

Inferolateral Trunk (ILT)の解剖
Anatomy of Inferolateral Trunk

東海大学脳神経外科 キッティポン スィーワッタナクン
Kittipong Srivatanakul, Department of Neurosurgery, Tokai University

Keywords: inferolateral trunk, dorsal ophthalmic artery anastomosis, anatomy

内頸動脈・外頸動脈の吻合全体の位置づけとしてのILT

いわゆるdangerous anastomosisの一部としてinferolateral trunkは重要な血管である。頭蓋内外の連絡血管としてどのように位置しているかを概説する。

頭蓋内（硬膜内）にある構造物である脳や脊髄を栄養する血管の条件としては頭蓋骨の内部や脊柱管内に到達する必要があるため、いずれの血管も骨のforaminaを通る必要がある。頭蓋外を灌流するはずの血管も頭蓋内との吻合を持つためにはどこかで骨を通過する必要がある。ILTは海綿静脈洞内の内頸動脈のbranchとして存在しており、fig 1 に示した複数箇所のforaminaを介して頭蓋外や眼窩内と連絡をしている。正常な状態ではこれらの連絡には個人差があり、硬膜の表面の微小な連絡程度のものから、100 μ 単位のチャンネルが確認されることもある。(Fig2)

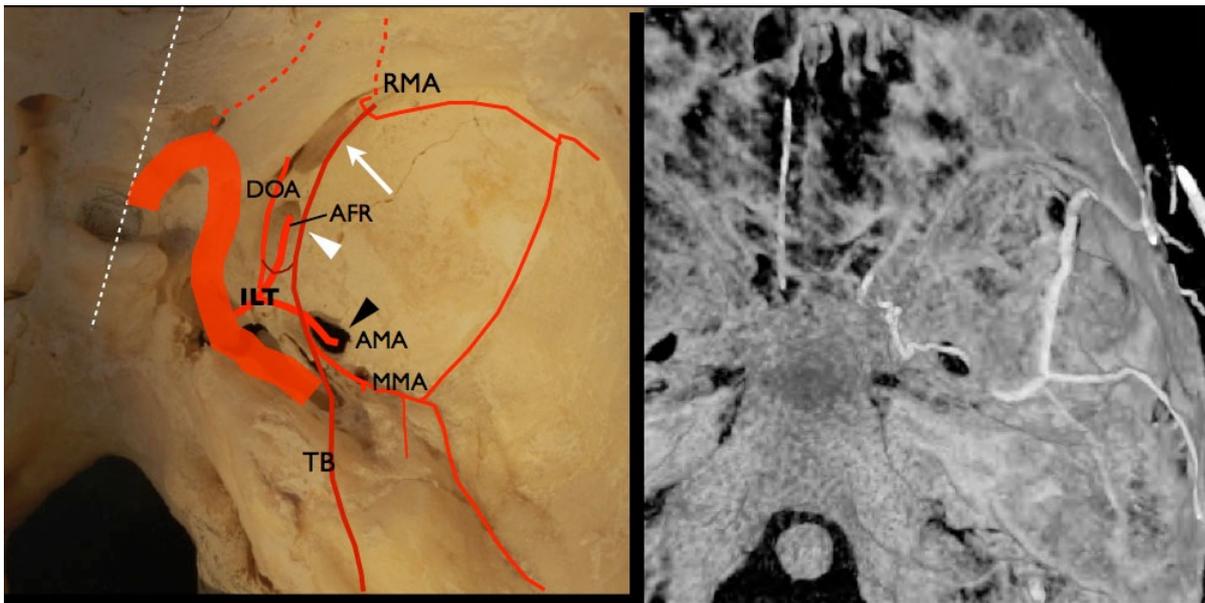


Fig 1. ILTの走行と周辺の血管、骨の構造物を示す図。左図ではILTは内頸動脈から外側下方へ分岐し、前方ではsuperior orbital fissure（白矢印）を介し、dorsal ophthalmic artery(DOA)となり、やや外側前方にforamen rotundum（白矢頭）を介し、artery of foramen rotundum(AFR)と合流する。後方のbranchはforamen ovale(黒矢頭)を介し、accessory meningeal artery(AMA)と連絡する。さらにこの血管の延長にMMAがあり、こことも連絡をもつことがある。(RMA: recurrent meningeal artery, TB: tentorial branch) 右の画像は実際の症例でAMAがILTに合流する画像である。

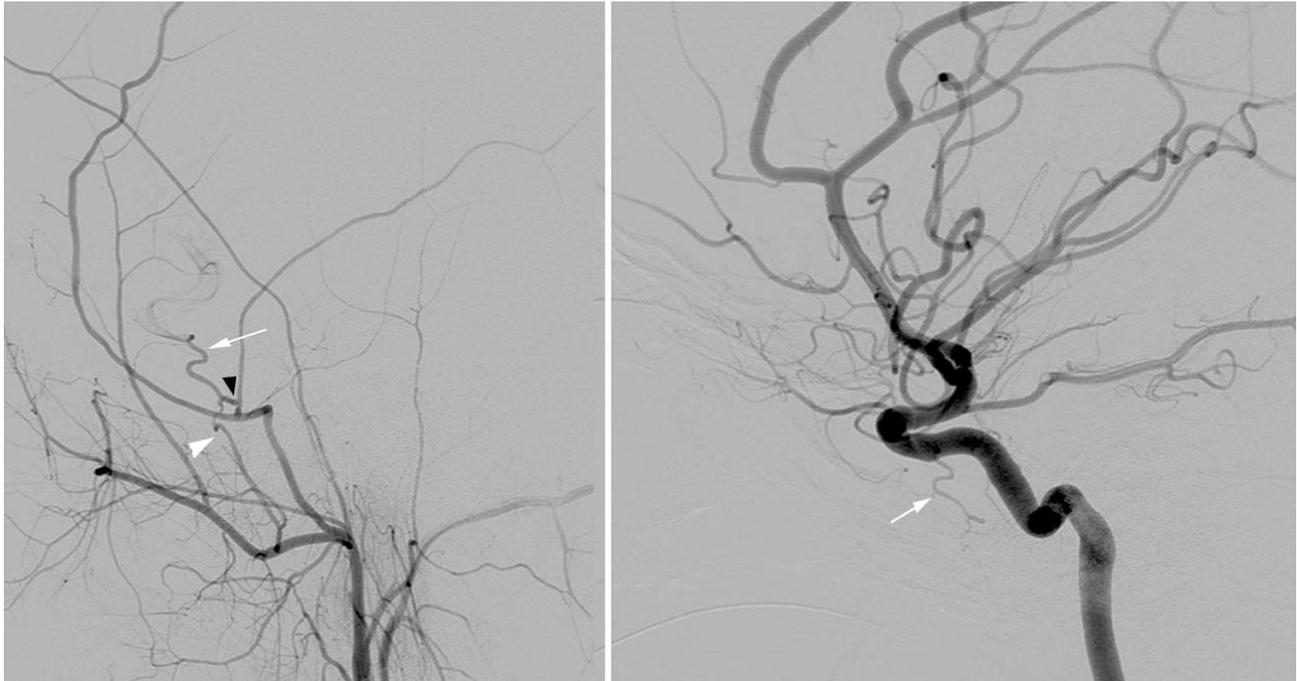


Fig 2. AVM精査の血管撮影でILTを観察できた症例。左は外頸動脈撮影であり、accessory meningeal artery (白矢頭) およびmiddle meningeal artery(黒矢頭)からILTが構成される。ILTを介して内頸動脈が描出される。右の画像は内頸動脈からの撮影で白矢印がILTの本管である。

発生

血管発生に基づく内頸動脈のsegmentにおいて、ILTはsegment 5と6の間に存在しているものである。ILTの本来の意味としてLasjauniasはdorsal ophthalmic artery(DOA)のremnantと考えている。この考え方はILTと同じ部位から眼動脈が起始し、superior orbital fissureを通り、眼窩内に入り、視力に関係する神経組織も含めて眼窩内容を栄養することがあるためである。(眼動脈の発生の詳細は割愛する)しかし、一方でこのDOAがmiddle meningeal artery(MMA)が灌流する眼窩内の組織の血管(stapedial arteryのsupraorbital artery(branch)とも言うことができる)と吻合することによって、眼窩内の組織を灌流できるようになると考えることもできる。この考えではもともとこの血管のterritoryではないということになり、ILTはdorsal ophthalmic arteryの遺残ではなく、ILTがstapedial arteryの灌流域の一部を併合(annexation)することによって、dorsal ophthalmic arteryになると考えることもできる。この考え方は以下の系統発生の観点から考えることができる。他の哺乳類の同部位の血管構築を観察するとILTの別の一面が見えてくる。Fig3のようにヤギ、イヌ、ヒトのこの部位の血管を系統的にみるとこのILTと同部位の内頸動脈はもともと頭蓋内の血管とreteを介して連絡している部位であり、reteがみられない状態ではイヌの構造のようにILTのような血管構造に変わり、ILTが発達しているヒトのvariationに酷似していることがわかる。ILTの機能としては第III, IV, VIを栄養する血管であると同時に海綿静脈洞や小脳テントの硬膜に分布する。

解剖、画像所見

ILTは内頸動脈の分岐血管を指すものであり、海綿静脈洞部の内頸動脈の外側下方から一本の血管として起始する。ILTはICAからみて4つのbranch(前方に2本、後方に1本、上方に1本)に分かれるが、それぞれのbranchがどのように頭蓋内の血管と吻合しているかを解説する。(Fig 1) Anterior branchは内側と外側に分かれており、anteromedial branchはsuperior orbital fissureを通じ、眼窩内と交通し、anterolateral branchは foramen rotundumを通り、頭蓋外と連絡を持つ。Posterior branchは

foramen ovaleに向かい、accessory meningeal arteryと吻合を持つ。逆に頭蓋外側からみると主にIMAのbranchが関係するが、IMAのproximal側からはMMAがあり、foramen spinosumを通り、前方内側へ走行し、accessory meningeal artery (AMA)との吻合を作り、ILTとつながる。同様にAMAからのbranchがforamen ovale（またはforamen Vesaliusの場合もあり）MMAのbranchと同様にILTのposterior branchを形成する。前方からはartery of foramen rotundum(AFR)がIMAの遠位から出た後に前後方向にrecurrent courseをとり、foramen rotundumを通り、ILTのanterolateral branchとなる。さらに前方内側にsuperior orbital fissure(SOF)を通り、ophthalmic arteryから起始する recurrent branchとしてILTのanteromedial branchを形成し、AFRからのanterolateral branchと合流し、ILTのanterior branchとなり、内頸動脈と吻合を持つことになる。言い換えれば、ILT側からすると前方内側から後方内側に広がる数本のbranchがあり、IMAからの上記の血管と吻合を持つということである。さらにILTのsuperior branchとして後方に向かう血管があり、tentorial branchとなり、前方では眼窩内との交通をもつ。この血管は途中でmeningohypophyseal trunk(MHT)と吻合を持つことがある。このsuperior branchを介し、あたかもMHTからILTのbranchが出ているように見えることがあるが、ILTがMHTから起始するという言い方よりはILTの領域がMHTの血管に血流供給されていると解釈するほうが正確である。

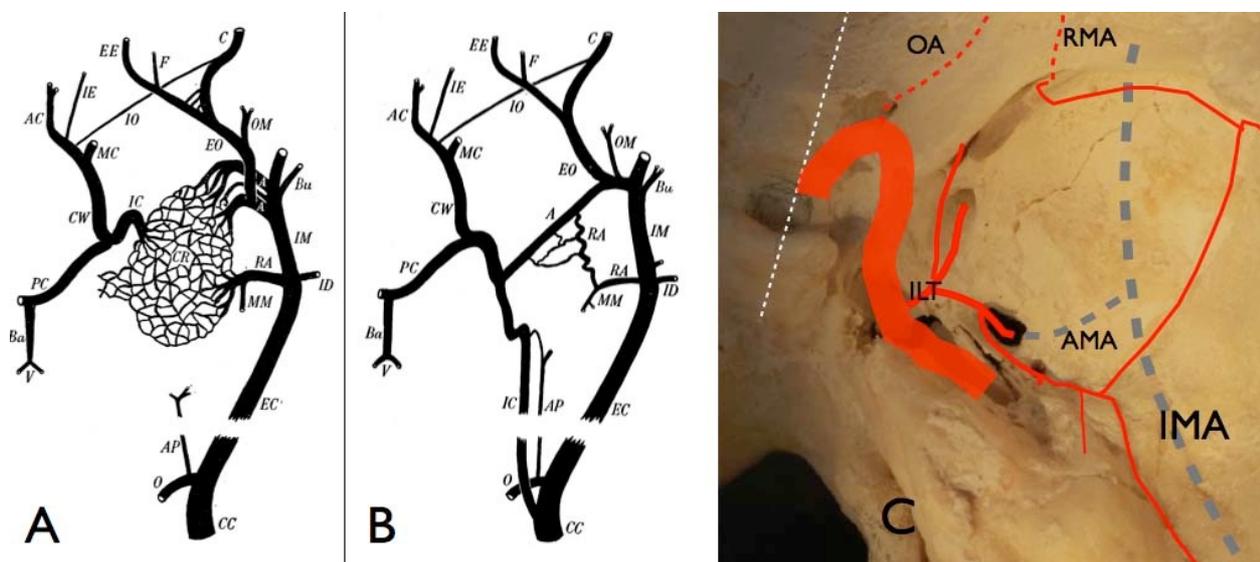


Fig 3. 系統発生からみたILTの意義。 Aはヤギ、Bはイヌの血管の基本構造を示す。(文献3より) ヤギでは外頸動脈や内頸動脈(EC, IM)からramus anastomotica(RA)を介し、reteを形成し、本来の内頸動脈の血流を担っている。本来の内頸動脈の近位部は存在しない。イヌではreteは消失しているものの、基本的な血管の連絡の構造は保たれている。ちなみに眼窩内へ流れる血管は外頸動脈系からはexternal ophthalmic artery(EO)と内頸動脈(硬膜内)のinternal ophthalmic artery (IO)が存在しているが、EOはいわゆるdorsal ophthalmic arteryと同じ血管とも考えられ、少なくとも系統発生の面ではこのEOが内頸動脈に所属しているというよりは外頸動脈に所属していると考えのほうが自然である。 CはILTを中心に考えた頭蓋内外血管の連絡であるが、IMAからAMAを介し、内頸動脈と連絡しているのは本来この部位に存在するreteと同等の機能を持っていると考えられる

通常の血管撮影でILTが観察される頻度は5%程度と高くない。内頸動脈撮影からの撮影で観察されることもあれば、外頸動脈撮影から観察されることもある。内頸動脈からの撮影では側面像がわかりやすく、海綿静脈洞部の内頸動脈の水平部から下方に前後のbranchを出して確認される。(実際は側面像では一部外側方向に出ているため、2D画像では描出されない部分がある)すべてのbranchが必ずしも確認できるわけではなく、多くの場合、AMAと連絡を持つposterior branchがよく観察される。Superior branchから出ているtentorial arteryは内頸動脈と重なってしまうため、MHTと誤認されることがあるため注意が必要である。(Fig 4) 外頸動脈撮影ではinternal maxillary arteryから描出される。上下方向の連絡としてはAMA、MMAがあり、前後方向はAFRがある。これらの血管がILTを介して内頸動脈と吻

合をしている場合、ILTそのものが内頸動脈との合流部で造影剤が内頸動脈の血流にwashoutされ、途絶する血管のように観察される。(Fig 5)

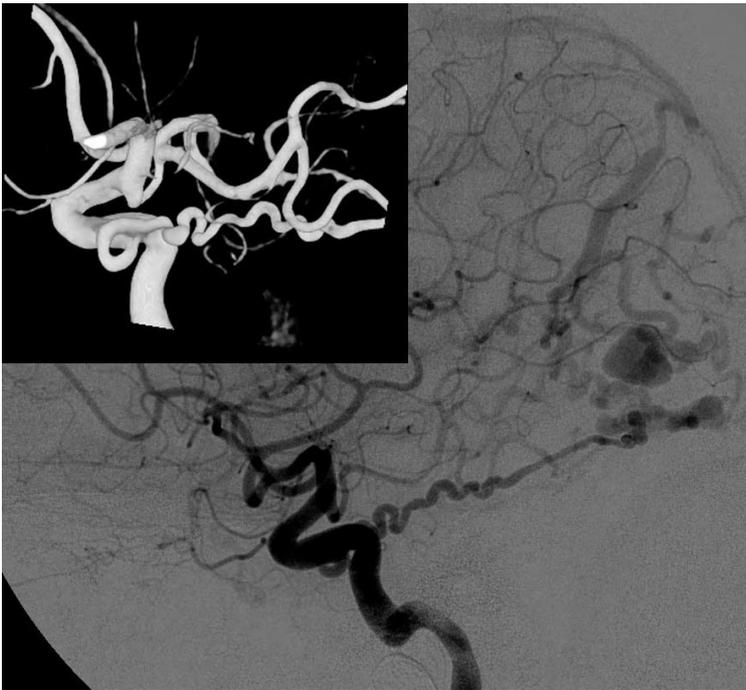


Fig 4. 小脳テントの硬膜動静脈瘻の症例。この症例では内頸動脈からfeederは存在するが、角度によってはmeningo-hypophyseal trunk(MHT)からのtentorial branchにみえるが、実はILTのsuperior branchが関与しているのが3D画像でよく理解できる。このようなbranchが関与していることは珍しくない。このbranchはMHTと途中で吻合を持つことがある。

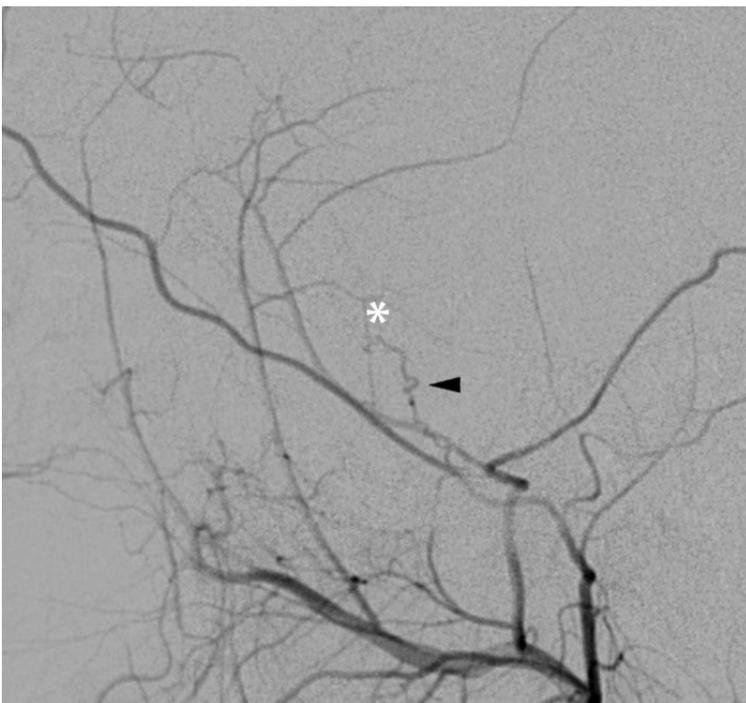


Fig 5. 外頸動脈撮影でILTが確認された脳腫瘍開頭術後の症例。外頸動脈撮影でaccessory meningeal arteryからILTが描出されるが、その先が内頸動脈の血流で造影剤がwashoutされ、血管が途絶しているように見える。(*)このようにdangerous anastomosisはその先の血管がいろいろな条件で観察されないことがある。

臨床

内頸動脈の閉塞、高度狭窄の症例

内頸動脈閉塞や高度狭窄に伴い、内頸動脈の血流が低下している場合にIMAからILTを介し、頭蓋内に血流がみられることがある。これらのルートはそれほど発達することはない。(Fig 6A) 例外的に内頸動脈の低形成などの場合などでこれのみで頭蓋内血管の血流を担うことができる場合がある。(Fig 6B) 通常有効な側副血行路になりにくいものではあるが、血行再建で外頸動脈にdebrisが流れた場合に脳循環への塞栓の原因になりうる。

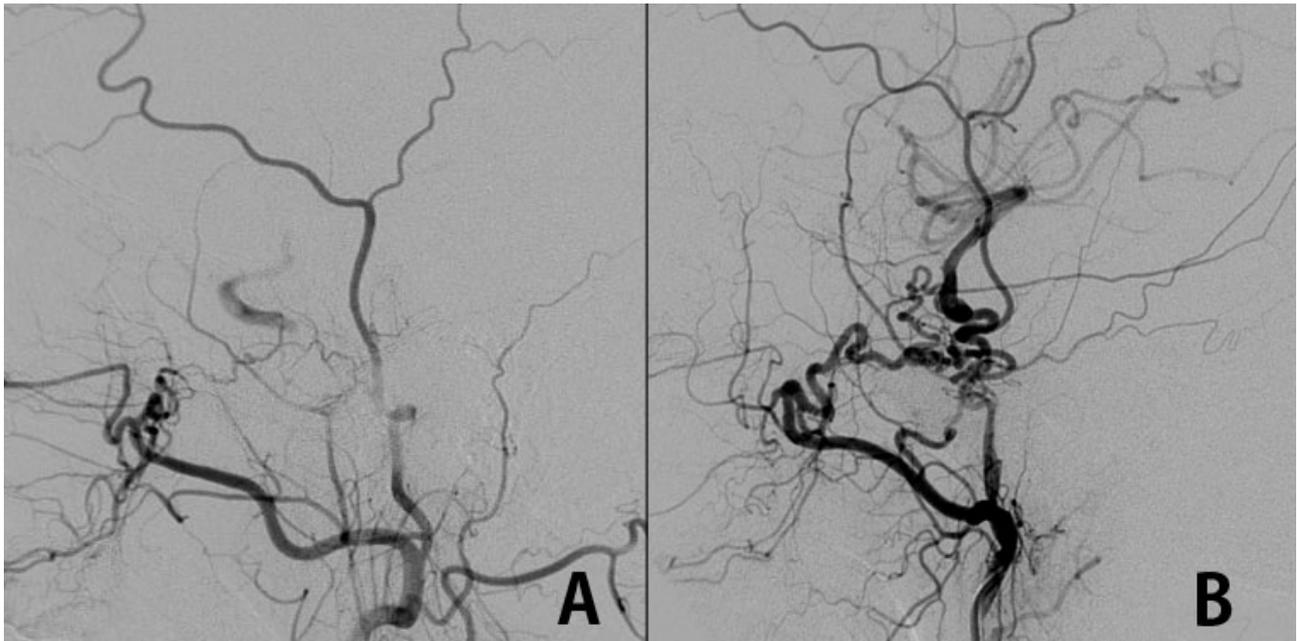


Fig 6. ILTの血管撮影上の代表症例。Aの症例は内頸動脈閉塞症例であり、artery of foramen rotundum（一部MMA）からILTを介し、内頸動脈への側副血行路が観察される。ILTを介した側副血行路の量は少なく、有効なものになりにくい。Bの症例は先天的な内頸動脈の低形成の症例であり、ILTより遠位の内頸動脈の血流はILTを介して側副血行で賄われている。

シャント疾患

海綿静脈洞付近の硬膜動静脈瘻などの場合、ILTが関与していることがあるが、治療のルートになることは少ない。また小脳テントの硬膜動静脈瘻にもtentorial branchとして流入することがある。この血管経路で塞栓を行うことは少ないが、側面像での血管撮影では内頸動脈と重なり、MHTを起始部とするものと判断されることがあるので、注意を要する。回転撮影での3Dの情報も有用である。(Fig 4) 液体塞栓物質を使用する際は内頸動脈からのapproachの場合は少ないが、圧注入によるIII,IV,VI神経麻痺を起こすことが考えられる。IMAのbranchからの塞栓の場合に内頸動脈に塞栓物質が流入することに注意が必要になる。

最後に

本文の中でも記載があるが、もう少しILTの本質について考察したい。ILTはdorsal ophthalmic arteryの遺残であるという考えがあり、これによってもともとsubarachnoid originである、ventral ophthalmic artery由来の眼動脈であればoptic canalを通り、すべてのportionにおいて、subarachnoid spaceに存在する。それに対し、dorsal ophthalmic artery（これ自体はもともと視組織を栄養するものではないが、二次的にそのterritoryを支配）はcavernous sinus内から起始し、SOFを通り、眼窩内に入ることからILTの眼窩内へ向かうbranchと同様の機能を持っていると考えられる。この仮説ではSOFを通り、眼窩内に入る血管はILT(dorsal ophthalmic artery)由来であり、そのdorsal ophthalmic arteryが認められればILTから起始するということになる。しかし、最近経験した症例ではSOFを通る眼動脈が確認されながら、ILTを別に確認できるケースが存在し、この仮説に合わない現象が実在する。(Fig 7) SOF経由の眼動脈がstapedial arteryのsuperior orbital branchなど別の由来という考えが必要になってくる。



Fig 7. Superior orbital fissureを通る眼動脈とILTが別々に確認される症例の画像。ILTがdorsal ophthalmic arteryの遺残であるという考えでは説明できない画像である。この症例ではoptic canalを通る眼動脈は存在しない。

参考文献：

- 1) 脳脊髄血管の機能解剖、詳細版、小宮山雅樹、メディカ出版、第2版、2011
- 2) Lasjaunias P, et al.: Surgical Neuroangiography. Vol.1. Clinical Vascular Anatomy and Variations. Springer-Verlag, 2001
- 3) Daniel P.M., Studies of the Carotid Rete and Its Associated Arteries, Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 1953, Vol. 237, No. 645, P173-208,