

Comparative vascular anatomy of the dog

安部 欣博
Abe Yoshihiro

獨協医科大学脳神経外科
Department of Neurosurgery, Dokkyo Medical University

Key Words : comparative anatomy, dog, anastomotic artery, cavernous sinus, temporal sinus

【はじめに】

獣医学で使用されている解剖書^{1) 2)}を用いて、犬の頭頸部の血管解剖を総論的にご紹介します。人と比較して興味深いところを中心に掲載しています。今回発生学的事項には一切触れておりませんが、発生学的な興味を持たれている先生方に、少しでも何らかの情報提供になれば幸いです。

【大動脈弓の分岐】

動物の大動脈弓分岐パターンは、以下のものがある。

1. 腕頭動脈から右総頸動脈(common carotid artery ; CCA)が分岐し、大動脈弓から左CCAが分岐する人のパターン
2. 腕頭動脈から左右のCCAが分岐する犬のパターン(fig.1)
3. 腕頭動脈から両頸動脈幹が出て、ここから左右のCCAが分岐する豚・山羊のパターン
4. 腕頭動脈から左右のCCAと左右の椎骨動脈(vertebral artery)が分岐する馬・牛のパターン

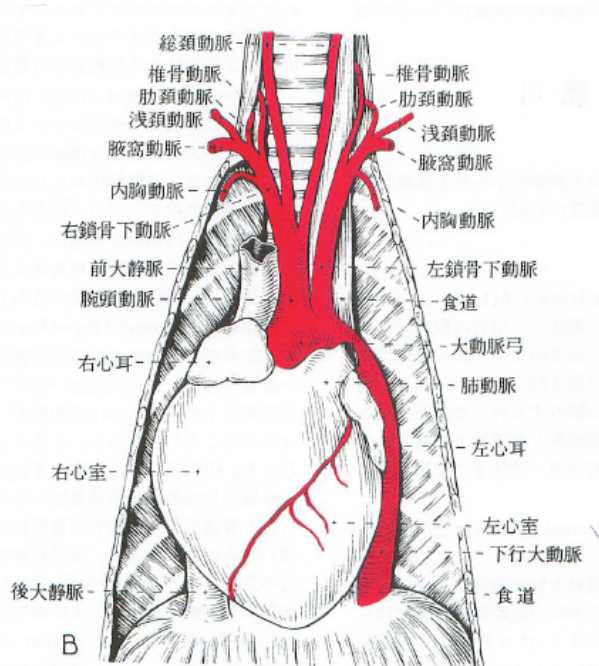


図11-12 大動脈弓と大血管
A. 右鎖骨下動脈の枝 内側面
B. 心臓と大血管 そのまゝの状態 腹側面
(fig.1)

【頸動脈の分岐】

犬は首が長く甲状腺が下にあるので、CCAから前甲状腺動脈(cranial thyroid artery→人の superior thyroid artery) が分岐する。次いで、太い外頸動脈(external carotid artery ; ECA)と細い内頸動脈(internal carotid artery ; ICA)が分岐する(fig.2)。

【外頸動脈】

ECAから分岐する枝は、順に後頭動脈(occipital artery ; OA)、前喉頭動脈(cranial laryngeal artery)、上行咽頭動脈(ascending pharyngeal artery)、舌動脈(lingual artery)、顔面動脈 (facial artery)(fig.2)、後耳介動脈(caudal auricular artery)、浅側頭動脈(superficial temporal artery)、顎動脈

(maxillary artery)(fig.3)の順である。人と比較してOAの分岐が早く、甲状腺が近くないため cranial laryngeal artery (人のsuperior thyroid arteryから分岐するsuperior laryngeal artery) が直接ECAから分岐している。また、以下のごとくECAからICAへの多くの anastomosisが存在する。

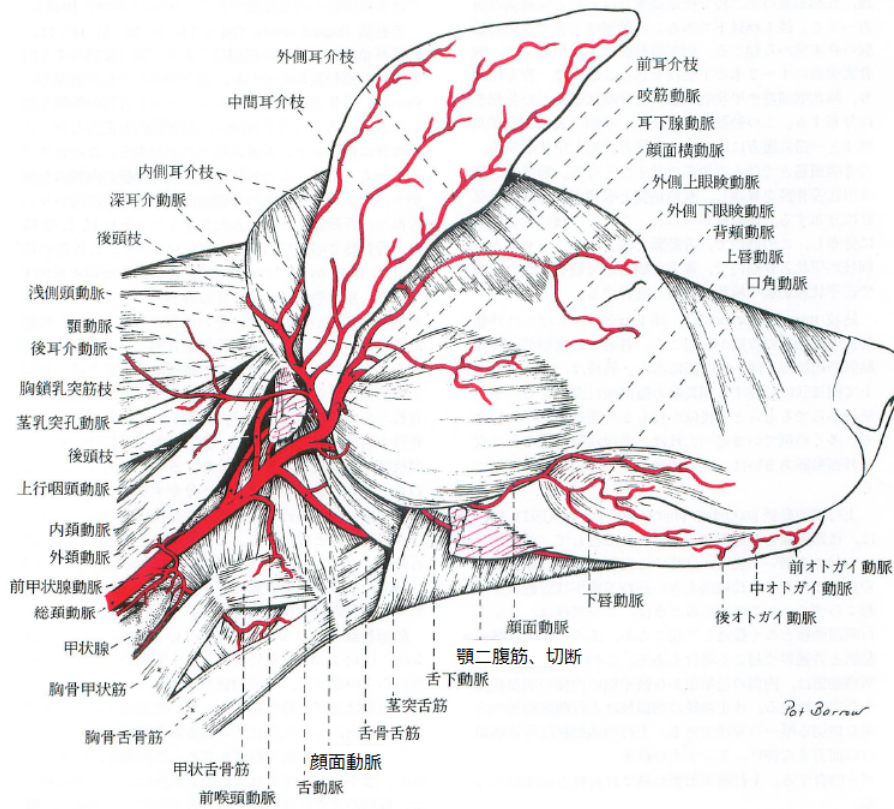


図11-14 総頸動脈の枝 外側面 (fig.2)

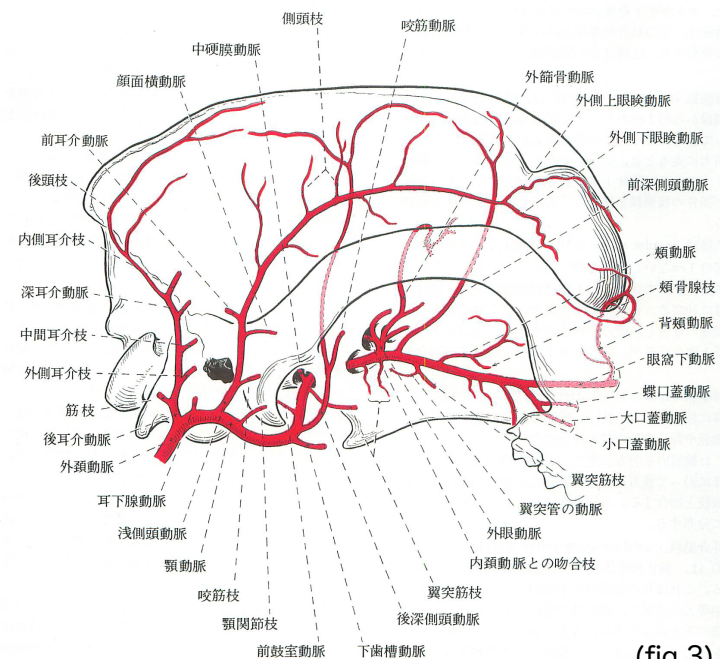


図11-15 頭蓋外側面から見た頭部の動脈 (fig.3)

(1)上行咽頭動脈(ascending pharyngeal artery)

口蓋枝と咽頭枝を分岐したあと、外頸動脈孔に入る。ここで、頸動脈管を通過したICAがループを作っており、このループに吻合する(fig.4)。

→猫の場合はさらにICAが閉塞しており、かわりにascending pharyngeal arteryが外頸動脈孔を通過して頭蓋内にICAとして入っていく⁴⁾。

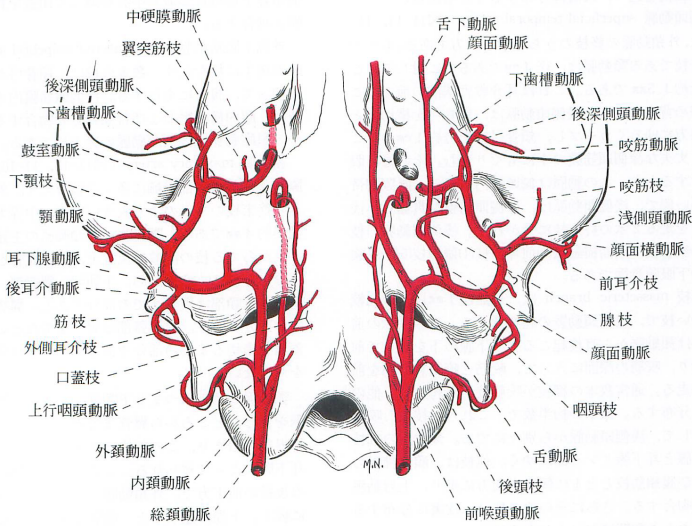


図11-16 頭蓋腹側面から見た総頸動脈の分枝 (fig.4)

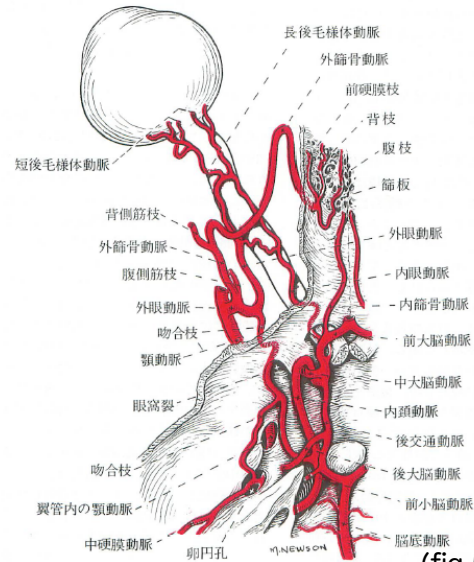


図11-22 眼窩と基底の動脈 背面

(2)中硬膜動脈(middle meningeal artery ; MMA)

犬では棘孔を形成することはまれであり、人で副中硬膜動脈(accessory meningeal artery)が入る卵円孔に入る(fig.3,4)。頭蓋内に入った中硬膜動脈は、内側に吻合枝を出して外眼動脈(external ophthalmic artery)と吻合する(fig.5)。

(3)外眼動脈(external ophthalmic artery)

maxillary arteryが翼管を出るとすぐに背側から分岐する。前方で眼球の大部分の栄養を供給し、視神経内側で内眼動脈(internal ophthalmic artery)と吻合する。さらに外篩骨洞動脈(external ethmoidal artery)も分岐する。後方の枝は、眼窩裂を通過して海綿静脈洞内でMMAと吻合し、鞍背付近でICAとも吻合する(fig.5)。

→犬の中頭蓋窩の吻合における人との発生学的な関係 (persistent primitive maxillary artery、inferolateral trunk) は、NNAC2014年清水先生やキッティボン先生、2015年当麻先生の項を参考にしてほしい。

(4)外篩骨洞動脈(external ethmoidal artery)

external ophthalmic arteryからの分岐である。眼筋の背側を通過して眼筋に枝を出しながら、大きい篩骨孔を通過して、篩板で血管網を作り、ここで前大脳動脈の枝である内篩骨動脈(internal ethmoidal artery)と吻合する(fig.6,7)。

→犬の嗅覚には外側経路と内側経路の二つがある。外側経路は、嗅神経～嗅球～嗅脚～外側嗅索～梨状葉(人にはない)～海馬/扁桃体の経路で、記憶や摂食行動に関与している(fig.8)。内側経路は、鋤鼻器(人にはない)～鋤鼻神経～嗅球～嗅脚～内側嗅索～終神経(第0脳神経；人にはない)～前脳/間脳の経路で、生殖行動や社会適応行動に関与(fig.9)している。犬の脳腫瘍の多くは前頭部に発生し、この部分にできることが多い。摘出術の時には、摂食行動に影響を出さないように external ethmoidal arteryは見ないようにして、外側経路の損傷を避けている(fig.10)。

(5) 浅側頭動脈(superficial temporal artery ; STA) :

Anastomosisとは関係ないが、犬のSTAは頬骨弓1cm上方で、深側頭筋筋膜の下に潜り込み、側頭筋内を走行し、眼窩靭帯で筋膜表面に出てくる(fig.11)。したがって、犬の場合の側頭開頭術では、人のように側頭筋筋膜上にSTAは認められず、側頭筋内部に存在する。

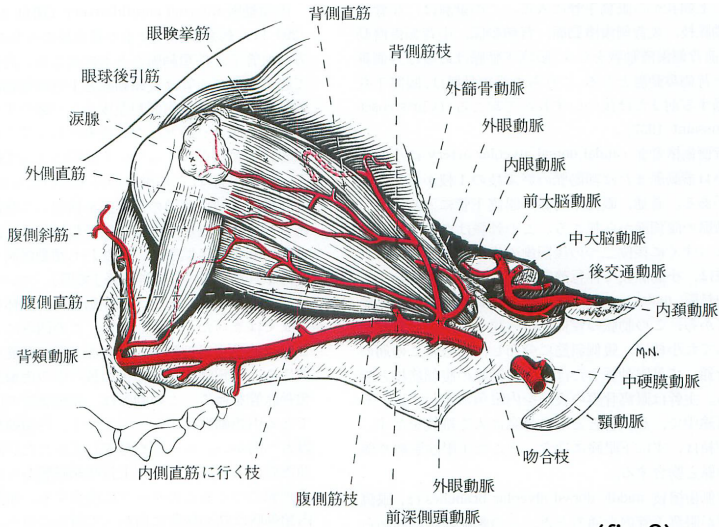


図11-23 眼窩と外眼筋の動脈 外側面

(fig.6)

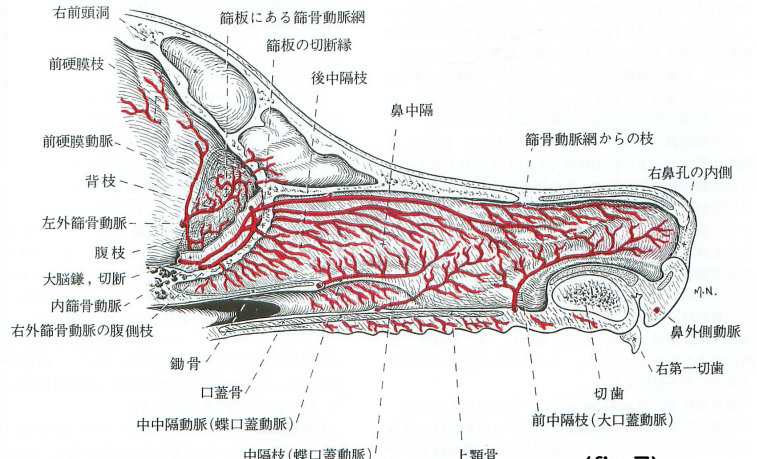


図11-24 矢状断により鼻中隔の動脈を示す

(fig.7)

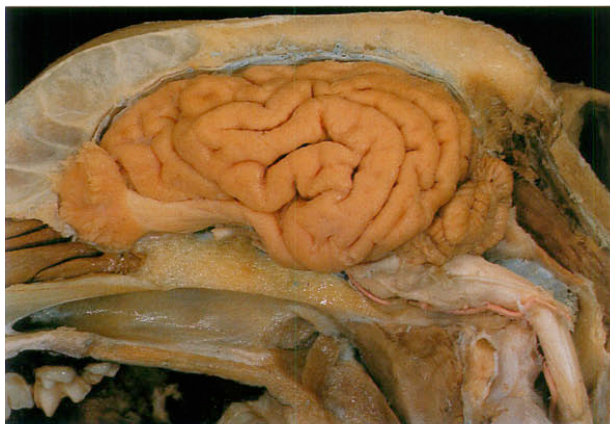
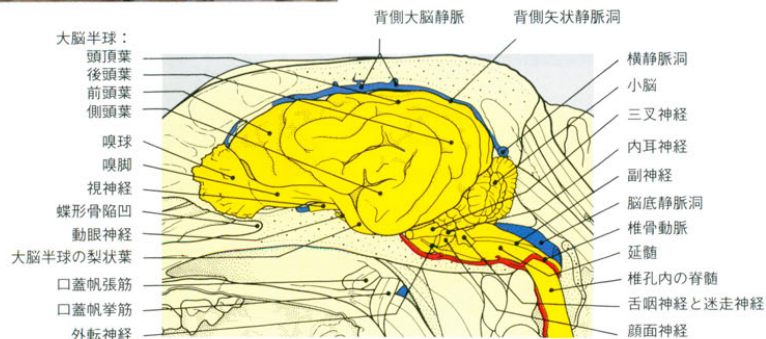


図2.90 髄膜を除去した脳

左側視。硬膜をその下にあるクモ膜や軟膜と共に剥離すると、脳が露れる。大脳半球は脳回や脳溝に特徴付けられ、大きな4つの葉に分けられ前頭葉、頭頂葉、側頭葉および後頭葉である。5番目の葉である梨状嗅脚を通る嗅球の連続である(取り外した脳を示している図2.104を参照)



(fig.8)

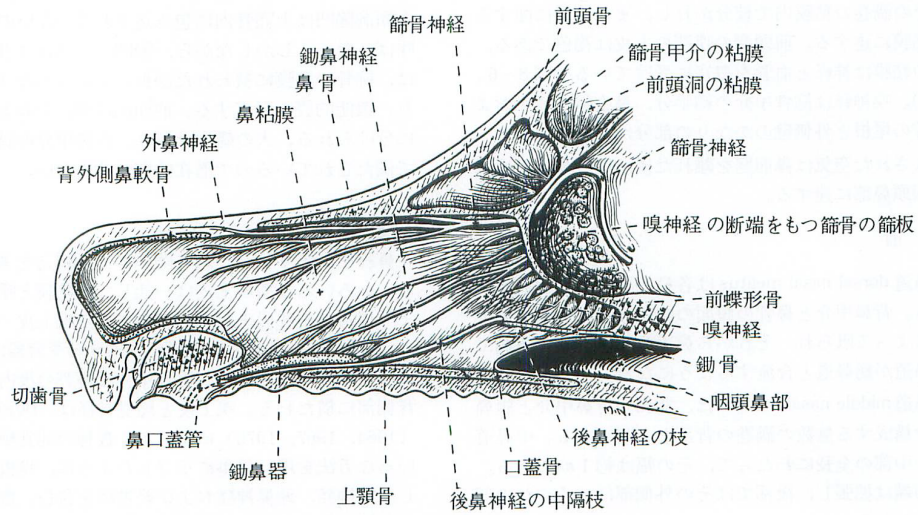
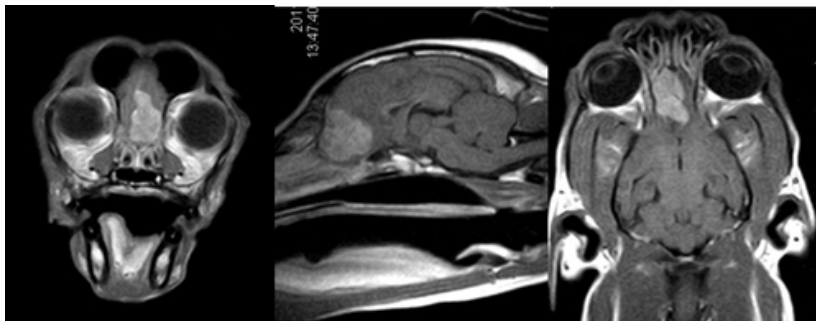


図8-6 鼻中隔粘膜の神経分布 矢状断面

(fig.9)



(fig.10)

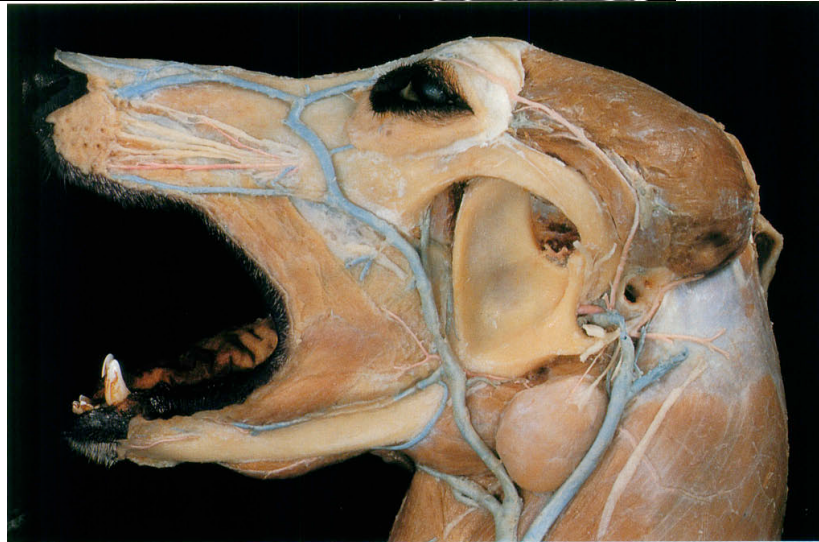
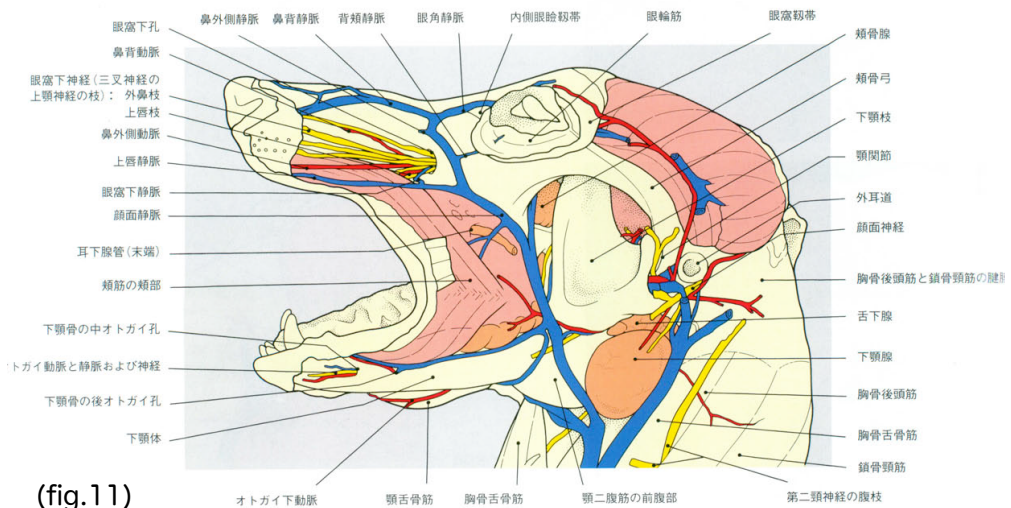


図2.15 咬筋と側頭筋筋膜を切除した後の下顎枝と側頭筋(1)
左側観。耳介軟骨と槓状軟骨を切除すると、側頭筋の筋膜が露出され、続いてその側頭筋の筋膜も切除している。側頭筋表面の粗な部分は、多数の筋線維が側頭筋筋膜の内側面から起始している部位である。咬筋の切除は、同時にそこを走行する三叉神経と顔面神経も切除することになる。これらの神経の断端は、顎動脈と静脈の背側や腹側および顎関節の外側に見ることがができる。



(fig.11)

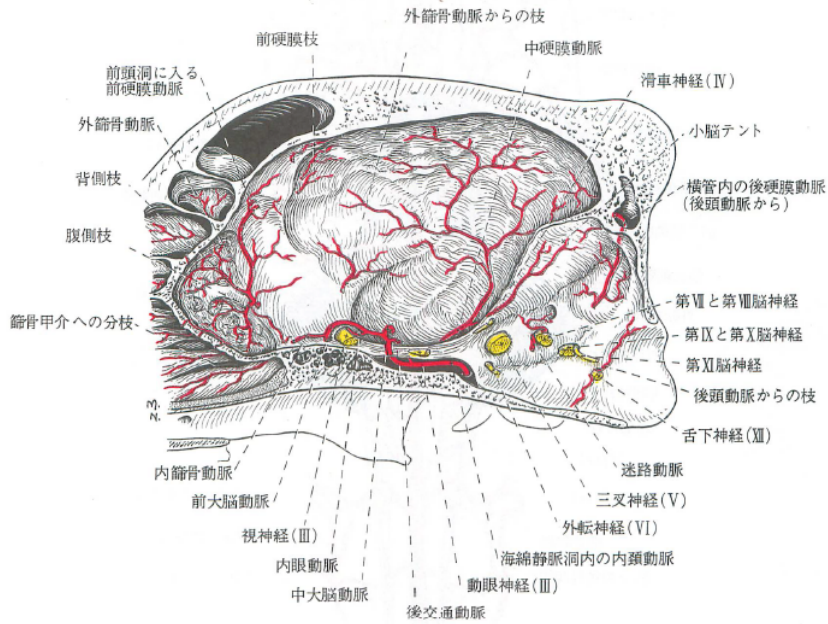


図11-29 頭蓋を旁正中断し、内部の動脈と神経を示してある (fig.12)

【内頸動脈】

頸部で分岐後のICAは錐体後頭裂に入る。人のような破裂孔は犬にはなく(馬・豚にあり)、後頸動脈孔(人における頸静脈孔?)に入り頸動脈管を通る。前方に外頸動脈孔があり、ここでループを形成してascending pharyngeal arteryと吻合し、再び頸動脈管に入って頭蓋内に向かう(fig.4)。ここで硬膜の1層を貫通し、海綿静脈洞内を走り、external ophthalmic arteryと吻合して、2層目の硬膜とくも膜を貫通して、くも膜下腔にはいる(fig.12)。

(1) 後下垂体動脈(caudal hypophyseal artery)

ICAが海綿静脈洞に入るときに後内頸間動脈(caudal internal carotid artery)を分岐する。この動脈から分岐し、対側の血管と吻合して神経性下垂体に栄養する。この動脈は人におけるinferior hypophyseal arteryと思われる(fig.13)。

(2) 前下垂体動脈(rostral hypophyseal artery)

ICAから分岐する前内頸間動脈(rostral internal carotid artery)、前交通動脈(rostral communicating artery)、後交通動脈(caudal communicating artery)から腺性下垂体へ栄養する血管。人でいうsuperior hypophyseal arteryと思われるが、P-comから分岐している枝はinfundibular arteryに近いかもしれない(fig.13)。

→犬の下垂体は前葉後葉に分かれず、腺性下垂体が神経性下垂体の周りを囲んだ特異な構造となっている(fig.14)。

(3) 動脈輪(arterial circle of the brain)

人と大きく違うところは、caudal communicating arteryが内頸動脈と脳底動脈をつないでおり、この間に後大脳動脈(caudal cerebral artery)、前小脳動脈(rostral cerebellar artery)が分岐している形となる。rostral cerebellar arteryは動眼神経に接していることから人の上小脳動脈(SCA)と思われる。後小脳動脈(caudal cerebellar artery)は椎骨動脈から分岐しており、人における後下小脳動脈(PICA)と考えられる(fig.15)。

(5) 前大脳動脈(rostral cerebral artery)

2本の特殊な分枝がある。

1. 内眼動脈(internal ophthalmic artery)：人の眼動脈(ophthalmic artery)に相同し、rostral cerebral arteryの起始部から分岐し、視神経管を通して視神経の背側から内側へ移動した後、眼球後方15mmのところでexternal ophthalmic arteryと吻合する(fig.9)。

2. 内篩骨動脈(internal ethmoidal artery) : rostral cerebral artery腹側から分岐し、大脳鎌付着部をまっすぐ前に走行する(fig15)。篩板を通過して血管網でexternal ethmoidal arteryと吻合する(fig.7)

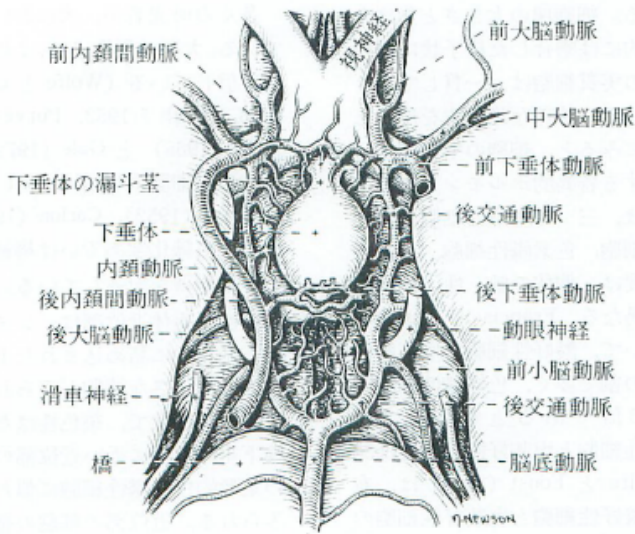


図10-3 下垂体の血管分布 腹面観 (fig.13)

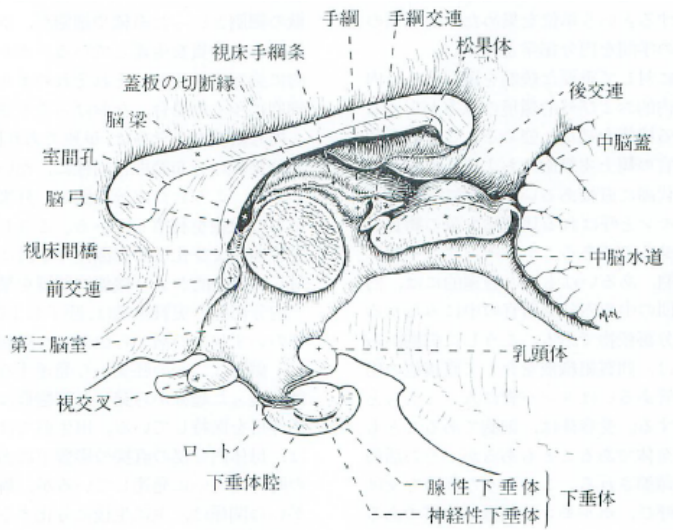


図10-2 間脳 正中断 (Evans と deLahunta 1971より) (fig.14)

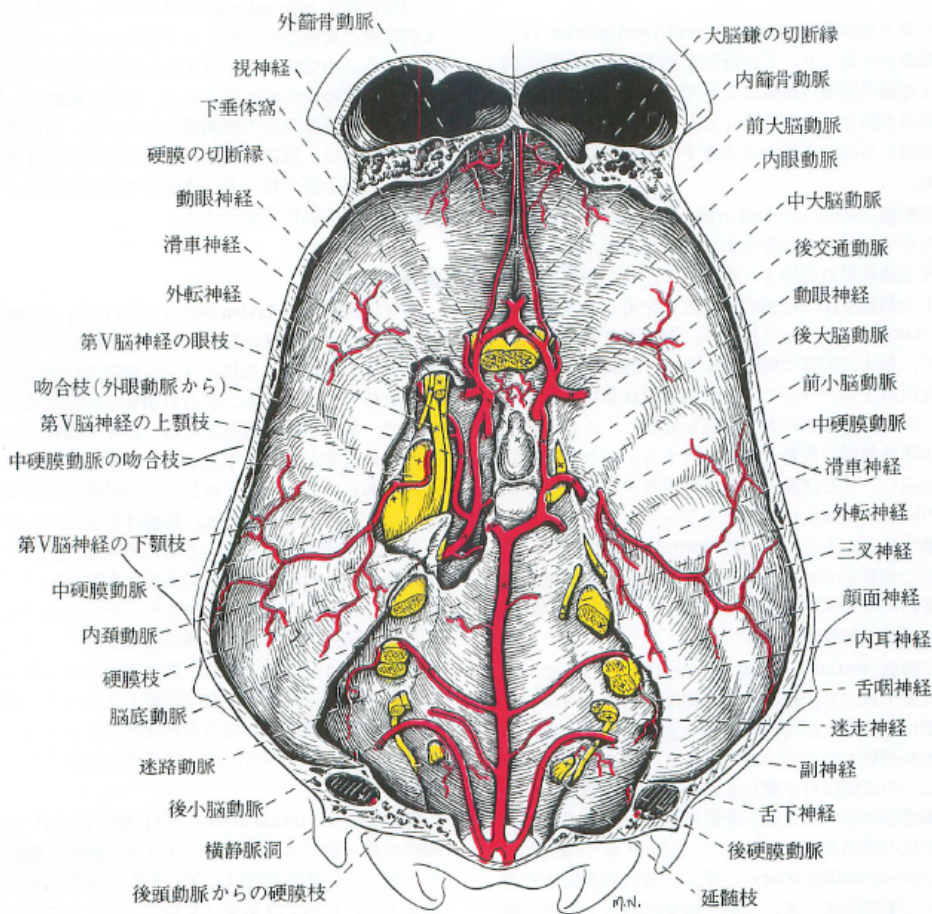


図11-28 頭蓋底背側面の動脈と神経 左側では硬膜の一部を除き海綿静脈洞を開いてある (fig.15)

【椎骨動脈】

人との大きな違いは、椎骨動脈の筋枝と肋頸動脈(costocervical trunk)や浅頸動脈(superficial cervical artery)(fig.16)との間に大きな吻合を持っていること。1956年の古い文献では、両側に総頸動脈と椎骨動脈を基部で結紮しても、多くの犬が生命を維持できるとの記載もある⁵⁾。

【静脈】

犬における頭蓋内の動脈還流は、多くのECAからのanastomosisをうけていながらもICAが主体であった。しかし、静脈還流の主体は、完全に外頸静脈が主体である。その証拠に内頸静脈は、外頸静脈の1/10の太さで(fig.17)、多くの場合は外頸静脈後位に注ぐ(fig.18)。

(1)直静脈洞(straight sinus)

脳梁静脈(人でいうinferior sagittal sinus)と大大脳静脈(人でいうGalen静脈)が合流するところから始まり(fig.19)、膜性テントの後縁で骨性テントの前縁に位置する。

→犬はテントの一部が骨化している(fig.20)。

(2)横静脈洞(transverse sinus)～側頭静脈洞(temporal sinus)

transverse sinusは後頭骨内にあるconfluenceから骨内にある横洞管の中を走行し、横洞溝にてS状静脈洞(sigmoid sinus)と人にはないtemporal sinusに分かれる。temporal sinusはsigmoid sinusより太く、骨内の側頭洞内を通過、関節後孔から顎関節静脈(temporomandibular articular vein)として顎静脈(maxillary vein)に流入し(fig.21)、太い外頸静脈へ還流する(fig.17)。sigmoid sinusは細い内頸静脈へ還流する。したがって、頭蓋内の多くの静脈還流は、外頸静脈へ還流している。犬の後頭骨を開頭するときは、骨内を通るこの静脈洞に気を付けなければならない(fig.26)。

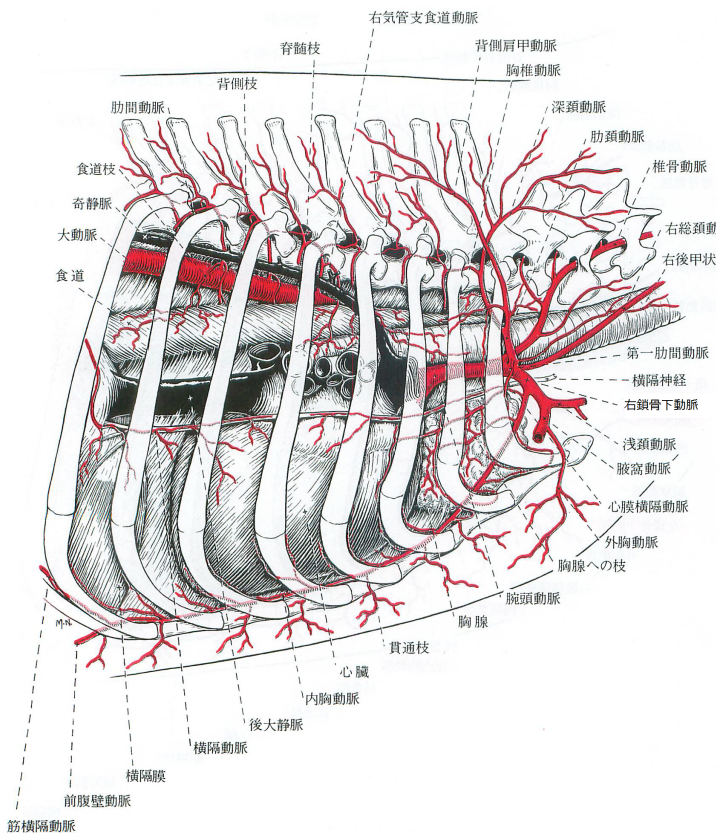


図11-36 右胸郭の動脈

(fig.16)

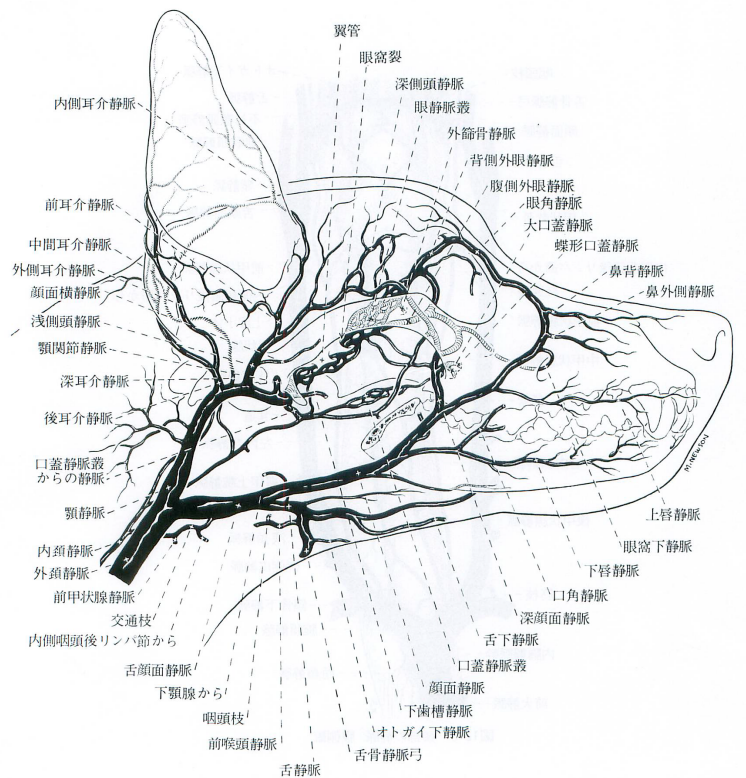


図12-6 頭部の浅在静脈 外側観

(fig.17)

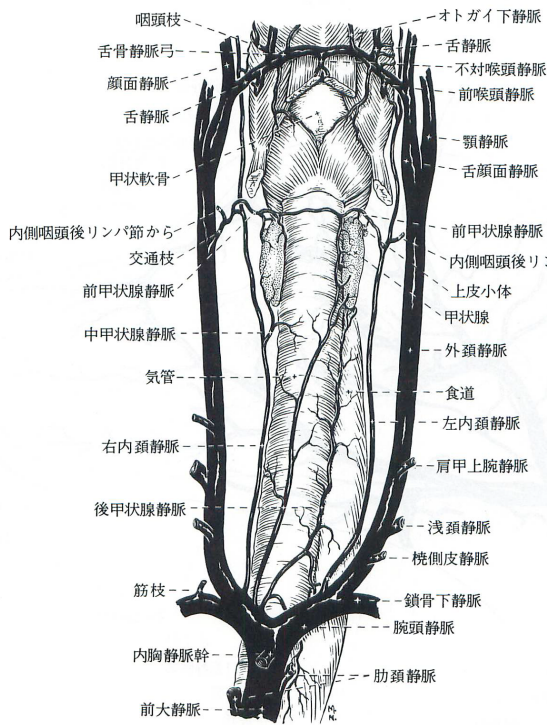


図12-5 頸部の静脈 腹側観

(fig. 18)

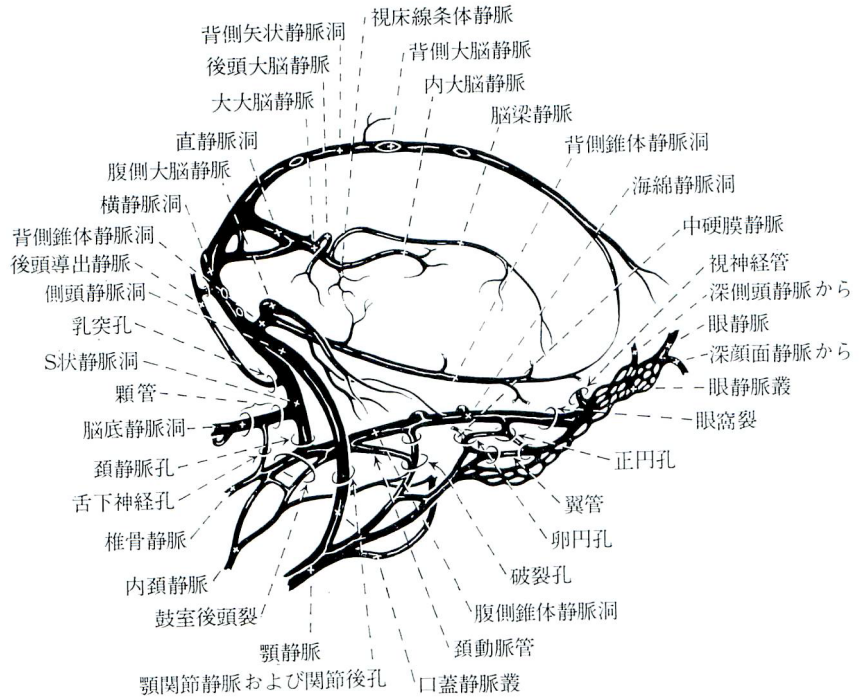


図12-21 頭蓋静脈洞の模式図 外側観 (Reinhard, MillerとEvans 1962より)

(fig. 19)

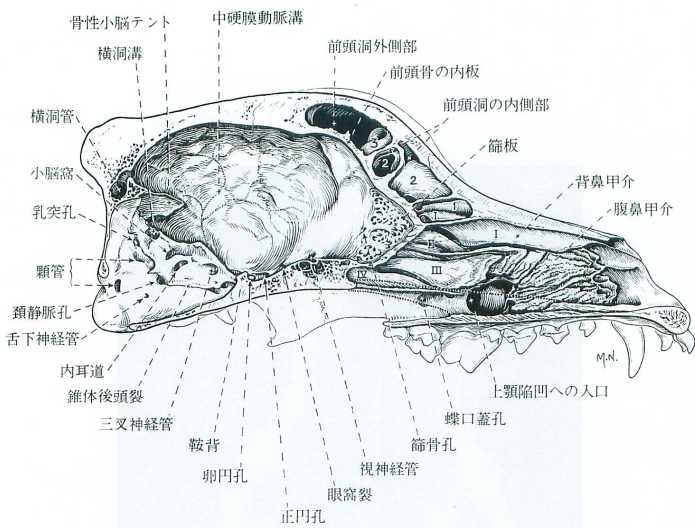
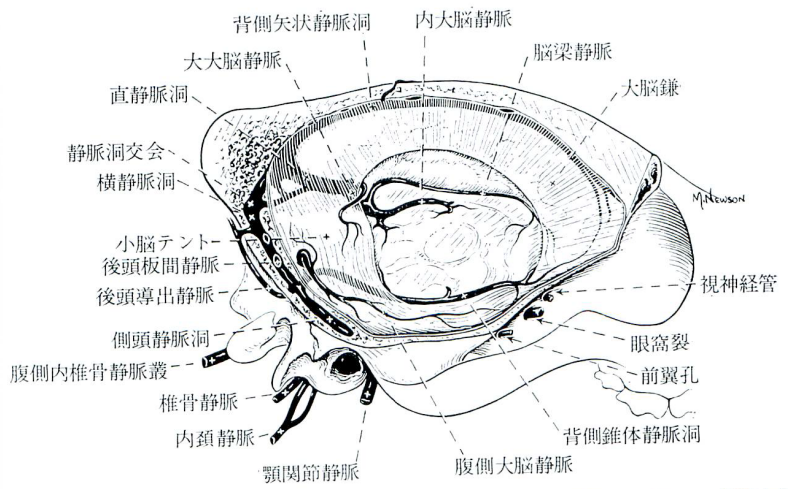


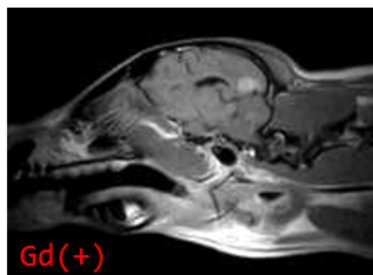
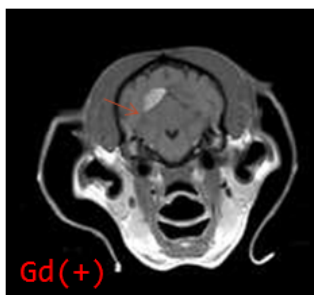
図4-40 頭蓋の矢状面 鋤骨の位置は点線で示す
ローマ数字は内包をアラビア数字は外包を示す



(fig. 20)

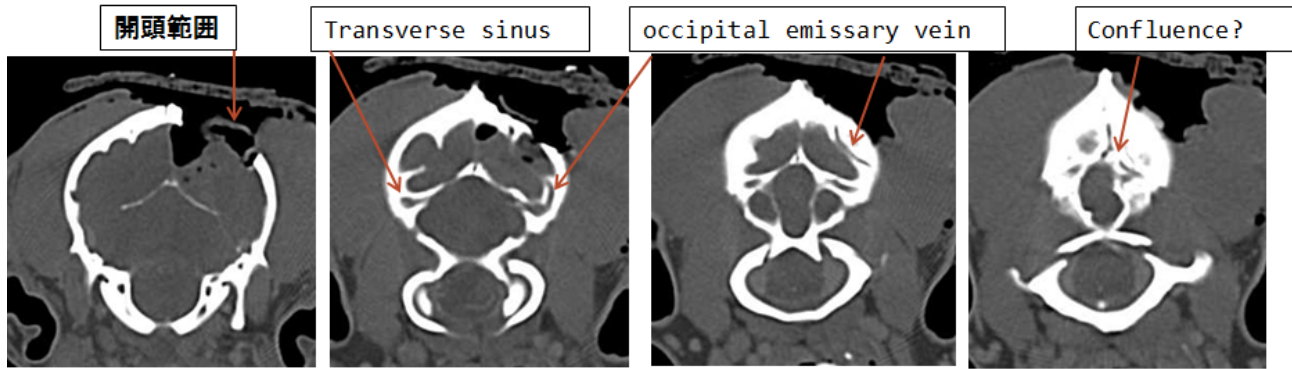
図12-22 頭蓋静脈洞 外側観 (右大脳半球を除く) (Reinhard, MillerとEvans 1962より)

(fig. 21)



(fig. 22)

Abe Y



(fig. 23)

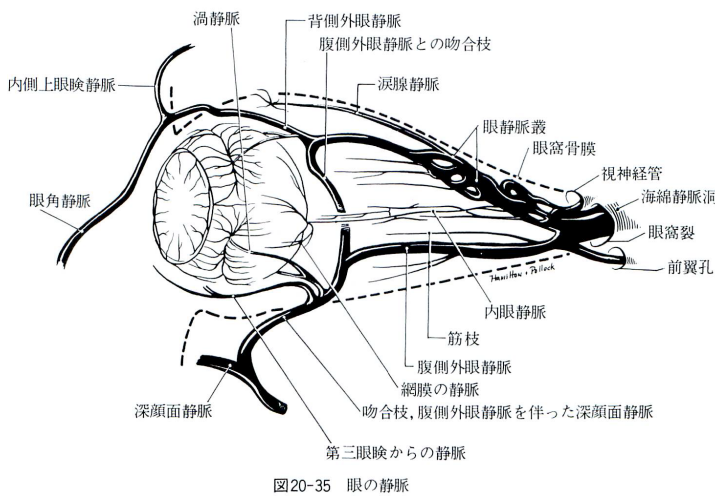


図20-35 眼の静脈

(fig. 24)

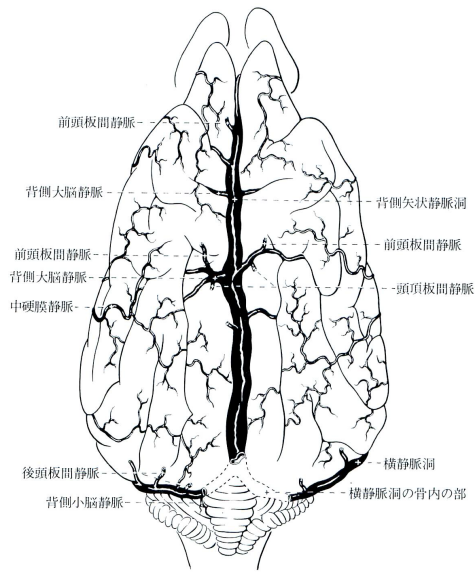


図12-24 脳の静脈 背側観

(fig. 25)

→症例) Mダックス10歳 ♂

tentorial meningiomaと診断して(fig.22)、後頭開頭を行った。獣医の世界ではtransverse sinusを閉塞させても大丈夫と言われているが^(6),7)、傷つけないように慎重にリューエルにて開頭した。開頭時、後頭導出静脈(occipital emissary vein)が切れ、静脈性の出血を起こしたが、transverse sinusは無傷 (fig.23)であった。

(3)海綿静脈洞(cavernous sinus)

前方では眼静脈叢(ophthalmic plexus)から眼窩裂を通して還流し(fig.24)、外側では正円孔、卵円孔、頸動脈管を通して導出静脈となりmaxillary veinへ注ぐ。後方は腹側錐体静脈洞(ventral petrosal sinus;人で言うinferior petrosal sinus)に注いで、sigmoid sinusへと還流する(fig.26)。人のようにSuperior petrosal sinusとは交通しておらず、sphenoparietal sinusやdeep sylvian veinの記載はない。

(4)背側大脳静脈(dorsal cerebral veins)

人の皮質静脈であり、側頭葉以外の大脳皮質全体の還流を担っている。主に十字溝(cruciate sulcus;人で言うcentral sulcus)から、すべてが背側矢状静脈洞(dorsal sagittal sinus;人で言うsuperior sagittal sinus)に還流する(fig.25)。

(5)腹側大脳静脈(ventral cerebral vein)

側頭葉の還流を担っている。側頭葉外背側と梨状葉(piriform lobe)から起こり、人で言うsuperior

petrosal sinusである背側錐体静脈洞(dorsal petrosal sinus)に注ぎtransverse sinusに還流する (fig.19,21)

→症例) Mダックス10歳 ♂

再発例で、念入りにtentを焼灼した。翌日MRI施行すると、右側頭葉全体の浮腫を認めた(fig.27)。静脈性の還流不全と考えられ、造影CT静脈相にて右の腹側大脳静脈(ventral cerebral vein)は、拡張して見えているが閉塞なく側頭葉下面の外側を通過して、dorsal petrosal sinusに還流していた (fig.28)。その後症状改善し、左半盲以外は症状残さずに退院。人ではtentorial sinusが存在していて、lateralではsuperior petrosal sinus(犬でのdorsal petrosal sinus)の還流に関与していることがある(fig.29)。今回の症例は、このtentorial sinusを焼灼したことによる、側頭葉の静脈還流障害が起こったのではないかと考えている。

(6)大脳静脈(great cerebral vein) :

人で言うGalen静脈であり、犬でも深部静脈を集める唯一の静脈管である(fig.19,21)。実験的に犬のこの静脈を閉塞させると、急速に側副循環が確立することが知られている⁸⁾。

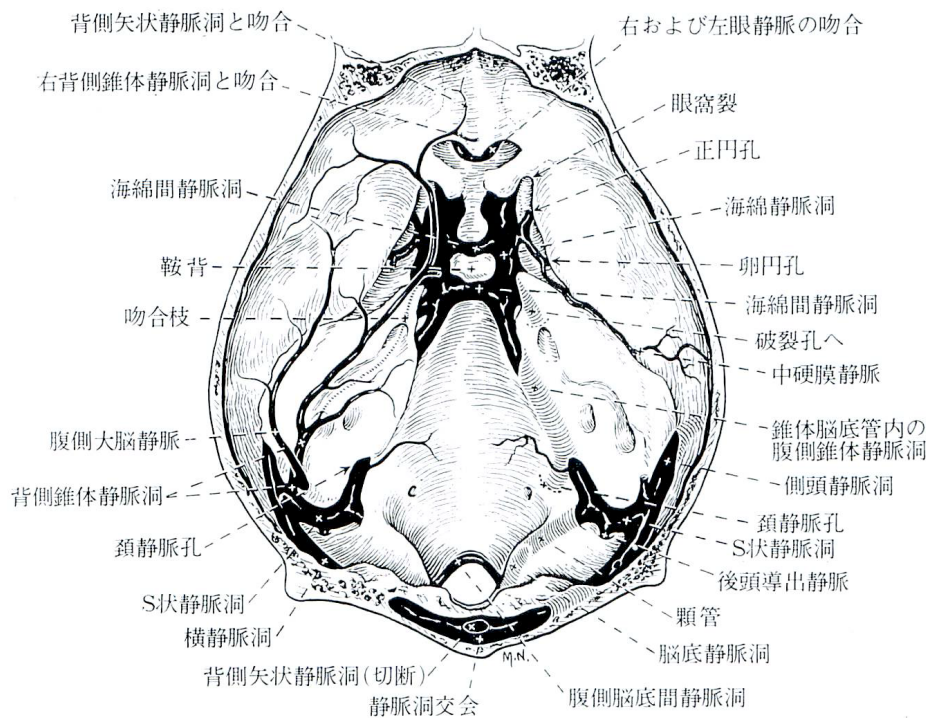
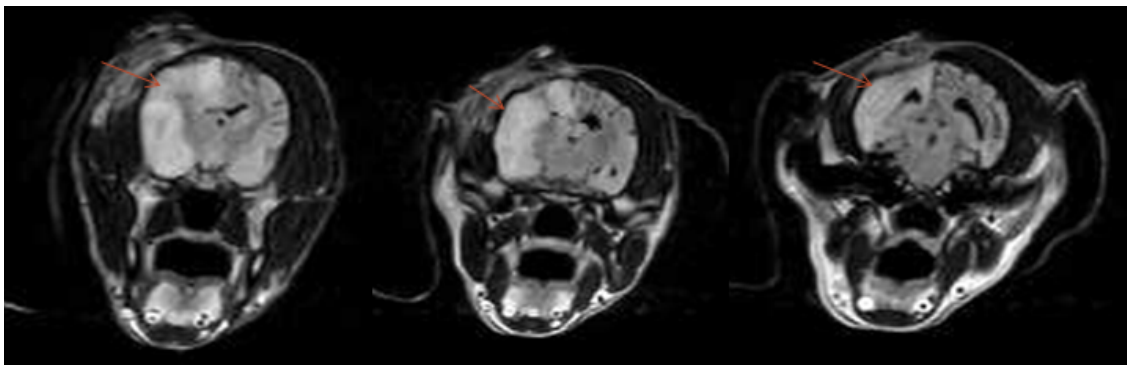
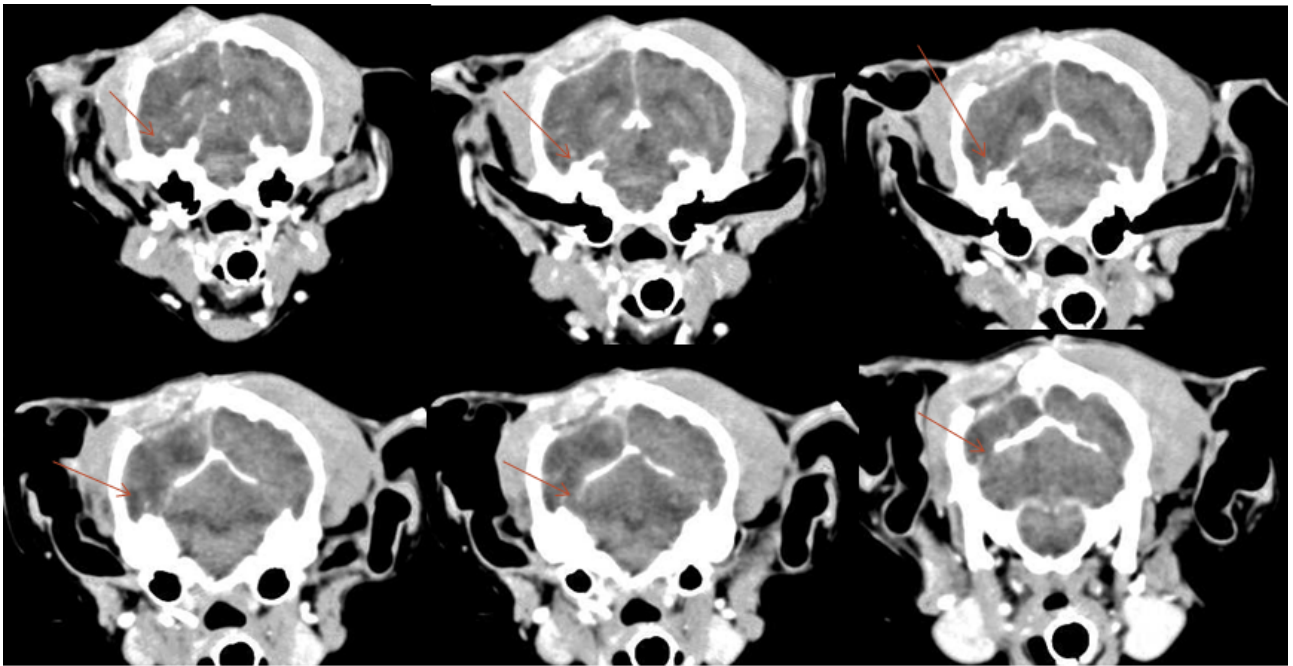


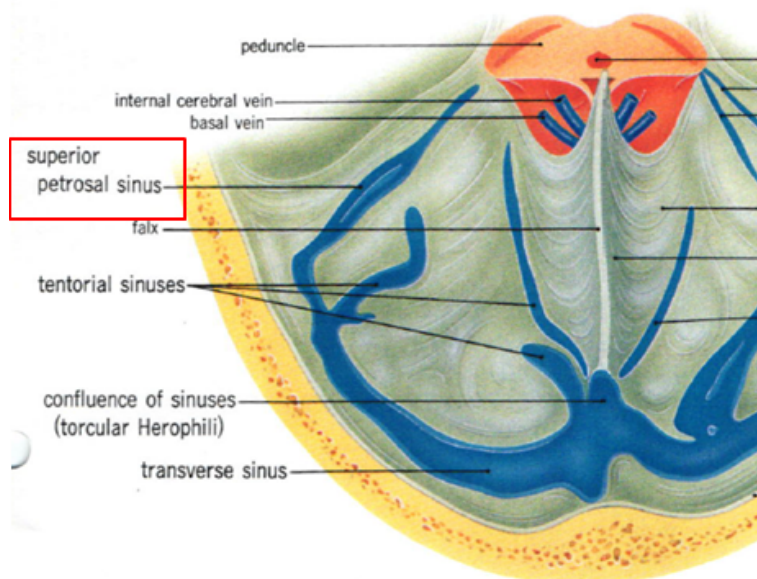
図12-23 頭蓋静脈洞 背側観(頭蓋冠を除く)(Reinhard, MillerとEvans 1962より) (fig. 26)



(fig. 27)



(fig. 28)



(fig. 29)

【終わりに】

現時点で、獣医学で使用されている最も詳しい犬の脳血管解剖は、この総論的な教科書だけです。人と比較すると多くの違いが存在していました。この違いに対する発生学的な根拠や、より詳しい局所解剖は、今後もっと詳しく、各論的に調査していく必要があると考えています。

【参考文献】

- 1) 新版 犬の解剖学、Howard E.Evans, George C.Christensen, 望月 公子監修、学窓社、1985
- 2) 臨床のための脳局所解剖学、宜保 浩彦ら、中外医学社、2006

Niche Neuro-Angiology Conference 2016

- 3) Color atlas of veterinary anatomy volume 3 the dog and cat, Stanley H.Done, Peter C.Goody, Susan A.Evans, Neil C. Stickland、浅利 昌男監訳、インターズー、1996
- 4) Davis D and H.E.Story : The carotid circulation in the domestic cat. Zool.Series Field Museum of Natural History 27:137-227,1943
- 5) Whisnant. J.P, C.H. Millikann, K.G. Wakim, and G.P.Sayre : Collateral circulation of the brain of the dog following bilateral ligation of the carotid and vertebral arteries. Am.J.physiol.186:275-277,1956
- 6) G.Elizabeth Pluhar. : The effect of acute, unilateral transverse venous sinus occlusion on intracranial pressure in normal dogs. Veterinary Surgery 25:480-486, 1996
- 7) Rodney S. Bagley. : Acute, unilateral transverse sinus occlusion during craniectomy in seven dogs with space-occupying intracranial disease. Veterinary Surgery 26:195-201, 1997
- 8) Bedford T. : The great vein of Galen and the syndrome of increased intracranial pressure. Brain 57:1-24, 1934