



Title	神経根引きぬき損傷に対する脊髄腔造影の診断能-分娩麻痺18例の検討-
Author(s)	橋本, 勉; 御供, 政紀; 平吹, 度夫 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1990, 50(4), p. 367-374
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15664
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

神経根引きぬき損傷に対する脊髄腔造影の診断能 一分娩麻痺18例の検討

大阪大学医学部放射線医学教室¹⁾

大阪大学微生物病研究所臨床部門放射線科²⁾

阪南中央病院放射線科³⁾

橋本 勉¹⁾²⁾ 御供 政紀¹⁾ 平吹 度夫¹⁾

三浦 尚¹⁾ 河合 隆治¹⁾³⁾ 今北 哲^{1)*}

原田 貢士¹⁾ 中村 仁信²⁾ 小塙 隆弘¹⁾

(平成元年4月28日受付)

(平成元年10月5日最終原稿受付)

Myelography for Nerve Root Avulsion in Birth Palsy

Tsutomo Hashimoto^{1),2)}, Masanori Mitomo¹⁾, Norio Hirabuki¹⁾, Takashi Miura¹⁾,

Ryuji Kawai^{1),3)}, Satoshi Imakita¹⁾, Koshi Harada¹⁾,

Hironobu Nakamura²⁾ and Takahiro Kozuka¹⁾

1) Department of Radiology, Osaka University Medical School

2) Department of Radiology, Research Institute for Microbial Diseases, Osaka University

3) Department of Radiology, Hannan Central Hospital

Research Code No. : 503

Key Words : Myelography, Brachial plexus, Avulsion injury,
Birth palsy, Somatosensory evoked potential

Myelography and CT myelography (CTM) were reviewed in 18 cases of birth palsy with clinically suspected avulsion injury. Root-somatosensory evoked potential (root-SEP) was also reviewed for myelographic evaluation of the nerve root avulsion in birth palsy. Root-SEP is not induced in case of avulsed nerve roots, but is induced in case of both normal and incompletely avulsed roots.

Myelography demonstrated 58 abnormal nerve roots in 18 cases (19 limbs); 45 (78%) complete and 13 (22%) incomplete nerve root avulsions. Each of complete and incomplete avulsions was defined as total absence and partial presence of rootlets on myelography, respectively.

Traumatic meningoceles were detected at 46 roots (79%) on myelography and/or CTM; 35 roots on myelography and 45 roots on CTM. CTM could not detect only a very small meningocele at one root. At 11 roots CTM was superior to myelography in delineating a meningocele because CTM is sensitive to a poorly enhanced meningocele.

CTM, however, could not diagnose nerve root avulsions so accurately as myelography, since myelography detected 12 (7 completely and 5 incompletely) avulsed roots without meningocele, whereas CTM could not delineate the nerve roots clearly. Thus, myelography is indispensable to evaluate nerve root avulsions without meningocele.

*現籍 国立循環器病センター放射線診療部

Root-SEP was examined in 9 patients who underwent brachial plexus exploration. SEP was negative at 22/25 roots with complete avulsion and was positive at 7/7 roots with myelographically incomplete avulsion, regardless of presence or absence of any traumatic meningocele. Myelography and root-SEP correlated well at 29 (92%) out of 32 roots in evaluating complete and incomplete avulsion injuries.

Myelography and root-SEP were not consistent in 3 roots. Though myelography demonstrated complete avulsions with traumatic meningocele, SEP was positive in these three roots, which were interpreted as partially avulsed roots.

We conclude that myelography is more accurate than CTM in evaluating nerve root avulsions without meningocele and is superior to root-SEP in differentiating incompletely avulsed roots from normal ones.

1. はじめに

脊髄神経根の引きぬき損傷は、強い牽引力が加わることにより神経根が根糸と脊髄との接合部で断裂し、その支配領域の知覚・運動障害をきたす疾患で、主な原因として分娩麻痺と交通外傷がある。

分娩麻痺は、骨盤位分娩や巨大児の頭位分娩などの異常分娩に際し、娩出困難な頭部や肩が強く牽引されたため生じる腕神経叢損傷である。その発生率¹⁾は0.1~0.8%とされ、分娩技術の向上により減少してきたが、妊娠糖尿病に起因する“トマトベビー”や高齢出産の増加は発生率を高める要因となっている。

分娩麻痺例の多くは一過性の症状で自然回復が期待できる。最近のマイクロサーボジャーの進歩とともに、引きぬき損傷合併例などの予後不良例に対しても早期に腕神経叢を展開し神経修復が行われるようになってきた^{2,3)}。それには、個々の神経根について損傷部位が節後損傷か節前損傷（引きぬき損傷）かを正確に把握する必要がある。知覚・運動麻痺の分布、Horner 徴候やTinel 徵候の有無、ヒスタミン試験などの臨床症状⁴⁾だけでは損傷部位の診断は困難で、脊髄腔造影⁵⁾と電気生理学的診断⁶⁾とが大きな役割を果たす。

脊髄腔造影におけるtraumatic meningoceleの形成は、Choroschko⁷⁾やMurphy et al.⁸⁾の報告以来、引きぬき損傷に特徴的な所見とされてきた。CTミエログラフィはtraumatic meningoceleの描出に優れているが、meningoceleの形成を伴わない引きぬき損傷の診断に限界があり、神経

根像・根糸像の評価には脊髄腔造影が不可欠である⁹⁾。

術中 SEP (Somatosensory Evoked Potential, 体性感覚誘発電位) は、神経根の電気刺激により誘発される脳波の導出の有無によって脊髄後根の連続性を評価するもので、他の電気生理学的検査法と組み合わせて腕神経叢の損傷部位の診断に用いられている⁶⁾。しかし、引きぬき損傷が不完全で後根の一部が残存している例では SEP が導出され、引きぬき損傷を診断できない。

分娩麻痺例での引きぬき損傷に対する脊髄腔造影の診断能を術中 SEP と比較検討し、両者の相補的な役割りを明らかにする。

2. 対象と方法

出生直後より上肢の知覚・運動障害が認められ、回復傾向に乏しいことから引きぬき損傷が疑われた分娩麻痺18例を対象とした。検査施行時の年齢は4カ月~1歳が10例、1~2歳が2例、5歳以上が6例であり、神経症状によって全型麻痺13例（1例は両側性）、上位型4例、下位型1例に分類された。

神経修復のために腕神経叢展開が施行され、術中 SEP が記録された症例は9例で、全例1歳未満である。

全身麻酔下にメトリザマイドを用いた脊髄腔造影を施行し、引き続いてCTミエログラフィを行った。CTミエログラフィは第4頸椎から第2胸椎の範囲を5mm厚、5mm間隔でスキャンし、高分解能画像再構成を行った。

CTミエログラフィではtraumatic meningoce-

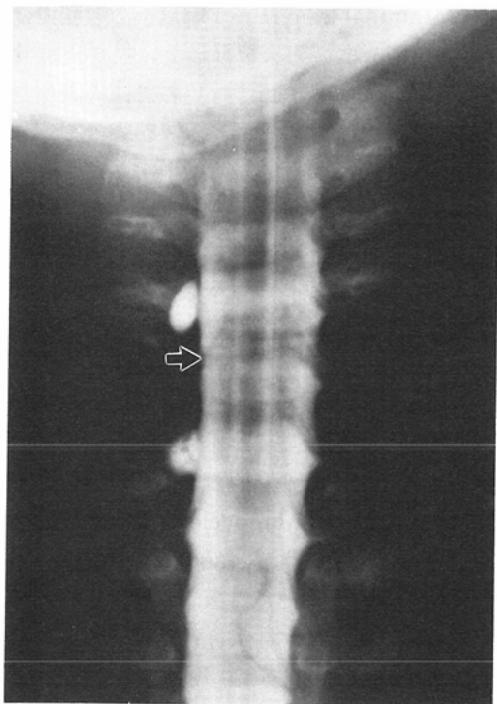


Fig. 1 4-month-old girl. An incomplete avulsion. Cervical myelography shows absence of the nerve roots and two traumatic meningoceles at the right C6 and C8 levels. On the other hand a rootlet (arrow) is depicted and no traumatic meningocele is noted at the right C7 level.

le の描出の有無について、脊髄腔造影では traumatic meningocele の描出の有無と神経根像・根糸像とについて検討した。神経根像・根糸像は、正常、神経根像の完全な消失、及び部分的な消失に分類した。神経根像の部分的な消失(Fig. 1)は、不完全な引きぬき損傷に対応する所見⁹⁾で、一部残存した神経根糸が認められるものをいう。

3. 結 果

脊髄腔造影像が正常で、CT ミエログラフィのみで異常を認めた神経根はなかった。そこで、脊髄腔造影で神経根像・根糸像の完全または部分的な消失を認めた58神経根について検討した。

まず、traumatic meningocele の描出能を比較した(Table 1)。脊髄腔造影で35根に、CT ミエログラフィで45根に、全体では46根に meningocele が描出された。脊髄腔造影で数 mm 大の小さな

Table 1 Delineation of Traumatic Meningocele by Myelography and CT Myelography

Myelography	CT Myelography		Total
	+	-	
+	34	1	35
-	11	12	23
Total	45	13	58

Table 2 Avulsion of Nerve Root on Myelography and Formation of Traumatic Meningocele

Nerve Root on Myelography	Traumatic Meningocele		Total
	+	-	
Complete Avulsion	38	7	45
Incomplete Avulsion	8	5	13
Total	46	12	58

traumatic meningocele を認めた 1 根は、CT ミエログラフィでは正常の神経根嚢と区別できず meningocele を見逃した。一方、脊髄腔造影では traumatic meningocele を捉えることができなかつたにもかかわらず、CT ミエログラフィで meningocele を描出できた神経根が 11 根 (19%) あった。

次に、脊髄腔造影での神経根像と traumatic meningocele の有無との関係を検討した (Table 2)。ここでは、CT ミエログラフィまたは脊髄腔造影のいずれかで traumatic meningocele を認めた 46 根を meningocele の形成ありとした。神経根像の完全な消失を認めた 45 根 (78%) のうち、38 根に traumatic meningocele が形成され、7 根には meningocele の形成を認めなかつた。不完全な引きぬき損傷を示唆する神経根像の部分的な消失は 13 根 (22%) に認められ、8 根に traumatic meningocele が形成され、5 根には meningocele の形成を認めなかつた。

さらに、腕神経叢を展開した 9 例で脊髄腔造影の所見を術中 SEP の成績と比較した (Table 3)。32 神経根に脊髄腔造影で引きぬき損傷を認めた。神経根が完全に引きぬかれた場合に、SEP は導出されない。神経根像が完全に消失した 25 根のうち

Table 3 Myelographic Findings and Root-SEP for 32 Roots with Brachial Plexus Exploration

Myelography	root-SEP		Total
	-	+	
Complete Avulsion of Nerve Root	22	3	25
Meningocele(+)	14	3	17
Meningocele(-)	8	0	8
Incomplete Avulsion of Nerve Root	0	7	7
Meningocele(+)	0	2	2
Meningocele(-)	0	5	5
Total	22	10	32

SEP : Somatosensory Evoked Potential

22根はSEPが導出されなかった(有微正診率88%)。神経根像が消失していたにもかかわらずSEPが導出された3根は、いずれもtraumatic meningoceleを伴っていた。神経根像の部分的な消失を認めた7根では、traumatic meningoceleの有無に関わらずSEPが導出された。これは引きぬき損傷が不完全で、根糸が一部残存していたことを示している。SEPの測定が行われなかつた神経根を除いて、脊髄腔造影で正常と判定した神経根ではすべてSEPが導出された(無微正診率100%)。引きぬき損傷が完全か不完全かについてのSEPを基準とした脊髄腔造影の正診率は91%(32根中29根)であった。

4. 考 察

最近のマイクロサージェリの進歩とともに、従来の保存的療法に加えて、分娩麻痺に対して積極的に外科的治療が試みられている²⁾³⁾。神経根が保たれている節後損傷には、もとの神経根を温存しその再生を期待する神経剥離術や神経移植術などの神経修復術が行われる。これに対して、神経根が断裂している引きぬき損傷には、現在の技術では直接の神経修復是不可能なので、肋間神経や副神経を用いた神経移行術が行われる。このように、分娩麻痺の治療方針の決定に際して損傷部位の診断は極めて重要な意味を持つ。

腕神経叢麻痺の損傷部位の診断には、脊髄腔造影⁵⁾が重要な位置を占める。これは、腕神経叢を展開した場合に見かけ上連続性を保つ引きぬき損傷

(intraforaminal lesion)が1割以上の頻度で認められており⁶⁾、椎弓切除を行わない限り脊椎管内の神経根の形態が観察できないので、肉眼所見のみでの引きぬき損傷の診断に限界があることによる。

ところが、Neuenschwander et al.¹⁰⁾が乳幼児の分娩麻痺例を対象にmetrizamideを用いた脊髄腔造影について報告している他には、分娩麻痺の画像診断はこれまで十分に検討されてこなかった。また、交通外傷が複数の部位の損傷を伴いやすいのに比べ、分娩麻痺は外傷として比較的単純であり、画像診断の立場から引きぬき損傷の病態を解析する上でも分娩麻痺の検討が重要である。

I. traumatic meningocele の診断的意義

脊髄腔造影におけるtraumatic meningoceleの形成は引きぬき損傷に特徴的な所見とされてきた⁵⁾⁷⁾⁸⁾。CTミエログラフィは、脊髄腔造影よりtraumatic meningoceleの描出に優れている⁹⁾。図(Fig. 2)に示したように、traumatic meningoceleが形成されてもクモ膜下腔との交通性に乏しく、造影剤がmeningocele内へ容易に流入しない場合がある。CTは、このような脊髄腔造影では捉えられない低濃度の造影剤を描出することができ、しかも横断面内での観察を可能とする。我々の検討では、脊髄腔造影で捉えられないtraumatic meningoceleを、CTミエログラフィで58根中11根(19%)に明瞭に描出することができた(Table 1)。

しかし、traumatic meningoceleの描出のみでは神経根引きぬき損傷の診断は十分ではない。まず、CTミエログラフィではtraumatic meningoceleと神経根との対応が脊髄腔造影ほど明確ではなく、meningoceleが大きい場合に引きぬかれた神経根の同定が困難であった。

さらに、より重要なのはtraumatic meningoceleを伴わない引きぬき損傷¹¹⁾¹²⁾の存在である。Sunderland¹³⁾は、引きぬき損傷の生じる機序について検討し、脊髓硬膜が断裂しtraumatic meningoceleが形成されても必ずしも神経根は引きぬかれること(peripheral mechanism)を示すと共に、脊髓硬膜の断裂を伴わない根引きぬきの可能

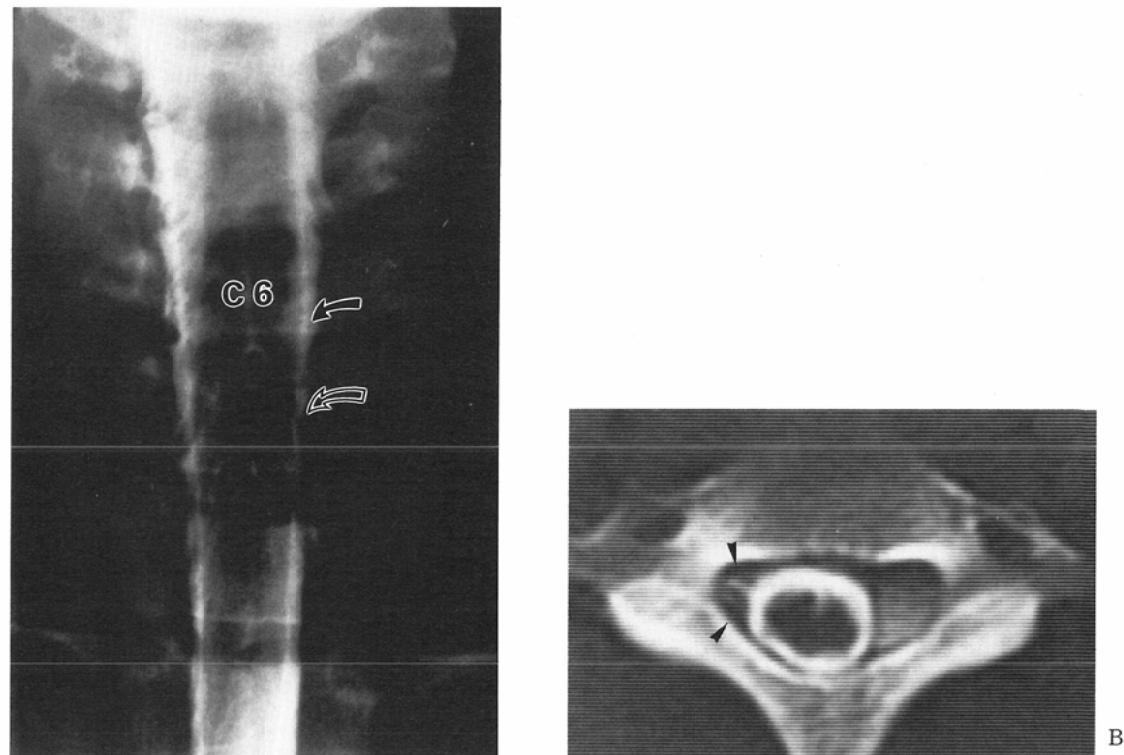


Fig. 2 8-year-old girl. A poorly enhanced traumatic meningocele.

Myelography (A) shows no traumatic meningocele. However, the spinal cord is deviated to the right and the subarachnoid space is narrow on the left side. The left C7 nerve root (arrow) is absent and the left C8 nerve root (open arrow) is partially present. CT myelography at the C7 root level (B) demonstrates a poorly enhanced traumatic meningocele on the left and normal anterior and posterior nerve root sleeves (arrow heads) on the right.

性 (central mechanism) を指摘した。また、一度断裂した脊髄硬膜が修復された場合にも traumatic meningocele は描出されなくなる¹⁴⁾。このように、神経根の引きぬきと traumatic meningocele の形成とは、本来直結するものではない。

我々の検討では、meningocele を伴わない引きぬき損傷を58根中12根 (21%) に認めた。traumatic meningocele を伴わない引きぬき損傷が正確に診断されるようになったのは、油性造影剤では困難であった神経根の描出が水溶性造影剤の導入により容易となり、脊髄腔造影により神経根像・根糸像の消失という直接所見が明瞭に得られるようになったためと考えられる。

CT ミエログラフィでは、5mm 程度の薄いスラ

イスを用いれば成人の正常の神経根像の同定は容易である (Fig. 2B)。しかし、身体の小さい乳幼児が対象であり、traumatic meningocele によりクモ膜下腔が圧排・変形されている場合に、CT ミエログラフィでの神経根像の描出は困難で、引きぬき損傷の診断には限界があった (Fig. 3)。

II. 不完全引きぬき損傷の診断

我々の脊髄腔造影による検討では、神経根像の部分的な消失が13根 (22%) に認められた (Table 2)。不完全な引きぬき損傷に対応する“神経根像・根糸像の部分的な消失”の捕捉には、両斜位での神経根の充分な描出と健常側や上下の神経根像・根糸像との比較が重要であった。

不完全引きぬき損傷については、その存在を否

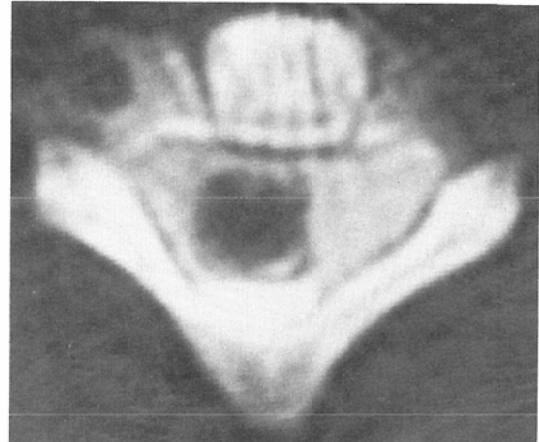


Fig. 3 6-month-old boy. Bilateral birth palsy.

Myelography (A) shows bilateral multiple meningoceles. Since the subarachnoid space is deformed and narrowed by the meningoceles, the evaluation of the nerve roots is difficult. CT myelography (B) also shows bilateral meningoceles without visualization of the residual rootlets. SEP was recorded at the right C7 and C8 nerve roots.

定する見解⁵⁾もあるが、脊髄神経の根糸が一部分残存していたという報告¹¹⁾¹⁴⁾¹⁵⁾は多数あり、前根が後根より引き抜かれやすい¹³⁾こともよく知られている。これまで、不完全引きぬきの病態を考慮して画像診断を検討した報告は少なく¹⁶⁾、とくに分娩麻痺例を対象とした報告は初めてと思われる。

traumatic meningocele の有無と引きぬき損傷の程度との関係では、meningocele を伴っていたものの大部分は完全引きぬき損傷であった (Table 2)。これは、meningocele が形成される程の強い外力が加わった場合 (peripheral mechanism) には、実際には神経根も完全に引きぬかれている可能性が高いことを示している。不完全引きぬき損傷に伴う meningocele (Fig. 4) は、我々の検討では小さいものが多く、加わった外力が比

較的弱いことに関係していると思われた。一方、meningocele を伴わないものは、完全引きぬきと不完全引きぬきとがほぼ同数見られ、脊髄硬膜の断裂を伴わない引きぬき (central mechanism) の関与が考えられた。

III. 脊髄腔造影と SEP の比較

脊髄腔造影が形態診断であるのに対して、SEP は機能検査であり、脊髄後根が電気生理学的に連続しているかどうかについての情報を与える。これまで述べた脊髄腔造影の診断能を検討するため、我々は術中 SEP との比較を行った。

腕神経叢展開が施行された分娩麻痺 9 例の検討 (Table 3) では、脊髄腔造影の完全引きぬきに関する無微正診率は 100% で、有微正診率は 88% (22/25) であった。この診断率は、長野ら¹⁷⁾による脊髄腔造影の“信頼率” 91.5% と同等以上であり、神

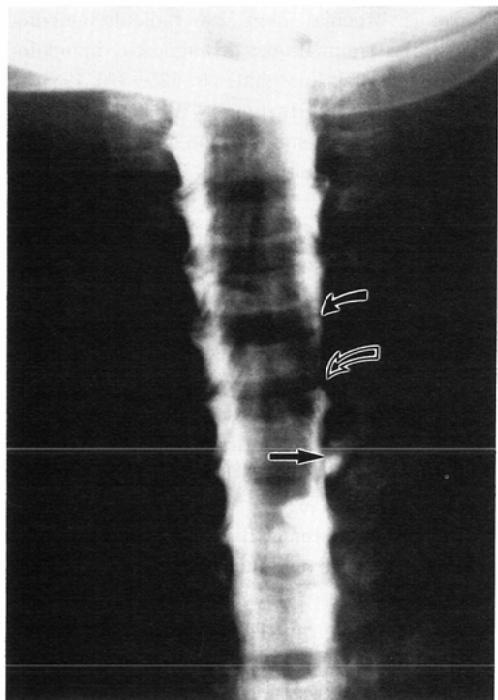


Fig. 4 4-month-old girl. Avulsions with and without meningocele.

Myelography shows a complete avulsion without meningocele (solid curved arrow), an incomplete avulsion without meningocele (open curved arrow), and an incomplete avulsion with a traumatic meningocele (straight arrow).

経根象・根糸像という直接所見に基づく診断の正確さを示している。

両者の不一致例は、脊髄腔造影で神経根像の完全な消失を認めながら SEP が導出された 3 神経根である。我々は、この 3 根がいずれも traumatic meningocele を伴っており、しかも隣接した神経根が引きぬかれていることから、正常根ではなく不完全引きぬき損傷根であると考えている。このように、meningocele でクモ膜下腔が圧排されている場合 (Fig. 3) には、残存した神経根像を脊髄腔造影で見逃す可能性があり、SEP による神経根の残存の評価が必要となる。

神経根像の部分的な消失が認められた 7 根では、traumatic meningocele の有無にかかわらず (Fig. 4)，すべてに SEP が導出された。このよう

に、SEP は後根が一部でも残存していれば導出されるため、閾値の上昇から推測される場合¹⁶⁾を除けば、正常根と不完全な引きぬき損傷根とを鑑別できない。脊髄腔造影と電気生理学的診断との不一致例は、これまで脊髄腔造影の誤診例とされてきたが、その一部はこのような不完全引きぬき損傷である。引きぬき損傷が完全か不完全かについての SEP を基準とした脊髄腔造影の正診率は 91% (29/32) であった。

我々の検討では、部分的な神経根像の消失が 22% (13/58) に認められ、神経根像の完全消失例にも不完全な引きぬき損傷が一部 (3/32) 含まれていた。このことは不完全な引きぬき損傷が例外的なものではないことを示している。不完全引きぬき損傷に対して神経根を温存し神経移植を行ったが成績は不良であり、完全引きぬき損傷に準じた神経移行術を選択すべきである¹⁶⁾という報告もある。脊髄腔造影と電気生理学的診断との相補的な役割に留意し、不完全引きぬき損傷を正確に診断することが重要である。

脊髄腔造影は不完全な引きぬき損傷を評価できる点で SEP に優っているが、残存した根糸が前根と後根のいずれに属すのかは明らかでなく、腕神経叢についての情報も得られない。引きぬき損傷に対する CT⁹⁾¹⁸⁾¹⁹⁾や MRI (magnetic resonance imaging)²⁰⁾の役割は、現時点での空間分解能が不十分なため、traumatic meningocele の有無による診断にとどまっている。MRI では腕神経叢部での損傷が診断可能であり²⁰⁾、将来、根糸像が確実に描出可能となれば、引きぬき損傷を前根と後根とに分けて神経根糸のレベルで評価できるので、今後の発展が期待される。

5. 結論

分娩麻痺 18 例 19 肢を対象に、神経根引きぬき損傷に対する脊髄腔造影の診断能を検討し以下の結論を得た。

- 引きぬき損傷は 58 神経根に認められ、完全引きぬき損傷 45 根 (78%) と不完全引きぬき損傷 13 根 (22%) とに分類した。traumatic meningocele の形成を伴わない引きぬき損傷は 12 根 (21%) あり、脊髄腔造影での神経根像・根糸像の詳細な読

影に基づく診断が不可欠であった。

2. 腕神経叢を展開した9例について、脊髄腔造影の所見を術中SEP(体性感覚誘発電位)の成績と比較した。完全引きぬき損傷に対する無徵正診率は100%で、有徵正診率は88%(22/25)であった。引きぬき損傷が完全か不完全かについてのSEPを基準とした脊髄腔造影の正診率は91%(29/32)であった。

3. SEPは神経根のわずかな残存を捉えることができ、脊髄腔造影はSEPで鑑別できない不完全引きぬき損傷を診断できる。両者の相補的な役割に留意し、不完全引きぬき損傷を正確に診断することが重要である。

ここで用いた術中SEPの成績は小野啓郎教授をはじめとする大阪大学医学部整形外科学教室の業績に負うもので、ここに深謝する。

本論文の要旨は昭和63年2月20日第17回神経放射線研究会(筑波)において発表した。

文 献

- 1) 島田信宏、吉田耕太郎：分娩麻痺の予防、(In)伊丹康人、西尾篤人編、整形外科Mook、51、腕神経叢麻痺の診断と治療、p161-168、1987、金原出版、東京
- 2) Gilbert A, Tassin JL: Obstetrical palsy: A clinical, pathologic, and surgical review. (In) Terzis JK, ed: Microreconstruction of Nerve Injuries, p529-553, 1987, WB Saunders, Philadelphia
- 3) Kawabata H, Masada K, Tsuyuguchi Y, et al: Early microsurgical reconstruction in birth palsy. Clin Orthop 215: 233-242, 1987
- 4) 原 徹也：外傷性腕神経叢麻痺に関する臨床的研究、日整会誌、39: 959-985, 1966
- 5) Virapongse C, Kier EL: Trauma to the spinal cord and nerve roots. (In) Shapiro R, ed: Myelography, 4th ed, p247-281, 1984, Yearbook, Chicago
- 6) 杉岡 宏：腕神経叢損傷の臨床的研究—術中体性感覚誘発電位、誘発神経活動電位による損傷部位の検討—、日整会誌、57: 5-20, 1983
- 7) Choroschko V: De la rupture des racines du plexus brachial dans les radiculo-funiculoplexites traumatiques. (Diagnostic lipiodolradiologique). Encéphale 30: 126-130, 1935
- 8) Murphey LCF, Hartung MW, Kirklin CJW: Myelographic demonstration of avulsing injury of the brachial plexus. AJR 58: 102-105, 1947
- 9) 橋本 勉、御供政紀、平吹度夫、他：脊髄神経根引きぬき損傷に対するCTミエログラフィと脊髄腔造影との比較一分娩麻痺18例の検討一、臨床放射線、34: 1397-1402, 1989
- 10) Neuenschwander S, Brauner M, Gilbert A, et al: La myélographie cervicale à la métrizamide dans les paralysies obstétricales du plexus brachial. Ann Radiol 23: 93-98, 1980
- 11) Taylor PE: Traumatic intradural avulsion of the nerve roots of the brachial plexus. Brain 85: 579-602, 1962
- 12) Davies ER, Sutton D, Bligh AS: Myelography in brachial plexus injury. Br J Radiol 39: 362-371, 1966
- 13) Sunderland S: Mechanisms of cervical nerve root avulsion of the neck and shoulder. J Neurosurg 41: 705-714, 1974
- 14) Jaeger R, Whiteley WH: Avulsion of the brachial plexus. JAMA 153: 633-635, 1953
- 15) Tarlov IM, Day R: Myelography to help localize traction lesions of the brachial plexus. Am J Surg 88: 266-271, 1954
- 16) 松田英雄、近藤正樹、吳家守二、他：早期手術療法。(In)伊丹康人、西尾篤人編、整形外科Mook、51、腕神経叢麻痺の診断と治療、p77-91、1987、金原出版、東京
- 17) 長野 昭、津山直一、高橋雅足、他：腕神経叢損傷—Metrizamide myelographyの信頼性について—、整形外科、34: 1648-1650, 1983
- 18) Morris RE, Hasso AN, Thompson JR, et al: Traumatic dural tears: CT diagnosis using metrizamide. Radiology 152: 443-446, 1984
- 19) Petras A, Sobel DF, Mani JR, et al: CT myelography in cervical nerve root avulsion. J Comput Assist Tomogr 9: 275-279, 1985
- 20) Rapoport S, Blair DN, McCarthy SM, et al: Brachial plexus: Correlation of MR imaging with CT and pathologic findings. Radiology 167: 161-165, 1988