



## 紹介の理由

頭蓋内硬膜動静脈瘻は、硬膜動脈と静脈洞とのシャントであり、その静脈還流様式については多くの報告が見られる。しかしながら、瘻孔部や静脈洞近傍の血管構築について評価した報告は少ない。本研究は、回転血管撮影のMIP画像を基に、硬膜動静脈瘻の瘻孔部の血管構築を詳細に評価しており、特に“shunted pouch”という、静脈洞の外側に存在する瘻孔部について、その詳細な画像所見を明らかにしている。Shunted pouchの理解は、硬膜動静脈瘻の診断と治療に有用であり、特に、同部の選択的な塞栓によって、静脈洞内腔を温存しつつ、動静脈瘻の閉塞が可能となる場合もある。本稿は、硬膜動静脈瘻の塞栓を行う上で、有用な論文である。

## 原著

Kiyosue H. et al

Angioarchitecture of Transverse-Sigmoid Sinus Dural Arteriovenous Fistulas: Evaluation of Shunted Pouches by Multiplanar Reformatted Images of Rotational Angiography

AJNR Am J Neuroradiol 34: 1612-1620, 2013

## 対象と方法

2008年6月から2011年11月にかけて、回転脳血管撮影を施行した横・S状静脈洞硬膜動静脈瘻25連続症例を後方視的に解析し、その画像所見とIVR手技を検討した。対象は47歳から84歳までの患者で、平均66歳、男性が17名、女性が8名である。横・S状静脈洞硬膜動静脈瘻は、DjindjianとMerlandの分類を改定したものに従い、静脈還流路の型に応じて4型に分類した。I型：静脈洞の順行性静脈還流、IIa型：静脈洞逆流、IIa+b型：静脈洞逆流と皮質静脈逆流、IIb型：皮質静脈逆流。I型の硬膜動静脈瘻が5例、IIa型が5例、IIa+b型は9例、IIb型が6例であった。25例全員が、経静脈性塞栓術(TVE)あるいはglueを用いたTAEとのコンビネーションにより治療された。

両側の内頸動脈、外頸動脈、椎骨動脈造影がGE社Innova3131または東芝製InfinixVBのbiplane DSA装置を用いて撮影された。動静脈瘻が認められた場合は、引き続いて回転血管造影が施行された。回転角度は、200度であり、Cアームの回転速度は、Innova3131が40度/秒、InfinixVBが50度/秒。20cm FOVのflat panel detectorを用いて、512×512 matrixにてデータが収集された。MIPとvolume-renderingによる3D画像、MPR画像は回転血管撮影のデータからGE社のAdvantage Workstationを用いて、0.3mm～1mm thicknessと0.5mm intervalで作成された。すべての血管造影とMPR画像は、経験の豊かな2人の神経放射線科医の合意のもと評価された。

Shunted pouchは、MPR画像上、以下の所見を有する

- 1) 流入動脈の集中：Viewer上でMPR画像をpagingすることで、流入動脈を追跡していくと、多数の流入動脈がpouch状の血管構造に集中しているのが認められる。
- 2) 静脈洞の内腔中心からの分離：Shunted pouchは、静脈洞の内腔中心と線状構造により分離しており、静脈洞から突出している。
- 3) 瘻孔部における血管径の変化：Shunted pouchは流入動脈の口径よりも大きい。
- 4) 静脈洞内の内腔中心への造影剤の漸減性と連続性：流入動脈から注入された造影剤はshunted pouchを充填し、その後、他の流入動脈からの血液により希釈される。Shunted pouchは、静脈洞の内腔中心と1本のチャンネルまたは複数のチャンネルにより交通しており、造影剤の漸減性は、流出路周囲で観察される。

MPR画像上、shunted pouchの部位と形状、そして流入動脈との関係は、選択的な動脈造影あるいは経静脈性塞栓術の際の選択的な静脈造影の所見と相関が認められた。

全例で経静脈性塞栓術が施行され、13例でsinus packingが、12例で選択的な塞栓術が施行された。これら手技の選択は、主に、硬膜動静脈瘻のタイプやマイクロカテーテルの到達性によって決定された。Sinus packingした例でも、動静脈瘻のシャント量を減らすために、最初にshunted pouchの塞栓が施行された。Follow up DSAは、塞栓術の3～6ヵ月後に施行され、MRAは塞栓術の3ヵ月後とその後は半年毎に施行された。

## 結果

Shunted pouchは25例全例で観察された。Shunted pouchの数は、1～4個(平均2.35)認められた。硬膜動静脈瘻のそれぞれのタイプ別におけるshunted pouchの数は、タイプI：1.8、タイプIIa：2.8、タイプIIa+b：2.56、タイプIIb：2.16であった。タイプIIaとタイプIIa+bでは、shunted pouchの数が多めであった。しかしながら、これらのタイプと他のタイプの硬膜動静脈

瘻との数に統計学的な有意差は見られなかった。

Shunted pouchの部位は、16例で横静脈洞－S状静脈洞移行部の内側上方に存在し、9例でラベ－静脈に隣接して、9例でS状静脈洞の垂直部に、6例でS状静脈洞水平部の下方に、5例でS状静脈洞－内頸静脈移行部周囲に、8例で横静脈洞遠位の下方に、6例で静脈洞交会の下方に認められた。Shunted pouchと流入動脈との間には強い相関が認められた。S状静脈洞やS状静脈洞－内頸静脈移行部のshunted pouchは、高頻度に上行咽頭動脈の内頸静脈枝(20例中11例)と茎乳突孔動脈(20例中7例)が流入動脈となっていた。横－S状洞移行部とラベ－静脈のshunted pouchは両者とも後頭動脈のtransosseous branch(25例中20例)と中硬膜動脈が流入動脈となっていた。横－S状洞移行部の硬膜動静脈瘻は、錐体枝(16例中12例)や中硬膜動脈のpetrosquamous branch(16例中12例)がラベ－静脈の硬膜動静脈瘻の場合(9例中3例と9例中4例)よりも多く、流入動脈となっていた。

横静脈洞下部と静脈洞交会下部のshunted pouchは後頭動脈のtransosseous branch(13例中12例)や中硬膜動脈の後髄膜枝(13例中5例)、後髄膜動脈(13例中8例)が流入動脈となっていた。

全例が経静脈性塞栓術により、成功裏に治療された。13例がsinus packing、12例がshunted pouchの選択的塞栓術により治療された。皮質静脈逆流を有さない10例の硬膜動静脈瘻(タイプIとタイプIIa)では、9例が選択的な経静脈性塞栓術が施行された。罹患静脈洞に皮質静脈の合流が見られないタイプI硬膜動静脈瘻1例に対して、sinus packingが行われた。9例のタイプIIa+b硬膜動静脈瘻では、3例は選択的塞栓術で、6例はsinus packingで治療された。タイプIIb硬膜動静脈瘻6例は、sinus packingで塞栓された。選択的経静脈性塞栓術を受けた12例中、6例はNBCAによるTAEも施行され、3例では閉塞静脈洞のballoon angioplastyも施行された。全例が合併症なく成功裏に治療された。Sinus packingを受けた13例では硬膜動静脈瘻は消失した。選択的な経静脈性塞栓術を受けた12例中、硬膜動静脈瘻は6例で消失し、6例で著明な減少を認め、そして硬膜静脈洞の内腔中心は12例全例で温存されるかまたは再建された。

無症候性の2例を除いて、22例で症状は消失あるいは著明に改善した。治療前から広範な静脈性梗塞を有していた1例では症状の目立った改善は見られなかった。Follow up 29ヵ月の間(4～50ヵ月)、23例は硬膜動静脈瘻が閉塞した状態で維持された。1例では、TVEの10ヵ月後に上矢状静脈洞中位に再発が認められた。しかしながら、治療された横・S状洞硬膜動静脈瘻は閉塞した状態であった。新たに出現した硬膜動静脈瘻

はNBCAを用いたTAEにより消失した。選択的なTVE後に僅かに硬膜動静脈瘻の残存が見られた1例では、6ヵ月後に横・S状静脈洞硬膜動静脈瘻の増悪と拍動性耳鳴の再発が認められ、静脈洞の開存性を維持したまま選択的なTVEにより、成功裏に再治療された。

## 結 論

横・S状洞硬膜動静脈瘻の殆どがshunted pouchと固有の流入動脈を有している。これらの血管構築の理解と血管造影の詳細な評価は横・S状洞硬膜動静脈瘻の治療に有用である。

## コメント

頭蓋内硬膜動静脈瘻の治療では、マイクロコイルを用いたTVEが主要な治療法の一つとなっている。罹患静脈洞全体をpackingするsinus packingは、以前から用いられているTVEの方法の一つであるが、多くのコイルと時間が必要とされ、また、罹患静脈洞内に正常な静脈還流が認められる場合は、施行できない場合がある。一方、以前から、罹患静脈洞近傍のpouch状血管構造に流入動脈の集中する例が報告されており、複雑そうに見えた動静脈瘻が、実際にはpouch状の部分の限局的なTVEにより、動静脈瘻の消失する例が知られていた。ただし、これらは散発的な報告であり、横・S状静脈洞硬膜動静脈瘻25例というまとまった症例数の解析としては、最初の論文と思われる。筆者らは、脳動脈造影で硬膜動静脈瘻が描出された際に、引き続きflat panel detectorを用いた回転血管造影を行い、それによって得られた3D画像やMPR画像を詳細に検討した結果、全例に1～4個のshunted pouchが存在したと報告している。これはshunted pouch自体が硬膜動静脈瘻にとって通常の所見であることを意味している。また、shunted pouchの部位によって、例えば横－S状洞移行部とラベ－静脈のshunted pouchは両者とも後頭動脈のtransosseous branchと中硬膜動脈が流入動脈となるなど、部位と流入動脈との相関が認められた。

皮質静脈逆流の見られない硬膜動静脈瘻の殆どが、shunted pouchの限局的なTVEで閉塞され、また、皮質静脈逆流を有するタイプでも、最初にshunted pouchの選択的な塞栓を行うことで、動脈瘻のシャント量を減少させる効果が認められた。さらに、その後にglueを用いた流入動脈からのTAEを追加した例では、glueの静脈洞迷入を防ぐ効果があったという点は、塞栓術の技術面から見ても興味深い。Shunted pouchに着目し、その血管構築を詳細に検討することで、硬膜動静脈瘻の効率的な塞栓術が期待できる。