

《原 著》

小脳橋角部腫瘍の小脳循環に及ぼす影響

—とくに小脳に対する remote effect の可能性について—

玉本 文彦* 桑島 賢介* 白石 昭彦* 京極 伸介*

白形 彰宏* 住 幸治* 片山 仁*

要旨 小脳橋角部の腫瘍性病変 9 症例に対して脳血流シンチグラフィを施行し、病変の部位および両側小脳半球の循環状態を検討した。中小脳脚に圧排のある 5 症例中 4 症例では、脳血流シンチグラフィ上は病変と同側の小脳半球で循環低下が認められ、圧排のない 4 症例中 3 症例では、脳血流シンチグラフィ上両側の小脳半球の循環の左右差を認めなかった。圧排のある 5 症例中血管造影を施行したのは 4 症例で、1 例に腫瘍と同側の前下小脳動脈が描出されない例があり、腫瘍による小脳血管の圧迫や小脳半球自体への圧迫も脳血流シンチグラフィ所見に影響を与えた可能性が否定できないが、同時に中小脳脚が皮質橋小脳路の二次ニューロン束の通路であることを考慮すると中小脳脚を圧排する小脳橋角部腫瘍による同側の小脳半球での循環低下には、皮質橋小脳路の遮断による remote effect の関与の可能性も否定できないと考えられた。

(核医学 30: 273-281, 1993)

I. 緒 言

1980 年 Baron ら¹⁾により大脳皮質の梗塞患者における反対側の小脳半球への remote effect (crossed cerebellar diaschisis) が PET を用いた核医学的手法により初めて生体で観察されて以来、同様の現象が種々の SPECT 核種を用いた核医学的手法でも観察され、この現象のメカニズムとして皮質橋小脳路の遮断による小脳半球への deactivation が想定されている。皮質橋小脳路は大脳皮質から内包、中脳を経て橋核に達し、橋核から横走して反対側の中小脳脚を経て小脳に終わる。したがって理論的にはこの経路のいずれの部位に障害が起こっても小脳半球で循環低下が起こることが推定できる。事実、最近では脳幹部、とくに橋の病変による小脳への remote effect の報告も

散見される^{2~5)}。今回われわれは、小脳橋角部腫瘍がその増大とともに早期に脳幹部、とくに中小脳脚を圧排する傾向があることに注目し、これらの病変が小脳半球の循環に及ぼす影響について N-isopropyl-p-[¹²³I]iodoamphetamine (IMP) および ^{99m}Tc-hexamethylpropyleneamine oxime (HMPAO) を用いた脳血流シンチグラフィ所見を分析し、CT、MRI および椎骨動脈造影所見と対比して、とくに remote effect 関与の可能性について検討した。

II. 対象および方法

1. 対 象

対象は 1989 年 1 月から 1992 年 6 月までの間に小脳橋角部腫瘍が発見され、病理組織学的に診断の確定した 8 症例 (聴神経腫瘍 7 例、髓膜腫 1 例) と画像診断所見および臨床所見から聴神経腫瘍と診断した 1 症例の計 9 症例で男性 4 例、女性 5 例、年齢は 39 歳から 73 歳 (平均年齢 51 歳) である。なお全例に CT、MRI が施行され、血管造影は 8 症例に施行され小脳半球自体および天幕上には病変のないことが確認されている。また 9 症例中 3

* 順天堂浦安病院放射線科

受付：4 年 6 月 26 日

最終稿受付：4 年 12 月 24 日

別刷請求先：千葉県浦安市富岡 2-1-1 (番 279)

順天堂浦安病院放射線科

玉 本 文 彦

Table 1 Cases with cerebellopontine angle lesion evaluated by CBF scintigraphy

Case	Age/Sex	Site/Size	Compression on MCP	Cerebellar sign	CT/MRI (TPF)	Evaluation of blood flow on VAG	CBF scintigraphy Visual/A.I.	Tracer
1	44/F	Lt./17 mm	#	-	-	not examined	Lt. / -8.3%	IMP
2*	53/M	Lt./10 mm	-	-	PICA(-)	Lt.=Rt. / 4.4%	HMPAO	
3	53/M	Rt./15 mm	#	+(ENG)	AICA(-)	Rt. / 15.4%	IMP	
4*	39/M	Rt./30 mm	#	+	-	Rt. / 28.3%	HMPAO	
5	47/F	Rt./ 8 mm	-	-	-	Rt. / 32.9%	HMPAO	
6*	54/F	Rt./10 mm	-	-	-	Lt.=Rt. / 10.6%	HMPAO	
7	45/M	Lt./ 8 mm	-	-	-	Lt.=Rt. / 8.5%	HMPAO	
8	51/F	Lt./13 mm	+	-	-	Lt.=Rt. / 8.4%	IMP	
9	73/F	Rt./38 mm	#	+	-	Rt. / 32.6%	HMPAO	

MCP: middle cerebellar peduncle, TPF: tight posterior fossa, *: evaluated pre and postoperatively, ENG: electronystagmography, VAG: vertebral angiography, AICA(-): anterior inferior cerebellar artery was not visualized, PICA(-): posterior inferior cerebellar artery was not visualized

症例では腫瘍の全摘出術後にも脳血流シンチグラフィを施行した(Table 1)。

2. 方 法

1) 脳血流シンチグラフィ (SPECT) の方法

使用機種は低エネルギー用高分解能型コリメータを装着した東芝製 GCA-90A スーパージャンボガンマカメラで Shepp & Logan フィルタを使用した。HMPAO 740 MBq 静注後 15 分から、回転角 6 度、60 方向より回転半径 21 cm～29 cm (平均 23.9 cm), 一方向20秒, ウィンド幅 140 KeV±20% でデータ収集を行い、吸収補正是 Chang 法により $\mu=0.1 \text{ cm}^{-1}$ とし、スライス幅 2 ピクセル (5.4 mm) で、OM ラインに平行な 24 スライスの体軸断層像を作成した。IMP の場合には、安静閉眼時に IMP 111 MBq 静注後 20 分から一方向 30 秒、ウィンド幅 159 KeV±20% でデータ収集を行った。なお当院における本システムの総合分解能はガンマカメラの回転半径を 24 cm とした場合に半値幅 (内面解像幅) で 21 mm である。

2) 両側小脳半球の循環の評価方法

両側小脳半球の循環の評価は、両側の小脳半球に Fig. 1 のように ROI を設定して Asymmetry Index (A.I.) を算出し半定量的な評価を試みた。すなわち、体軸断層像で小脳のほぼ中央を横切る 2 スライス面を選択し、小脳全体が確実に含まれるように ROI-1 を設定する。ROI-1 の中での最

高カウントを 100% として boundary ROI を設定し、カウント数 75% から 100% までを真の小脳領域と考えて ROI-2 を設定し、さらに ROI-2 を 2 分割して右 (R: ROI-3), 左 (L: ROI-4) とし、それぞれの中に含まれる全カウント数を A.I. = $\{(L-R)/(L+R)\} \times 100$ の式に代入し、2 スライスの平均値をとって A.I. とした。また同時に 4 名の放射線科専門医による体軸断層像の視察法による評価も行い A.I. も参考にして総合的に評価した。なお当院における A.I. の健康成人での測定値は HMPAO では 10% 以下、IMP では 8% 以下である¹¹⁾。

3) CT, MRI および脳血管造影所見の評価方法

CT, MRI では腫瘍の中小脳に対する圧迫所見を 4 名の放射線科専門医により、①圧迫なし (-): 腫瘍は脳幹部に接していないもの、②軽度の圧迫 (+): 腫瘍が中小脳脚に接しているが中小脳脚の変形がないかあるいはごく僅かの変形のみのもの、③中等度の圧迫 (++) : 明らかに中小脳脚の変形の認められるもの、④高度の圧迫 (++): 中小脳脚の変形が認められしかも第 4 脳室に変形をきたし橋、小脳半球の圧迫も否定できないもの、に分類した (Fig. 2)。また第 4 脳室の形態や小脳周囲の脳槽の形態を参考にしていわゆる tight posterior fossa (TPF) の所見の有無を (+), (-), で評価した。

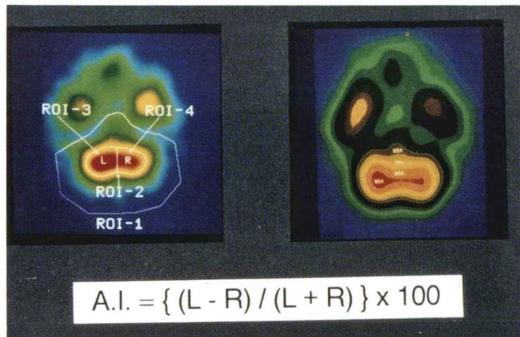


Fig. 1 Selection of regions of interest (ROI).

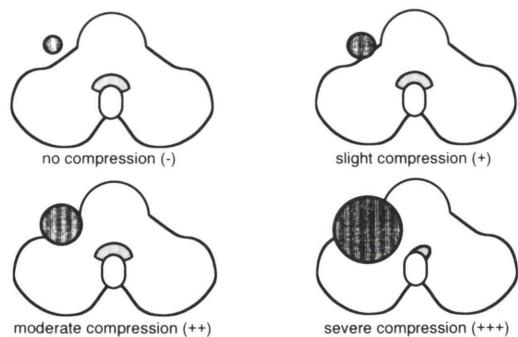


Fig. 2 Schematic view of the compression on the middle cerebellar peduncle.

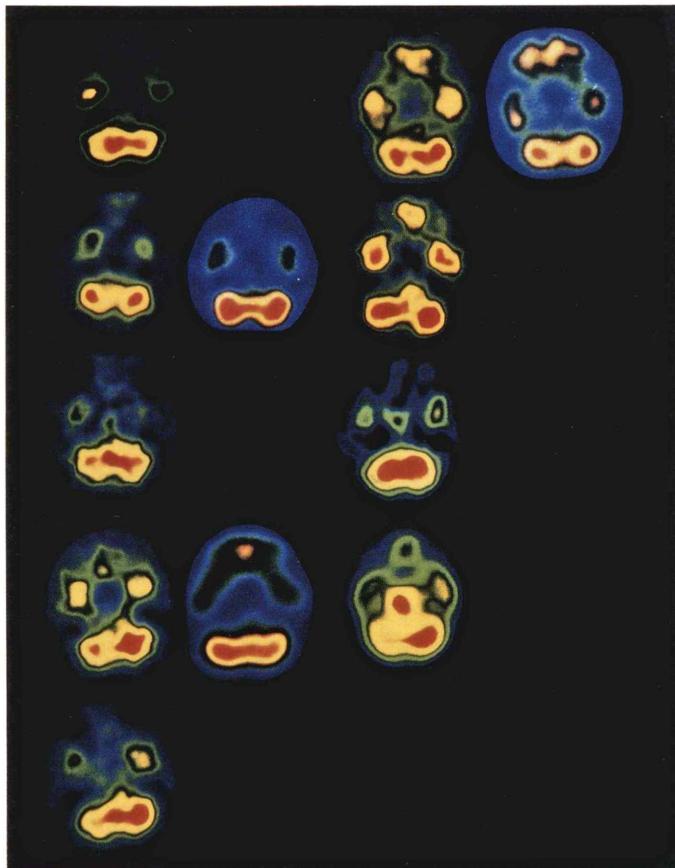


Fig. 3 SPECT images of the nine cases with cerebellopontine angle mass evaluated by CBF scintigraphy.

preop.: preoperative SPECT image.

postop.: postoperative SPECT image.

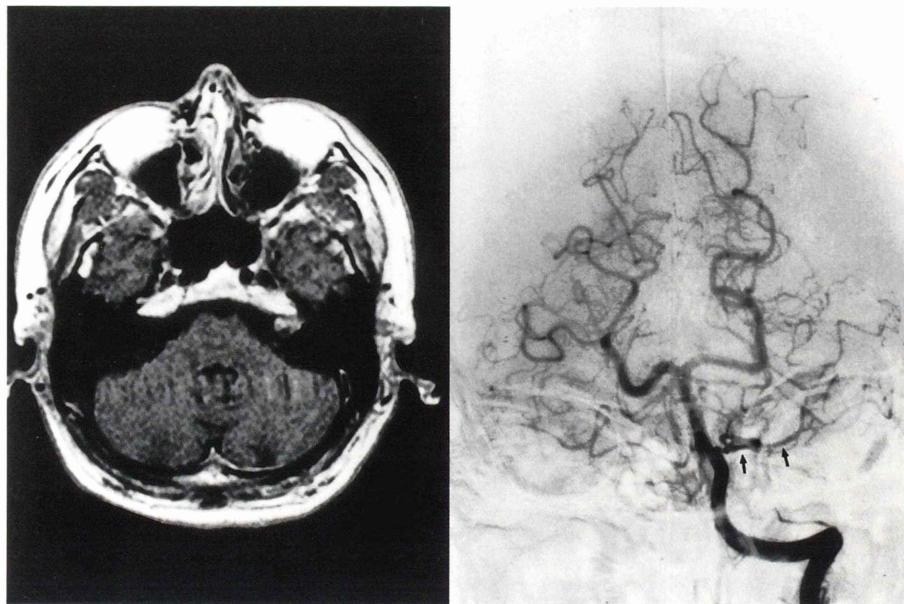


Fig. 4 An axial MRI image and left vertebral angiogram in case 2. The left anterior inferior cerebellar artery is opacified (↑).



Fig. 5 An axial MRI image and right vertebral angiogram in case 3. The right anterior inferior cerebellar artery is not opacified.

脳血管造影所見の評価は椎骨動脈造影像を参考にして腫瘍と同側の主要3血管が同定可能で動脈硬化や狭窄などのない場合には、少なくとも血管造影上は腫瘍による血流の低下はないものと判定した。また描出されない小脳動脈がある場合には具体的に記載した。

III. 結 果 (Table 1, Figs. 3-8)

1) 9症例中5例で中小脳脚に圧排所見が認められた。圧排の程度は(+)1例、(++)2例、(++)が2例認められた。またこれらの5例中(++)の2例では中小脳脚への圧排とともに上・下小脳脚にも圧排所見が認められた。中小脳脚に圧排のない症例は4例認められた。

2) 9症例中TPFが疑われた症例は認められなかった。

3) 中小脳脚に圧排のある5症例中、椎骨動脈造影が施行されたのは4例で、そのうち1例では腫瘍と同側の前下小脳動脈が描出されなかつた。他の3例では、椎骨動脈造影で小脳血流の低下の示唆された例はなかつた。

4) 中小脳脚に圧排のある5症例中4例では腫瘍と同側の小脳半球で脳血流シンチグラフィ上循環低下があると判定された。5症例のA.I.は8.3%から32.6%(平均18.6%)で、このうち1例では腫瘍全摘出術後の脳血流シンチグラフィで循環低下は消失した。

中小脳脚に圧排のない4症例中3例では脳血流シンチグラフィで循環低下は認められなかつた。他の1例では腫瘍と同側の小脳半球で循環低下が認められた。中小脳脚に圧排のない4症例のA.I.は4.4%から32.9%(平均14.1%)で、このうち2例では腫瘍全摘出術後の脳血流シンチグラフィで異常を認めなかつた。

5) 中小脳脚に圧排のある5症例のA.I.は圧排の程度に相関する傾向が認められた。

IV. 考 察

Crossed cerebellar diaschisis (CCD)に代表される遠隔効果(remote effect)の概念は比較的古い。1914年von Monakowは臨床的観察から、突然発症した脳の局在病変では、その障害部位に相当

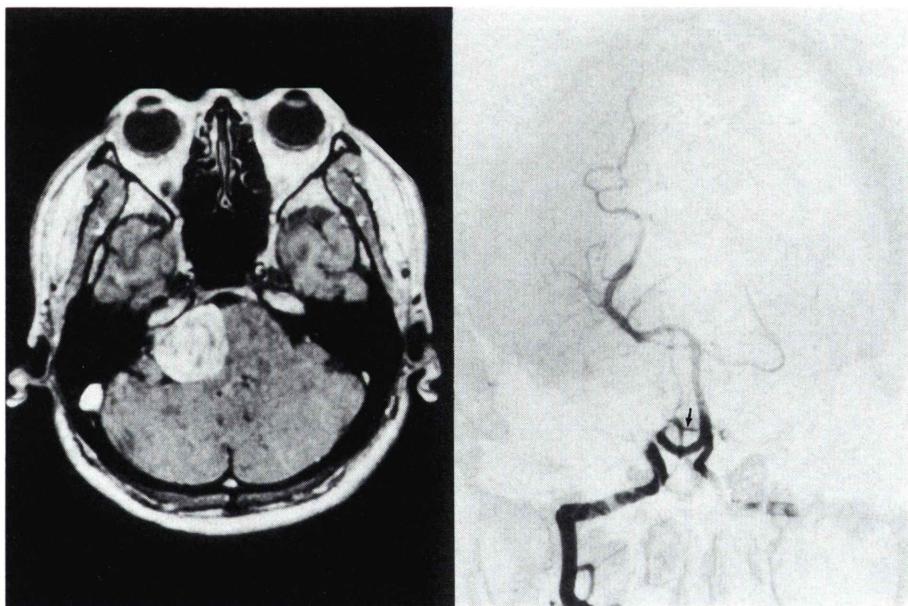


Fig. 6 An axial MRI image and right vertebral angiogram in case 4. The right anterior inferior cerebellar artery is opacified (↑).

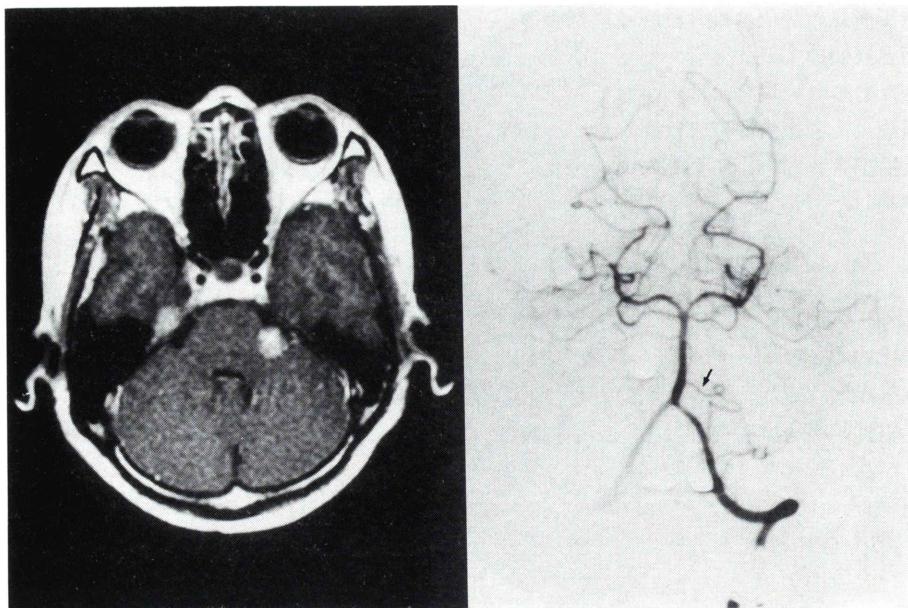


Fig. 7 An axial MRI image and left vertebral angiogram in case 8. The left anterior inferior cerebellar artery is opacified (↑).

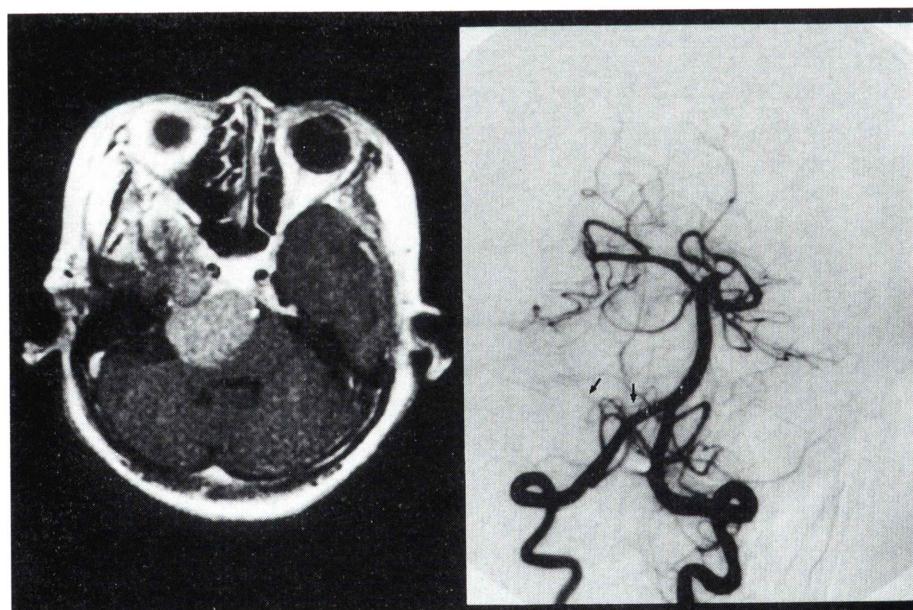


Fig. 8 An axial MRI image and right vertebral angiogram in case 8. The right anterior inferior cerebellar artery is opacified (↑).

した神経脱落症状が出現するのみならず、その病巣と神経線維により機能的に連絡された遠隔部位に一過性の機能障害が生じることを示し、この現象を diaschisis 現象として報告した。その後 1966 年 Kempinsky⁶⁾ は、電気生理学的手法を用いて diaschisis 現象の必須条件として、①限局性の病変で起こる、②神経因性の過程である、③主病巣と離れた部位で起こる、④神経経路が同定できる、⑤可逆性である、の 5 項目を提唱した。しかし remote effect についての諸知見が急速に蓄積されるようになったのは 1980 年 Baron ら¹⁾ により、脳梗塞患者で CCD が PET を用いた核医学的手法により初めて生体で観察されてからである。さらに最近では PET のみならず ¹³³Xe, IMP, HMPAO などの SPECT 核種の使用により脳循環が容易に可視化できるようになり、CCD のみならず種々の remote effect が観察報告されている⁷⁾。

Baron らの報告以来、CCD のメカニズムは皮質橋小脳路の遮断に伴う反対側小脳半球の deactivation によるとの説が有力でほぼ定説化している。したがって理論的には同経路のどの部位の障害でも同様の現象が起こると推定できる。しかし、大脳皮質、大脳基底核^{8,10)}、内包⁸⁾ および橋^{2~5)}での報告はあるが、他の部位での CCD あるいは小脳への remote effect の関与の可能性についての報告はない。

一般に聴神経腫瘍などの小脳橋角部腫瘍は、その増大とともに中小脳脚を圧排する傾向がある。中小脳脚は主として皮質橋小脳路の二次ニューロン束から構成されている。しかも Tomasch⁹⁾ によれば、小脳の全求心性線維のうち皮質橋小脳路の構成線維は他の経路の約 40 倍もの capacity を有するとされている。したがって小脳橋角部腫瘍が中小脳脚を圧迫すると皮質橋小脳路に重大な影響の出現する可能性が容易に想像できる。

中小脳脚に圧排のある 5 症例中 4 例では脳血流シンチグラフィで腫瘍と同側の小脳半球で循環低下が観察された。このうち 1 例では腫瘍と同側の前下小脳動脈が描出されなかった。しかし CT,

MRI では小脳半球自体や中小脳脚自体に虚血性変化を示唆する所見は認められなかった。循環低下が明らかでなかったのは (+) の 1 例で中小脳脚への影響が最小の例であり、(+) から (++) の 4 例では圧排の程度が強いほど A.I. が増加する傾向にあった。Pantano ら¹⁰⁾ の報告によれば複数の脳葉に及ぶ梗塞や内包、基底核を含む大きな深部梗塞では CCD の頻度および程度が高度であるとされ、障害の程度と CCD の程度に何らかの相関性を示唆している。われわれのデータも圧排の程度が強いほど A.I. が増加するなど、障害の程度と小脳半球の循環低下の程度に何らかの相関性が示唆されるものできわめて興味深い。

これらの事実は、腫瘍の中小脳脚への圧排が腫瘍と同側の小脳半球の循環低下に何らかの影響を与えている可能性を否定し得ないものと考えられた。圧排が(++) の例では、橋や小脳半球自体への圧排の影響も否定できないだけでなく、上・下小脳脚の圧排も MRI で確認されている。したがってこれらの要素が脳血流シンチグラフィ所見に反映されている可能性もある。しかし、①圧排の程度が(+) の例のように橋や小脳半球自体への圧排が顕著でなく上・下小脳脚の圧排のない場合でも、腫瘍と同側の小脳半球で循環低下の見られる例があること、②解剖学的には腫瘍の増大とともに初期の段階から最も強く直接影響を受けるのは中小脳脚と考えられること、などから腫瘍と同側の小脳半球での循環低下には中小脳脚への圧排が最も重要な要素の一つであることが推定できる。われわれの症例から観察された事実は、①障害が中小脳脚の圧排を主体とする比較的限局性の病変で起ったものと考えられ、②少なくとも肉眼的に確認できる範囲では椎骨動脈造影所見で hemodynamic な要素が否定的なものが多く、③中小脳脚とは離れた小脳半球での循環低下であり、④中小脳脚の圧排により皮質橋小脳路の二次ニューロン束が障害を受けたと推定でき、⑤ 1 例しか症例はないものの腫瘍摘出で循環低下が回復し、可逆的と考えられる例もあること、など Kempinsky の提唱した diaschisis の必須条件とも矛盾はしない。

中小脳脚に圧排のない4症例中3例では脳血流シンチグラフィで異常は認められなかった。しかし他の1例では、腫瘍と同側の小脳半球で循環低下が認められた。この症例は、小脳症状もなく椎骨動脈造影でも異常は認められなかった。この結果が検査上の技術的な問題、たとえば検査中の体動などによりデータ収集が順調に行われなかつたとか、体軸断層像の再構成に際して正確な軸断層面が設定されなかつたとか、あるいはCTやMRIでも検出できないような未知の病巣が存在したのか、現時点では不明といわざるをえない。

今回の検討では小脳半球の循環状態をA.I.という半定量的方法と視察法とで評価した。したがって左右の小脳半球の相対的な循環低下しか検出されないという限界がある。また圧排が(卅)の例では、圧排は橋や小脳半球にも及ぶ可能性がある。理論的に橋の圧排は橋核の障害をもたらし反対側の小脳半球に循環低下をきたす可能性がある。脳血流シンチグラフィ上の循環状態を定量的に絶対値で評価するか、大脳半球の一部にROIを設定してこのカウントと小脳半球のROIのカウントとの比を算出して比較すれば反対側の小脳半球の循環低下をも検出した可能性もあると考えられた。

V. 結 語

小脳橋角部腫瘍で中小脳脚に明らかな変形をきたすような圧排を有する場合には、腫瘍と同側の小脳半球で脳血流シンチグラフィ上循環低下が起こる可能性が高い。この循環低下には単に虚血性変化のみとは考えられない場合も多く、腫瘍による小脳半球自体の圧迫による循環低下の可能性とともに、皮質橋小脳路の二次ニューロン束が中小脳脚で圧迫遮断されたために起こる同側の小脳半

球へのremote effect (diaschisis現象)の関与の可能性も否定できないと思われた。

文 献

- Baron JC, Bousser MG, Comar D, Castaigne P: "Crossed cerebellar diaschisis" in human supratentorial brain infarction. *Trans Am Neurol Assoc* **105**: 459-461, 1980
- Perani D, Lucignani G, Pantano P, Gerundini P, Lenzi GL, Fazio F: Cerebellar diaschisis in pontine ischemia. A case report with single-photon emission computerized tomography. *J Cereb Blood Flow Metab* **7**: 127-131, 1987
- Sakai F, Aoki S, Kan S, Igarashi H, Kanda T, Tazaki Y: Ataxic hemiparesis with reduction of ipsilateral cerebellar blood flow. *Stroke* **17**: 1016-1018, 1986
- 羽生春夫, 新井久之, 前畑幸彦, 近喰 桜, 山口克彦, 岩本俊彦, 他: 脳幹梗塞によるcrossed cerebellar diaschisis. 東医大誌 **47**: 143-146, 1989
- 玉本文彦, 白形彰宏, 住 幸治, 片山 仁, 伴野昌厚, 阿部 亮: 橋梗塞における"crossed cerebellar diaschisis"の一例. 臨床核医学 **23**: 86-88, 1990
- Kempinsky WH: Vascular and neuronal factors in diaschisis with focal cerebral ischemia. *Res Publ Assoc Nerv Ment Dis* **41**: 92-115, 1966
- Feeney DM, Baron JC: Diaschisis. *Stroke* **17**: 817-830, 1986
- 羽生春夫, 新井久之, 山口克彦, 岩本俊彦, 勝沼英宇: 基底核部小梗塞のremote effect. 神経内科 **31**: 398-404, 1989
- Tomasch J: The overall information carrying capacity of the major afferent and efferent cerebellar cell and fiber system. *Confin Neurol* **30**: 359-367, 1968
- Pantano P, Baron JC, Samson Y, Bousser MG, Derouesne C, Comar D: Crossed cerebellar diaschisis. Further studies. *Brain* **109**: 677-694, 1986
- 玉本文彦, 坂本尚隆, 新藤 昇, 平野 晓, 雨宮謙, 住 幸治, 他: めまい患者に対する¹²³I-IMP脳血流シンチグラフィの基礎的検討. 核医学 **26**: 61-67, 1989

Summary

Influence of Cerebellopontine Angle Tumor on Cerebellar Circulation —Possibility of Remote Effect to the Cerebellum—

Fumihiro TAMAMOTO, Kensuke KUWASHIMA, Akihiko SHIRAISHI,
Shinsuke KYOGOKU, Akihiro SHIRAKATA, Yukiharu SUMI
and Hitoshi KATAYAMA

Department of Radiology, Juntendo Urayasu Hospital

Nine cases (4 men and 5 women, ranging in age from 39 to 73 years with a mean age of 51 years) of cerebello-pontine angle tumors were evaluated by cerebral blood flow scintigraphy on the basis of clinico-functional anatomy. In the 4 of 5 cases in which the middle cerebellar peduncle was compressed by the mass, definite hypoperfusion was revealed in the ipsilateral cerebellar hemisphere. On the other hand, in the 3 of 4 cases without compression of the middle cerebellar peduncle, no asymmetric perfusion was seen in either the right or left cerebellar hemisphere. There were neither supratentorial lesions nor signs of increased intracranial pressure in any of the 9 cases. On the vertebral angiograms of the 4 cases with compression of the middle cerebellar peduncle, non-opacification of the ipsilateral anterior inferior cerebellar artery occurred in only one case. There were no definite signs of reduction of cerebellar blood flow in the other 3 cases.

The middle cerebellar peduncle is one of the largest bundles of centripetal fibers in the cerebellar hemispheres. Secondary neuronal fibers of the corticopontocerebellar pathway are the most prominent among these fibers. The mass lesion in the cerebellopontine cistern has a tendency to compress the middle cerebellar peduncle and may deactivate the corticopontocerebellar pathway even if it is small.

Our data seemed to suggest that hypoperfusion of the cerebellar hemisphere ipsilateral to the lesion compressing the middle cerebellar peduncle can be attributed not only to hemodynamics and/or the effect of the mass on the cerebellar hemisphere itself but also to a remote effect secondary to deactivation of the corticopontocerebellar pathway.

Key words: Cerebral blood flow scintigraphy, Crossed cerebellar diaschisis, Remote effect, Cerebellopontine angle tumor, Middle cerebellar peduncle.