

## 椎骨動脈解離の臨床と画像診断

細矢貴亮

山形大学医学部放射線医学講座

(平成14年4月3日受理)

### 要 旨

椎骨動脈解離は稀な病態であり、重篤なクモ膜下出血をおこすと信じられていた。私どもは、Wallenberg 症候群の過半数が椎骨動脈解離を原因としているばかりでなく、椎骨・脳底動脈系の虚血性疾患においても頻度が高い病態であることを明らかにした。なかには症状に乏しいかあるいは全く症状のない例も確認され、このような軽症例はこれまで見過ごされていた可能性が高い。椎骨動脈解離はありふれた病態と考えられるが、臨床的に疑われない限り確実な診断は得られない。現状ではMR検査や血管造影が唯一の確定診断法であり、確実に診断するには臨床経過を考慮した質の高い検索が要求されるからである。診断に際しては臨床像から椎骨動脈解離を疑うことが最も重要であり、突然発症する片側性の後頭部～後頭部痛や契機となるささいな外傷が診断の手がかりになる。また、後頭蓋窩の血管性病変においては常に椎骨動脈解離を念頭に置くべきであろう。

**キーワード：**椎骨動脈、動脈解離、MRI、血管造影、脳卒中

### はじめに

脳動脈に解離が起こり動脈瘤の原因になることは、病理学的検討により古くから知られていた。臨床的にはクモ膜下出血例の剖検で椎骨動脈解離が確かめられてから注目されるようになり<sup>1)</sup>、それ以後、椎骨動脈解離を原因とするクモ膜下出血例が次々に報告された<sup>2)-6)</sup>。当時は血管造影が唯一の画像診断法で、画像所見の検討は重症な例やクモ膜下出血の例に限られていた。病理学的所見が得られて、はじめて確実に診断することが可能だったからである。私どもの認識も“一見閉塞、嚢状動脈瘤、紡錘状動脈瘤と思われる症例のなかに解離性動脈瘤が含ま

れる”という程度で、実際に血管造影所見から動脈解離を疑っても、確診できる症例はほとんどなかった<sup>7)</sup>。

近年、MRIやMR angiographyの発達にともない、椎骨動脈解離の画像診断は飛躍的に進歩した<sup>8)-13)</sup>。脳幹部梗塞や頭痛などで発症する臨床的に軽症な椎骨動脈解離例も報告され<sup>14),15)</sup>、私どもも多くの症例を経験するようになった。しかしながら、椎骨動脈解離の画像診断能は未だ十分とは言えないし、その臨床像は多様である。これまでに知られている椎骨動脈解離の画像所見を整理しながら、私どもが検討した事項<sup>16)-18)</sup>を紹介したい。

なお、椎骨・脳底動脈は、左右の椎骨動脈が合流して一本の脳底動脈となるという人体では



図1. 椎骨・脳底動脈のシェーマ（血管造影アトラス，第一製薬株式会社，1990より転載）  
① 椎骨動脈 ② 脳底動脈 ③ 後下小脳動脈 ④ 上小脳動脈 ⑤ 後大脳動脈

他の部位にみられない特異的構造を有している。画像の理解を容易にするため、はじめに椎骨・脳底動脈のシェーマを掲げておく（図1）。

#### Wallenberg 症候群の原因

Wallenberg（ワレンベルグ）症候群は延髄外側症候群とも呼ばれ、後頭蓋窩の代表的虚血性疾患である。椎骨動脈あるいは後下小脳動脈の閉塞によって発生することが知られており、主たる原因は動脈硬化と考えられていた。しかし、実際の臨床でWallenberg症候群に血管造影を行っても、動脈硬化の強い症例はほとんどない。また、比較的若年男性に多く発生し、発症時強い後頭部痛を伴うという臨床の特徴は、椎骨動脈解離の臨床的特徴と極めて似ている。実際に、椎骨動脈解離の症例には26-43%という高率でWallenberg症候群が発生する<sup>3), 14), 19), 20)</sup>。

私どもは、Wallenberg症候群の原因は椎骨動脈解離ではないかと考え、Wallenberg症候

群16例の臨床所見と画像所見を検討した<sup>16)</sup>。画像所見の信頼性をスコア化し、これに頭痛の有無を加えて総合判定した結果、7例（44%）で椎骨動脈解離が確実、3例で椎骨動脈解離の可能性が高いと判定された。椎骨動脈解離が確実あるいはその可能性が高いと判定された症例は10例（63%）に達した。

その頃、東北地方で5年間に発生したWallenberg症候群の共同調査が行われ、133例のWallenberg症候群が集積されていた。そのうち10%の症例が椎骨動脈解離と診断されていたが、翌年、その画像所見を検討する機会を得、画像を直接検討できた93例についてまとめることができた<sup>17)</sup>。私どもが椎骨動脈解離と判定した症例は、MRIだけが行われていた症例で22%、血管造影だけが行われていた症例で48%、両者が施行されていた症例で61%であった。全93症例では約50%であり、Wallenberg症候群の主たる原因が椎骨動脈解離であることを裏付ける結果と考えられた。

## 椎骨動脈解離の臨床

Wallenberg 症候群は後頭蓋窩の代表的な閉塞性血管障害の一つで、比較的頻度も高い。Wallenberg 症候群の原因が椎骨動脈解離であるならば、後頭蓋窩における他の閉塞性血管障害の原因も動脈解離ではないか？私どもが抱いた疑問である。そこで、血管造影で確実に診断できた頭蓋内椎骨・脳底動脈解離 31 症例について、検討を行った<sup>18)</sup>。

### 血管造影所見

動脈解離の血管造影所見は、直接所見と間接所見に分類できる。本来の腔（真腔）と動脈壁内の腔（偽腔）が描出されるか、真腔と偽腔を分けている隔壁（intimal flap）が証明されれば、直接所見になる。動脈解離の診断は確実であり、double lumen sign<sup>1), 2), 21), 22)</sup>と呼ばれている。31 例中 11 例は本所見を基に、動脈解離と診断された。濃度の異なる 2 つの腔としてとらえられることが最も多く、造影剤が流入し始める相や洗い出され始める相で検出される

（図 2）。隔壁は、その走行が X 線の照射方向と一致した場合にのみ証明される。偽腔の造影が静脈相ではじめて描出される場合や血栓化して全く描出されない場合（図 3）もある。椎骨動脈造影では、対側からの血流により脳底動脈の造影が不十分になることが多い。偽腔や隔壁と診断するには、両側の椎骨動脈を造影して両者を比較検討することが必須である。

信頼性の高い間接所見として、pearl and string sign<sup>1), 4), 5), 23)</sup>がある（図 4）。血管腔の拡張（pearl）前後に壁の不整像を伴う狭窄像（string）を示す所見である。拡張部分は真腔と偽腔が一体となっており、狭窄部分は偽腔の血栓化により真腔のみが造影されている。狭窄は比較的広範なことが多いが、限局性の場合もある。31 例中 20 例は本所見を基に、動脈解離と診断された。なお、double lumen sing が観察された 11 例中 4 例にも本所見が同時に観察された。

拡張がみられず壁の不整な狭窄像のみを呈する場合には、string sign<sup>1)</sup>あるいは tapered narrowing<sup>1), 19)</sup>と呼ばれる（図 5）。動脈硬化や

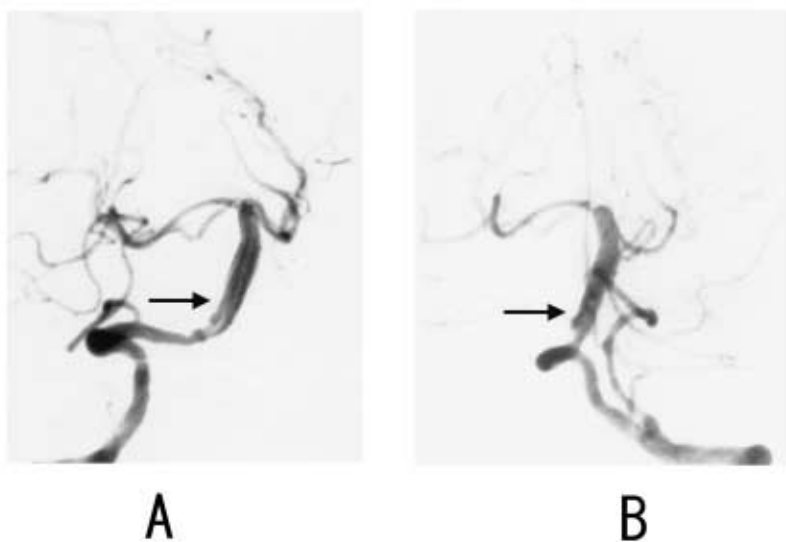


図 2. Double lumen sign  
右椎骨動脈造影 (A)、左椎骨動脈造影斜位像 (B) で、脳底動脈の二重腔が明らかである。

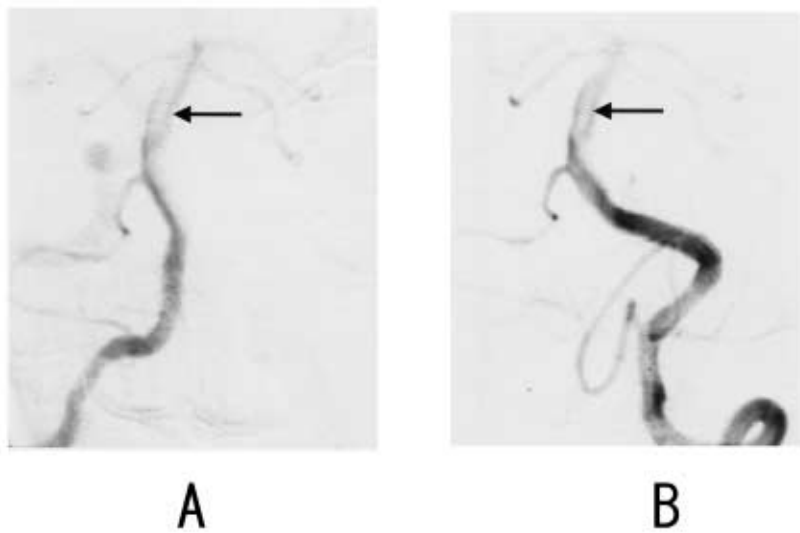


図 3. Double lumen sign  
左右椎骨動脈造影で、脳底動脈の同一部位が filling defect を呈している。血栓化した偽腔を示している。

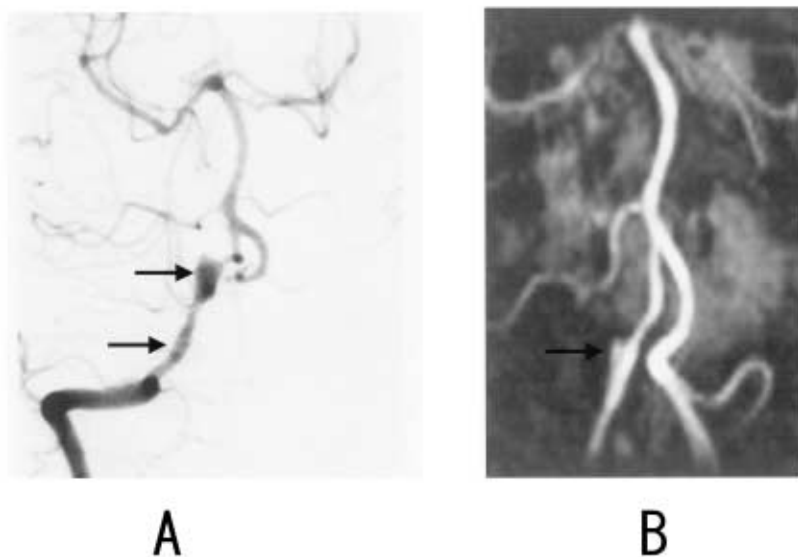


図 4. Pearl and string sign  
発症後 18 日目の右椎骨動脈造影正面像 (A) で、右椎骨動脈に典型的な pearl and string sign が認められる。MR angiography (B) でも診断可能であった。

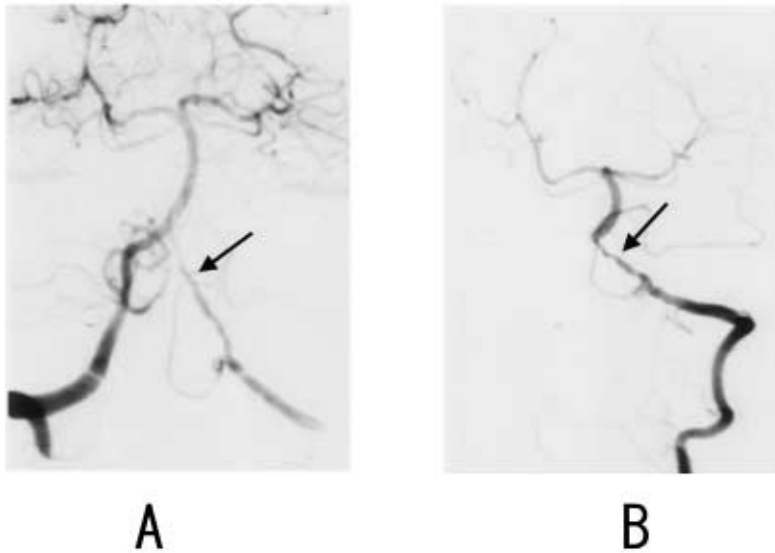


図 5. String sign  
両側椎骨動脈造影で、左椎骨動脈遠位部に数珠状の狭窄が認められる。

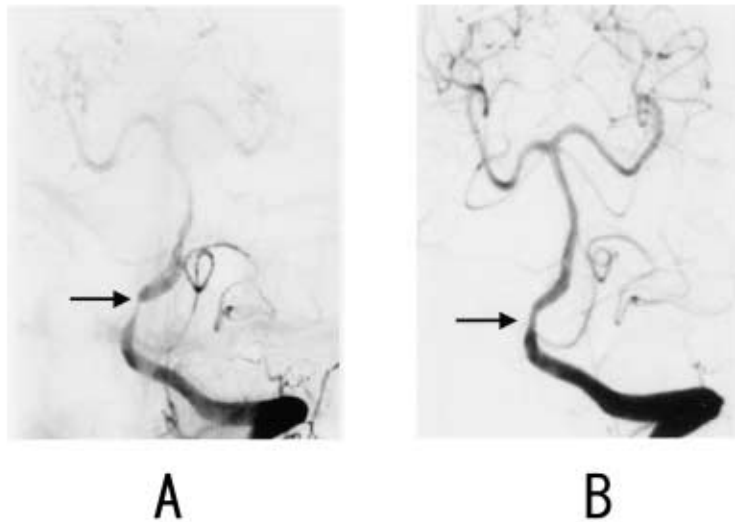


図 6. Pearl and string sign の改善  
発症後 10 日目の左椎骨動脈造影正面像 (A) で、左椎骨動脈の後下小脳動脈分岐部に先細り様の狭窄が認められる。狭窄の遠位部に拡張がみられ、内腔の造影は不均一であった。pearl and string sign と診断した。発症 44 日目に行った左椎骨動脈造影正面像 (B) で、狭窄と拡張はいずれも改善していた。

血管攣縮との鑑別が難しい。動脈解離では、しばしば真腔が閉塞するが、このような場合には動脈硬化や血栓性塞栓との鑑別が難しくなる。本所見のみで動脈解離とは診断しなかった。

動脈解離では偽腔の血栓化や吸収がおこるので、経過観察の血管造影で狭窄の改善所見が得られることがある(図6)。症例によっては、偽腔の再開通や解離の進展などにより、血管造影の所見が悪化する。初回血管造影の施行時期にもよるが、所見に変化が認められれば動脈解離の診断が確実になる<sup>18), 20), 23), 24)</sup>。31例中7例で経過が観察されていたが、このうち5例に所見の変化が認められた。

#### MRI 所見

T1強調像における intramural hematoma<sup>8)-11)</sup>が、MRI 所見として重要である(図7)。動脈壁内の血腫を示す所見で、大動脈解離の偽腔と同様に三日月～半月状の形態をとる。Intramural hematoma の出現率は34%であり、他の報告に比べて低い値であった。観察時期により検出率に差が認められ、発症から1週間以

内に検査を行った8症例では1例も観察できず、亜急性期から慢性期早期にかけては約50%で観察できた。頭蓋内動脈解離の intramural hematoma は亜急性期から慢性期早期にかけて明瞭に認められることが知られている<sup>11)</sup>。高信号を示す頻度が低い理由は、大動脈解離で指摘されている<sup>25)</sup>ように、血栓化していない偽腔が存在するためと考えられる。椎骨動脈解離では intramural hematoma の出現率が高いことを強調している報告が多いが<sup>11)</sup>、それらは intramural hematoma を示さない動脈解離を見逃している可能性が高い。

動脈解離症例に造影剤を投与して3-dimensional (3-D) spoiled gradient-recalled acquisition in the steady state (SPGR) 法を行うと、double lumen<sup>16)</sup>を認めることが多い(図8)。狭窄した真腔は著明な高信号を呈し、それを取り囲んで種々の信号強度を示す偽腔が観察される。血流が認められる腔に拡張と狭窄があれば、血管造影における pear and string sign に相当すると考えられる。造影3-D SPGR法におけ

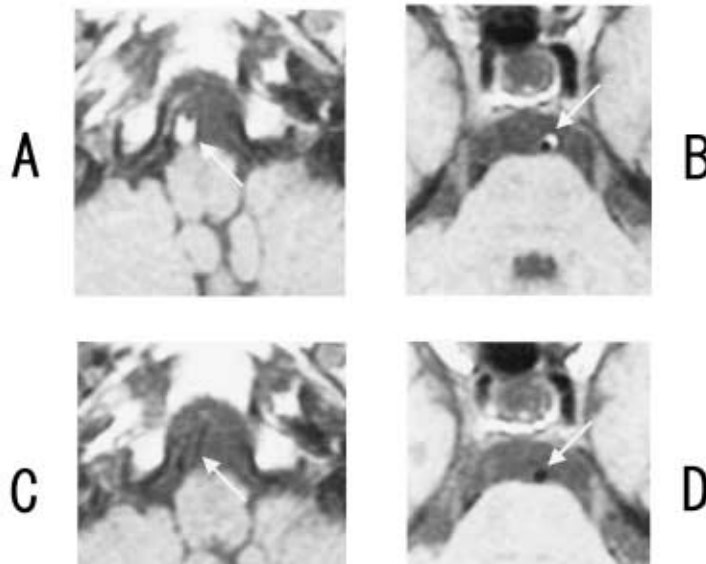


図7. Intramural hematoma  
図5と同一症例。発症後40日目のT1強調像(A, B)で三日月状の intramural hematoma が描出されている。235日目(C, D)には消失していた。

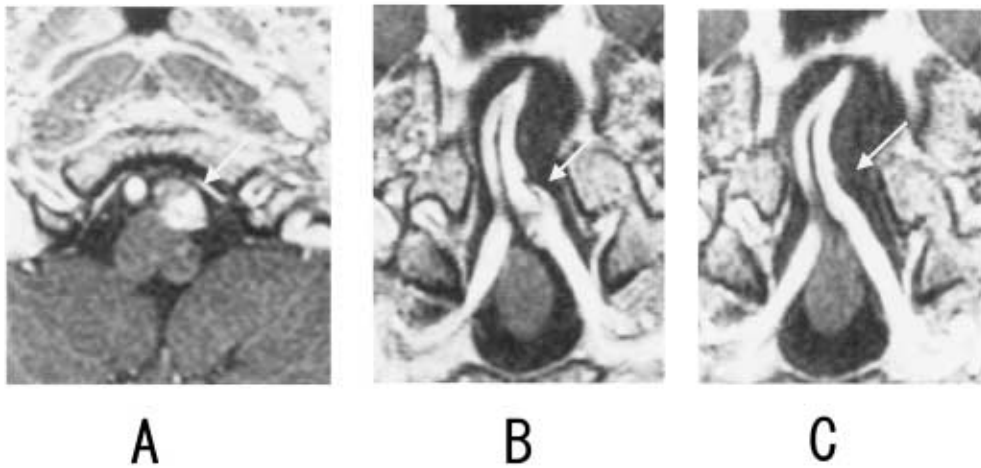


図 8. Double lumen

左 Wallenberg 症候群発症後 56 日目の T1 強調像で左椎骨動脈に結節状の等信号領域を認めた。高信号ではなく intramural hematoma とは診断できなかったが、造影 3-D MRI (A, B) で高信号を示す真腔と比較的低信号を示す偽腔が明瞭になった。3 ヶ月後 (C) には、偽腔が著明に縮小した。

る偽陽性の頻度は確認できていないが、double lumen は 88% と高率に認められた。造影 3-D SPGR 法は通常の MR 血管撮影に比べて 2 倍程度の時間を要するが、頭蓋内椎骨・脳底動脈解離のスクリーニング法として有用と考えられる。私どもは、3-D SPGR で動脈解離が疑われた部位を血管造影で丁寧に検索し観察している。私どもの施設で、椎骨・脳底動脈解離の症例数が比較的多い理由と考えている。

解離により血管腔が閉塞した場合には enhancement of wall and septum<sup>16)</sup> が認められる (図 9)。血管壁に増強効果が認められると同時に閉塞した内腔に線状の増強効果が認められる所見で、動脈壁と隔壁に由来すると考えている。他の画像診断法では確認することができないので、本所見の信頼性については確かめられていない。

#### 臨床像

頭蓋内椎骨・脳底動脈解離 31 症例の内訳は、男性 20 例、女性 11 例で、平均年齢 54.8 歳 (25 ~ 82 歳) であった。40 歳代の男性にとりわけ目立つピークがあり、若年男性に好発する

という従来の報告と矛盾しない。平均年齢はやや高い傾向にあるが、私どもの症例には 60 歳以上の症例が 13 例含まれており、これが平均年齢を引き上げた要因と考えられる。これまで 60 歳以上の椎骨動脈解離例についての報告は少なかったが、動脈解離は確実に高齢者にも発生する。

臨床症状は多彩であった。16 例は脳幹部の虚血症状で発症し、12 例で脳幹部梗塞 (Wallenberg 症候群を含む) が確かめられた。クモ膜下出血は 3 例に認められたが、2 例は腰椎穿刺ではじめて血性髄液が証明された軽症例であった。9 例は頭痛やめまい、耳鳴のみの軽症例であり、3 例では動脈解離に起因する症状を全く認めなかった。臨床症状を伴わない椎骨・脳底動脈解離が存在することは注目に値する。

椎骨動脈解離の臨床症状として強調されている頭痛や頸部痛<sup>26)</sup> は 17 例に認められたが、疼痛の部位は様々であった。4 例では頭部全体の頭痛であり、1 例では前頭部痛であった。後頭部・後頸部痛が 12 例に認められたが、椎骨動脈解離

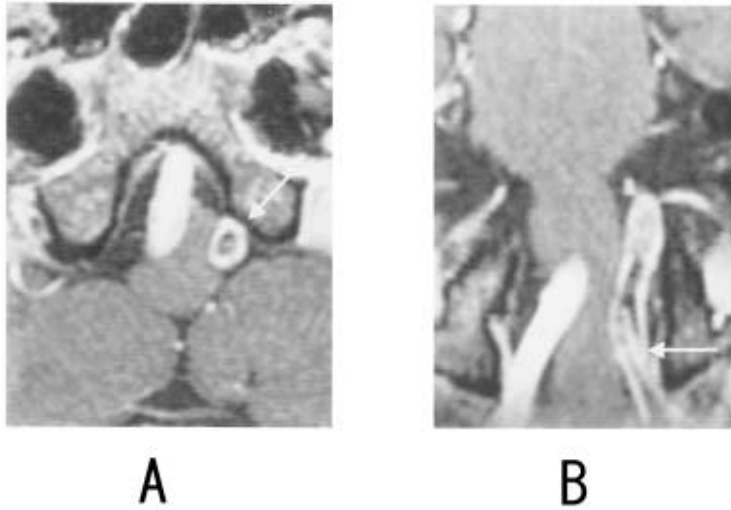


図9. Enhancement of wall and septum  
左 Wallenberg 症候群で発症した症例の造影 3-D MRI (A, B) で、閉塞した左椎骨動脈の壁と隔壁が造影されている。

に特徴的といわれている片側性の後頭部・後頸部痛は5例に認められたにすぎない。5例では、前駆症状としての軽度の頭痛や頸部の重苦感がみられた。この検討はカルテの記載を基に集計されたものであり、真の頻度はもう少し高いかもしれない。しかしながら、椎骨動脈解離には、頭痛を訴えない症例が存在することも事実である。

クモ膜下出血、大きな動脈瘤、進行性脳幹虚血症状を示した6症例に対して、動脈塞栓術あるいは手術を施行したが、残る25例は保存的に治療された。従来考えられていたよりも予後は良好で、8例で完全な症状消失が、15例で症状の改善が得られた。

#### 発生機序

頭蓋外椎骨動脈解離の発症契機として、ささいな外傷が注目されている<sup>26)</sup>。椎骨動脈解離の原因になる外傷としては、ジョギングなどのスポーツ、日常動作としてくしゃみや首の回転、不自然な体位での睡眠、強直性痙攣、蘇生時、挿管時における頸部の過伸展などが報告されている。整体療法後に発症する例が多いことは特

筆すべきであろう。最近、ゴルフスウィング後に打球を目で追いかけることにより発症することが、新聞で話題になった。私どもの経験でも、ママさんバレーでアタックした瞬間、競りで「買った」と手を挙げた瞬間、肩車の子供を降ろそうとして転んだ時、などが発症の契機になっている。医師が診療中に発症した例もある。問診中に「それで？」と振り向いた瞬間に発症したのである。頭蓋内椎骨動脈解離31症例の検討では、発症時の状態が記載されていた21例中10例で関連性の推定される出来事が認められた。ささいな外傷は、間違いなく頭蓋内椎骨動脈解離でも重要な発生原因になっている。頸部の運動は椎骨動脈壁を伸展し、頭蓋内移行部での硬膜による固定部分に内膜の亀裂を生じる可能性が推定される。画像所見においても、異常が頭蓋内への移行部から始まっている例が多い。

後頭蓋窩における動脈解離は複数の動脈に及ぶことが指摘されている。頭蓋内移行部に発生した椎骨動脈解離は、大動脈解離と同様に順行性にも逆行性にも進展するのであろう。その頻



度についてはこれまで明らかでなかったが、私どもの検討では66%という多数例で解離が複数の動脈に及んでいた。神経放射線学的にとらえられない動脈解離が存在することを考慮すると、さらに高率である可能性がある。大動脈解離では、しばしば分枝や腸骨動脈に解離が進展する。頭蓋内移行部に発生した椎骨動脈解離が、同様の機序で脳底動脈や対側椎骨動脈に進展することは、想像に難くない。

### おわりに

頭蓋内椎骨動脈解離は、従来考えられていたより頻度の高い疾患であり、これまで見過ごされていた可能性が高い。最近では、椎骨動脈以外にも腹腔動脈、上腸間膜動脈、四肢の動脈などで、解離例の報告が相次いでいる。いずれの場合でも、臨床像から動脈解離を疑い、質の高い画像診断を行うことによって診断がなされている。動脈解離では画像診断が唯一の確定診断法であることを認識し、発症時期や臨床症状を考慮して適切な検索を行う必要がある。

### 文 献

- Yonas H, Agamanolis D, Takaoka Y, White RJ: Dissecting intracranial aneurysms. *Surg Neurol* 1977; 8: 407-415
- Yamaura A, Watanabe Y, Saeki N: Dissecting aneurysms of the intracranial vertebral artery. *J Neurosurg* 1990; 72: 183-188
- Shimoji T, Bando K, Nakajima K, Ito K: Dissecting aneurysm of the vertebral artery. Report of seven cases and angiographic findings. *Neurosurg* 1984; 61: 1038-1046
- Friedman AH, Drake CG: Subarachnoid hemorrhage from intracranial dissecting aneurysm. *J Neurosurg* 1984; 60: 325-334
- Berger MS, Wilson CB: Intracranial dissecting aneurysm of the posterior circulation: Report of six cases and review of the literature. *J Neurosurg* 1984; 61: 882-894
- Caplan LR, Baquis GD, Pessin MS, D'Alton J, Adelman LS, DeWitt LD, et al.: Dissection of the intracranial vertebral artery. *Neurology* 1988; 38: 868-877
- 細矢貴亮, 鈴木真里子, 山口昂一, 山際修: 「基幹動脈を除く動脈瘤・動静脈瘻の画像診断」 脳動脈瘤の画像診断. *画像診断* 1987; 7: 288-298
- Quint DJ, Spickler EM: Magnetic resonance demonstration of vertebral artery dissection. Report of two cases. *J Neurosurg* 1990; 72: 964-967
- Gelbert F, Assouline E, Hodes JE, Reizine D, Woimant F, George B, et al.: MRI in spontaneous dissection of vertebral and carotid arteries. 15 cases studied at 0.5 tesla. *Neuroradiology* 1991; 33: 111-113
- Iwama T, Andoh T, Sakai N, Iwata T, Hirata T, Yamada H: Dissecting and fusiform aneurysms of vertebro-basilar systems. MR imaging. *Neuroradiology* 1990; 32: 272-279
- Kitanaka C, Tanaka J, Kuwahara M, Teraoka A: Magnetic resonance imaging study of intracranial vertebrobasilar artery dissection. *Stroke* 1994; 25: 571-575
- Kasner SE, Hankins LL, Bratina P, Morgenstern LB: Magnetic resonance angiography demonstrates vascular healing of carotid and vertebral artery dissections. *Stroke* 1997; 28: 1993-1997
- Mascalchi M, Bianchi MC, Mangiafico S, Ferrito G, Puglioli M, Marin E, et al.: MRI and MR angiography of vertebral artery dissection. *Neuroradiology* 1997; 39: 329-340
- Mokri B, Houser OW, Sandok BA, Piepgras DG: Spontaneous dissections of the vertebral arteries. *Neurology* 1988; 38: 880-885
- Caplan LR, Tetteborn B: Vertebrobasilar occlusive disease: Review of selected aspects. 1 Spontaneous dissection of extracranial and intracranial posterior circulation arteries. *Cerebrovasc Dis* 1992; 2: 256-265

16. Hosoya T, Watanabe N, Yamaguchi K, Kubota H, Onodera Y: Intracranial vertebral artery dissection in Wallenberg syndrome. *AJNR Am J Neuroradiol* 1994; 15: 1161-1165
17. Hosoya T, Nagahata M, Yamaguchi K: Prevalence of vertebral artery dissection in Wallenberg syndrome: neuroradiological analysis of 93 patients in the Tohoku district, Japan. *Radiation Medicine* 1996; 14: 241-246
18. Hosoya T, Adachi M, Yamaguchi K, Haku T, Kayama T, Kato T: Clinical and neuroradiological features of intracranial vertebrobasilar artery dissection. *Stroke* 1999; 30: 1038-1090
19. Ojemann RG, Fisher CM, Rich JC: Spontaneous dissecting aneurysm of internal carotid artery. *Stroke* 1972; 3: 434-440
20. Rodacki MA, Mello LR: Bilateral dissecting aneurysms of the extracranial vertebral arteries associated with cervical carotid artery aneurysm. *AJNR* 1990; 11: 1147-1149
21. Kunze ST, Schiefer W: Angiographic demonstration of a dissecting aneurysm of the middle cerebral artery. *Neuroradiology* 1971; 2: 201-206
22. Okuchi K, Watabe Y, Hiramatsu K, Tada T, Sakai T, Kyoï K, et al.: Dissecting aneurysm of the vertebral artery as a cause of Wallenberg's syndrome. *Neurol Surg* 1990; 18: 721-727
23. Pozzati E, Padovani R, Fabrizi A, Sabantini L, Gaist GJ: Benign arterial dissection of the posterior circulation. *Neurosurg* 1991; 75: 69-72
24. Chiras J, Marciano S, Molina JV, Touboul J, Poirier B, Bories J: Spontaneous dissecting aneurysm of the extracranial vertebral artery (20 cases). *Neuroradiology* 1985; 27: 327-333
25. Murray JG, Manisali M, Flamm SD, VanDyke GW, Lieber ML, Lytle BW, et al.: Intramural hematoma of the thoracic aorta: MR image findings and their prognostic implications. *Radiology* 1997; 204: 349-355
26. Sturzenegger M: Headache and neck pain: The warning symptoms of vertebral artery dissection. *Headache* 1994; 34: 187-193

## **Clinical and Radiological Features of Vertebral Artery Dissection**

Takaaki Hosoya

*Department of Radiology Yamagata University School  
of Medicine, Yamagata 990 - 9585, Japan*

### **ABSTRACT**

It had been believed that vertebral artery dissection was a rare and dangerous clinical condition because it caused subarachnoid hemorrhage resulting in death. Our observations suggested that vertebral artery dissection was not only the most frequent cause of Wallenberg syndrome, but also a frequent cause of vertebrobasilar ischemic strokes. Actually some patients presented no or only minor symptoms. There is much possibility that intracranial vertebral artery dissection presenting in other than a serious illness has been overlooked. Vertebral artery dissection is probably common disease, however, we scarcely obtain a correct diagnosis of vertebral artery dissection, if it is not suspected clinically. MR examination or angiography, which is the only method to confirm vertebral artery dissection, requires a high quality of imaging according to the course of clinical status for the definite diagnosis. It is important to suggest vertebral artery dissection clinically, and so physicians should keep in mind that such patients usually complain of unilateral occipital headache and/or posterior neck pain with a sudden onset, or frequently suffer minor or trivial trauma. Vertebral artery dissection should be also considered as a cause of vascular disease in the posterior fossa.

**Key words:** Vertebral artery, artery dissection, MRI, angiography, stroke