

Transvenous embolization of cavernous sinus dural arteriovenous fistulas with shunts involving the laterocavernous sinus

(Laterocavernous sinus へのシャントを有する海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻に対する経静脈的塞栓術)

Mika Okahara<sup>1,2</sup>, Hiro Kiyosue<sup>2</sup>, Yuzo Hori<sup>3</sup>, Satomi Ide<sup>3</sup>, Syuichi Tanoue<sup>2</sup>, Hiromu Mori<sup>2</sup>

1. Shinbeppu Hospital, Department of Radiology
2. Oita University, Faculty of medicine, Department of Radiology
3. Nagatomi Neurosurgical Hospital, Department of Radiology

**Adress**

3898 Tsurumi

Beppu-shi

Oita

874-0833

Japan

**Corresponding author;**

Mika Okahara M.D.

Shinbeppu Hospital, Department of Radiology

3898 Tsurumi

Beppu-shi

Oita

874-0833

Japan

Tel +81-977-22-0391

Fax +81-977-27-0098

Email [okahara@oita-u.ac.jp](mailto:okahara@oita-u.ac.jp)

Keywords: dural arteriovenous fistula, cavernous sinus, laterocavernous sinus

All authors pledge that this manuscript does not contain previously published material and is not under consideration for publication elsewhere.

## 要旨

目的 : Laterocavernous sinus (LCS)は海綿静脈洞(CS)の外側に存在する硬膜で境された静脈洞の正常変異であり浅中大脳静脈が還流する。今回、LCSにshuntを有する海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻(CSDAVF)症例の血管造影所見および経静脈塞栓術(TVE)を検討し、治療における留意点について考察する。方法 : 2007年から2015年10月の期間でTVEを施行したCSDAVF27症例に対し、3DDSA/DA画像および選択的動脈造影を用いてLCSへのシャントの有無を確認した。その後LCSにシャントを有する症例について血管造影所見、TVEについて検討した。結果 : LCSへのshuntは4例(14.8%)にみられ、全例でCSからLCSに複数のshunted pouchを有し、LCSへのfeederは正円孔動脈、中硬膜動脈あるいは副硬膜動脈であった。LCSを介する浅中大脳静脈、または鉤静脈への逆流が全例にみられた。LCSとCSの連続は背側2例、外側2例であった。全例マイクロカテーテルをLCSに挿入し塞栓を行ったが、CSとLCSが背側で連続している症例ではLCSへの挿入に時間を要した。全例症状は消失し合併症は認めなかった。結論 : LCSへのカテーテル挿入はCSの背側にLCSが合流する場合には困難なことがある。LCSにシャントを有する症例ではCSのみの塞栓では皮質静脈逆流のみが残存するBorden type3となる可能性があり注意が必要である。

## はじめに

硬膜動静脈瘻に対する血管内治療の有用性はすでに確立しており、海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻 (cavernous sinus dural arteriovenous fistula; CSDAVF) に対してはその安全性と根治性から経静脈的塞栓術が選択されることが多い(1, 2)。

Laterocavernous sinus (LCS) はCavernous sinus (CS)の lateral componentの外側に位置し、CSとは inner dural layer で境界された静脈洞の正常変異であり、浅中大脳動脈の還流路のひとつとして知られる。LCSはCSの後方に合流するか中頭蓋窩を貫通して pterygoid plexus に合流、または背側に走行して transverse sinus に合流するとされる(3, 4)。CSDAVFの症例の中にはLCSにシャントを有するものやLCSが還流路となっているものが存在することが知られている(5-7)。今回我々はLCSにシャントを有するCSDAVF症例の血管造影所見および経静脈塞栓術を検討し、治療における留意点について考察する。

## 対象と方法

2007年1月から2015年10月の期間に経静脈的塞栓術を施行された海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻27例のうちLaterocavernous sinusにシャントを認めた4例(14.8%)において治療前の血管造影所見および治療手技についてretrospectiveに検討した。全例女性であり、年齢は61歳~75歳(平均年齢68歳)であった。全例Borden type2であり、患側の下錐体静脈洞(inferior petrosal sinus; IPSは3例で閉塞していた。主訴は全例眼症状が見られ、うち2例では耳鳴りを伴っていた。臨床的特徴をTable1に示す。

全例両側内頸動脈、外頸動脈椎骨動脈の選択的脳血管撮影(selective digital subtraction angiography)がbilplane血管造影装置(Innova3131, GE Medical Systems, Milwaukee; Infinitx VB, Toshiba Medical, Tokyo)で撮像された。硬膜動

静脈瘻が描出された場合には引き続き3D回転撮影を行った。回転撮影のデータから Workstation (Advantage Workstation, GE Healthcare Milwaukee; Ziostation, Zio, Tokyo) を用いて MIP (maximum intensity projection)、VR(volume rendering reconstruction) および 0.2-0.3mm 厚、0.5mm 間隔で再構成された MPR (multiplanar reconstruction) 画像を作成した。すべての血管造影を経験年数 10 年以上の神経放射線科医 2 名で評価し、shunted pouch、feeding artery、Laterocavernous sinus (LCS) へのシャント部、drainage route、海綿静脈洞と LCS の連続様式、浅中大脳静脈 (superficial middle cerebral vein; SMCV) および鉤静脈 (uncal vein; UV) の還流様式について二人の合意で決定した。

全例局所麻酔下に経静脈的塞栓術が施行された。Approach route は 1 例は同側の IPS、1 例は閉塞した同側の IPS、1 例では対側の IPS から intercavernous sinus を介して、一例は同側の閉塞した IPS および脳底静脈叢であった。治療後経過観察の血管造影は治療 1 週間後に行われ、残存がない場合には 3 ヶ月後に MR angiography を行い、その後 6 ヶ月ごとに MR angiography にて経過観察を行った。

LCS と海綿静脈洞の連続様式と LCS へのマイクロカテーテルの誘導の難易度の関係、塞栓術直後の治療結果および合併症、再発の有無についても検討した。

## 結果

経静脈的塞栓術が施行された 27 例中 LCS にシャントの見られた 4 例 (14.8%) の血管造影所見について Table 2 に示す。全例 LCS 以外に海綿静脈洞 (cavernous sinus; CS) に shunted pouch があり、3 例では CS に複数の shunted pouch が認められた。1 例では sphenoparietal sinus にも shunted pouch が認められた。LCS の shunted pouch への feeding artery は中硬膜動脈 (n=2)、正円孔動脈 (n=3)、副中硬膜動脈 (n=2) であった。LCS と UV および SMCV の合流にはいくつかのタイプが報告されているが (8)、3 例で

は SMCV に UV が合流後 LCS に合流するタイプであり、1 例 (case3) では UV のみが LCS に合流し、SMCV は LCS に関与しないタイプであった。

LCS へのシャント部は 3 例で LCS の後方部分に、1 例 (case3) では UV の LCS 合流部より腹側に見られた (Figure 1)。Drainage route は全例で上眼静脈への逆流が見られ、3 例で LCS から SMCV および UV への逆流が、UV のみが LCS に合流していた 1 例 (case3) では LCS から UV への逆流が見られた。その他 2 例で prepontine bridging vein への逆流が見られ、Intercavernous sinus を介した対側への還流が 2 例で認められた。Approach route は 2 例は同側の IPS (一例は閉塞していた)、対側の IPS から intercavernous sinus を介して、1 例は閉塞した同側 IPS および Basilar plexus であった。手技や治療結果、再発の有無について Table3 に示した。CS に LCS が合流している部位は 2 例で背側部分、2 例で外側部分 (Case4, Figure2) に認められたが、前者では CS から LCS へのマイクロカテーテルの誘導が困難で、カテーテル誘導に時間を有した (Case3, Figure 1)。初回治療で 3 例はシャントの消失が得られたが、1 例では初回治療時に皮質静脈逆流は消失したが、CS へのシャントの残存があり、3 回目の治療でシャントの完全消失が得られた。明らかな合併症はなく、治療後経過観察中の再発も認められなかった。

## 考察

LCS は SMCV からの皮質血流が還流する primitive tentorial sinus に由来し、妊娠第 8 週の間には CS の外側壁が形成される時に primitive tentorial sinus が CS の内側へ移動する際に形成されると考えられている (3)。San Millan Ruiz D らは剖検例 29 例 58 側について検討し、24.1% (14/58) で LCS が認められ、そのうち 13 例は SMCV が LCS に流入し、残りの一例は SMCV の流入はなく UV のみの流入がみられたと報告している (4)。我々の症例では 3 例では UV が SMCV に合流した後 LCS に合流しており、1 例 (Figure1)

では SMCV は LCS に連続せず、UV のみが LCS の前方部分に合流していた。LCS と CS との連続には二通りあり、LCS が CS の後方部分に終止する場合 (Figure1) と Pterygoid plexus あるいは上錐体静脈洞に連続する LCS が CS に近接して走行する部分で CS の外側壁の内層との間に連続を有する場合 (Figure2) がある (3, 4)。Gailloud P らは血管造影所見から LCS について検討しており、22% (22/100) に LCS が認められ、そのうち 36.5% (8/22) で LCS と CS の連続が確認され、その大部分 (7/22, 32%) が CS の背側部分に終止していたと報告している (3)。トルコ鞍外側の血流腔は二つに分けられ、medial system には上眼静脈、CS、IPS が含まれ、lateral system には SMCV を介して上錐体静脈洞、pterygoid plexus や横静脈洞に還流する皮質静脈還流が含まれる。後者には paracavernous sinus や LCS、CS の前上方に SMCV が終止する場合が含まれる。CSDAVF 症例でこの外側部分への逆流が存在すると皮質静脈や深部静脈への逆流を伴う Borden type2 以上に分類され、出血のリスクが高い疾患群となる。

これまで LCS への静脈還流を伴う CSDAVF に対する血管内治療の報告は Lv X ら (5, 6) によってなされており、CSDAVF 32 例中 7 例 (21.8%) で LCS を介した SMCV あるいは petrosal vein への逆流が見られたとしている (7)。3 例は経静脈的塞栓術のこりの 4 例は経動脈的塞栓術で合併症なく完治したと報告している。また、San Millan Ruiz D ら (10) は皮質静脈逆流を伴った CSDAVF 症例に対して経動脈的塞栓術を行ったが、その後頭痛の増悪があり、血管造影にて皮質静脈逆流の残存を確認した。その際の DSA にてシャントが LCS に存在し、LCS は Pterygoid plexus に還流し、CS への連続が認められなかったため、Pterygoid plexus から LCS へマイクロカテーテルを誘導し、経静脈的塞栓術を行い完全閉塞が得られたと報告している。

このように LCS が還流路となっているだけでなく、LCS そのものにシャントが存在する場合の経静脈的塞栓術においては LCS へのシャントを残したまま CS の塞栓のみを行った場合、皮質静脈逆流のみの残存する Borden type3 になる危険性が高く、LCS へのマ

マイクロカテーテル挿入が必要となる。我々の研究では 27 例の海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻症例中 4 例（14.8%）で LCS へのシャントが認められ、CS との連続は後方部分、外側とも 2 例ずつであった。CS の後方部分に LCS が合流している症例では CS の前方から挿入したマイクロカテーテルを背側で一旦反転させて LCS に挿入する必要があり、LCS へのマイクロカテーテル誘導に時間を要した。治療前に CS と LCS の連続部分を確認することが必要となるが通常の DSA のみでは CS と LCS との関係を十分に理解することは困難であり、回転撮影の再構成画像（MPR）での観察が有用である。

## 結語

GSDAVF の一部の症例では LCS にシャントが存在する場合があります、そのような症例では CS のみの塞栓では皮質静脈逆流のみが残存する Borden type3 の DAVF となる危険性があり、治療の際注意が必要である。CS の背側部分に LCS が連続している体部では LCS へのカテーテル挿入が困難なことがあり術前の血管構築の検討が重要である。

## 利益相反開示

筆頭著者および共著者全員が利益相反はない

## 参考文献

1. Kirsch M, Henkes H, Liebig T et al. Endovascular management of dural carotid-cavernous sinus fistulas in 141 patients. *Neuroradiology* 2006;48:486-490
2. Kiyosue H, Hori Y, Okahara M, et al. Treatment of intracranial dural arteriovenous fistulas: current strategies based on location and hemodynamics, and alternative techniques of transcatheter embolization.

Radiographics 2004;24(6):1637-1653

3. Gailloud P, San Millan Ruiz D, Muster M, et al. Angiographic anatomy of the laterocavernous sinus. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2000;21(10):1923-1929
4. San Millan Ruiz D, Gailloud P, de Miquel MA, et. al. Laterocavernous sinus. *Anat Rec.* 1999;254(1):7-12
5. Lv X, Jiang C, Li Y, et al. The laterocavernous sinus system: venous inflow, venous outflows, and clinical significance. *World Neurosurg.* 2011; 75(1):90-93
6. Lv X, Jiang C, Li Y, et al. Endovascular treatment of dural fistulas with the venous outflow of laterocavernous sinus. *Eur J Radiol.* 2010;75(2)e129-134
7. San Millan Ruiz D, Oka M, Fasel JH, et al. Transvenous embolization of a dural arteriovenous fistula of the laterocavernous sinus through the pterygoid plexus. *Neuroradiology* 2007; 49: 665-668
8. Ide S, Kiyosue H, Tanoue S et al. Anatomical variations in termination of the uncal vein and its clinical implications in cavernous sinus dural arteriovenous fistulas. *Neuroradiology* 2014;56:661-668



## Figure legend

### Figure 1

Case 3; A 64-year-old female presented with right chemosis and diplopia. Sagittal partial MIP image of rotational angiography of right external carotid angiography (a) shows the dural arteriovenous fistula involving the right cavernous sinus and laterocavernous sinus (LCS) draining into the superior ophthalmic vein and uncal vein (UV). Shunt to LCS (arrows) is present anterior aspect of LCS connecting with UV. And LCS connect to posterior aspect of CS. Lateral view (b) of selective venography after coil embolization of anterolateral shunted pouch of CS shows a micocatheter tip located in the LCS. UV is also noted. Lateral view of right maxillary angiography (c) after coil embolization of LCS shows residual shunt of LCS and reflux for deep venous system through the UV. Lateral view of right maxillary angiography (d) after 33% NBCA-LPD injection from LCS and coil embolization of posterolateral shunted pouch of CS shows disappearance of the cavernous sinus dural arteriovenous fistula.

### Figure 2.

Case 4; A 75-year-old female presented with right chemosis. Sagittal MIP image of rotational angiography of right external carotid angiography (a) shows the dural arteriovenous fistula involving the right cavernous sinus and laterocavernous sinus (LCS) draining into the superior ophthalmic vein, superior middle cerebral vein (SMCV) and uncal vein (UV). And the shunt to LCS is also shown (white arrow). The axial reformatted image (b) of the right external carotid angiography shows shunted pouches of right cavernous sinus. And the connection between cavernous sinus and LCS is shown (white arrowhead). Front-caudal view (c) shows shunt of cavernous sinus and LCS (arrow), and also shows drainage to superior ophthalmic vein (SOV), SMCV, deep middle cerebral vein (DMCV), and basal vein. Lateral view (d) of right common carotid angiography after shunted pouches of cavernous sinus and LCS shows the disappearance of the cavernous sinus dural arteriovenous fistula.

DMCV; deep middle cerebral vein

Table 1

Characteristics of 4 patients of cavernous sinus dural arteriovenous fistulas with shunts involving the laterocavernous sinus

Patient No	Age/Sex	Symptoms	Site	Borden's type	IPS
1	72/F	Diplopia, Chemosis, tinnitus	Right	II	Occluded
2	61/F	Dioplopia, Chemosis, tinitus	Left	II	Patent
3	64/F	Diplopia, Chemosis	Right	II	Occluded
4	75/F	Chemosis	Right	II	Occluded

IPS; inferior petrosal sinus

Table 2 Angiographical features of patients

Patient No.	Shunted pouch	Feeding arteries	Shunted site of LCS	Connection site between CS and LCS	Drainage route
1	LCS	MMA, AFR	Posterior site of LCS	Dorsal	LCS-SMCV-UV Prepontine bridging vein SPS, SOV
	CS				
	Posteromedial	APA			
	Medial	APA, AFR			
2	Sphenoparietal sinus	MMA, AFR, AMA	Posterior site of LCS	Lateral	LCS-SMCV-UV Prepontine bridging vein SOV ICS-contralateral SOV/IPS
	LCS	MMA, AMA			
	CS				
	Poteromedial	APA			
3	Posterolateral	AFR, MMA	Anterior site of junction of UV and LCS	Dorsal	LCS-UV SOV
	Lateral	MMA, AFR, AMA			
	LCS	AFR			
	CS				
4	Anterolateral	MMA, AFR, AMA,	Posterior site of LCS	Lateral	LCS-SMCV-UV SOV ICS-contralateral SOV
	Posterolateral	RMA from OPA			
	LCS	AMA, AFR			
	CS				
	Medial	AMA, APA			
4	Posterolateral	MMA, AMA, APA			
	Posteromedial	MMA, AMA, APA			

LCS; laterocavernous sinus, CS; cavernous sinus, MMA; middle meningeal artery, AFA; artery of foramen rotundum, APA, ascending

pharyngeal artery, AMA; accessory meningeal artery, RMA; recurrent meningeal artery, OPA; ophthalmic artery, SMCV; superior middle cerebral vein, UV; uncal vein, ICS; intercavernous sinus, SOV; superior ophthalmic vein, SPS; superior petrosal sinus

Table 3 Procedure, treatment result, complication and follow-up

Patient No.	Approach route	Connection site between CS and LCS	Difficulty of insertion of microcatheter into LCS	Treatment results	Recurrence/follow-up period
1	Ipsilateral patent IPS	Dorsal	Difficult	Marked regression (Complete occlusion at third procedure)	None/103 months
2	Ipsilateral occluded IPS	Lateral	Easy	Complete occlusion	None/101months
3	Contalateral IPS-ICS	Dorsal	Difficult	Complete occlusion	None/13 months
4	Ipsilateral occluded IPS Basilar plexus	Lateral	Easy	Complete occlusion	None/8 months

Fig.1a

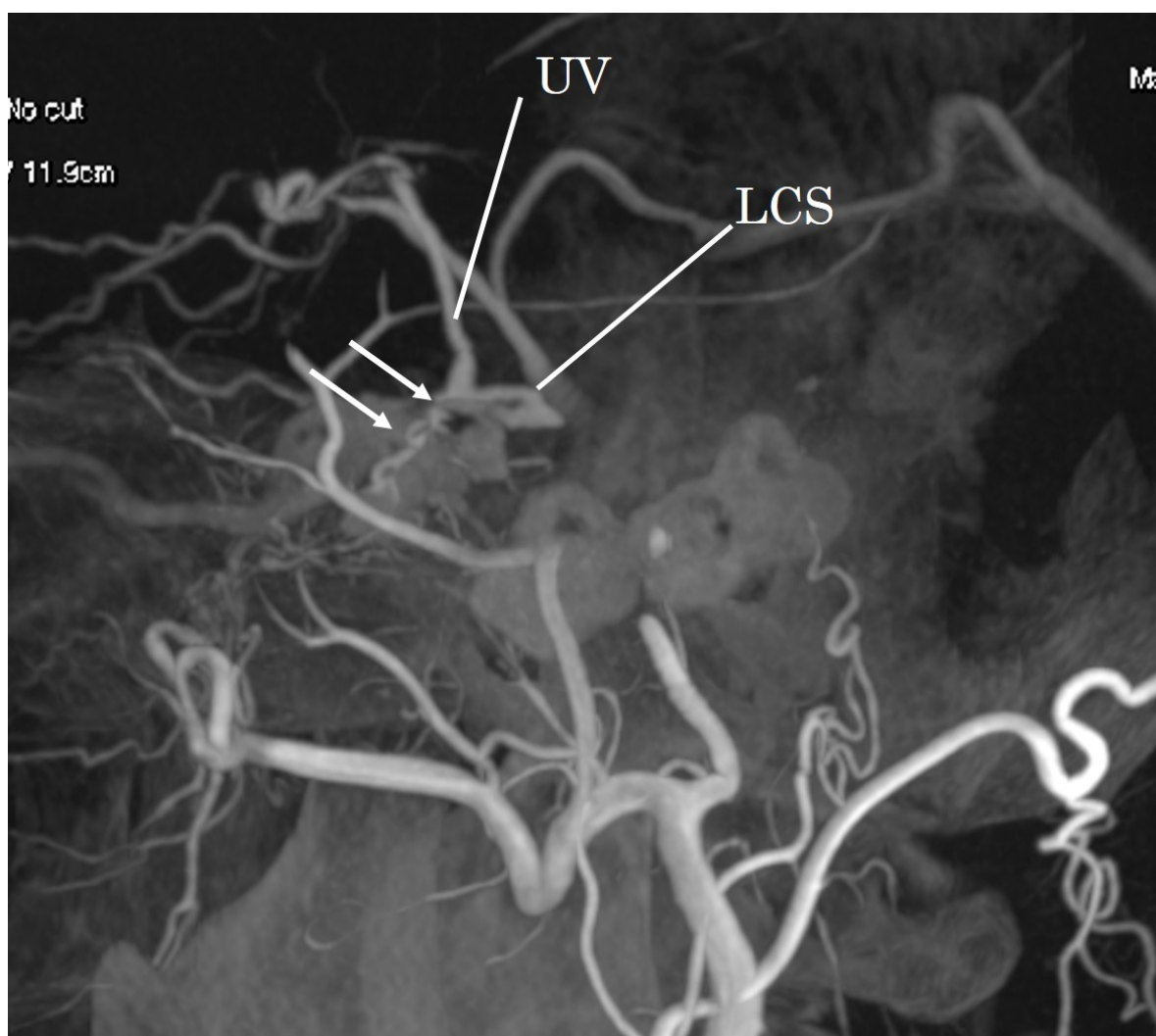


Fig.1b

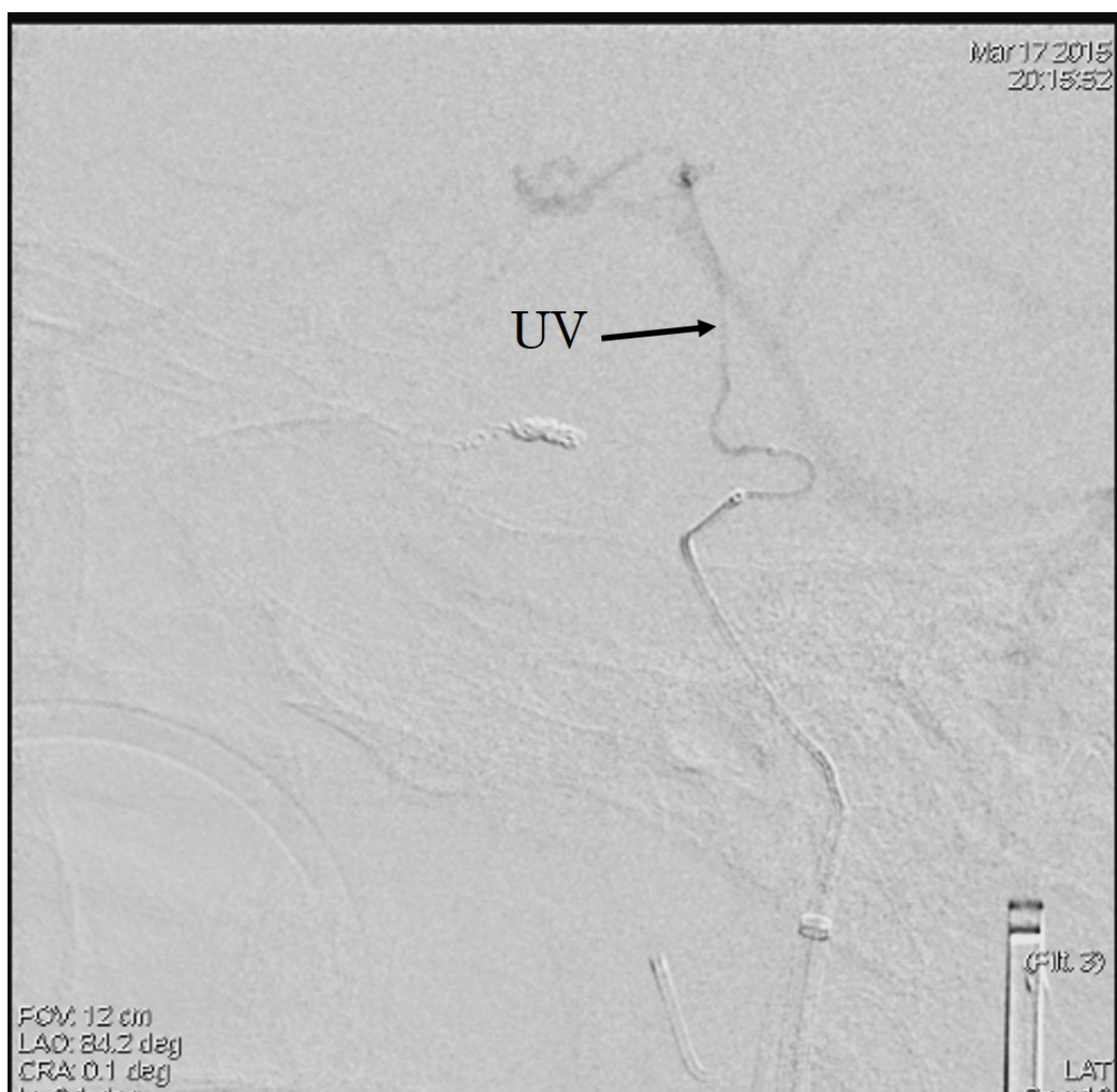


Fig.1c

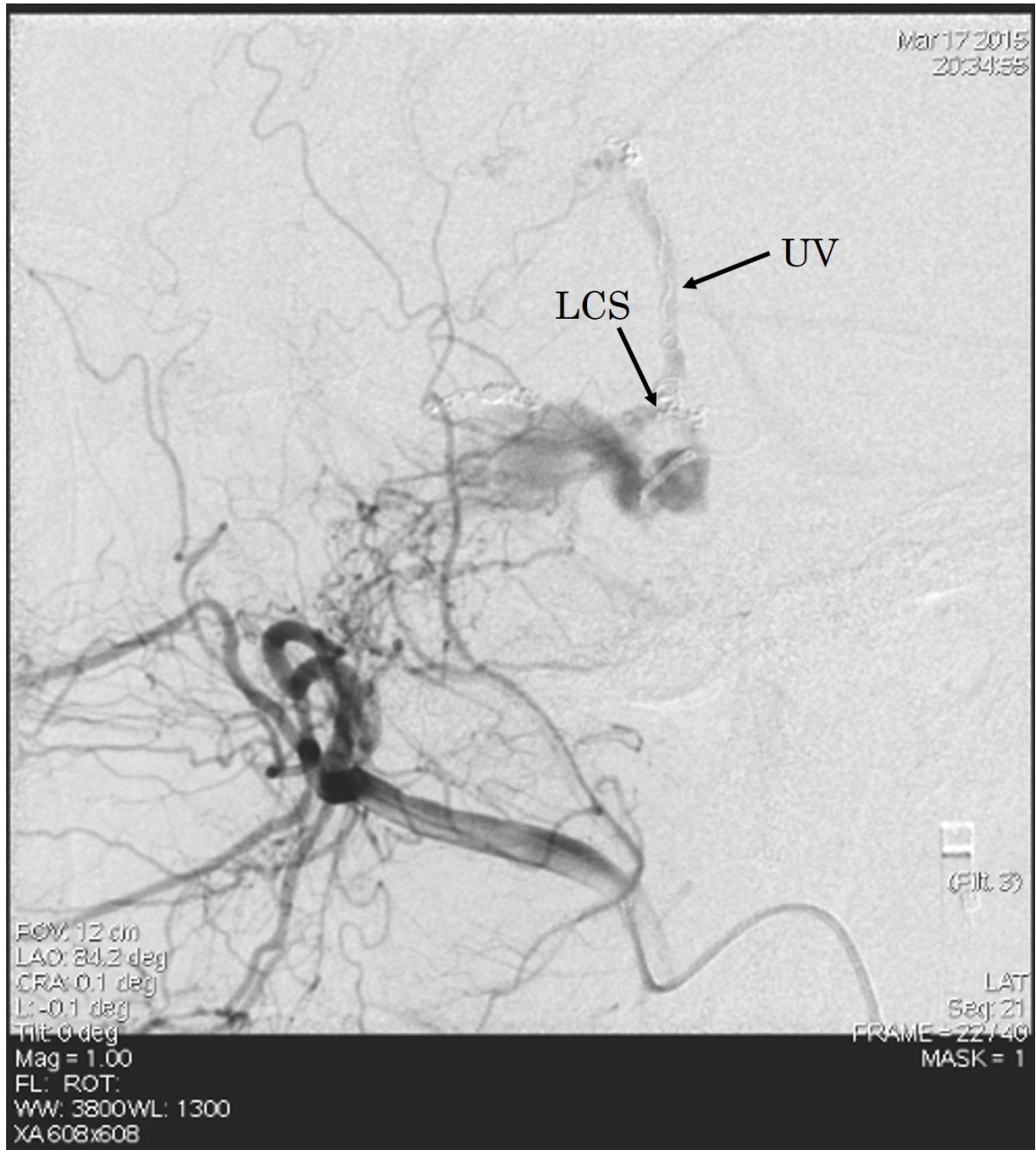




Fig.1d



Fig.2a

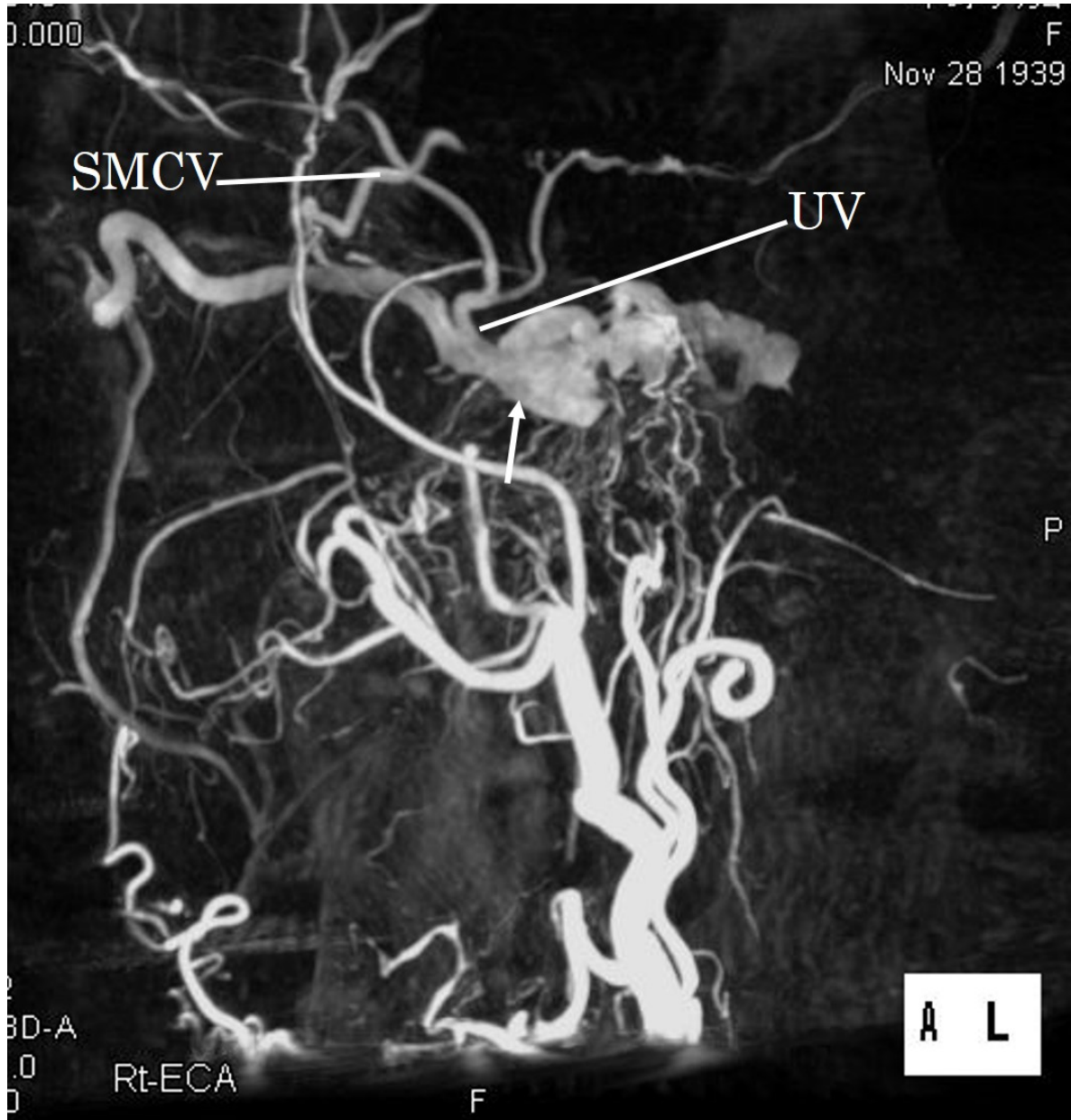


Fig.2b

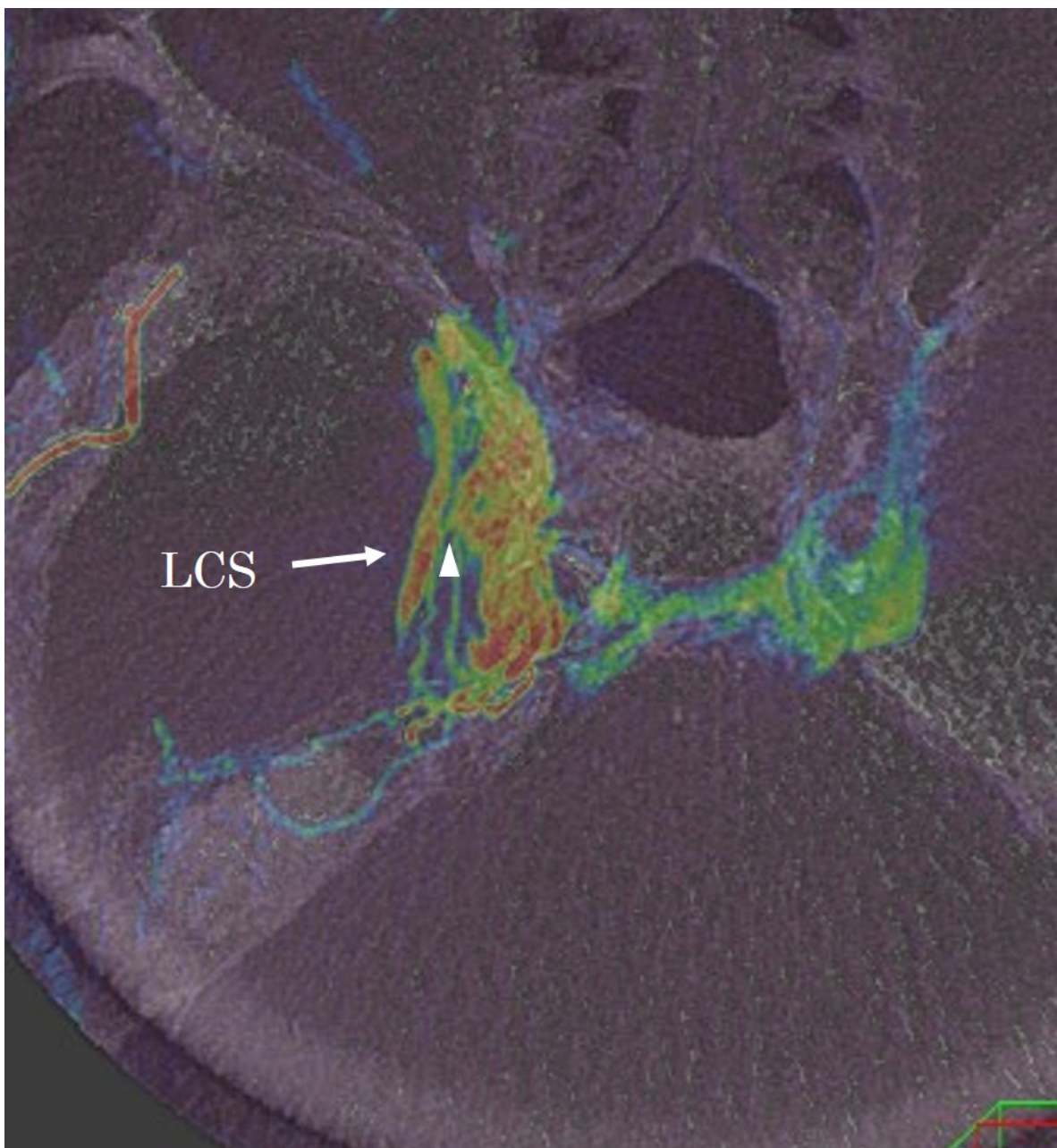


Fig.2c

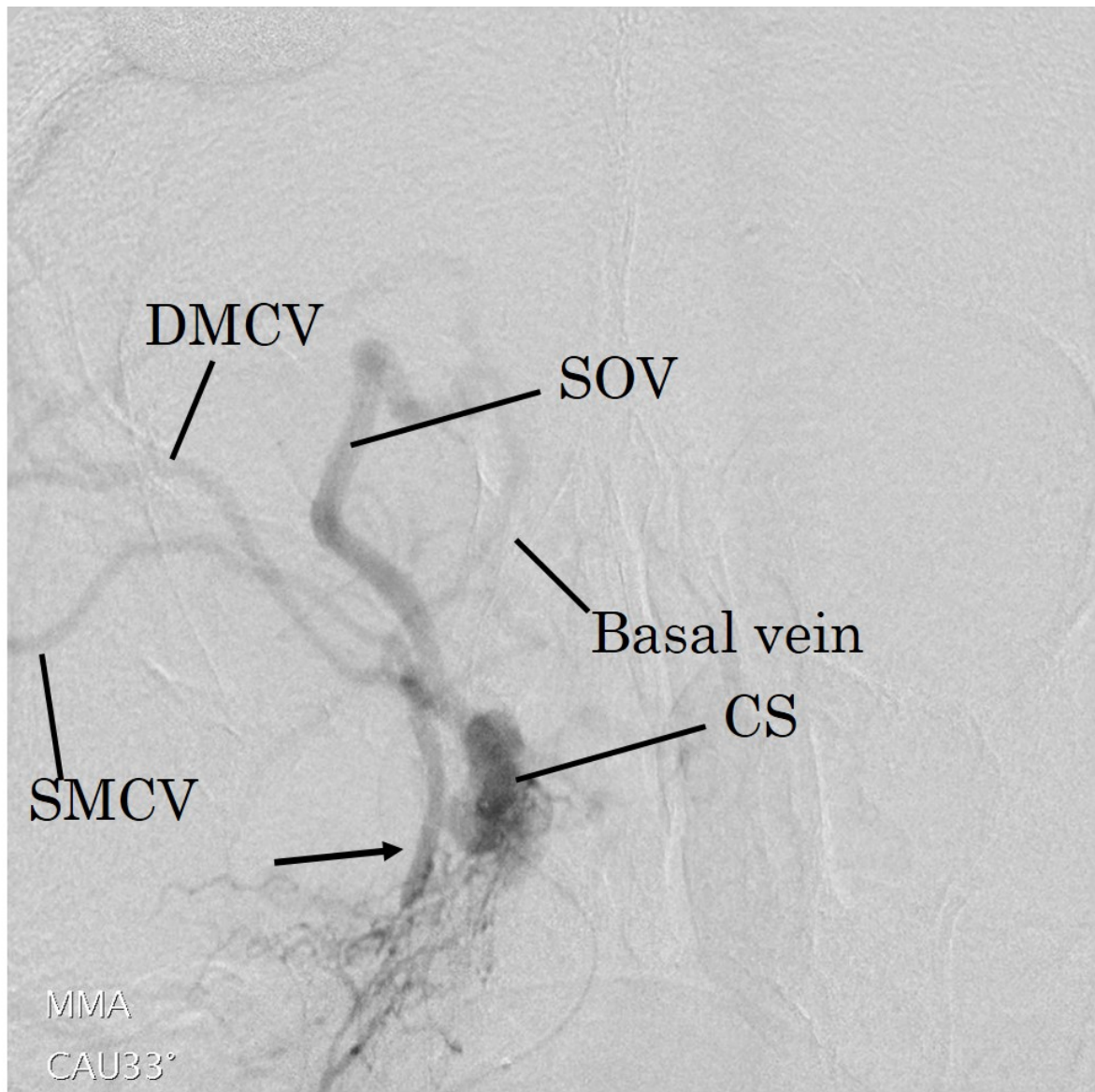


Fig.2d

