

Arterial anatomy of the external carotid artery

千葉メディカルセンター 脳神経血管内治療科

浅野 剛

外頸動脈は総頸動脈から分岐し、顔面・口腔、頭皮などの頭頸部組織および頭蓋底から頭蓋内の硬膜・脳神経を栄養するとともに、頭蓋内外動脈吻合の径路として機能している。

本稿では、外頸動脈分枝の典型的な分岐様式および、関与・栄養する組織や頭蓋内外吻合など、脳神経血管内治療に必要な解剖事項等を記述する。

外頸動脈の走行と分枝

起始: 甲状軟骨上縁の高さ (年齢で分岐位置は変動)

主にC3/4椎間板レベルからC5椎体上縁レベルの間で総頸動脈から分岐するが、日本人の80%程度はC4椎体付近に位置する (fig1)

走行: 総頸動脈から分岐後、前内側方向を上行し、顎二腹筋、茎突舌骨筋の内側を通り、耳下腺内に入る

分枝: 耳下腺に至るまで、主に以下の6本の分枝を持つ

腹側 上甲状腺動脈、舌動脈、顔面動脈

背側 上行咽頭動脈、後頭動脈、後耳介動脈

これらを分岐後、耳下腺内で顎動脈と浅側頭動脈の二本の終末枝に分かれる。

(fig2)

外頸動脈の分枝

1 腹側の分枝 : 上甲状腺動脈(superior thyroid artery)、舌動脈 (lingual artery)、顔面動脈 (facial artery) : 約20%で共通幹を形成 (fig3)

1-1 上甲状腺動脈

起始および走行: 外頸動脈の最初の分枝であり、約30%は総頸動脈 (頸動脈分岐部) から起始する (fig3)。甲状腺を栄養する本幹は前枝と後枝に別れる。

吻合および分枝: 甲状腺を介して対側同名動脈および下甲状腺動脈との間に豊富な吻合を有する。

主な分枝: 舌骨下枝、胸鎖乳突筋枝、上喉頭動脈、輪状甲状枝

上喉頭動脈: 75%は甲状舌骨膜を貫通し、喉頭内部の筋、粘膜を栄養する (fig4)

1-2 舌動脈

起始および走行: 分岐外頸動脈腹側からの2番目の分枝。舌および口腔および口腔底組織・粘膜、咽頭組織を栄養する。顔面動脈が外側方向に起始するのに対し、内側方向に分岐する。外頸動脈から分岐後、咽頭外側を下降し舌骨大角付近で水平に向きを変え、複数の小分枝を起始した後、舌背側表面の大半を栄養する終末枝である舌深動脈となる。

吻合および分枝: 舌深動脈は舌背方向 (上方向き) に多数の小分枝を出し、左右同名動脈からの細分枝を含めた豊富な吻合を形成する。

主な分枝: 咽頭枝、舌骨上枝、舌背枝、舌下動脈

舌下動脈は舌下腺、口腔底組織、粘膜を栄養。対側同名動脈や下歯槽動脈などと豊富な吻合を有する。

1-3 顔面動脈

起始および走行：通常、舌動脈よりやや頭側から起始する。血管撮影正面像では、舌動脈が内側方向に起始するのに対し、通常、外側方向に起始する。約20%で舌動脈と共通幹となる。(fig3)

分岐後、咽頭外側を下降し、下顎底に達した後、咬筋付近で上方にの向きを変え、下顎骨外側を内眼角に向かい上行する。

途中、軟口蓋・口蓋扁桃、顎下腺、口腔底組織に供血した後、顔面皮膚を広範に栄養する。

吻合および分枝：浅側頭対側同名動脈や浅側頭動脈、顔面横動脈と豊富な吻合を有し、これら動脈の発達の程度は相補的である。また、眼動脈系を介し頭蓋内内頸動脈とも交通する。

主な分枝：上行口蓋動脈(ascending palatine artery)、顎下腺枝、オトガイ下動脈、咬筋枝、上・下口唇動脈、外側鼻動脈、眼角動脈

上行口蓋動脈はその約70%が顔面動脈近位から起始するが、外頸動脈本幹、上行咽頭動脈、舌動脈、後頭動脈などからも起始しうる(fig5)。軟口蓋に供血した後、口蓋垂に至る。上行咽頭動脈(上咽頭枝)、顎動脈(副硬膜動脈、翼口蓋動脈、下行口蓋動脈)などと、潜在的な吻合を有する。

眼角動脈は外側鼻動脈とともに、眼動脈(鼻背動脈)や顎動脈(下眼窩動脈)と吻合を有する。

2 背側の分枝：後頭動脈(occipital artery/OA)、上行咽頭動脈(ascending pharyngeal artery)、後耳介動脈(posterior auricular artery)

上行咽頭動脈と後頭動脈は外頸動脈背側の近位から起始する。しばしば共通幹を有し、まれに内頸動脈から起始する。上行咽頭動脈および後頭動脈の一部は、それぞれ、発生学的には分節動脈であるprimitive hypoglossal artery およびC1,2 segmental arteryに由来するため、(分節動脈間の吻合に由来する)椎骨動脈や、さらに頭側のsegmental arteryに由来するmeningohypophyseal trunkを介した内頸動脈との間に潜在的な交通を有する。

2-1 後頭動脈

起始および走行：通常、上行咽頭動脈の近位から起始するが、上行咽頭動脈や後耳介動脈と共通幹を形成したり、椎骨動脈、深頸動脈から分岐する場合もある。外頸動脈背側から分岐後、1st segment(上行)、2nd segment(水平)、3rd segment(第二上行)の3部に分けられる。1st segmentは内頸動脈前面を横断しretro-styloid spaceを走行。2nd segmentはmastoid processおよびこれに付着する筋群の内側を走行。3rd segmentはその遠位で上行する部位を言う。

吻合および分枝：主に後頭部、後頸部の筋群および皮膚を栄養する。後頭蓋窩の硬膜、顔面神経への分枝も有する。

鼓室内で中硬膜動脈、上行咽頭動脈、内頸動脈、前下小脳動脈と、C1-2 spaceで椎骨動脈と潜在的な吻合を有し、また、S状静脈洞付近の硬膜を介して椎骨動脈(後硬膜動脈)、上行咽頭動脈(jugular branch, hypoglossal branch)、中硬膜動脈(petrosquamous branch)との吻合も見られる。

主な分枝 茎乳突孔動脈(stylomastoid artery)、筋枝および硬膜枝群

茎乳突孔動脈は後頭動脈の1st segment(約60%)もしくは後耳介動脈から分岐し、顔面神経とともに茎乳突孔を通過・上行する。鼓室内で中硬膜動脈(superior tympanic artery)、上行咽頭動脈(inferior tympanic artery)、内頸動脈(caroticotympanic branch)、前下小脳動脈(internal auditory artery)との吻合を有する。(fig6)

2-3 上行咽頭動脈

起始および走行：上行咽頭動脈は、70%程度が外頸動脈背側または内側の後頭動脈近位、舌動脈分岐部近くから起始するが、起始変異や共通幹などvariationの種類は多い(内頸動脈、総頸動脈、頸動脈分岐部、後頭動脈と共通幹、舌動脈もしくは顔面動脈と共通幹 etc) (fig7)。

上行咽頭動脈本幹は短距離を上行した後、咽頭枝および神経髄膜枝の主要な二分枝に分岐する。それらは、それぞれ上・中・下咽頭枝と、jugular branchおよびhypoglossal branchに分岐する。jugular branchは頸静脈孔を、hypoglossal branchは舌下神経管を通過する。他に傍椎体筋群を栄養するmusculospinal branchや鼓室に向かうinferior tympanic artery (internal auditory canal branch)などが分岐する。inferior tympanic artery は上行咽頭動脈本幹もしくは髄膜神経枝から分岐する(fig 8,9).

吻合および分枝：咽頭枝は上中咽頭粘膜下組織および軟口蓋、耳管などを栄養する。神経髄膜枝のjugular branchは第9-11脳神経や斜台外側およびS状静脈洞周囲の硬膜を栄養する。hypoglossal branchは舌下神経および斜台内側および大孔付近の硬膜を栄養する(fig10)。これら分枝の硬膜への血流支配は、後頭動脈や後硬膜動脈などの隣接する硬膜枝と相補的な関係であり、血流支配の範囲、程度は症例ごとに変異しうる。

咽頭枝は、上・中咽頭領域や耳管などで、対側咽頭枝、顎動脈分枝（副硬膜動脈、咽頭動脈、翼突管動脈、内頸動脈（翼突管動脈））と吻合する。また、咽頭枝からのcarotid branchは、recurrent artery foramen lacerumとなり、破裂孔付近で内頸動脈（inferolateral trunk）および中硬膜動脈のcavernous branchと吻合する。

神経髄膜枝は、後頭動脈の項で記載した通り、鼓室内で、茎乳突孔動脈、中硬膜動脈（superior tympanic artery）、内頸動脈（caroticotympanic branch）、前下小脳動脈(internal auditory artery)との潜在的な交通を有し、また、斜台・後頭骨硬膜を介して、内頸動脈（ILTおよびMHT）、中硬膜動脈（petrosquamous branch）、後頭動脈硬膜枝、椎骨動脈（後硬膜動脈）と吻合する。

また、hypoglossal branchは第一頸椎椎管内から第二頸椎歯突起に至る径路を通り、odontoid archと交通する。上行咽頭動脈と他動脈の吻合を図および表にまとめた (fig 11, table1)

主な分枝：咽頭枝（上・中・下咽頭枝）、神経髄膜枝（jugular branch, hypoglossal branch）、inferior tympanic artery, musculospinal branch .

2-2 後耳介動脈

起始および走行：耳介内側表面や耳介後部の頭皮、耳下腺などを栄養する細分枝で、通常、後頭動脈の遠位、耳下腺部で外頸動脈背側から起始する。14%程度で後頭動脈と共通幹をなす (fig12)。

吻合および分枝：頭皮を介して、浅側頭動脈や後頭動脈との交通を有する。

後頭動脈の項で記載した茎乳突孔動脈の約40%は後耳介動脈から起始する。他、parotid branch, muscular branchなどが分岐し、それぞれ耳下腺および、顎二腹筋、茎突舌骨筋、胸鎖乳突筋、後耳介筋などを栄養する。

3 終末枝：浅側頭動脈(superficial temporal artery / STA)、顎動脈(maxillary artery)

外頸動脈は耳下腺部にて、下顎骨頸部の背側で顎動脈と浅側頭動脈に二分する。

3-1 浅側頭動脈

起始および走行：浅側頭動脈は外頸動脈本幹の外背側方向から起始した後、上外側に走行し前頭枝と頭頂枝に分岐する。ときにより、後頭動脈等と共通幹をなす。頭皮前2/3、顔面上半部を栄養する。

吻合および分枝：顔面動脈、後頭動脈、後耳介動脈など、顔面・頭皮を介して広範な吻合を有する。顔面・頭皮を供血する範囲は他動脈と相補的な関係であり、発達の様子は様々である。

浅側頭動脈の分枝は、近位から、顔面横動脈、耳下腺枝、顎関節枝、前耳介動脈、zygomatico-orbital artery、posterior deep temporal arteryが分岐する。

顔面横動脈は浅側頭動脈起始部付近から胸骨に沿って顔面横動脈が分岐、主に顔面を栄養する。

zygomatico-orbital arteryは頬骨弓にそって前方に前側頭部や頬骨部を供血。末梢で眼瞼や眼輪筋に供血し、眼動脈分枝の眼瞼動脈・涙腺動脈や顎動脈分枝のanterior deep temporal arteryと吻合する。

主な分枝：顔面横動脈、耳下腺枝、顎関節枝、前耳介動脈、zygomatico-orbital artery、posterior deep temporal artery

3-2 顎動脈

起始および走行：浅側頭動脈とともに外頸動脈の終末枝である。耳下腺部で外頸動脈から分岐した後、外側翼突筋の内側または外側を横走した後、翼口蓋窩に至る。顎動脈は以下の3つのsegmentに分けられる。
1st segment（下顎枝部）：外頸動脈から分岐後、前方に屈曲する部 2nd segment（翼突部）：外側翼突筋を横走し前内側に向かう部 3rd segment（翼口蓋部）：翼口蓋窩に入り内側に向かう部 (fig 13).

分枝：各segmentから以下の分枝が起始する

1st segment :deep auricular artery, anterior tympanic artery、中硬膜動脈、副硬膜動脈、下歯槽動脈
2nd segment: anterior deep temporal artery、middle deep temporal artery、masseteric artery、buccal artery、pterygoid artery
3rd segment：posterior superior alveolar artery, infraorbital artery, 蝶口蓋動脈, 咽頭動脈、正円孔動脈、greater (descending) palatine artery、翼突管動脈 (vidian artery) (fig 14)

翼口蓋窩の解剖

顎動脈の3rd segmentは翼口蓋窩内を走行する。翼口蓋窩は上顎洞後壁、蝶形骨の翼状突起と口蓋骨垂直部にて境界され(fig 15)、前方は下眼窩裂を介して眼窩へ、内方は翼口蓋孔を介して鼻腔へ、下方は大口蓋管を介して口蓋へ、後方は正円孔および翼突管を介して、それぞれ中頭蓋窩および翼突管へ開口・連続している (fig 16).

3rd segmentからの分枝、infraorbital arteryは下眼窩裂を、蝶口蓋動脈、正円孔動脈および翼突管動脈は同名の孔を、greater palatine arteryは大口蓋管をそれぞれ通過する (fig 16).
内側への分枝は血管撮影上、正面像で良く示現される (fig 17)

重要な吻合

顎動脈分枝は、硬膜および眼窩動脈を介して頭蓋内血管と多数の吻合を有する。顎動脈分枝が関与する頭蓋内外動脈吻合を表に記す(table 2).

主な分枝

1 中硬膜動脈 (middle meningeal artery / MMA)

中硬膜動脈の走行：通常、顎動脈1st segmentから起始し副硬膜動脈と共通幹をなす。顎動脈から起始した後、棘孔まで上方向きに走行する(extracranial segment). 棘孔を通過後、蝶形骨大翼を外側前方に横走し (horizontal segment)、その後、蝶形骨大翼の血管溝にそって上行 (temporal segment)、pterion付近で屈曲蛇行した後 (pterional segment)、円蓋部に沿って上方内側へ走行する (coronal segment) . (fig 18)

分枝：

1. horizontal segment

1-1 anterior cavernous sinus branch：棘孔通過直後、前内側方向に分岐、海綿静脈洞前部付近の硬膜を栄養。正円孔動脈と吻合。

1-2 posterior cavernous sinus branch：背側方向に分岐し海綿静脈洞背側付近の硬膜を栄養。斜台動脈やcarotid branchを介して上行咽頭動脈や内頸動脈(MHT)などと吻合。(fig 10)

1-3 petrosal branch：背側方向に分岐、S状静脈洞から横静脈洞近位付近の硬膜に供血するとともに、顔面神経を栄養 (superficial petrosal artery). superficial petrosal arteryは鼓室内で軽乳突洞脈 (後頭動

脈・後耳介動脈)、inferior tympanic artery (上行咽頭動脈)、caroticotympanic artery (内頸動脈)、internal auditory artery (前下小脳動脈)などと潜在的に交通する。(fig 6)

1-4 petrosquamous branch : horizontal segment遠位から分岐。錐体林縫合に沿って背側に走行。テント外側部から側頭部硬膜、S状静脈洞、横静脈洞付近の硬膜を栄養。

2.temporal segment

2-1 posterior convexity branch : 側頭、頭頂、後頭部の硬膜から、静脈洞交会付近の上矢状静脈洞、横静脈洞近傍の硬膜に分布。上小脳動脈や後頭動脈末梢の小分枝と潜在的な吻合の可能性がある。

2-2 anterior branch : temporal segmentから内側方向に分岐。蝶形骨小翼に沿って内方へ走行し、海綿静脈洞前部に至る。途中、menigolacrymal artery、recurrent meningeal artery (反回硬膜動脈)などを分岐し、それぞれ眼動脈の眼窩内分枝と交通する。

3. pterional segment-coronal segment

多数の円蓋部硬膜への分岐がある。これら分岐間の吻合以外に、浅側頭動脈や後頭動脈など、頭皮動脈からのtransosseous branchとの間に吻合を有する。また、大脳鎌上にて、前大脳動脈および後大脳動脈からの硬膜枝との間の潜在的な交通が存在する。

変異：中硬膜動脈の起始変異としては、眼動脈起始の頻度が最も高い。他、内頸動脈腓体部付近からの起始、stapedial arteryの遺残から分岐する例もある。

通常、中硬膜動脈は副硬膜動脈と共通幹となっているが、顎動脈が外側翼突筋の深部を走行する例では、副硬膜動脈は顎動脈から独立起始となる。

2.副硬膜動脈(accessory meningeal artery)

通常はMMA extracranial segmentから分岐するが、顎動脈からの独立起始もある。前・後枝に分かれ、前者は耳管周囲粘膜、骨、筋など側頭下窩の組織を栄養し、内頸動脈および顎動脈3rd segmentからの翼突管動脈 (Vidian artery)、上行咽頭動脈からの咽頭枝などと吻合する。後枝は、卵円孔またはforamen Vesaliusを通り、三叉神経を栄養するとともにMMA海綿静脈洞枝や正円孔動脈と吻合し、海綿静脈洞付近の硬膜に分布する。(fig 10)

3 反回動脈

顎動脈3rd segmentから分岐し後方へ反回する分枝群を言う。正円孔動脈(artery of foramen rotundum)、翼突管動脈(artery of pterygoid canal / Vidian artery)、咽頭動脈(pharyngeal artery)が含まれる。これらはしばしば様々な組み合わせにて共通幹を形成する。

1.正円孔動脈：顎動脈3rd segmentから分岐し三叉神経第1枝を栄養し、これに併走し正円孔に入る。正円孔通過後、細かく蛇行しつつ後上方へ走行する。ILTを介し内頸動脈と交通する。(fig 20)

2. 翼突管動脈：顎動脈3rd segment内側から分岐した後、翼突管を通過し破裂孔や耳管咽頭孔周囲組織に分布、内頸動脈分枝の同名動脈 (Vidian artery)と吻合、交通する。

3. 咽頭動脈：顎動脈3rd segment末梢から分岐、後下方へ走行。pterigovaginal canalを通過し、鼻咽頭天蓋から耳管咽頭孔付近粘膜などを栄養する。副硬膜動脈や上行咽頭動脈など耳管、鼻咽頭に分布する分枝を有する動脈と潜在的な吻合を有する。

4.蝶口蓋動脈、眼窩下動脈

蝶口蓋動脈 (sphenopalatine artery) は顎動脈3rd segmentの終枝で、蝶口蓋孔を通過し鼻腔に入る。外側後鼻枝と中隔後鼻枝に分かれ、それぞれ鼻腔外側壁、鼻甲介、上顎洞、篩骨洞、蝶形骨洞と鼻中隔に分布する。中隔後鼻枝は篩骨峰巢を通過し前・後篩骨洞脈と吻合、眼動脈と交通しうる。

Niche Neuro-Angiology Conference 2018

眼窩下動脈は顎動脈3rd segmentの近位から分岐し下眼窩裂を通過し眼窩内に入る。眼窩底部を前方に走行し、眼窩下孔を通り顔面に至る。上顎骨、上顎洞、眼窩壁、外眼筋、眼窩内脂肪、涙腺などに分布。末梢で顔面動脈、顔面横動脈、浅側頭動脈と吻合する。また、眼窩内で涙腺動脈と吻合し、眼動脈と潜在的な交通を有する。

文献

1. 臨床医に必要な動脈分岐様式：破格とその頻度, Herbert Lippert, Reinhard Pabst ; 中村仁信, 沢田敏訳, 癌と化学療法社, 1988.6
2. . 血管内治療のための血管解剖 外頸動脈, 学研メディカル秀潤社 2013
3. . Surgical neuroangiography vol1, Clinical Vascular Anatomy and Variation, Springer-Verlag 2001
4. . Super-selective Arteriography of the External Carotid Artery. Springer-Verlag 1978
5. . 日本人のからだ—解剖学的変異の考察, 東京大学出版会 2000
6. . The Ascending Pharyngeal Artery: Branches, Anastomosis, and Clinical Significance. 2002 (7):1246-56. 東京大学出版会 2000

fig1 頸動脈分岐の高さ

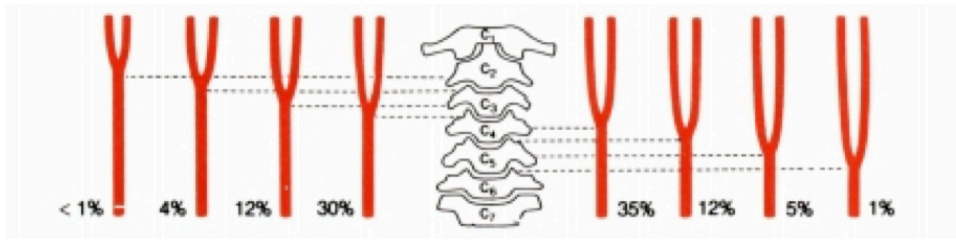


fig 2

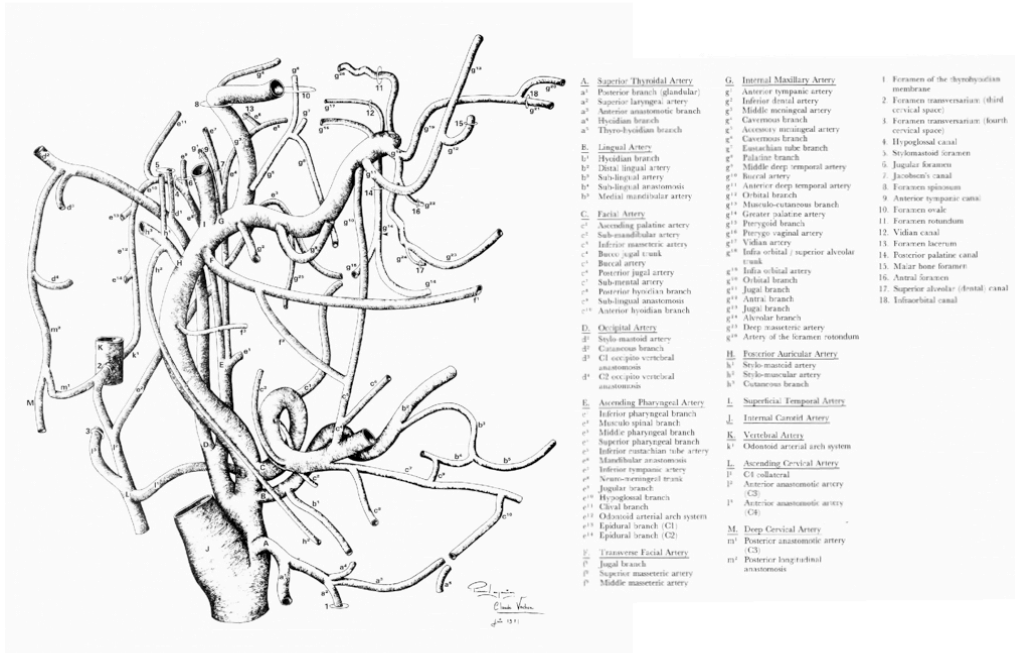


fig 3

上甲状腺動脈、舌動脈、顔面動脈の起始と共通幹の頻度

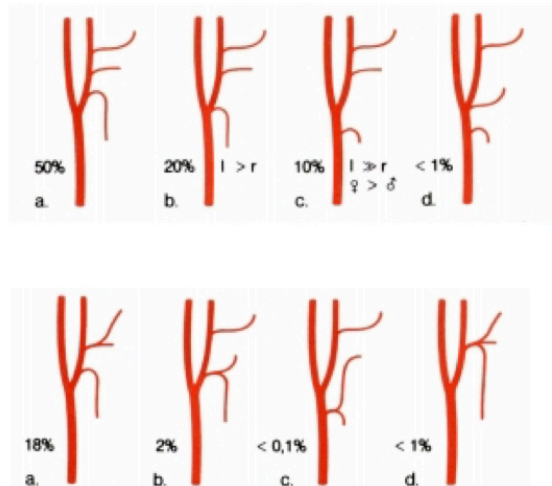


fig 4

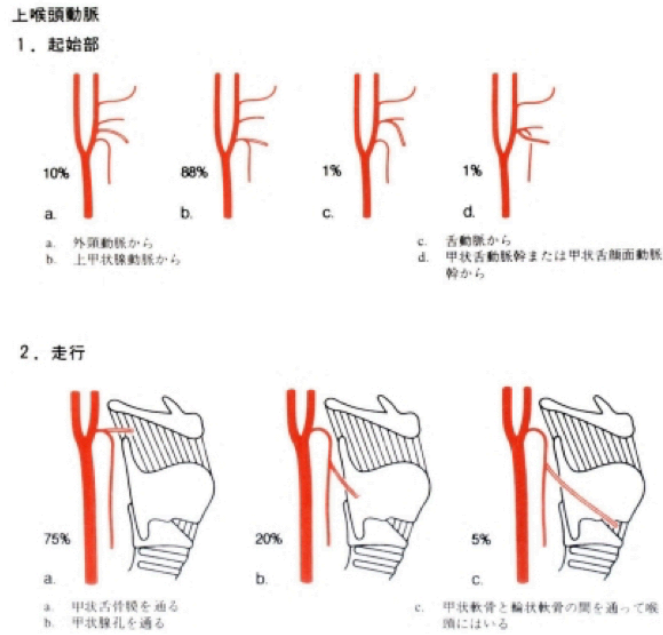


fig 5

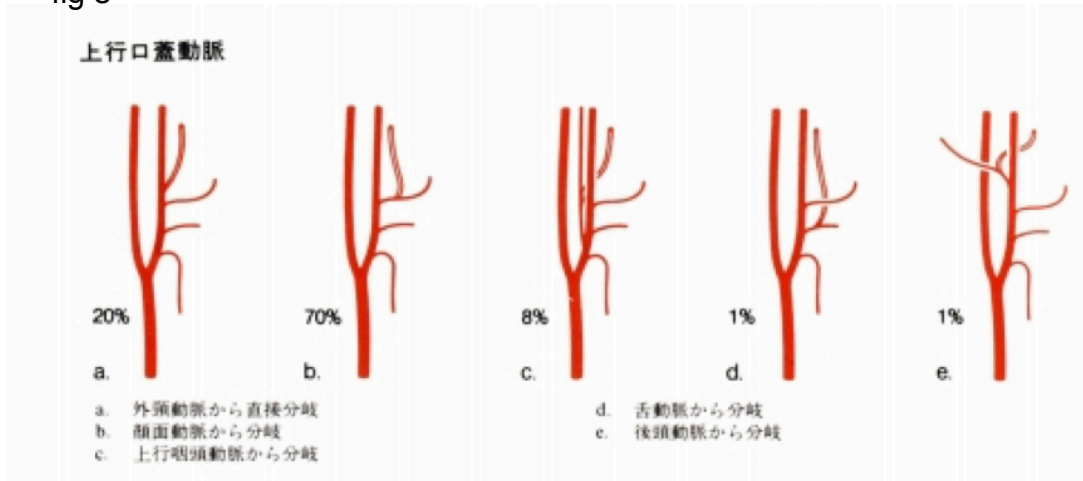
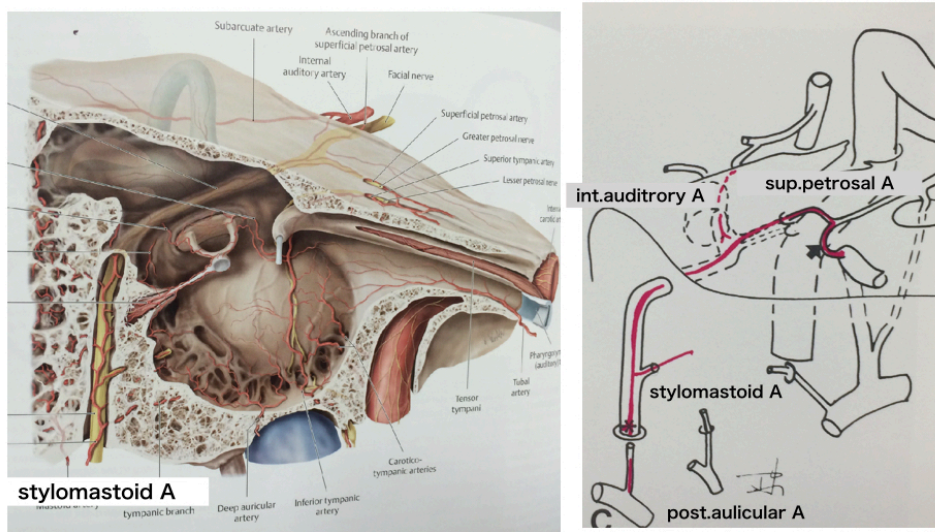


fig 6



sup.petrosal A • sup. tympanic A → stylomastoid A • int.auditory A → AICA

fig 7

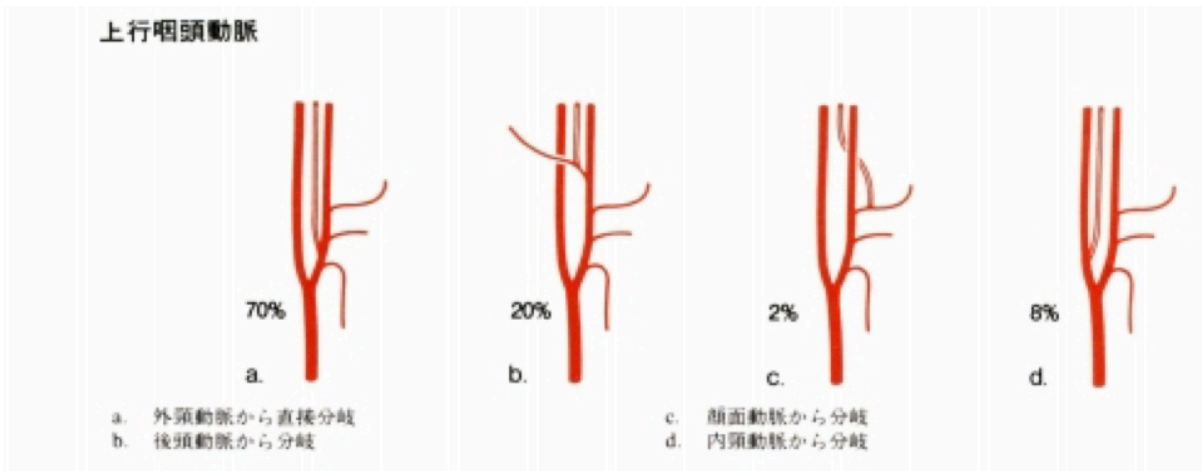


fig 8

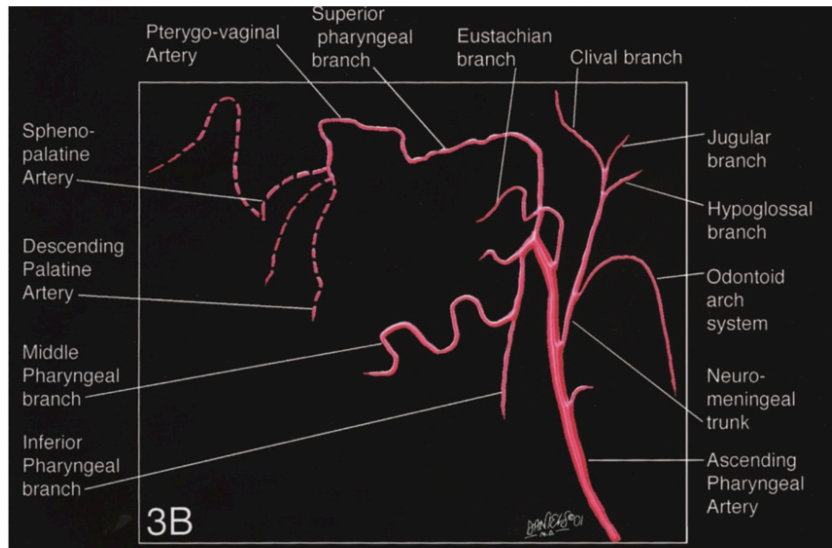


fig 9

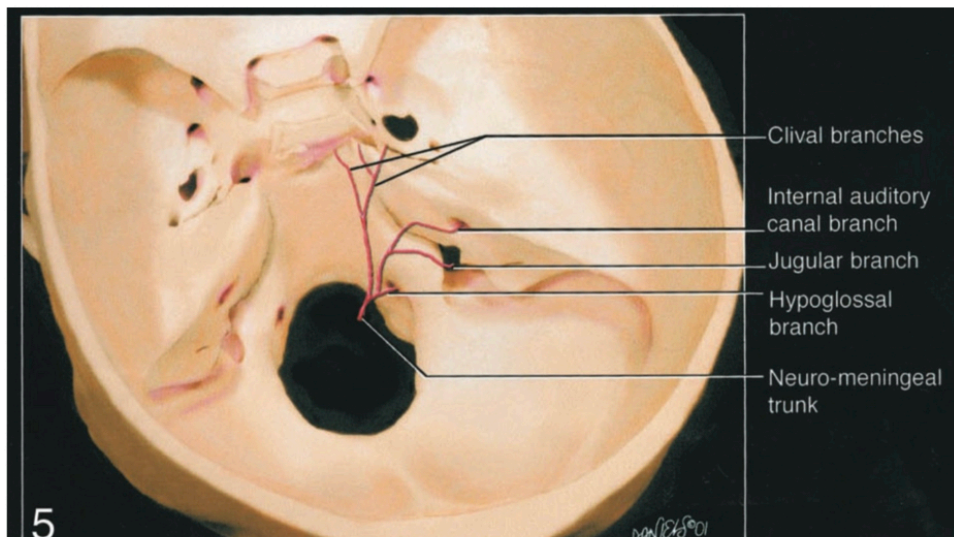


fig 10

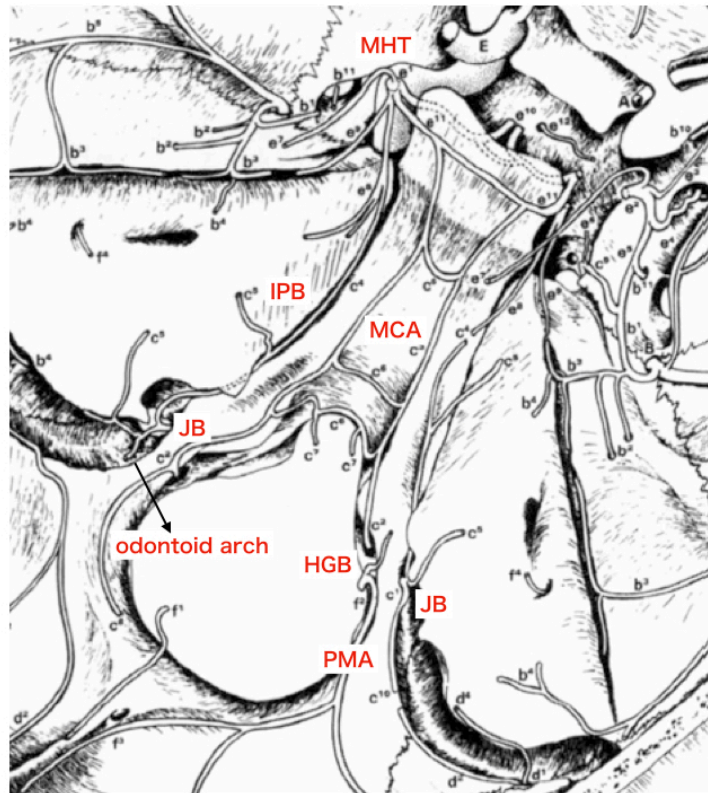


fig 11

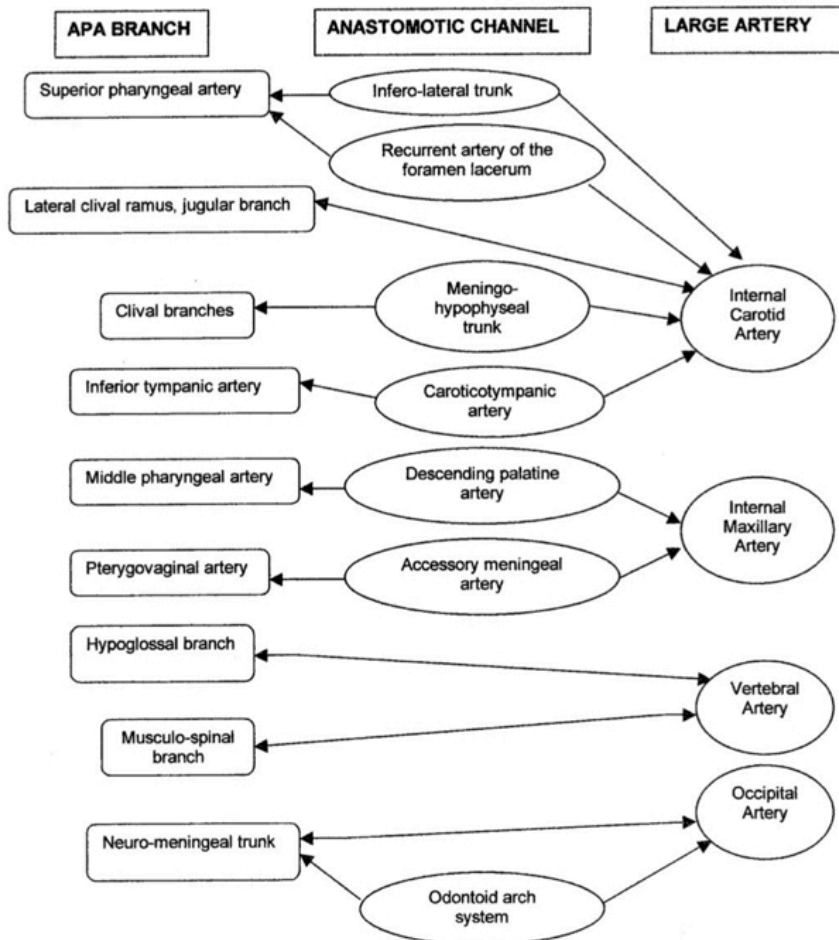


fig 12

後頭動脈と後耳介動脈

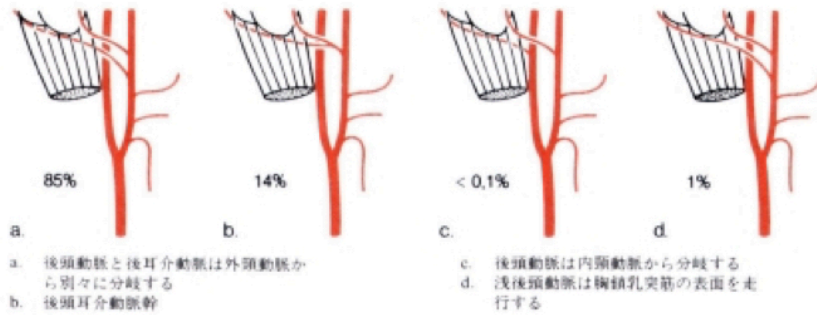


fig 13

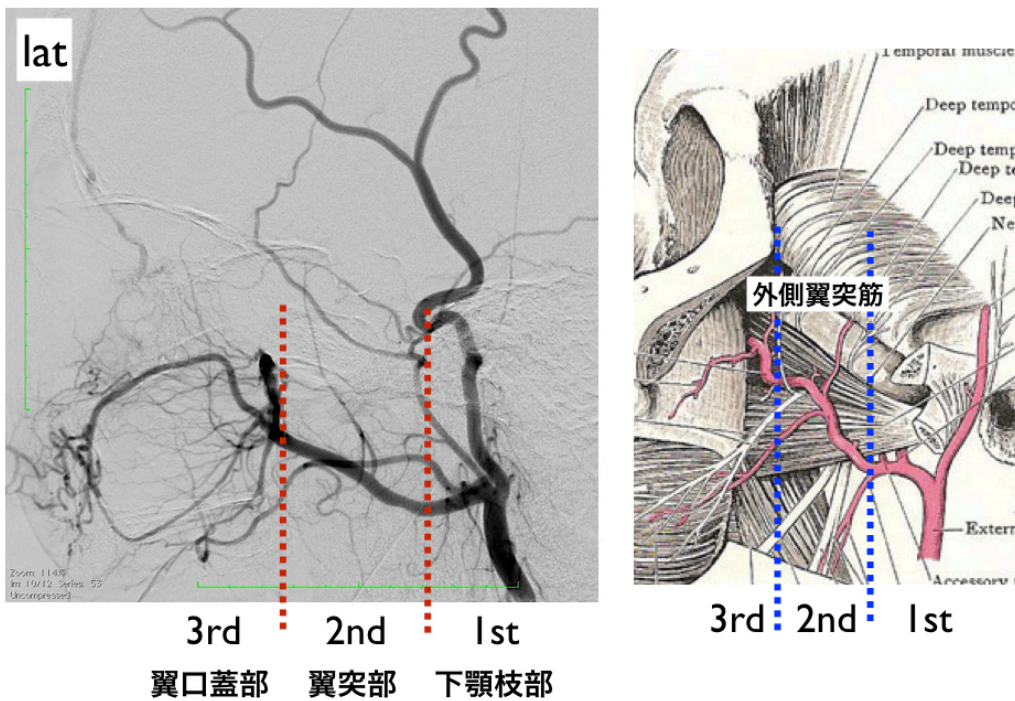


fig 14

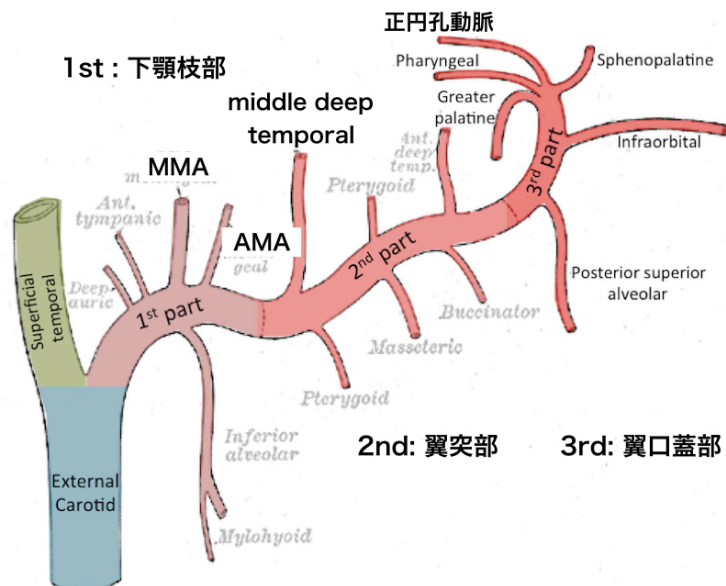


fig 15

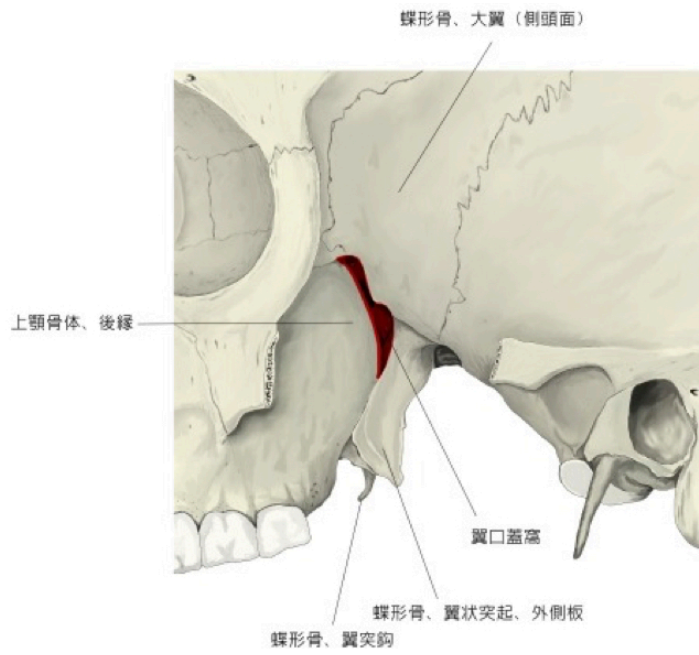


fig 16

右翼口蓋窩 (前方から)

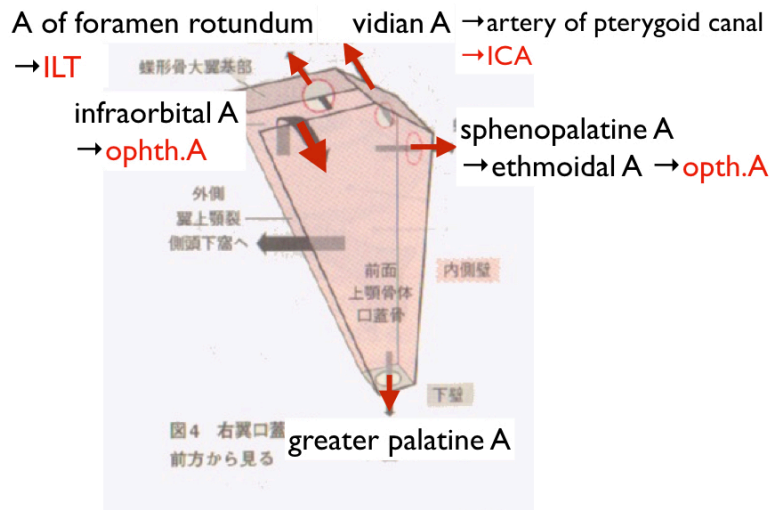


fig 17

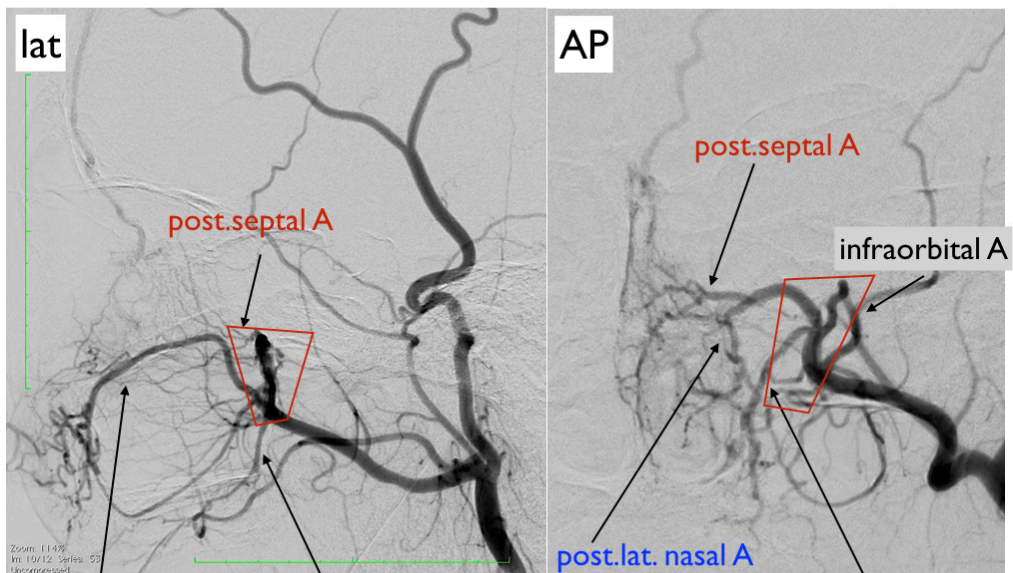
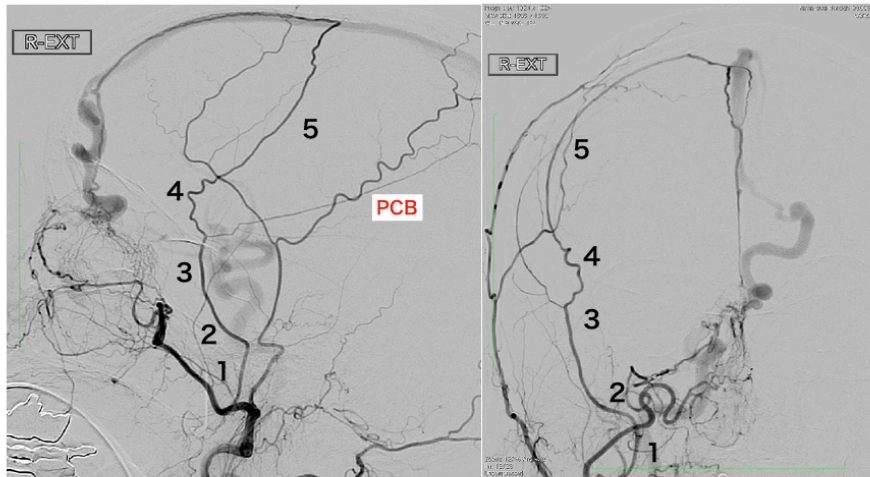


fig 18



顎動脈 1st part

棘孔

走行 1: extracranial segment 2: horizontal segment 3: temporal segment
4: pterional segment 5: coronal segment

fig 19

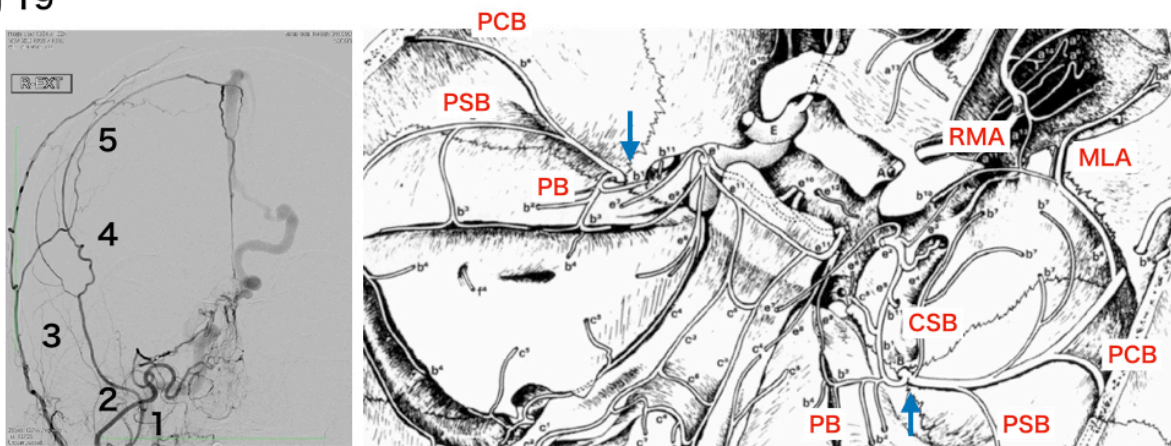


fig 20

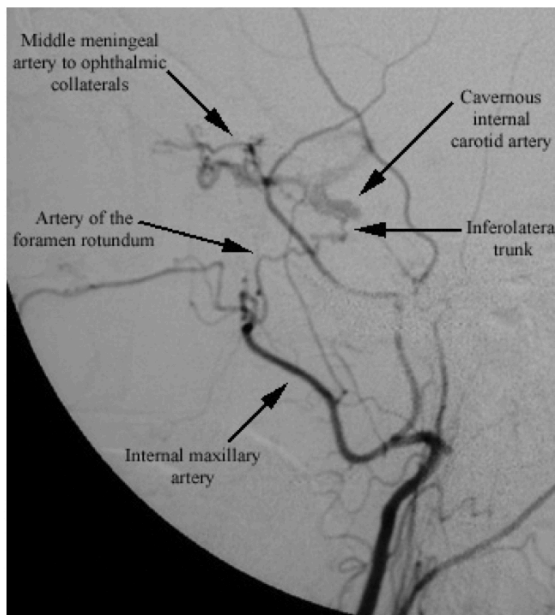


table 1

TABLE 1: Ascending pharyngeal artery anastomoses and foramina

Branch	Foramen	Anastomoses
Middle pharyngeal artery		Descending palatine artery (IMA) Accessory meningeal artery (IMA)
Superior pharyngeal artery	Foramen lacerum	Inferolateral trunk to ICA Clival branches to meningo-hypophyseal trunk to ICA
	Pterygogaginal canal	Pterygogaginal artery to accessory meningeal artery (IMA)
Inferior tympanic artery	Foramen lacerum	Recurrent artery of the foramen lacerum to ICA Petrosquamosal branch of middle meningeal artery Caroticotympanic artery to ICA Stylomastoid artery
Hypoglossal branch	Hypoglossal canal	Vertebral artery
Jugular branch	Jugular foramen	Lateral clival artery to ICA
Musculospinal branch	Foramen magnum	Vertebral artery
Odontoid arch system	Foramen magnum	Occipital artery

Note.—IMA signifies internal maxillary artery; ICA, internal carotid artery.

table 2

	通過する孔	吻合血管
中硬膜動脈 前・後海綿静脈洞枝	棘孔	ILT、MHT
中硬膜動脈 蝶形骨枝	棘孔	反回硬膜動脈、涙腺動脈（眼動脈）
中硬膜動脈 前頭枝	棘孔	前大脳鎌動脈（眼動脈）
中硬膜動脈 テント枝	棘孔	ADS (SCA), PCA硬膜枝
上錐体動脈 （中硬膜動脈）	棘孔	internal auditory artery (AICA)
副硬膜動脈前枝	翼突管	Vidian artery (内頸動脈)
副硬膜動脈後枝	卵円孔（ベサリウス孔）	ILT
正円孔動脈	正円孔	ILT
翼突管動脈	翼突管	recurrent artery of foramen lacerum (内頸動脈)
眼窩下動脈	上眼窩裂	眼動脈
蝶口蓋動脈	篩骨篩板	前後篩骨洞脈（眼動脈）