

系統発生からみた内頸動脈とその分枝

Phylogenetic consideration of internal carotid artery and its branch

田中 美千裕 Michihiro TANAKA

医療法人鉄蕉会 亀田総合病院 脳神経外科

Kameda Medical Center, Department of Neurosurgery

【Object】 内頸動脈を系統発生の立場から考察する。

【はじめに】

ヒトの内頸動脈とその分枝血管の機能と解剖を理解する上で重要なポイントは以下の3つに集約される。

1. ヒトは脊椎動物である。
2. 脊椎動物はいかなる種においても、その頭頸部の血管系や中枢神経の発生の基本段階で、魚類が持つ鰓に関連した動脈である鰓弓動脈から発達した血管が多い。
3. 内頸動脈は1本のチューブではなく、発生の過程で体節(metamere)ごとに区分(segmentation)され、そのsegmentごとに分枝が存在。つまり内頸動脈の分枝は、segmentの境界上に各々存在する。

【大血管の発生】

原始心臓と脈管系の発生は胎生初期の非常に早い時期に始まり、胎芽が栄養物を摂取し、老廃物を排出するための効果的な器官系として、3~4週頃には血液の循環が始まる。このため、19日目ころの胎芽において、すでに心臓形成域が認められ、急速に発育して、28日目では心筋層の発達した筒状の原始心臓(房室管)が形成される。

魚類の心臓がそうであるように、原始心臓は一つずつの心房と心室をもっているにすぎないが、その後発育が進行するにつれて、管がくびれて心房と心室との間を仕切る。

5週目には心房の内面に小隆起(心房中隔)が発達してくる。同時に心室でも心室中隔が発生する。やがてそれぞれの中隔が発育。8週目の胎児では左右の心房、心室の4室が形成される。

大動脈も原始心臓と同時期に発達し、前腸の腹側で原始心臓から連続する一本の腹側大動脈(ventral aorta :VA)と、前腸の背側を下行する一对の背側大動脈(dorsal aorta :DA)からなる。VAとDA間には脊椎動物の祖先である魚の鰓(鰓弓)に一致して左右6対の原始大動脈弓(primitive aortic arch)通称鰓弓動脈(branchial arch)が形成されてくる。背側大動脈から後外側、外側、腹側に枝が出る。左右6対の大動脈弓の内、第1、第2、第5大動脈弓は消失(第5大動脈弓は当初から形成されないこともある)。第3、第4、第6大動脈弓と第7節間動脈 intersegmental artery から、左右非対称に一部が残り一部が消えて、大動脈、肺動脈、総頸動脈が形成される。

【心臓の進化と体の左右性】

内臓の多くは左右非対称に位置、また左右非対称な形をとる。この非対称性に異常があると心臓や大血管の奇形を引き起こし、新生児の死因や心臓大血管奇形の原因となる。血管は発生の初期段階では左右対称に形成されるが、発生の途中で左右の片側が消失するなど再構成(リモデリング)され、最終的には一部の血管は左右非対称になる。例えば、心臓から出る大動脈弓は必ず左側へアーチするが、発生の初期に大動脈の近くに形成される6対の鰓弓動脈のうち、第6鰓弓動脈の右側が消失することによって、左側へアーチする形をとることが知られていた。しかし、なぜ片側の鰓弓動脈が消失するのかは、つい最近まで不明で、発生学上の未解決問題であった。近年の研究では右側の第6鰓弓動脈が消失し、左側へアーチする大動脈弓ができる仕組みとして、左右性を決める遺伝子(Pitx2:臓器原基の左側だけで発現し、左右非対称な形態形成を遂行する転写制御因子)が存在し、この発現により心臓から出る大血管が頭尾軸に沿って回転し、その回転

の結果、左右対称に存在した第6鰓弓動脈の右側部分が細くなることで大動脈弓が形成されることがわかってきた¹⁰⁾。そして右側第6鰓弓動脈が狭くなった結果、そこに流れる血流が少なくなり、血管内皮細胞が受け取る増殖因子のシグナルが減少し、やがてアポトーシスを引き起こして右側第6鰓弓動脈が消失するというメカニズムが解明されてきた。つまり、左右性を決める遺伝子によって決められた血流動態が、血管のリモデリングを引き起こすことで、我々の心臓大血管系は形成される。

これらの遺伝子は、系統発生数億年の歴史の中で徐々に積み重なって進化してきたもので、ちょうど魚類が両生類、爬虫類といった4足動物になり、さらにほ乳類へと発達してきた中で培われ、淘汰されきたものである。鰓弓動脈にはいわば、脊椎動物数億年の歴史が刻み込まれているとも言える。

第1鰓弓動脈→腹側動脈側は早期に退縮するが、背側動脈側の顎動脈(mandibular branch)は遺残して、成人における翼突管動脈(Vidian artery)となり、pterygoid canalを通る。

第2鰓弓動脈→第1鰓弓動脈同様に腹側動脈側の部位は早期に退縮するが背側動脈側は舌骨動脈(hyoid artery)として遺残し、その後成人における頸動脈鼓室枝(caroticotympanic artery)となる。

第3鰓弓動脈→原始内頸動脈(primitive internal carotid artery)の近位(起始)部となる。

第4鰓弓動脈→第3と第4鰓弓動脈間の腹側大動脈は成人の総頸動脈になると同時に右第4鰓弓は無名動脈(innominate artery)になり、鎖骨下動脈近位部になる。左第4鰓弓は太く成長し、成人の大動脈弓になる。

第5鰓弓動脈→通常両側とも消失(当初から発現しないこともある)

第6鰓弓動脈→それぞれ左右の近位側は肺動脈へ、左の遠位側は動脈管(ductus arteriosus)に成長する。

【内頸動脈の分節】

内頸動脈の区分の分類は1938年にFischerらにより提唱された5つの分節に分ける古典的分類が古くから使われてきた。

Fischer's classification

C1: 前大動脈分枝から後交通動脈分岐まで、

C2: 後交通動脈分岐部近位側から眼動脈起始部まで、

C3: 眼動脈分枝より近位の内頸動脈サイフォン部の膝部(genu)まで、

C4: 海綿静脈洞部、

C5: 海綿静脈洞部近位から頸動脈管入口部まで

一方、近年頭部中胚葉における遺伝子発現が徐々に解明されてくると、脊椎動物のボディープラン(発生過程を統御するための厳密な設計図)が明らかになってきた。

神経冠(neural crest、神経堤とも呼ばれる)は、脊椎動物に特有の胚組織である。胚発生の初期に神経管背側より出現した神経冠細胞は、特徴的移動経路を通り胚全体に移動する。神経冠細胞は、定着領域に応じて、脊椎動物のボディープランを特徴づける多くの細胞種に分化する。こうした多様な神経冠の分化と発達から、神経冠は第4の胚葉とも呼ばれるようになった。すなわち脊椎動物は、神経冠という新たな胚葉を持った4胚葉性動物と考えることができる。

とくに頭頸部領域では

1.末梢神経系

知覚神経節: 三叉(V)神経節・顔面(VII)神経節、舌咽(IX)神経節・迷走(X)神経節

副交感神経節 毛様体神経節

2. 骨・軟骨組織 結合組織

3. 造歯細胞

と多様に分化する様子から、神経冠の進化的起源の解明こそが脊椎動物への進化史を解く鍵であると考えられるようになってきた。

内頸動脈動脈は胎生期、頭部中胚葉と咽頭嚢の形成に関与する。したがって、内頸動脈は頭蓋内脳組織へ血流を送る血管系としてではなく、頭部中胚葉の基軸動脈と捉える。実際、4足動物の多くで、特に偶蹄類では、内頸動脈は大脳へはほとんど血流を送らず、顎、咽頭、鼻腔への血流を担う。これは例えばアフリカサバンナで集団で生息するガゼルやインパラの生存競争を考えると、ライオンやハイエナなどの捕食者に頸部を襲われた場合、軟部組織内に存在する頸動脈が頭蓋内脳組織を還流するより、骨道(foramen

vertebrae)内を通る椎骨動脈系で脳を還流する方が有利となる。また内頸動脈血流は直接大脳皮質へ血流を送らずに、rete mirabile(奇網)を介する。これは寒暖の差の激しい環境下で脳温の恒常性を維持するために陸棲動物が獲得した重要な機能の一つと考えられている。

しかしヒトでは他の種とくらべても非常に大きく発達したneopalliumへ血流を送る大事な血管として内頸動脈は機能するようになり、その過程で、脳温の恒常性維持には、鼻腔からの呼吸による血液の空気冷却を選択せず、表面積の大きい体表の皮膚の体毛を消失させて汗腺を十分に発達させることで、全身の体温の恒常性を維持しつつ、また内頸動脈は頭蓋内硬膜内に入る直前で、海綿静脈洞内をサイフォン型に屈曲させ、脳の静脈血流内を通過させている。つまり対交流式の熱交換器としての機能を備えることにより、脳表温度の急激な変化を防ぐシステムを構築していったと考えられる。

一見、我々の臨床脳神経外科学から遠い存在に思える系統発生学の観点から脳血管を理解しようとする試みは様々な変異や吻合異常、外頸動脈との潜在的な吻合、さらに内頸動脈と椎骨動脈間の原始遺残血管吻合の形成のメカニズムを知る上で有用であり、広く受け入れられるようになっていった。

【内頸動脈7つの区分】

Lasjaunias, Mahadevanらによる分類は、内頸動脈を近位から7つのsegmentに分けている。これに一部胎生期の鰓弓動脈の配列と対比して下表にまとめる。

| 内頸動脈の区分 | 局所解剖と鰓弓起源 | 関連する分枝血管 |
|---------|---|--|
| 1 | 内頸動脈起始部(正確にはproatlantl arteryが起始する部位)から頭蓋底に入るまでのcervical portion に相当。第3鰓弓動脈に相当 | 近位側:proatlantal artery 遠位側:ductus caroticus |
| 2 | 錐体骨内を上行する部位で第2と第3鰓弓間を結ぶ背側大動脈に相当する。 | 遠位端:hyoid artery の 起始部に相当し、中耳で stapedial branch を形成し、成人では carotico tympanic artery となる。 |
| 3 | 錐体骨内水平部、pterygoid canal(翼突管) 第1と第2鰓弓動脈間を結ぶ背側大動脈に相当 | 近位部:carotico-tympanic artery 遠位部:mandibular artery (pterygoid canal を通じてVidian arteryを出す) |
| 4 | 錐体骨垂直部でforamen lacerumから海綿静脈洞への移行部 第1鰓弓と頭側の原始三叉動脈(trigeminal artery)、原始顎動脈(primitive maxillary artery)の間を長軸に結ぶ背側大動脈に相当 | 近位部:mandibular artery 遠位部:原始三叉動脈、原始顎動脈 |
| 5 | 海綿静脈洞内水平部に相当。これより頭側の内頸動脈は鰓弓動脈とは独立して発達。 | 近位部:原始三叉動脈、原始顎動脈 遠位部:原始背側眼動脈 (成人ではILT) |
| 6 | 海綿静脈洞内サイフォン部に相当 proximalおよびdistal dural ringはこの部位に内包される。 | 近位部: 原始背側眼動脈 (ILT) 遠位部: 成人眼動脈 (ophthalmic a.) |
| 7 | 硬膜内内頸動脈に相当し、内頸動脈がcranial division(頭側部)とcaudal division(尾側部)に分かれるsegment | 近位部: 成人眼動脈 (ophthalmic a.) 遠位部: 後交通動脈(P.com.a) |

それぞれのsegmentは発生学的に自律独立していると考えられ、発生学的な異常、形成不全、破格が起こるのもsegment毎で、単一のsegmentか、隣接するsegmentを含んだ異常となる。異常、形成不全の表現型としてはdolicho artery, aneurysm, occlusion, absence, rete compensationなどのさまざまな形態が知られている。

Side memo: Gailloud らは上記分類に内頸動脈の後交通動脈から前大脳動脈A1および中大脳動脈M1を分枝するまでをsegment 8として追加している²⁾。しかしLasjauniasらの解釈ではsegment 8以降はすべて内頸動脈のcranial (rostral) divisionは、telencephalonを栄養する系とし、P.com.から両側P1および上小脳動脈までのcaudal divisionをdiencephalonとmesencephalonを栄養する系として位置づけている。そしてcaudal divisionの終着点はtrigeminal arteryの起始部に相当する。

Side memo: 頸部内頸動脈分岐部からproatlantal arteryが起始する可能性のある部位までの短い部分をsegment 0とする考え方もある。秋山らは内頸動脈のcervical segmental agenesisの1例を報告しているが¹⁾、その中でsegment 1の近位側がなんらかの理由で先天的に無形成となった時、外頸動脈からproatlantal arteryを介して、segment 1の遠位側以降を還流すると考察している。つまりproatlantal arteryと潜在的に吻合するsegment 1の近位側をsegment 0と定義することもできる。

segment 1~7を特にneuro ICA (神経内頸動脈)とすると、このsegment 0は、visceral ICA(内臓内頸動脈)と定義できる。segment 0には舌咽神経と迷走神経といった脳神経の中でも特殊内臓成分の神経終末が集まっている。通常、頸動脈ステント術の対象となるアテローム血栓症の病理は常にsegment 0の visceral ICA に形成されてくる点は興味深い。

系統発生では、顎口類に進化した脊椎動物では、第1咽頭弓は上顎と下顎の形成を担う。このarchをmadibular archといい、このarchの基軸動脈が顎骨弓動脈 madibular arteryである。

通常の成人の顎動脈 maxillary arteryと混同しないよう注意が必要。

遠位側内頸動脈はRathke嚢の位置で吻側に向かって嗅脳を主に栄養する頭蓋内内頸動脈頭側部 (ICA cranial division)と、尾側へ向かって中脳に分布する頭蓋内内頸動脈尾側部(ICAのcaudal division)に分岐する。魚類・両生類ではcranial divisionよりmedial olfactory arteryとlateral olfactory arteryが分岐し、medial olfactory arteryはサメでは終神経:Nervus terminalisを栄養する。

【鰓はさまざまな器官の原基】

下顎を構成する骨は、脊椎動物の進化の過程で置き換わっていった。顎弓と舌弓より後方の咽頭弓は、魚類では鰓を支える構造となった。陸上へ進出した両生類では鰓呼吸から肺呼吸へ変わり、鰓が必要なくなった。しかし、鰓を原基とする器官は、陸棲動物にも存在する。つまり鰓とその関連構造に由来する器官はヒトにおいても存在する。それが咽頭器官であり、甲状腺、副甲状腺、胸腺がこれにあたる。

内頸動脈の発生はこの鰓弓の発生と関連しており、内頸動脈からの分枝血管のvariationや内頸動脈の走行異常を理解するには、シンプルな鰓弓の発生を理解するのが近道となる。

【陸に上がった脊椎動物の循環器】

鰓呼吸から肺呼吸へ進化したために、循環系も大きく変わる必要が生じた。水中では静水圧がかかるため、魚類では、水中の酸素を取り込むための鰓と、取り込んだ酸素を全身に送り出すポンプである心臓は直列に配列された1心房1心室構造でも、十分な体血圧と、静脈還流を得ることができ、全身に酸素の多い血液を充分供給できる。ところが陸に上がると、鰓を使って水中から酸素を取り込むことができなくなるために、肺が発達した。

魚類はもともと陸の水域である川や池などで進化したため、日照りなどで水が干されてしまう危険が常にあり、このような環境に適応して原始的な肺を持った魚類(ハイギョ)が進化したと考えられている。消化管の一部が膨らんで袋状になり、そこに血管網が分布して呑み込んだ空気から酸素を血中に取り入れることにした。この肺を持った魚類は進化の過程でやがて海へと進出する。乾燥の危険はほとんどなくなったが、今度は、深度に対応する必要が生じた。川や池なら沈んでも数メートルであるが、海だと何百メートルにもなる。そこで空気袋として獲得した肺をウキブクロに転用したのが現在の硬骨魚類だと考えられている。一方、肺をさらに発達させ、鰭ひれから手足を得て、ついには陸に上がったのが両生類である。その後、運動性が高まり、さらに酸素要求量が増大するにしたがって、心臓の形も大きく変わり、心室や心房が発達する一方で、上述の Pitx2 遺伝子の発現により心臓は左側に傾いて配置されるようになった。

【脊椎動物間にみられる内頸動脈分枝の相同性】

発生学的に内頸動脈は魚類の段階で、すでにcranial (= rostral) division (頭側部) とcaudal division (尾側部) に分かれる。これは脊椎動物の種間でほぼ共通しており、爬虫類からほ乳類へ進化する際に、cranial divisionは medial olfactory arteryとlateral olfactory artery にさらに分化し、medial olfactory arteryは前大脳動脈へ発達し、lateral olfactory artery が lateral striate arteryとなって、終脳の発達をサポートする。lateral striate arteryはその後、ヒトにおけるrecurrent artery of Heubner と、前脈絡動脈 (anterior choroidal artery) に発達していく。

眼球および眼窩内組織血流の種族間比較

| 種 | 視神経および眼球への血流 | 眼窩内軟部組織への血流 |
|-------------|--|--|
| ヒツジ | 眼窩下動脈 (infraorbital a.) 上顎動脈 (maxillary a.)からの分枝 | 眼窩下動脈 (infraorbital a.) 上顎動脈 (maxillary a.)からの分枝 |
| イヌ | 内側眼動脈 (medial ophthalmic a.) 前大脳動脈 (anterior cerebral a.)からの分枝 (ヒトにおけるventral ophthalmic a.に相当) 一部内頸動脈水平部からの吻合を受ける | 眼窩下動脈 (infraorbital a.) 上顎動脈 (maxillary a.)からの分枝 |
| ヒト (胎生期) | 原始腹側眼動脈 (ventral ophthalmic a.) ICAの海綿静脈洞部から起始する 原始背側眼動脈(dorsal ophthalmic a.) | 上顎動脈 (maxillary a.) →アブミ骨動脈の眼窩上枝(将来の中硬膜動脈)から起始する眼窩動脈 |
| ヒト (成人) | 内頸動脈前床突起部前壁より起始する眼動脈 (ophthalmic a.) | 内頸動脈前床突起部前壁より起始する眼動脈(ophthalmic a.) |

ヒト内頸動脈海綿静脈洞部における分枝

| 胎生期血管とその起始部 | 動脈遺残 | 吻合血管 |
|--|--|--|
| 原始背側眼動脈(dorsal ophthalmic a.) | Anterolateral branch (ILT) Posterior branch (ILT) Anteromedial branch (ILT) Superior branch (ILT) | Artery of the foramen rotundum Accessory meningeal artery (AMA) Petrous branch of meningeal artery Deep recurrent ophthalmic artery Superficial recurrent ophthalmic artery Marginal tentorial artery of the posterior portion of the ICA |
| 海綿静脈洞部(水平部)の内側壁 | Capsular arteries | 下垂体前葉のレベルで左右のcapsular a.の間にも吻合は存在 ¹⁰⁾ . |
| Primitive maxillary artery (内頸動脈海綿静脈洞部の垂直部より起始する原始顎動脈) | Posteroinferior hypophyseal artery(meningo-hypophyseal a.) | Clival branch of the hypoglossal division of the neuromeningeal trunk (ascendingpharyngeal artery) 左右間でも吻合 |

| 胎生期血管とその起始部 | 動脈遺残 | 吻合血管 |
|--|--|---|
| Trigeminal artery (内頸動脈海綿静脈洞部の垂直部より後方へ起始し、後床突起周囲の硬膜を栄養) | Lateral clival artery Marginal tentorial artery (Bernasconi-Cassinari a. along the free edge of tentorium cerebelli) | Clival branch of the jugular division of the neuromeningeal trunk (ascending pharyngeal artery) Middle meningeal artery: petrous branch (basal tentorial branches) |
| 内頸動脈の垂直部 (第1鰓弓動脈より頭側) | Recurrent artery of the foramen lacerum | Carotid branch of the ascending pharyngeal artery Cavernous branch of the middle meningeal artery Mandibular artery |
| 内頸動脈の垂直部 (第1鰓弓動脈の起始部に相当する) | Lateral artery of the gas-serian ganglion | Dural branches of the middle meningeal artery to the lateral cavernous sinus |

Lasjauniasらの説ではILT (Infero lateral trunk)は、DOA(dorsal ophthalmic artery)を起源にする血管であると解釈している⁵⁾。一方でヒト胎生期の血管構造を詳細なスケッチで報告したPadgetの観察では、DOAは原始内頸動脈の後交通動脈に近い高さから起始し、かつVOA(ventral ophthalmic artery)は前脈絡動脈分岐部レベルより起始し、胎生の12~14mmの段階でDOAの起始部は成人の尾側(caudal)へと移動し、VOAは退縮することにより成人型のophthalmic artery が完成すると報告している⁸⁾。実際の発生過程を観察すると、medial olfactory artery, VOA, DOAの3つは、急激に成長していくolfactory bulbと optic vesicleの2つの原基に対し、主たる栄養血管として胎生期は機能していることがわかる。

小宮山先生の考察では、発生段階においては、血管は常に神経組織や頭蓋底の孔とリンクしており、この原則から、ILTは三叉神経第一枝(眼神経 N. ophthalmicus)の発生に関与するprecursor arteryである可能性を示唆している³⁾。この意味でILTはpremandibular archとして胎生期には機能している可能性があり、これを特に第0鰓弓と定義すると、ILTとDOAは、本来独立した存在である可能性が示唆されるという。この説を支持する現象として、実際の脳血管撮影所見では、DOAの典型的なコースであるsuperior orbital fissureを経由する眼動脈はまれに観察されるが⁹⁾、このvariantの症例で、成人のILTの主な吻合先であるartery of foramen rotundumやartery of foramen ovaleとの吻合を同時に観察した症例報告、つまりpersistent primitive dorsal ophthalmic arteryが眼窩内だけでなく、foramen rotundumやforamen ovaleへも同時に分枝を出す症例報告は現在までのところ無く、この点からもDOAと成人ILTの起源が同一ではないことが示唆される。

【Conclusions】

1. 内頸動脈を鰓弓という観点から観察することで、脳血管撮影上描出されていなくても、各分節間からは潜在的な吻合があることが予測できる。
2. 系統発生の知識が内頸動脈の機能解剖を理解する上で重要である。
3. 一本の内頸動脈には陸に上がった脊椎動物の進化の歴史が刻まれていると言える。

【References】

1. Akiyama Y, Hayashi N, Isaka F. :Segmental agenesis of the cervical portion of the internal carotid artery - case report -. Journal of Neuroendovascular Therapy 3:24-28, 2009
2. Gailloud P, Clatterbuck R, Fasel J et al. Segmental Agnesis of the Internal Carotid Artery Distal to the Posterior Communicating Artery Leading to the Definition of a New Embryologic Segment. AJNR25:1189-1193,2004
3. Komiyama M: Embryology of the ophthalmic artery. Revied concept. (letter) Interventional Neuroradiol 15:363-368, 2009
4. Lasjaunias P :Segmental indentity and vulnerability in cerebral arteries. Interventional Neuroradiology 6:113-124, 2000
5. Lasjaunias P, Moret J, Mink J. The anatomy of the inferolateral trunk (ILT) of the internal carotid artery. Neuroradiology 13(4):215-20 1977
6. Mahadevan J, Batista L, Alvarez H, et al. Bilateral segmental regression of the carotid and vertebral arteries with rete compensation in a Western patient. Neuroradiology46(6):444-9. 2004
7. McConnell EM: The arterial blood supply of the human hypophysis cerebri. Anat Rec 115:175-201, 1953.
8. Padget DH: The development of the cranial arteries in the humanembryo. Contrib Embryol 32:205-261, 1948
9. Tanaka M: Persistent Primitive Dorsal Ophthalmic Artery associated with Paraclinoid Internal Carotid Artery Aneurysm. Journal of Neuroendovascular Therapy 3:39-41, 2009
10. Yashiro K, Shiratori H, Hamada H. Haemodynamics determined by a genetic programme govern asymmetric development of the aortic arch. Nature 450: 285-288, 2007.

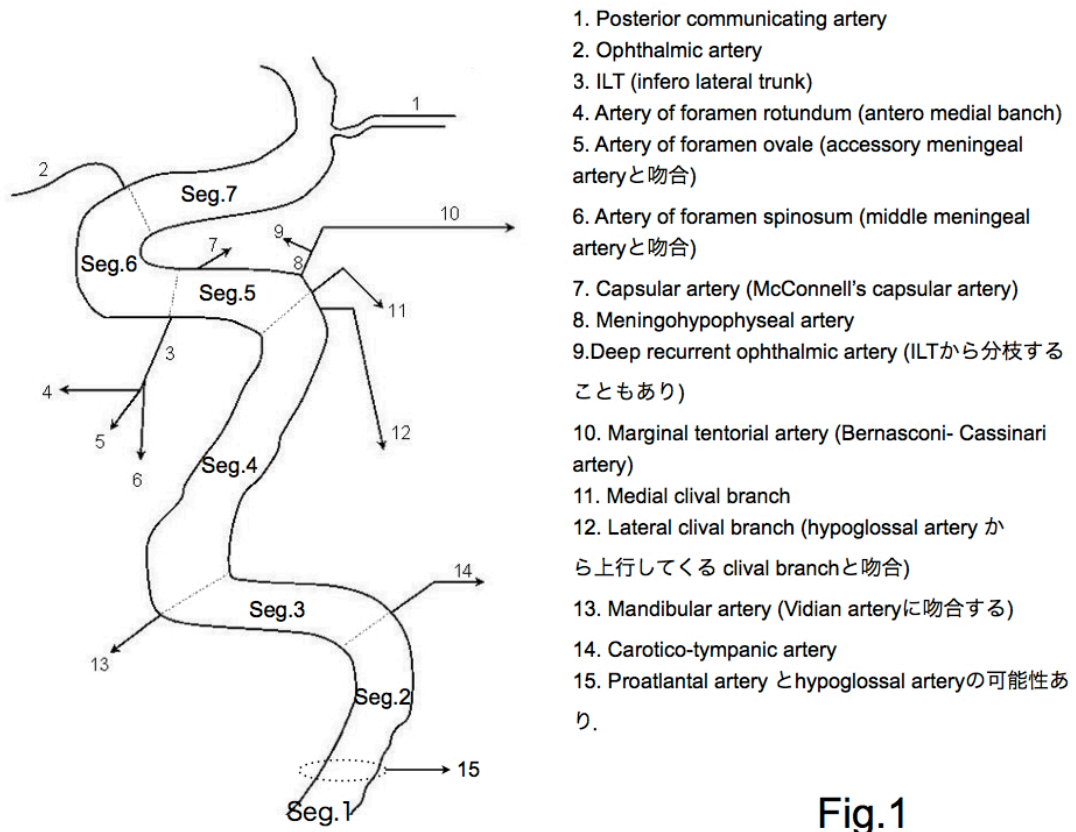


Fig.1

Fig.1: 内頸動脈の各segmentと分枝の略図



Fig.2

Fig.2: 内頸動脈海綿静脈洞部 ILTとそこからの分枝 (ぬり絵としてご使用ください)

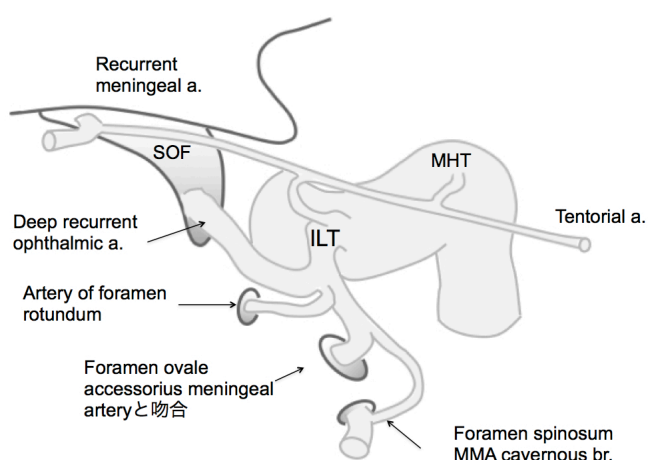


Fig.3

Fig.3: 内頸動脈海綿静脈洞部 ILTとそこからの分枝



Fig.4

Fig.4: 海綿静脈洞内に進展した juvenile type angiofibroma (若年性血管線維腫)の内頸動脈撮影側面像

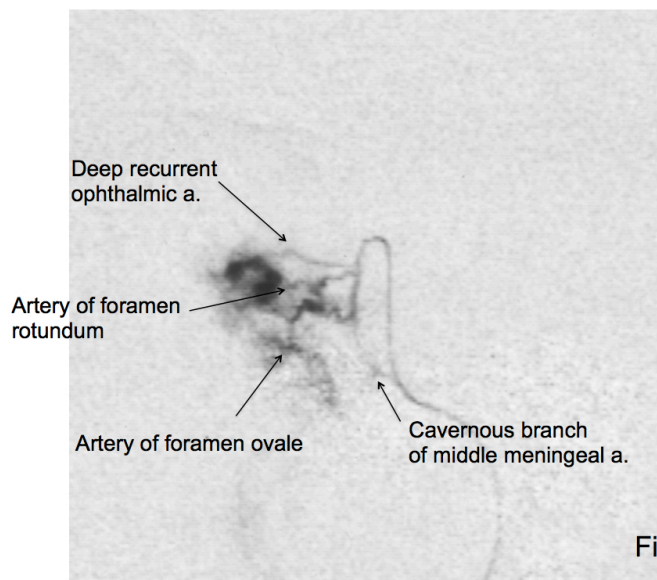


Fig.5: 同症例のILTからのsuperselctive angiography

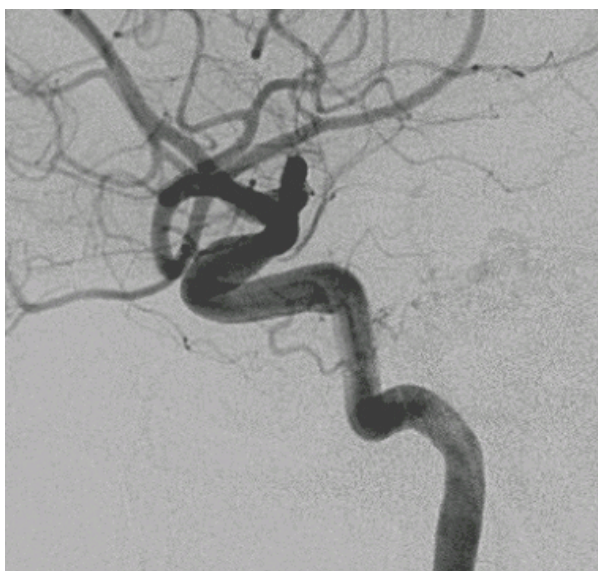


Fig.6: 本症例では中硬膜動脈のpetrosal banrch に存在する髄膜腫の内頸動脈撮影側面像. ILTのforamen spinosum に向かう分枝が発達している様子がわかる.

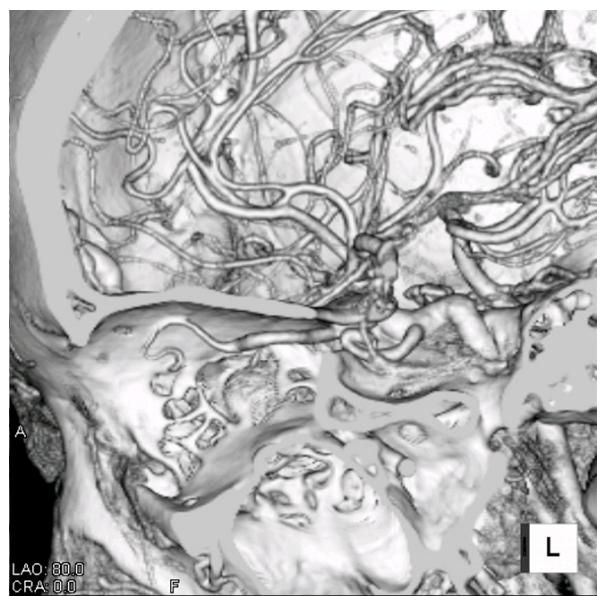


Fig.7: dominantなILTの3D-CT画像