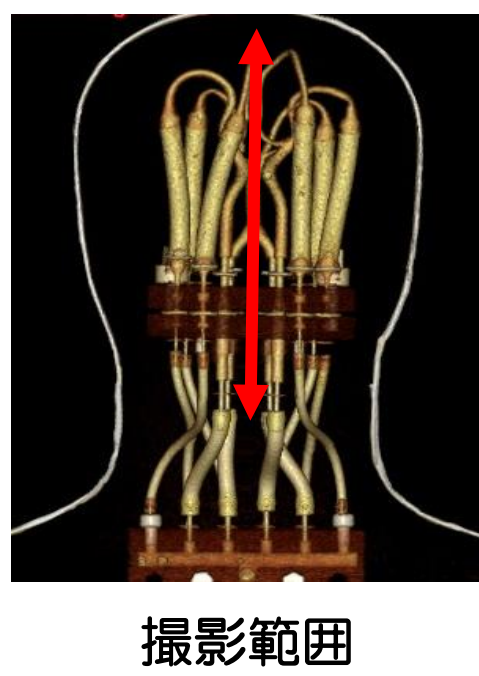
$$\text{脳循環量 (mL/min)} = 0.14 \times \text{心拍出量} \quad (\text{式2})$$

循環量 パターン	体格		心拍出量 (mL/min)	脳血流量 (mL/min)
	身長 (cm)	体重 (kg)		
超低	140	30	3862.2	540.7
低	150	45	4823.9	675.4
標準	160	60	5172.4	799.7
高	170	75	6562.9	918.8
超高	180	90	7391.7	1034.8



- 5パターン循環量において、それぞれ3つの撮影タイミング(早、最適、遅)で頭部CTAを撮影した。また、造影剤注入と同時にサブトラクション用画像も取得した。希釈造影剤は67mgI/mLに調整し、注入速度は4.0mL/sec、注入量は60mLとした。基準画像として、ファントム内を造影剤で満たした状態で脈流を停止して撮影を行った。

管電圧: 120 kV、管電流: 175 mA、rotation time: 0.5 sec、スキャン方式: ヘリカル pitch factor: 0.516、スライス厚: 0.625 mm、画像再構成間隔: 0.625 mm、DFOV: 20 cm 撮影時間: 4.64 sec、撮影範囲: 15 cm (Willis動脈輪中心)、画像再構成関数: standard



- 取得した画像データをZiostation2を用い、以下の3項目について検討した。

循環量(5パターン) × 撮影タイミング(3パターン)の画像

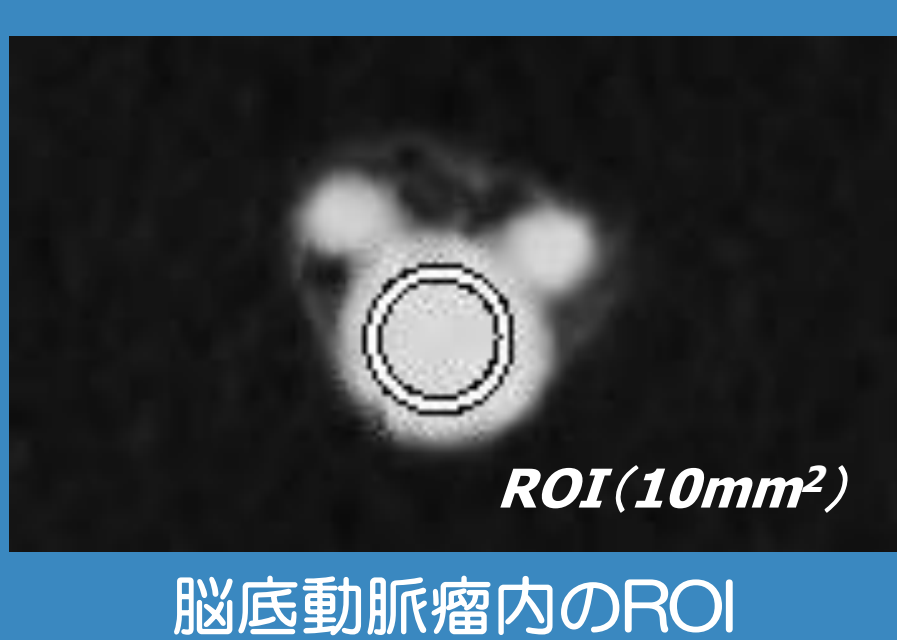
I. VR表示の評価

VR表示における描出能を比較
脳底動脈瘤
末梢血管(MCA狭窄部)

VR表示条件
WL:150
SH:70
最高画質モード

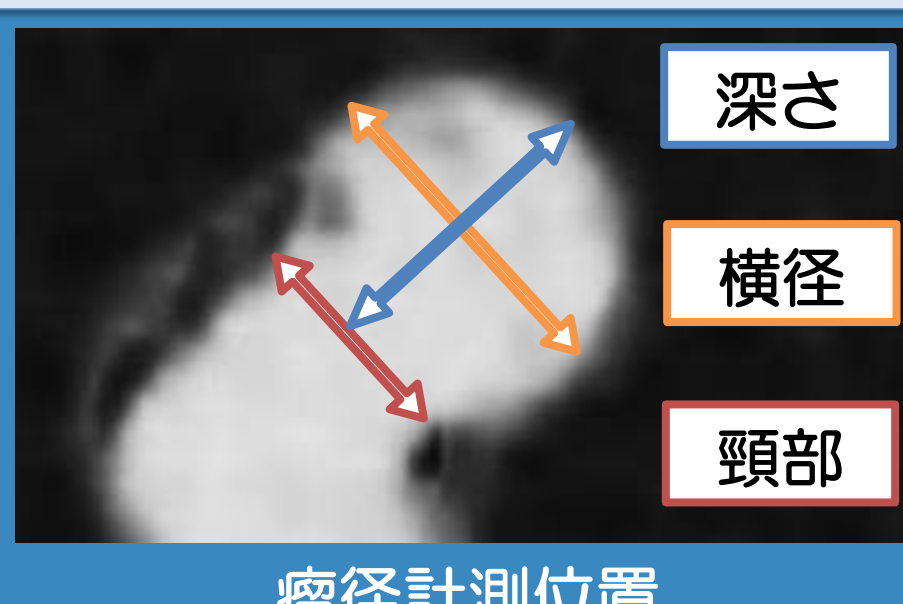
II. 瘤内CT値の評価

脳底動脈瘤内のCT値測定
4D解析モード(全撮影ROI継承)
ROI size: 10mm²



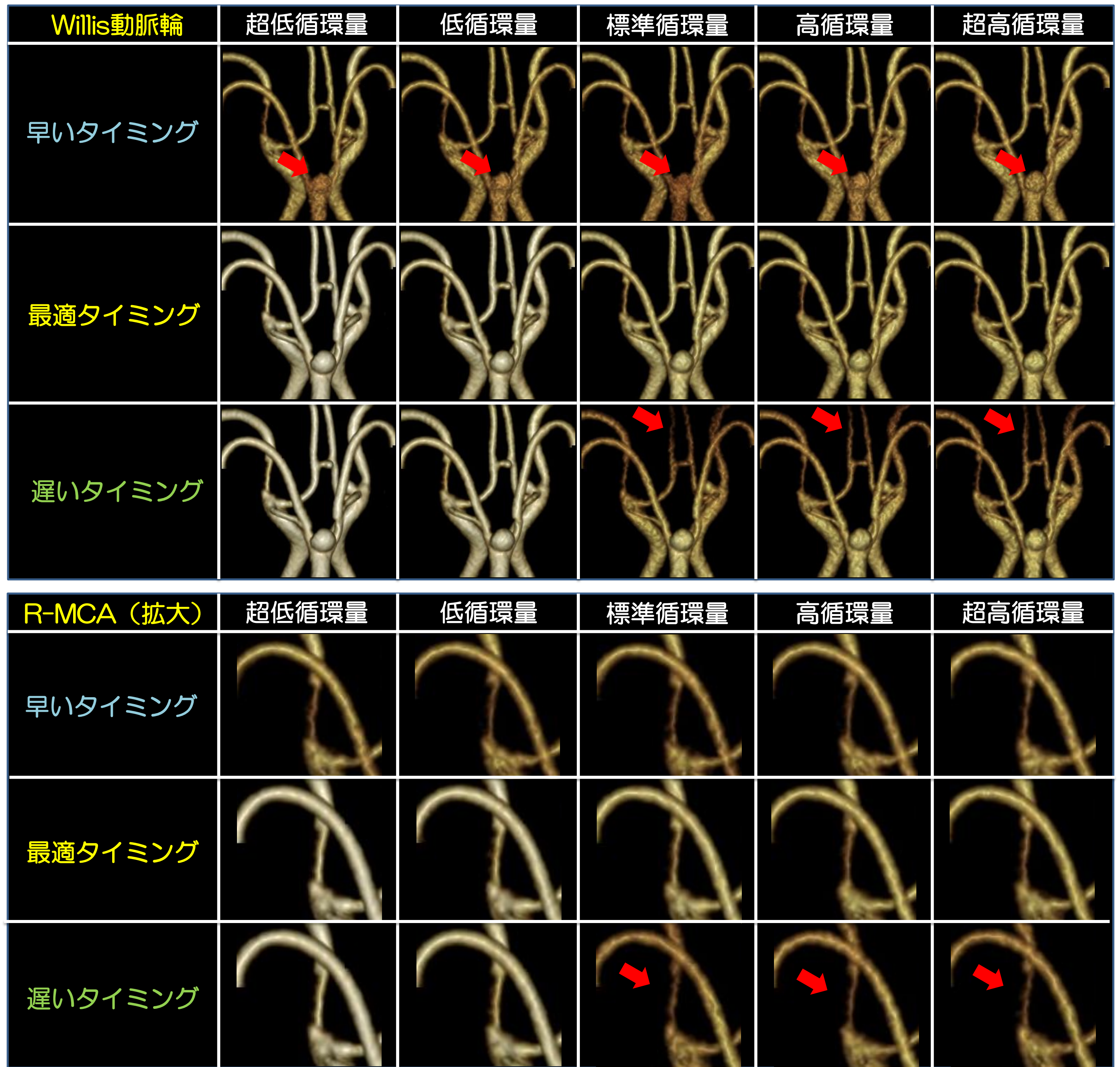
III. 瘤径の評価

脳底動脈瘤の頸部、横径、深さ計測
計測部の拡大再構成
(DFOV: 10cm、関数: Detail)
サブトラクション処理
MPRでの計測



結果

I. VR表示の評価(動脈瘤・末梢血管)



早いタイミングでは動脈瘤が描出不良な傾向となった。
最適タイミングでは動脈瘤・抹消血管ともに良く描出された。
遅いタイミングでは循環量が増えるほど末梢血管の描出が悪い傾向となった。

II. 瘤内CT値の評価

撮影タイミング	循環量パターン				
	超低	低	標準	高	超高
早	181.7	205.3	150.1	194.8	220.2
最適	423.6	368.7	316.5	286.3	287.4
遅	458.9	391.0	314.6	295.1	281.5

単位: HU

最適タイミングでは、循環量が増加すると動脈瘤内のCT値が低くなった。

III. 瘤径の評価

循環量 パターン	撮影 タイミング	頸部		深さ		横径	
		測定値 (mm)	基準比	測定値 (mm)	基準比	横径(mm)	基準比
超低	早	6.5	1.18	8.6	1.05	8.2	1.08
	最適	5.6	1.02	8.3	1.01	7.9	1.04
	遅	5.8	1.05	8.2	1.00	7.6	1.00
低	早	5.9	1.07	8.6	1.05	8.3	1.09
	最適	6.0	1.09	8.2	1.00	7.9	1.04
	遅	6.4	1.16	8.2	1.00	8.0	1.05
標準	早	6.1	1.11	8.8	1.07	8.4	1.11
	最適	6.4	1.16	8.4	1.02	8.2	1.08
	遅	5.6	1.02	7.5	0.91	7.8	1.03
高	早	6.5	1.18	7.9	0.96	8.5	1.12
	最適	6.5	1.18	8.8	1.07	8.3	1.09
	遅	5.9	1.07	7.8	0.95	8.3	1.09
超高	早	6.4	1.16	7.7	0.94	8.4	1.11
	最適	6.5	1.18	8.6	1.05	8.5	1.12
	遅	6.2	1.13	7.8	0.95	8.3	1.09
基準		5.5	1.00	8.2	1.00	7.6	1.00

動脈瘤頸部は、循環量が増加するほど瘤径を過大評価する傾向となった。
しかし、測定値の差は小さく、循環量や撮影タイミングによる有意差はなかった。

- VR表示: 最適タイミングで脳動脈瘤及び末梢血管が良く描出
- 瘤内CT値: 循環量が増加するほど、瘤内CT値が低下
- 瘤径: 循環量や撮影タイミングが異なっても、瘤径の評価に顕著な影響はない

結語

循環量や撮影タイミングにより血管内のCT値が変化し、VR表示の描出能に影響を与えた。患者体格から推定した脳血液循環量を考慮して頭部CTAの撮影タイミングを適切に設定することで動脈瘤や末梢血管の描出向上が可能である。

Reference

- (1) Bae KT, Heiken JP, Brink JA. Aortic and hepatic contrast medium enhancement at CT. Part II. Effect of reduced cardiac output in a porcine model. Radiology. 1998 Jun;207(3):657-62.
- (2) Bae KT. Intravenous contrast medium administration and scan timing at CT: considerations and approaches. Radiology. 2010 Jul;256(1):32-61

この研究発表の内容に関する利益相反事項はありません