

〔原著〕

顕微鏡下の脳神経外科手術における 後交通動脈の解剖学的研究

——特にその形態的バリエーションについて——

佐 伯 直 勝*

(平成2年10月19日受付, 平成2年11月20日受理)

要 旨

脳底部の腫瘍や脳底動脈瘤の顕微鏡下での脳神経外科手術の際に重要な後交通動脈の血管解剖を明らかにする目的で以下の検討を行った。

50個の死体脳より得られた99本の後交通動脈(1例に1側の欠損あり)とその穿通枝を中心に、顕微鏡下にその外径、長さを測定し穿通枝の起始部、穿通部位を明らかにした。

また、梗塞巣のCT像より後交通動脈の穿通枝の支配領域を検討した。

その結果以下の知見が得られた。1) 後交通動脈の長さは14.7mm(5-27mm)、外径は1.4mm(0.5-4.3mm)であり、7.4本(3-12本)の穿通枝が、主に後交通動脈の上内側より分岐した。2) 穿通枝は、ほぼ全例で、視索、灰白隆起、乳頭体、大脳脚を穿通していた。3) 後交通動脈の太さにかかわらず、ほぼ同数で、同じ外径の穿通枝が存在していた。4) 後交通動脈の外径は、内頸動脈近傍に比較して後大脳動脈近傍では平均0.2mm細く、かつ同部位に穿通枝数が少ない。後交通動脈の低形成型(外径が1.0mm未満)は33%にみられ、その30%で発達した穿通枝よりも、その分岐した部位より後大脳動脈側の後交通動脈は細い。これは今まで報告されていない。以上より、広い術野を得るために後交通動脈を切離するには、低形成型では後大脳動脈近傍が適切な部位と判断された。5) 0.4mm以上の穿通枝は88%の例でみられ、それらは灰白隆起を穿通していた。6) 加齢にともなう形態変化(迂回、蛇行)が、低形成型の長い後交通動脈に顕著に見られ、また、血管の偏位により動眼神経との位置関係も様々であった。6) 臨床例のCT所見より、後交通動脈とその穿通枝の閉塞時には、視床下部と視床前端部を中心とした梗塞像が見られた。

これらの形態的バリエーションを熟知し、後交通動脈とその穿通枝の温存に努めることは、脳底部の手術の際大切である。

Key words: Posterior communicating artery, anterior thalamoperforating artery, circle of Willis, microanatomy, basilar aneurysm

略語一覧: Abbreviations: ACA: Anterior Cerebral Artery, AChA: Anterior Choidal Artery, AcoA: Anterior Communicating Artery, APS: Anterior Perforating Substance, AThPA: Anterior Thalamoperforating Artery, BA: Basilar Artery, ChPl: Choroid Plexus, FL: Frontal Lobe, ICA: Internal Carotid Artery, IPF: Interpeduncular Fossa, Lat: Lateral, MB: Mamillary Body, MCA: Middle Cerebral Artery, OC: Optic Nerve, Olf Tr: Olfactory

* 千葉大学医学部脳神経外科学講座

Naokatsu SAEKI: Microsurgical Anatomy of Posterior Communicating Artery—with Special Reference to Its Morphological Variation—.

Department of Neurological Surgery, School of Medicine, Chiba University, Chiba 280.

Received October 19, 1990, Accepted November 20, 1990.

Tract, ON: Optic Nerve, OT: Optic Tract, PCA: Posterior Cerebral Artery, PCoA: Posterior Communicating Artery, Ped: Peduncle, PPS: Posterior Perforating Substance, PS: Pituitary Stalk, SCA: Superior Cerebellar Artery, SN: Substantia Nigra, TC: Tuber Cinereum, III: 3rd Nerve, TL: Temporal Lobe, Un: Uncus, Vent: Ventricle

I. 緒 言

脳神経外科手術において、手術用顕微鏡の普及にともない、4-40倍の拡大下での神経解剖（いわゆる微小神経解剖）が注目されている。

従来、脳底部には腫瘍、脳動脈瘤など外科治療を必要とする疾患が多く発生し、その際、周囲の主幹動脈の微小神経解剖を熟知することは大切である。特に後交通動脈は他の脳底部の主幹動脈に比べ形態的バリエーションに富み、その付近の手術をより複雑にする一因となっている^{1,2)}。後交通動脈とその付近の手術に必要な微小神経解剖とそのバリエーションの分析は、いまだ不十分であると考え以下の検討を行った。

II. 方 法

ホルマリン固定された50個の死体脳（100個の脳半球）より得られた後交通動脈とその穿通枝を中心に、手術用顕微鏡を使用し4-40倍の拡大下に、その外径、長さを測定し、穿通枝の起始部、穿通部位を明らかにした。

また、必要に応じて写真撮影を行った。検体脳提供者の平均年齢は、 75.3 ± 11.7 歳であり、一般の手術対象例より高齢層であった。

さらに、後交通動脈とその穿通枝の閉塞例のCT像から、その支配領域を検討し、閉塞時に出現する神経症状につき検討した。

III. 結 果

後交通動脈と周囲組織

今回の分析より得られた測定値を以下に示す。後交通動脈の平均の長さは 14.7 ± 3 mm（範囲5-27mm）、外径は内頸動脈分岐部近傍で 1.4 ± 0.5 mm（0.5-4.3mm）、後大脳動脈接合部近傍で 1.2 ± 0.8 mm（0.3-3.0mm）であり、一般的に内頸動脈分岐部近傍で、やや大きい外径を有していた。また、内頸動脈・後交通動脈分岐部の血管壁の膨らみとして観察される infundibular dilatation は、10%の例でみられた。

後交通動脈を下面より見ると、本動脈が穿通枝をだす脳底部の組織を観察することができる。これらは前方から後方の順に、視交差、下垂体柄、視索、灰白隆起、乳頭体、脚間窩、後有孔質である。また、穿通枝が脳底部

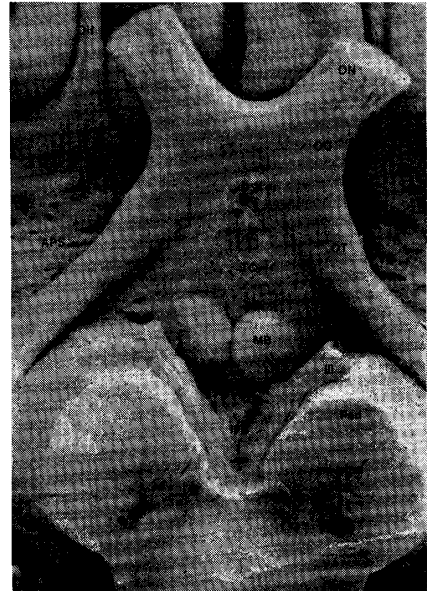


図 1. 脳底部を下面より観察したものであり、軟膜、血管を取り除き、後交通動脈の主に上方に位置する脳組織を示している。前方から後方の順に、視交差 (OC)、下垂体柄 (PS)、視索 (OT)、灰白隆起 (TC)、乳頭体 (MB)、脚間窩 (IPF)、後有孔質 (PPS) がある。また、穿通枝が脳底部を通過する穿通部位が、basal perforating zone として観察できる。

を通過する穿通部位は basal perforating zone として観察できる³⁾ (図1)。

穿通枝

穿通枝の平均の外径は0.25mm (0.1-0.9mm) であった。穿通枝の数は、平均 7.4 ± 1.4 本であった。後交通動脈の前方、中央、後方に3等分してみると、それぞれから、2.8本、2.8本、1.8本の穿通枝が分岐していた。後方1/3からは穿通枝数が少ない。

後交通動脈の穿通枝は、主にその上壁（脳底側）と上内側壁より分岐し、上方、後上方に向かいクモ膜下腔を数mm-10mm 走行し、視交差と後有孔質の間にある脳底部の basal perforating zone に達する。その間、太いものほど多くの分岐を繰り返し、脳底部を穿通する (図2a, b)。また、前脈絡膜動脈が、後交通動脈に並んで走っており、視索や大脳脚など後交通動脈と穿通領域を共有していた (図2b)。

50例の解剖脳のうち、1例で1側の後交通動脈が欠損しており、後交通動脈の全体の数は99本だった。それぞ

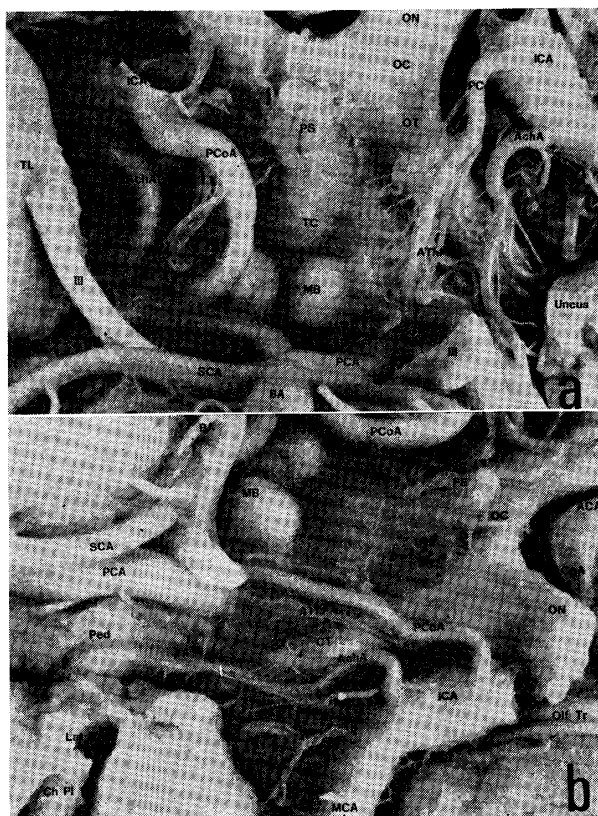


図 2a. 後交通動脈とその穿通枝を下面より観察したものである。左大脳半球側の後交通動脈では数本の穿通枝が、主にその上壁（脳底側）より起始し、上方、後上方に向かいクモ膜下腔を数 mm-10mm 走行し、脳底部に達する。その間、太いものほども多くの分岐を繰り返し、脳底部を穿通する。

図 2b. 同じ標本を、左側面よりみたもので、後交通動脈の前半分より、太い穿通枝 (AChA) が出ている。また、前脈絡膜動脈が、後交通動脈と並んで走行し、視索や大脳脚など後交通動脈と穿通領域を共有していた。

表 1. 穿通部とその頻度 (99例より)

視交叉	2	乳頭体	70
下垂体柄	16	大脳脚	82
視索	95	脚間窩	24
灰白隆起	99	側頭葉	1

それぞれの脳底領域への穿通枝を有していた後交通動脈の数を示す。1例で1側の後交通動脈の欠損があり、全体の数が99本になっている。灰白隆起へは全例で穿通枝を有しており、視索、大脳脚への穿通枝を有する例も多い。残りの後交通動脈からの穿通枝を有する率が少ない部分には、内頸動脈、前脈絡膜動脈、後大脳動脈などが補いあうようにして穿通枝を出していた。

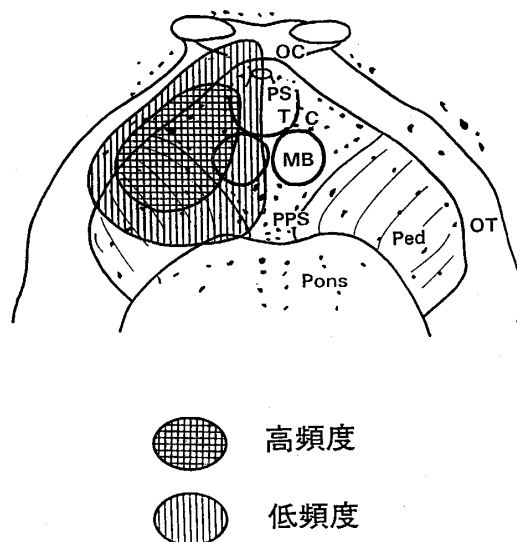


図 3. 後交通動脈の穿通領域を示す模式図である。縦横の縞の部分には、後交通動脈からの穿通枝を高頻度 (50%以上) に有するのに対して、縦縞は低頻度 (50%未満) の部位を示す。

れの脳底領域への穿通枝を有していた後交通動脈の数を調べてみると、灰白隆起へは全例で穿通枝を出しており、視索、大脳脚への穿通枝も多い (表1)。後交通動脈からの穿通枝を有する率が少ない部分へは、内頸動脈、前脈絡膜動脈、後大脳動脈がそれぞれ補いあうようにして穿通枝を出していた。すなわち、後交通動脈の穿通部位は、走行領域に一致しほぼ灰白隆起を中心に分布していた (図3)。

最大の穿通枝

外径が0.4mm 以上の穿通枝は、99例中88例にみられ、その外径の平均は、0.54mm であった。残りの11例では、外径が0.3mm 以下の小血管のみが存在していた。最大の穿通枝の起始部について、後交通動脈を前方、中央、後方に3等分して分析した。それぞれの部位から最大の穿通枝を分岐する例数は、14例、66例、8例であった。中央1/3に最も多く、後方1/3に最も少ない。最大の穿通枝は、86例で灰白隆起を貫き、前視床穿通動脈であった。残り2例では大脳脚を貫いた。

大きな穿通枝の存在しない例では、0.3mm 以下の小血管が3~4本、灰白隆起を穿通した。

後交通動脈のバリエーション

後交通動脈の本数、外径そして外径のバリエーションと周囲組織との関係につき記す。

本数のバリエーションとしては、無形成例がある (図4)。図4の例では右側の後交通動脈は存在せず、太めの穿通枝がやや密に内頸動脈より分岐し、その中に灰白隆起への穿通枝が含まれており、欠損した後交通動脈の

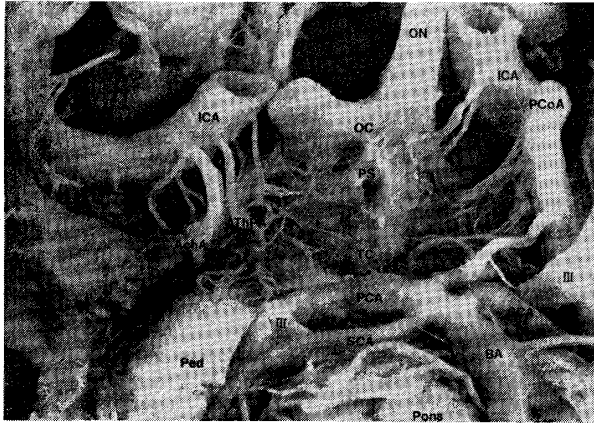


図 4. 後交通動脈の無形成例。右側の後交通動脈は、存在していない。本例においては、太めの穿通枝がやや密に内頸動脈より分岐しており、その中に、灰白隆起を穿通する動脈も含まれている。欠損した後交通動脈の灌流領域を内頸動脈が補っていると思われる。

灌流領域を、内頸動脈が補っていることが観察された。

次にみられたバリエーションは、後交通動脈の後大脳動脈側で2本になっている部分的な後交通動脈の重複例である(図5)。

外径のバリエーションに関しては、Alpers⁴⁾の定義に従い、後交通動脈の外径により、次の3つに分類した。正常型—外径が1mm以上で後大脳動脈近位側より細い。低形成型—外径が1mm未満。胎児型—外径が後大脳動脈近位部より大きい(図6)。

正常型が48例、低形成型が33例、胎児型が18例であった(表2)。

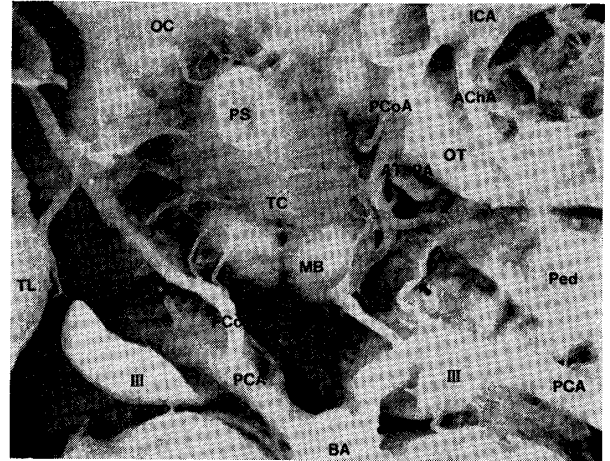


図 5. 後交通動脈の希なバリエーションの一つで、後大脳動脈側で矢印のごとく2本になっている。

低形成型にみられたバリエーションの一つで、後交通動脈後半部で、前視床穿通動脈分岐後、後交通動脈はその分岐した穿通枝より細い例が観察された(図7)。このバリエーションは、33例の低形成型のうち30%に観察されており、その頻度は少なくない。

後交通動脈の外径のバリエーションと穿通枝数の相関について分析する(表3)。後交通動脈の外径にかかわらず、後交通動脈より一定の穿通枝数が出ていた。

さらに、後交通動脈の外径にかかわらずその穿通枝の外径はほぼ一定していた(表4)。

また、後交通動脈の外径のバリエーションにかかわらず、前脈絡膜動脈の外径はほぼ一定であった(表5)。



図 6. Alpers⁴⁾の定義にしたがい、後交通動脈の外径により、次の3つに分類した。正常型—外径が1mm以上で後大脳動脈近位側より細い。低形成型—外径が1mm未満。胎児型—外径が後大脳動脈近位部より大きい。この図は、3つのパターンを写真で示したものである。

表 2. 外径のバリエーションとその数

	総 数	左	右
正 常 型	48	26	22
低 形 成 型	33	15	18
胎 児 型	18	9	9
無形成型(欠損)	1	0	1
計	100		

後交通動脈の外径のバリエーションとその数。正常型, 低形成型, 胎児型の頻度が左側に示されている。



図 7. 低形成型にみられたバリエーションの1つであり, 後交通動脈後半部で, 前視床穿通動脈分岐後, 本幹はその分岐した穿通枝より細くなっている。このようなパターンは, 33例の低形成型のうち30%にみられた。

表 3. 外径のバリエーションと穿通枝数

全 体 例 (N=99)	7.4 ± 1.6本
正 常 型 (N=48)	7.4 ± 1.6本
低 形 成 型 (N=33)	7.6 ± 1.5本
胎 児 型 (N=18)	7.3 ± 1.8本

外径のバリエーションと穿通枝数の関係を示す。後交通動脈の太さにかかわらず, ほぼ一定の穿通枝数がでているのがわかる。

表 4. 後交通動脈の外径のバリエーションと最大の穿通枝の外径

正 常 型 (N=44)	0.55 ± 0.12
低 形 成 型 (N=33)	0.53 ± 0.11
胎 児 型 (N=11)	0.53 ± 0.11

後交通動脈の外径のバリエーションと最大の穿通枝の外径をしめすが, 後交通動脈の外径にかかわらずその穿通枝の太さはほぼ一定していた。

表 5. 後交通動脈の外径のバリエーションと前脈絡膜動脈の外径

後交通動脈	前脈絡膜動脈の外径 (mm)
全 体 例 (N=99)	0.93 ± 0.25
正 常 型 (N=48)	0.95 ± 0.32
低 形 成 型 (N=33)	0.91 ± 0.15
胎 児 型 (N=18)	0.85 ± 0.14

後交通動脈と前脈絡膜動脈の外径との関係。後交通動脈の外径のバリエーションに拘らず, 前脈絡膜動脈の外径はほぼ一定であった。



図 8. 後交通動脈の後大脳動脈接合部の近傍に見られた彎曲, 迂回を示す(矢印)。このような強い変位は, 長い低形成型の特に後交通動脈後半部に見られる傾向があった。

後交通動脈の後大脳動脈接合部近傍にみられた強い彎曲, 迂回は, 低形成型の長い後交通動脈の特に後半部に見られる傾向があり, 手術解剖をより複雑にしている(図8)。

一般に, 後交通動脈は動眼神経の上内方を通るとされている⁷⁾(図9a)。しかし, 今回の解剖脳の中に, 血管の偏位により後交通動脈が, 動眼神経の外側に位置している例が数多く観察された(図9b)。そこで, 後交通動脈の後大脳動脈接合部で両者の位置関係を調べてみた。動脈が神経の内側に位置する従来のパターンは22%のみであり, 動脈が神経の直上にあるもの60%, 外側に位置するもの17%であった。

穿通枝閉塞の臨床像

自験例より後交通動脈とその穿通枝の閉塞時の臨床像を示す。

症例1は, 内頸・後交通動脈瘤術後の56歳女性例である。術後一過性に片麻痺を呈した。

術後の血管撮影で, 術前にみられた後交通動脈は, 造

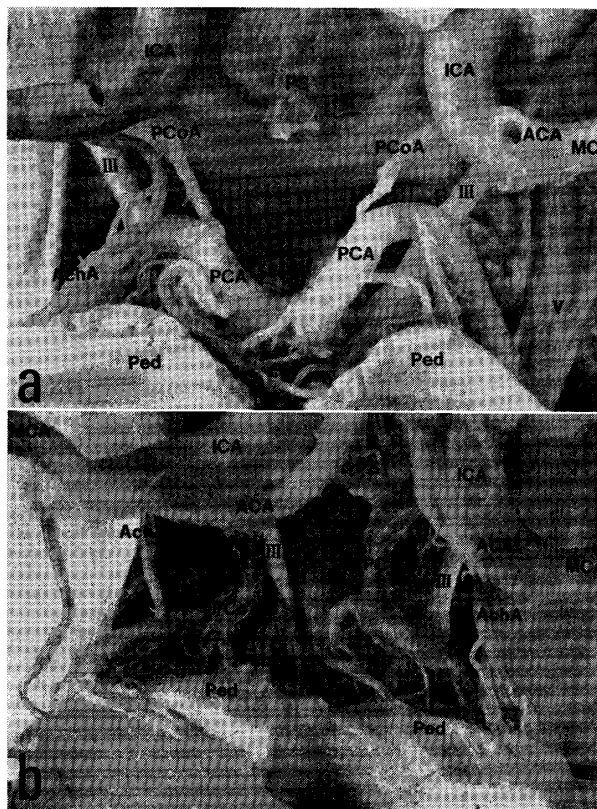


図 9. 大脳半球は中脳レベルで切離し、後交通動脈を頭頂部から見たものであり、上方が前頭部の方向である。一般的に、図 9a に示されるごとく後交通動脈は動眼神経の上内方を通るとされている⁷⁾。しかし、図 9b の左側では、胎児型の後交通動脈が、動眼神経の外側に位置している。

影されておらず、後交通動脈とその穿通枝の閉塞による神経症状と思われた。

急性期の CT 像上、視床下部、内包膝部付近、視床前端部の低吸収域がみられた (図 10a)。

症例 2 は、53 歳男性で結節部髄膜腫を有する例で、血管撮影後に片麻痺、構音障害、記銘力障害を呈した。CT 上視床下部、視床前端部の低吸収像を呈した (図 10b)。

IV. 考 察

後交通動脈は Willis 動脈輪の他に主幹動脈に比べ、臨床上次の 5 つの特徴を有している。

1) Willis 動脈輪の前後を結ぶ重要な側副血行路である。2) 間脳を中心に重要な穿通枝を送る。3) 最も形態的バリエーションに富み、その付近の手術をより複雑にする一因となっている⁹⁾。4) 術前の血管撮影で造影されにくく、その形態を予知することがしばしば困難である。5) 下垂体部腫瘍、脳底動脈瘤などの脳底部中央に位置する病変に対する pterional approach や subtempo-

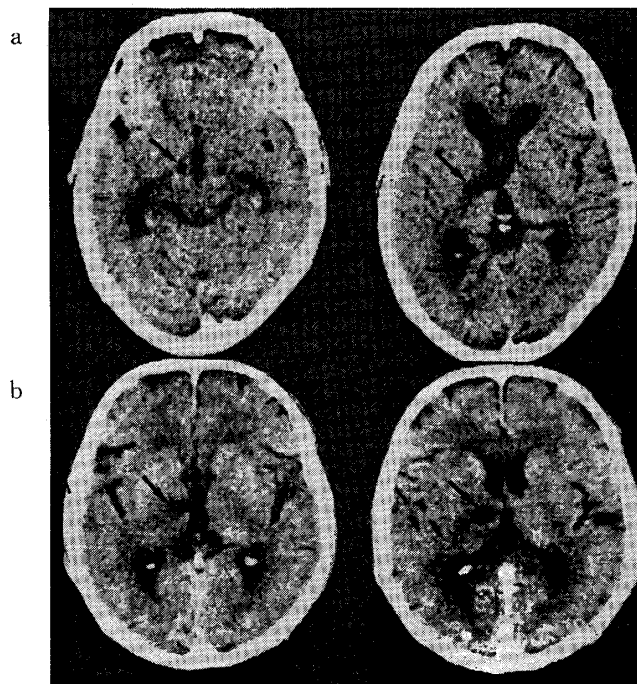


図 10a. 症例 1 56 歳女性、内頸・後交通動脈瘤術後の例である。術後一過性に片麻痺を呈した。術後の血管撮影で、術前にみられた後交通動脈は、造影されていない。後交通動脈穿通枝の閉塞像を示す CT 像である。視床下部、内包膝部付近、視床前端部の低吸収域がみられている (矢印)。

図 10b. 症例 2 53 歳男性、鞍結節部髄膜腫例で血管撮影後に片麻痺、構音障害、記銘力障害を呈した例であり、視床下部、視床前端部の低吸収像を呈した (矢印)。

ral approach の際、後交通動脈の穿通枝が、すだれ状に術野の中央にたちはだかり術野の妨げになる。

そのために、術中操作がより困難になるが、これらの穿通枝の温存は必須である。これらの特徴を有する後交通動脈の微小神経解剖に関する報告を散見するものの^{1,3,6,8-10)}、外科解剖の見地からの記載は十分でなく、そのバリエーションの臨床的意義を明確にした文献は少ないと考え、今回の分析を行った。

今回の分析より得られた結果と報告例との比較を行う。後交通動脈の長さは、12~13mm、外径については 1.3~1.6mm とされており^{1,3,6-8)}、今回の結果の 14.7mm、1.4mm に、それぞれほぼ一致した値である。

infundibular dilatation の頻度は、解剖例では 2-13.3% と報告によりばらつきがある^{5,7)}。今回の結果は、10% であり、Pedrosa ら⁵⁾ も同様の結果を報告している。

後交通動脈の穿通枝の数は、7.0~8.5 本とされており^{1,6-9)}、本報告結果と一致している。その分布は、前半部 4~5.4 本、後半部 3~3.1 本とされている^{1,6)}。また、

3等分した場合には、宜保ら⁶⁾は、前方、中央、後方の順にそれぞれ3.8, 2.8, 1.8本としている。いずれにせよ、後交通動脈の穿通枝の分布は、前後の2等分では後半部に、3等分では後方1/3に穿通枝が最も少ないことがわかり、今回の結果に一致している。後交通動脈の穿通枝の外径は、0.1~0.9mmの範囲内にあり、その平均は、0.25mmであった。これは、宜保ら⁶⁾、Pedrosaら⁷⁾の報告に近似している。

0.4mm以上の大きな穿通枝は、88%の例でみられ、その平均の外径は、0.54mmであった。Saeki and Rhoton¹⁾によれば、80%の例に大きな外径を有する穿通枝があり、その平均値は0.6mmであるとしている。

この大きな外径を有する穿通枝の大多数が、灰白隆起を穿通し、anterior thalamoperforating artery, pre-millary artery, thalamotuberal artery などと呼ばれる^{1,7,11,12)}。今回の分析から、大多数の例に存在し、その外径の大きなことから、術前の血管撮影にて確認しうる例があること、さらに、視床下部や視床前端部の間脳を栄養する点より、臨床的に特に大切な穿通枝である。前視床穿通動脈の起始部位は、2/3の例で、中央1/3であり、Saeki and Rhoton¹⁾の報告でも、過半数の例で同部位から分岐した。

大きな穿通枝を有さない残り11例では、0.1~0.3mmの小血管が3~4本、灰白隆起を穿通した。

後交通動脈の奇形とバリエーションに関しては、種々のものが報告されている^{1,8-5,9,10,12-15)}(表6)。今回は数に関しては無形成例と部分的重複例、外径に関しては、正常型、低形成型、胎児型が観察され、それらと穿通枝や周囲組織との関係について記載した。

後交通動脈の無形成に関しては顕微鏡の普及後の最近の報告例^{1,3,5,15)}を見ても、0~2.5%とその頻度にやや開きが見られる。今回の分析では、1%の例で観察された。

術前の血管撮影で後交通動脈が造影されない例のなかに欠損例が存在し、その場合には、内頸動脈からの穿通枝が、欠損した後交通動脈の栄養領域を補うことが示唆された。後交通動脈の欠損例での穿通枝の分岐パターンに触れた報告例はほとんどなく、この点より本例は貴重である。

また、図4の部分的重複例も文献上報告されていない。顕微鏡を使い微細な観察を行わないと見逃しかねないバリエーションである。これは側副血行路として重要な役割を果たすと考えられ、術中にこの重複する後交通動脈が確認できれば、重複部での一本の後交通動脈を犠牲にすることは可能であり、術野の拡大に役立つ。

表 6. 後交通動脈の奇形と外径のバリエーションの頻度

起始部	眼 動 脈	稀
数	0本 (aplasia)	0~2.5%
	2本 (duplication)	稀
	3本 (triplication)	稀
	窓形成 (fenestration)	稀
外径	胎児型	15~40%
	低形成型	22~53%
	junctional dilatation	2~13.3%
その他	PCoA→PCA, P ₁ 存在せず	稀

後交通動脈の奇形と外径のバリエーション。表の右端の数字は文献より引用した頻度を示す。

後交通動脈の外径のバリエーションの発生頻度は高く、35%から84%と報告されている^{1,4-7,14)}。正常型、低形成型、胎児型の頻度はそれぞれ、16~65.4%, 22~53%, 15~40%である。発生頻度の差は、主にバリエーションの定義とその測定方法の違いに起因すると思われる。その他、分析対象の年齢、人種などの要因も関与している可能性がある。

最近発表されたもので、今回採用した Alpers⁴⁾の定義に従った顕微鏡下の観察例では、正常型、低形成型、胎児型の順にそれぞれ44~54%, 24~34%, 18~22%と比較的ばらつきが少ない^{1,6,7)}。

後交通動脈の外径のバリエーションの手術時の意義について述べる。

表3, 4に示すごとく後交通動脈はその外径の大小にかかわらずほぼ同数、同大の穿通枝を有することが明らかとなった。すなわち、後交通動脈はその外径により Willis 動脈輪の前後の側副血行路としては、その果たす役割に差があるものの、間脳、視覚系など、局所への血液灌流に果たす役割は、その外径とは無関係といえる。

術中低形成型の後交通動脈は切断されたり、脳ベラの圧排など人為的操作により血流障害を喚起されやすい。低形成型は局所灌流においては、正常型、胎児型と同程度に大切な役割を果たすことより、これらの穿通枝の温存には、十分な配慮がなされるべきである。その一つとして、穿通枝の局所への血液灌流を正常に保つために、低形成型といえども、後交通動脈の切断は、できるだけ避けるべきであろう^{1,16)}。

しかし、実際には脳底動脈瘤の手術時に、術野の拡大の目的で、低形成型の後交通動脈の切断を余儀なくされることがある。その最近の報告例としては、Sugita, Ya-

表 7. 前視床穿通動脈—灌流領域と閉塞時の臨床症状—

Author (methodology)	Name used for perforator	Termination	Clinical signs on occlusion
Castaigne, P (autopsy) —1981—	polar thalamic artery	reticular and lateropolar nuclei anteriorly, paraventricular region medially and mamillo- thalamic bundle and VL nucleus posteriorly	
Takeshita, G (dye injection study) —1984—	anterior thalamoperforating artery	hypothalamus (mainly anterior) anterior thalamus internal capsule (genu and anterior part of posterior limb) globus pallidum and putamen	
Graff-Radford, N (CT study) —1985—	tuberothalamic artery	anterolateral quadrant of thalamus (including VL nucleus)	neuropsychological impairment left : intellect, speech, language, memory visual, perception and orientation right : nonverbal intellect, visual perceptual discrimination, spatial judgement and, visual memory
Takahashi, S (CT and angio- graphical study) —1985—	thalamotuberal artery	anterior pole of thalamus posterior part of hypothalamus anterior segment of posterior internal capsule	hemiparesis F. B>L Horner's Syndrome emotional disturbance and memory deficit

剖検, CT スキャン, 血管撮影などの方法で形態的に確認された臨床例で, 前視床穿通動脈の閉塞時の臨床像を明らかにした最近の文献の一覧表である^{1, 23, 24, 25, 26)}。

sagil, Drake, Fox¹⁷⁻²⁰⁾ などがある。たとえば Yasa-gil¹⁷⁾ は50例中11例と高頻度に本法を施行している。

今回示したように, 低形成型の30%で後大脳動脈の近傍で後交通動脈が顕著に細くなる事より, 後交通動脈切断時には, 後大脳動脈接合部付近がより安全と思われた。また, 細くなることが, 確認されない例においても, 以下の理由により, 同部位の切断が危険が少ないと思われた。1) 後交通動脈は, 後大脳動脈の近傍で平均0.2mm 細い。2) 穿通枝は分岐後, 後上方に向かい走行しており, 内頸動脈からの血流が順行性である。3) 後大脳動脈の近傍に穿通枝が少なく, 切断時の止血操作のspace を取りやすい。

今回の分析した対象例の平均年齢が, 75.3歳であり, 非常に高齢なことに起因すると思われる2つの観察事項について述べる。

第一に後交通動脈の迂回, 蛇行が長い低形成型の後交通動脈に顕著に見られる傾向があり, 手術解剖をより複雑にすると考えられた。

第二には, 後交通動脈と動眼神経の位置関係がさまざまであったことがあげられる。後交通動脈は動眼神経の内上方を走行するとされる⁷⁾。今回の結果では, 従来のパターンは22%にしかみられず, 後交通動脈は, 後交通動脈後大脳動脈接合部で, その直下にあるもの60%, その外側を走行するものが17%であった。この最後のパ

ターンは, 胎児型の後交通動脈に多く見られる傾向があった⁶⁾ subtemporal approach の際特に注意すべき事であろう。

このような血管と脳神経の位置関係の多様性は, 迂回, 蛇行などの後交通動脈の走行部位の変化によるものと思われた。

脳底部の腫瘍の術前後に出現する症状のうち, 後交通動脈の穿通枝の障害によって引き起こされうるものとして, 以下のものがある。()内は, 損傷部位を示す。視力, 視野障害 (視交差, 視索), 神経性高体温症, 消化管潰瘍 (視床下部), 尿崩症, 脳下垂体機能不全 (下垂体柄, 視索上核, 室傍核), 精神症状, 記憶力障害 (乳頭体とその経路), 運動麻痺内包, 大脳脚), 知覚異常 (視床とその経路), 不随意運動 (視床下部) などである^{1, 7, 21, 22)}。

また, 前視床穿通動脈は後交通動脈の穿通枝の中でもその外径の大きさより臨床的に最も大切である。その閉塞により, 視床下部, 視床前端部, 内包後脚前方などに, 血流障害をきたす^{1, 23-26)} (表7)。今回示した2例のCT像は, これらの報告例と一致した。臨床症状に関しては, 急性期には, 片麻痺やホルネル症候群, 記憶力障害を中心とした高次機能障害などさまざまな程度に症状が出現する^{2, 25)}。

後交通動脈の穿通枝の損傷により, 上記の神経症状が

さまざまな組み合わせで種々の程度に出現するわけであり、術中の穿通枝の温存には最大限の注意をはらわねばならない。

結 び

脳底動脈や脳底部の腫瘍の手術の際のこの付近の微小神経解剖を熟知することは必須である。今回の分析では、後交通動脈とその穿通枝の脳底部への灌流パターン、そのバリエーションをより明らかにし、その手術時の意義について検討した。脳底部の手術の際有用な情報を提供していることを祈願して止まない。

稿を終えるにあたり、御校閲をいただいた千葉大学医学部脳神経外科牧野博安教授に深甚なる謝意を表すとともに、研究に際して御指導をいただいた脳神経外科山浦晶助教授に深謝致します。また、研究材料を提供くださいました千葉大学医学部第一解剖嶋田裕教授、第三解剖千葉胤道教授に心から感謝致します。なお本論文は学位審査論文である。

ABSTRACT

The microsurgical anatomy of the posterior communicating artery, important for surgery of pituitary tumor and basilar aneurysm, was defined in 100 hemispheres of cadaver heads.

Significant findings were as follows. 1) Averages of length, diameter and number of perforators of posterior communicating artery were 14.7 mm, 1.4 mm and 7.4 respectively. Perforators originated from the superomedial surface of the artery and entered into optic tract, tuber cinereum, mamillary body and cerebral peduncle. 2) Regardless the outer diameter of the artery, almost the same number and diameter of perforators originated. 3) The artery had a smaller size in outer diameter and a less number of perforators on the posterior side of the artery. The diameter of the posterior communicating artery at the posterior side of was smaller than the large branching perforators in one third of hypoplastic type. Accordingly, posterior communicating artery should be sectioned at the posterior side in order to provide wider operative field. 4) The largest perforator (0.4 mm or more in diameter) seen in 88 % of specimens supplied the tuber cinereum. 5) Age-related morphological changes (kinking and tortuosity) were observed more frequently in longer and hypoplastic arteries, particularly on the posterior side. The arteries often shifted medial to the oculomotor nerves in these cases.

文 献

- 1) Saeki N and Rhoton AL: Microsurgical anatomy of the upper basilar artery and the posterior circle of Willis. *J Neurosurg* 46: 563-578, 1977.
- 2) 佐伯直勝, 岩立康男, 難波宏樹, 小滝 勝, 渡辺義郎: 脳底動脈分岐部症候群 —その神経症状とCT像のバリエーションについて. *CT研究* 9: 295-300, 1987.
- 3) Yasagil MG: *Microneurosurgery* (1) pp 60-66, 144-160, Thieme-Stratton Inc, New York, 1984.
- 4) Alpers BJ, Berry RG, Paddison RM: Anatomical studies of the circle of Willis in normal brain. *Arch Neurol Psychiatry* 81: 409-418, 1959.
- 5) Huber P: *Cerebral Angiography* 2nd edition translated by George Bosse pp74-75, Georg Thieme Verlag Stuttgart New York, Igaku Shoin Ltd. Tokyo, 1982.
- 6) 宜保浩彦, 小林茂昭: 脳底部動脈と穿通枝 —微小外科解剖—. *Neurosurgeons* 9: 11-21, 1989.
- 7) Pedrosa A, Dujovny M, Cavezuro-Artero J, Umansky F, Berman K, Diaz FG, Ausman JI and Mirchandani HG: Microanatomy of the posterior communicating artery. *Neurosurgery* 20: 228-235, 1987.
- 8) Lang J: Anatomy of middle cranial fossa with reference to the subtemporal approach, transtentorial approach and middle fossa approach in surgical anatomy of the skull base, *Interdisciplinary approach* edited by Samii M and Draf W, pp 76-77 Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, Tokyo, New York, 1989.
- 9) Stephens RB and Stillwell DL: Arteries and veins of the human brains. pp 12-34, Springfield, Charles C Thomas, 1969.
- 10) Percheron G: The anatomy of the arterial supply of the human thalamus and its use for the interpretation of the thalamic vascular pathology. *Z Neurol* 205: 1-13, 1973.
- 11) Wollschlaeger G and Wollschlaeger PB: The circle of Willis, in *Radiology of the skull* Newton TH and Potts DG and brain angiography vol 2 book 2, (eds), pp 1171-1201 CV Mosby, St Louis, 1974.
- 12) George AE, Raybaud Ch, Salamon G and Kricheff II: Anatomy of thalamo-perforating arteries with special emphasis on arteriography of the 3rd ventricle: Part 1. *Amer J Roentgenol* 124: 220-230, 1975.
- 13) Wells CW: The cerebral circulation. Clinical significance of current concept. *Arch*

- Neurol (Chic) 3 : 319-330, 1960.
- 14) Riggs HE and Rupp C: Variation in the form of the circle of Willis. The relation of the variations to collateral circulation, anatomical analysis. Arch Neurol 8 : 24-30, 1963.
 - 15) Bisaria KK: Anomalies of the posterior communicating artery and their potential clinical significance. J Neurosurg 60 : 572-576, 1984.
 - 16) 山浦 晶, 牧野博安: 脳底動脈の動脈瘤にたいする手術法の検討 —trans-sylvian approach—, 脳動脈瘤—術中の諸問題—. 第12回脳卒中の外科研究会講演集, pp311-318, にゅうろん社, 東京, 1983.
 - 17) Yasagil MG: Microneurosurgery (2) pp 240-241 Thieme-Stratton Inc, New York, 1984.
 - 18) Drake CG: Further experience with surgical treatment of aneurysms of the basilar artery. J Neurosurg 29 : 372-392, 1968.
 - 19) Sugita K, Kobayashi S, Shintani A, and Mutsuga N: Microneurosurgery for aneurysms of the basilar artery. J Neurosurg 51 : 615-620, 1979.
 - 20) Fox JL: Intracranial Aneurysms vol 2, p 1034, Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo, 1983.
 - 21) Horowitz NJ and Rizzoli HV: Postoperative Complication of Intracranial Neurological Surgery 2nd edition pp111-139. Williams & Wilkins, Baltimore, 1982.
 - 22) Pedrosa A, Dujovny M, Cavezuro-Artero J, Umansky F, Berman SK, Diaz FG, Ausman JI and Mirchandani G: Microanatomy of the premamillary artery, Acta Neurochir (Wien) 86 : 50-55, 1987.
 - 23) Castraigne P, Lhermitte F and Buge A: Paramedian thalamic and midbrain infarcts; Clinical and neuropathological study. Ann Neurol 10 : 127-148, 1981.
 - 24) Graff-Radford NR, Damasio H, Yamada T, Eslinger PJ and Damasio AR: Nonhemorrhagic thalamic infarction. Clinical, neuropsychological and electrophysiological findings in four anatomical groups defined by computed tomography. Brain 108 : 485-516, 1985.
 - 25) Takahashi S, Goto K, Fukasawa H, Kawata Y, Uemura K and Yaguchi K: Computed tomography of cerebral infarction along the distribution of the basal perforating arteries, Part 2 Thalamic arterial group. Radiology 155 : 119-130, 1985.
 - 26) 竹下 元, 乙供通則, 佐藤信子, 横山佳明: 脳底動脈穿通枝の CT 診断における血流支配領域の検討 (第2報) 視床穿通動脈—. CT 研究 6 : 177-182, 1984.