脊髄髄膜瘤術後に遅発性に発症した脊髄係 留症候群の泌尿器科的検討

東北大学医学部泌尿器科学教室 (主任: 折笠精一教授)

浪間 孝重 内 啓一郎 中川 晴夫

相沢 正孝 折笠 精一

UROLOGICAL ASSESSMENT FOR TETHERED CORD SYNDROME OF DELAYED ONSET FOLLOWING REPAIR OF MENINGOMYELOCELE

Takashige Namima, Keiichirou Uchi, Haruo Nakagawa,
Masataka Aizawa and Seiichi Orikasa
Department of Urology, Tohoku University School of Medicine

(Purpose and Materials) Out of 84 patients with meningomyelocele repaired at birth, 14 (15.7%) children (6 boys and 8 girls, average 8.8 year-old) who underwent cord untethering for tethered cord syndrome of delayed onset (Delayed TCS) were urologically evaluated.

(Results) Eleven (78.5%) children were detected orthopedically by deterioration of lower extremities function and only 3 (21.5%) were detected urologically.

Preoperative urodynamic study, however, revealed in 5 children aggravation of urinary tract dysfunction, including accelerated uninhibited contraction in 4, impaired bladder compliance in 3, decreased bladder capacity in 2 and recurrence of VUR in 1. Although there were no particular urinary symptoms for detection of Delayed TCS, aggravation of uninhibited contraction seemed to be one of the most important findings.

After untethering, deterioration or normalization of urological dysfunction was not seen. Six of 14 children had favorable clinical results, such as improvement of uninhibited contraction, increasing of bladder compliance and capacity, prolongation of dry time and disappearance of VUR. In 3 children Delayed TCS were detected by postoperative improvement of urinary tract function.

Consequently, of 14 children who were evaluated preoperatively and postoperatively 8 (52.7%) had urological impairment compatible with Delayed TCS.

(Conclusions) It is not easy to detect the urological deteriorations associated with Delayed TCS behind initial neuro-urological deficits. Careful and regular follow-up examinations are required to early detection of Delayed TCS. The fact that urinary tract dysfunction improved in some cases after untethering encourages aggressive surgical untethering of Delayed TCS.

Key words: tethered cord syndrome, urinary tract dysfunction, surgical untethering

要旨: (目的) 出生時に整復術を受けた脊髄髄膜瘤84例のうち, 下肢機能や尿路機能の劣化を認め, 遅発性の脊髄係留症候群として, 係留解除術がなされた14例 (男6例・女8例, 3~15歳, 平均8.8歳) の泌尿器科的検討を行った。

(結果) 泌尿器科的劣化で発見されたものが3例, 整形外科的劣化で発見されたものが11例であった。14例中8例 (52.7%) に尿流動態検査で尿路機能の劣化が認められたが, 術前に劣化を診断できたのは5例であり, 残り3例は術後の尿路機能の改善から泌尿器科的劣化の存在が同定された。泌尿器科的劣化による自覚症状の変化は乏しいが, 無抑制膀胱収縮の顕性化を4例 (80%) に認め特徴的な所見であっ

外科的劣化の有無，係留解除術後の短期成績についての検討を行った。

泌尿器科的劣化および術後成績の判定は Delayed TCS 発症前，発見時ならびに係留解除後 3～20 カ月（平均 4.8 カ月）の時点で，自覚症状・他覚所見（主に尿流動態検査）の変化をもとに行った。術後成績については，臨床的な変化を重視して，尿路管理上有利な推移と考えられる場合は改善ありと判定した。

尿流動態検査は，原則として非鎮静下で，7Fr. Double lumen catheter による膀胱内圧と会陰部の双極誘導表面電極による筋電図の同時測定で行い，膀胱容量・膀胱コンプライアンスと Bauer ら⁴⁾の分類に準じて，排尿筋の活動性・括約筋の協調性を検討した。すなわち，排尿筋の活動性は，areflexia（以下，AR）と hyperreflexia（以下，HR）に分類した。HR は 15cmH₂O 以上の無抑制膀胱収縮の有無を指標とし，無抑制膀胱収縮の出現時の膀胱容量とその振幅から増悪・改善をみた。さらに，括約筋の協調性は，排尿時に括約筋筋電図の活動性が低下する synergia（以下，SY），排尿筋括約筋協調不全および用手排尿時に括約筋筋電図の活動性が増加する dyssynergia（以下，DYS）と括約筋筋電図の活動性を認めない incompetence（以下，IC）に分類した⁵⁾。また，VUR の有無は，排尿時膀胱尿道造影にて判定した。

Delayed TCS 発症前の下部尿路機能をみると，排尿筋の活動性では AR 10 例，HR 4 例（図 2），括約筋の協調性では，DYS 9 例，IC 4 例，SY 1 例であった。また，VUR は，Delayed TCS 発症前 3 例に認められた。

結 果

1. Delayed TCS 発見の契機

Delayed TCS 発見の契機をみると 14 例中 11 例（78.5%）が整形外科的劣化で，3 例（21.5%）が泌尿器科的劣化で発見された（図 1）。その内訳は，整形外科的劣化では，Tension sign (straight leg raising test 陽性) の出現（4 例），歩行障害増悪（2 例），下肢痛・腰痛（2 例），前・側弯増悪（2 例），下肢変形増悪（1 例）であった。泌尿器科的劣化は，3 例とも無抑制膀胱収縮の出現ないしは増悪であり，1 例では膀胱コンプライアンスの低下を，1 例では VUR の再発が同時に認められた（図 3）。

2. Delayed TCS 術前評価

これら Delayed TCS が疑われた症例について，泌尿器科ならびに整形外科にて術前評価を行った。整形

図 1 Delayed TCS の障害様式

泌尿器科的劣化で発見された症例が 3 例，術前評価にて泌尿器科的劣化を認めた症例が 2 例，術後評価にてはじめて Delayed TCS の潜在を認めた症例が 3 例で，計 8 例に Delayed TCS に矛盾しない尿路機能の障害がみられた。

図 2 排尿筋の活動性の推移

*：排尿筋過反射の増強を認めた症例。不変：術前後で変化を認めない症例，変化：術後再び排尿筋無反射と判定された症例，改善：排尿筋過反射の改善がみられた症例。

外科的劣化で発見された11例中2例で泌尿器科的劣化の合併が認められた（図1）。その内訳は，自覚症状の変化を伴わない無抑制収縮の増強および膀胱容量・膀胱コンプライアンス低下が1例と，自覚症状でのCIC時尿道痛と他覚所見での膀胱容量・膀胱コンプライアンス低下が1例であった。以上の2例を加えて術前評価にて14例中5例（35.7%）に，Delayed TCS に矛盾しない尿路機能の劣化が認められた（表1）。

Delayed TCS 発見前後の排尿筋の活動性（図2）・括約筋の協調性をみると，発症前 AR の10例中2例が HR への変化がみられた。また，HR の4例中1例が AR となり，残る3例中2例では HR の増悪が認められた。括約筋の協調性では，明らかな変化は同定できなかった。

一方，泌尿器科的劣化で発見された3例中2例で下肢変形増悪，Tension sign 出現などの整形外科的劣化の合併が確認された（図1，表1）。

図3 無抑制膀胱収縮の出現をみた症例

症例12：3歳からのCICにより高度VURが消失した症例で、92年（10歳）の定期検査（A）では、VURはなく、蓄尿期の無抑制膀胱収縮もみられなかったが、93年（11歳）の定期検査にて、VURの再発と無抑制膀胱収縮の出現を認め、Delayed TCSと診断した。

表2 Delayed TCS 係留解除術後成績

症例	氏名	整形外科 改善度	泌尿器科 改善度	自覚症状	他覚所見
1	T.K	不変	改善△	Dry time 延長	VUR 消失
2	Y.K	不変	変化なし	変化なし	変化なし
3	T.H	不変	改善なし	改善なし	改善なし
4	S.S	改善	変化なし	変化なし	変化なし
5	K.M	不変	変化なし	変化なし	変化なし
6	Y.Y	改善	改善△	便意出現	変化なし
7	M.M	改善	改善○	Dry time 延長	BU 改善 BC (6.5→24.0) 改善 BV (130→300) 増加
8	M.A	不変	改善○	改善なし	BU 消失
9	Y.G	改善	変化なし	変化なし	変化なし
10	K.S	改善	改善△	尿意明瞭化	BV (400→270) 減少
11	M.O	改善	改善○	尿道痛消失	BC (4.0→21.3) 増加 BV (100→320) 増加
12	Y.N	なし	改善なし	改善なし	改善なし
13	H.K	改善	変化なし	変化なし	変化なし
14	C.Y	改善	変化なし	変化なし	変化なし

改善○：術前○・○→術後評価で改善
改善△：術前△→術後評価で改善
改善なし：術前○・○→術後評価で改善なし
変化なし：術前後で変化を認めない

3. 係留解除術後の成績

脳神経外科にて施行した術前のMRIでは、全例で低位脊髄円錐が認められ、内5例では脊髄空洞症が合

併しており、全例が、当院脳神経外科にて係留解除術が施行された。

係留解除術後の成績を表2に示した。術後も、全例

図4 術後無抑制収縮が消失した症例

症例8：自覚症状に変化はみられなかったが、91年の定期検査(A)にて無抑制膀胱収縮の増強が認められ、歩行障害の増悪が確認されて、Delayed TCSとして係留解除術を施行した。術後3ヵ月(92年)の検査(B)では、蓄尿期の無抑制膀胱収縮の消失を認めた。

図5 術後蓄尿機能の改善を認めた症例

症例11：93年に整形外科的劣化で発見された Delayed TCS で、術前検査(A)にて膀胱容量の低下(100ml)、膀胱コンプライアンスの悪化(4.0ml/cmH₂O)と膀胱充満時恥骨裏面痛が認められた。係留解除術後20ヵ月の定期検査(B)では、膀胱容量(320ml)と膀胱コンプライアンス(21.3ml/cmH₂O)の著明な改善が認められた。

が神経因性膀胱として尿路管理の継続を必要とし、神経泌尿器科的に正常化した症例はみられなかったが、

術後の泌尿器科所見が Delayed TCS 発症前よりさらに悪化した症例はなく、6例では、臨床的に尿路管理

上有利な変化が経験された。

自覚症状では、ドライタイムの延長2例、CIC時尿道痛の消失が1例でみられた他、尿意の明瞭化や便秘の出現が経験され、計5例で泌尿器科所見の改善がみられた。これらの症例の内、3例(症例1, 6, 10)は、術前評価では自覚症状の変化なしと判定された症例であった。

他覚所見では、無抑制収縮の改善が2例(図4)、膀胱容量・膀胱コンプライアンスの改善が2例(図5)、膀胱容量低下が1例、VURの消失が1例で認められた。これらの症例の内、2例(症例1, 10)は、術前評価では他覚所見の変化なしと判定された症例であった。なお、膀胱容量低下(400⇒270ml)がみられた症例10では、膀胱コンプライアンスの変化はなく自覚症状で尿意が明瞭化したことによる膀胱容量の減少と判断した。

自覚症状・他覚所見を総合すると、6例で泌尿器科的改善が認められ、このうち3例は、術前評価ではDelayed TCSによる泌尿器科的劣化なしと判定された症例であったが、この3例では、術前からのDelayed TCSによる泌尿器科的劣化の潜在が疑われた。一方、術前に泌尿器的劣化ありと判断された5例中2例では、術後も術前と同様で改善はみられなかった。

術前後の排尿筋の活動性(図2)・括約筋の協調性をみると、術前ARからHRへ変化した2例中1例が再びARに戻り、術前HRの増悪を認めた2例ではその改善がみられたが、残る11例では変化は認めなかった。また、括約筋の協調性では、術前後での変化は1例も認められなかった。

4. Delayed TCSによる障害部位

以上を纏めると、泌尿器科的劣化で発見されたものが3例、術前評価にて泌尿器科的劣化が確認されたものが2例、術後評価にて初めて術前の泌尿器科的劣化の潜在が疑われたものが3例であり、14例中8例(57.1%)でDelayed TCSに矛盾しない尿路機能の劣化が認められた(図1)。また、これら8例では、整形外科的劣化を合併したものが7例(87.5%)であり、泌尿器科的劣化のみの症例は1例(12.5%)のみであった(表1)。

考 察

脊髄係留症候群(Tethered Cord Syndrome, 以下TCS)は、Garcean⁶⁾が、“filum terminale syndrome”, Yaoshon⁷⁾が、“tethered cord syndrome”という名称で報告して以来、終糸緊張や低位脊髄円錐による神

経異常を伴う潜在性二分脊椎の病態として、その概念はほぼ確立されてきた。その神経障害の発生は、持続的または間欠的な脊髄の牽引による神経細胞内ミトコンドリアの代謝障害に起因するとされている⁸⁾。また、高率に神経因性膀胱による排尿障害を合併すること⁹⁾、早期の係留解除術により排尿障害の回復が期待されることなどから^{10)~13)}、泌尿器科的にも重要な疾患とされてきた。

一方で、近年のMRIなどの画像診断の進歩によって低位脊髄円錐の診断が容易になさるようになってから、TCSに対する諸家の対応に変化がみられ始めている。Heinz¹⁴⁾は、脊髄膜瘤術後にみられたpost-meningomyelocele tethered cordの16例の画像診断についての検討を行っており、Tamaki¹⁵⁾も、脊髄膜瘤術後に遅発性に発症したTCS 9例の診断と係留解除術後成績を報告している。こうしたなかで、白根³⁾は、脊髄膜瘤などの顕性二分脊椎を含め新生児期や乳児期に二分脊椎に対して手術療法がなされた症例では、画像診断上ほぼ例外なく低位脊髄円錐がみられること、このような症例の中に、主に学童期以降に徐々に下肢の変形、運動障害、膀胱直腸障害などの増悪がみられる場合があることを報告し、その原因として遅発性の脊髄係留症候群(Delayed TCS)の存在を指摘している。そこで今回、我々はDelayed TCSを、顕性二分脊椎を含めた二分脊椎の初回手術の後、脊髄円錐部が周囲組織と癒着し、その後の身体発育や運動量の増加によって遅発性に脊髄係留による神経障害の進行から新たな臨床症状を呈したものと位置付け、TCSの定義の混乱を考慮して、対象を脊髄膜瘤術後症例に限定して検討を加えた。

Delayed TCSの発生頻度を正確に把握することは困難と思われるが、今回の検討では、脊髄膜瘤術後症例84例中14例(16.7%)で、Delayed TCSが発見されており、これはTamaki¹⁵⁾の、60例中9例(15%)とほぼ同様な結果であった。一方、Kaplan¹³⁾は、TCS 97例の内最多の47%が脊髄膜瘤に関連したものであったとしており、Delayed TCSは、TCSの中で臨床上也重要な位置を占めると考えられる。またDelayed TCSの発症年齢は、今回の検討からは正確に言えないものの、係留解除術施行年齢(平均8.8歳)から考えて、学童期の前半から中盤にピークが存在すると思われる。Tamaki¹⁵⁾の検討では、発症年齢は平均10歳としており、ほぼ一致する結果であった。しかし、最も重要などの位の期間に亘って脊髄係留が継続すれ

ば臨床症状が発現するかについては今回の検討からは明らかにできない。

Delayed TCS 発見の契機をみると整形外科的劣化で発見された症例が78.5%で、大多数を占めた。これは、整形外科的症狀が、疼痛や歩行障害の増悪など自覚症状としての変化が比較的容易に発見されるのに対して、泌尿器科的劣化は、自覚症状の変化には乏しいことが一因であり、泌尿器科的障害の程度が低いというよりはむしろ本来の脊髄髄膜瘤による神経因性膀胱のために、その症状の同定が困難なためと考えられる。

術前評価にて泌尿器科的劣化がみられた5例をみると、無抑制膀胱収縮の出現ないしは増悪が4例で最も多く、特徴的な変化と考えられた。我々は以前、潜在性二分脊椎で経過観察中に、約1年の経過で著明な膀胱容量の低下(250⇒50ml)と無抑制膀胱収縮の出現を認め、何らかの新しい神経障害の発生が示唆された13歳女児を経験している¹⁾。また、Kaplanら¹³⁾は、Delayed TCSと考えられる20例の二分脊椎類縁疾患術後(内、脊髄髄膜瘤4例)のTCS症例の泌尿器科的な検討を行っており、尿流動態検査にて9例に、新たな無抑制膀胱収縮の出現を認めたとしている。彼らはARの15例中8例(53.3%)に無抑制膀胱収縮の出現をみており、今回の検討では、AR10例中2例(20%)と頻度は少ないが、HR4例中2例に無抑制膀胱収縮の増悪がみられたことを合わせてみると、経過観察中の無抑制膀胱収縮の出現は、Delayed TCSの存在を疑わせる重要な所見と考えられる。無抑制収縮をはじめとする排尿筋活動性の変化についての病因論的な理由付けは難しいが、臨床症状からみると脊髄係留に伴って現れる神経症状は、整形外科的には刺激症状と麻痺症状に大別され、刺激症状はTension signや下肢・腰痛の出現、麻痺症状は変形の増悪などとされている。今回、無抑制収縮が出現ないし増悪した4例中3例では、整形外科的な刺激症状を認めており、無抑制収縮は脊髄係留による刺激症状を排尿筋レベルで観察したものとも思われる。

また、今回、膀胱コンプライアンスの低下が3例で、膀胱容量の低下が2例で経験された。これらもDelayed TCSのサインと考えられるが、膀胱コンプライアンスや膀胱容量は、尿路管理の不備にても容易に変化することから、特徴的な変化とは言い難い。しかし、同時に整形外科的劣化がみられた場合には、膀胱コンプライアンス低下や膀胱容量の低下にも注意が必要と考えられる。

Delayed TCSでは、本来の神経脱落症状である神経因性膀胱の陰となって徐々に増悪する泌尿器科的劣化の同定は困難であるばかりでなく、画像診断上でも低位脊髄円錐のまま大きな変化が観察されないことから³⁾、その診断は症状の変化をいかに早く発見するかがポイントとなる。さらに、Delayed TCSを症状悪化時の検査所見のみで診断することは難しく、尿流動態検査をはじめ定期的な検査を行って経時的な変化を把握することが重要と考えている²⁾。また、前述のように尿路機能評価のみでは、尿路機能の劣化や尿路管理の不徹底によるものかDelayed TCSによるものかを明確に鑑別するには限界があり、Delayed TCSが疑われた場合には、整形外科的あるいは脳神経外科的な変化の有無を合わせて検討することが不可欠である。このため、我々は、各科と定期的な会合を持って個々の症例についての検討を行っている。

潜在性二分脊椎によるTCSでは、係留解除術により下部尿路機能の回復が期待されとの報告が多い¹⁰⁾¹²⁾¹⁶⁾。福井ら¹⁰⁾は、8例中4例(50%)で改善がみられたとし、Kondoら¹²⁾は、成人発症例の60%に改善を認め、発症早期の外科的治療の有用性を指摘している。さらに、小児の潜在性二分脊椎によるTCSの検討から、その手術有効率は52%(35例中18例)であったとし、内3例では尿路機能が正常化したと報告している¹⁶⁾。一方、Atalaら¹⁷⁾は、Lipomyelomeningoceleに対する治療成績から、生後15カ月未満で手術を行った群では、神経泌尿器科的に正常化する例が多いのに対し、4.5歳以上で手術を行った群では改善は少数にみられるものの正常化した症例は経験されなかったとしており、若年例での外科的治療の有用性を指摘している。従って、すでに神経因性膀胱などの神経脱落症状を持つ比較的年齢の高いDelayed TCS症例においては、たとえ係留解除を行っても尿路機能の完全な正常化は期待できないと考えられる。Tamakiら¹⁵⁾は、術後平均32カ月での手術成績の検討から、発症年齢が平均10歳のDelayed TCS症例の71%に術後神経機能の何らかの改善が認められたとの報告を行っているが、神経症状のさらなる悪化の危険を伴う外科的治療を積極的に行うべきか否かについてはまだ十分な検討はなされていないとは言えない。

今回の検討では、係留解除術の平均年齢は8.8歳と高く、整形外科的・脳神経外科的变化を含めて厳密な意味での神経障害の正常化例はなかった。泌尿器科的にも括約筋の協調性には1例の変化もみられず、排尿筋

の活動性についても2例に改善がみられたのみで、下部尿路機能が正常となった症例はいなかった。しかし、術後に尿路機能がさらに悪化した症例はなく、膀胱容量や膀胱コンプライアンスの改善やドライタイム延長・CIC時尿道痛の消失・尿意の明瞭化・便意の出現など14例中6例に臨床的に明らかな尿路管理上有利な変化が経験されており、なかには、著明な蓄尿機能の改善がみられ、膀胱拡大術などの侵襲的な泌尿器科治療を回避できたと考えられる症例も含まれていた²⁾。以上から、我々は厳密な意味での正常化が期待されない場合でも、積極的にDelayed TCSに対して係留解除術を行うことは、尿路管理の点からも有用な治療法と考えている。その際の留意点は、新たな神経損傷を起こさないことと、再々癒着によるDelayed TCSの再発を防ぐことである。このため、我々の施設の係留解除術では、神経損傷を避けるために、肛門括約筋、尿道括約筋ならびに両側腓腹筋の誘発筋電図モニター下で、症例によっては泌尿器科医が参加して神経組織電気刺激による膀胱内圧の変化を観察しながら、脊髄神経と硬膜との癒着の剥離を行っている¹⁸⁾。その上で脊髄円錐の形成を行った後、再々癒着防止のために、PTFE製人工硬膜で髄液腔を確保し、人工椎弓による椎弓形成を加えている³⁾。

今回、14例中8例(57.1%)でDelayed TCSに矛盾しない尿路機能の劣化が認められた。その内3例は、術後評価にて初めて術前の泌尿器科的劣化の存在が疑われてた症例であり、整形外科的劣化のみとした6例の中にも、泌尿器科的劣化が潜在していた可能性は否定できない。脊髄髄膜瘤症例では、徐々に増悪する尿路機能障害の同定は困難と考えられるが、適切な尿路管理にも係わらず学童期以降に尿路機能の劣化がみられた場合には、このようなDelayed TCSの存在に留意する必要がある。今後は、下部尿路に対する脊髄誘発電位の測定などより精度の高い検査法を導入することで、Delayed TCSによる尿路機能障害をより多くの症例でより早期に発見するよう努めることが肝要と思われる。

結 語

1. 脊髄髄膜瘤術後の遅発性の脊髄係留症候群(Delayed TCS)と診断され、係留解除術の適応となった14症例の泌尿器科的検討を行った。

2. 14例中8例(52.7%)でDelayed TCSに矛盾しない尿路機能の劣化が認められたが、術前に劣化を診断できた症例は5例であった。

3. 尿路機能の劣化は、自覚症状には乏しく(2例のみ)、無抑制収縮の出現ないしは増悪が特徴的な所見であった。

4. Delayed TCSの診断には、定期的に検査を行って、臨床的な症状の悪化を捉えることが重要で、このためには泌尿器科のみならず整形外科・脳神経外科などとの協力関係が不可欠と考えられた。

5. 係留解除術後も全例が神経因性膀胱として尿路管理の継続を必要としたが、術後に尿路機能がさらに悪化した症例はなく、6例では尿路管理上有利な変化が経験され、Delayed TCS症例に対する外科的治療の有用性が示唆された。

6. 二分脊椎特に脊髄髄膜瘤症例では、本来の神経脱落症状である神経因性膀胱の陰となって徐々に増悪する尿路機能障害の同定は困難と考えられるが、適切な尿路管理にも係わらず学童期以降に、尿路機能の劣化がみられた場合には、このようなDelayed TCSの存在に留意する必要があると思われた。

文 献

- 1) 今林健一, 西村洋介, 相馬文彦, 浪間孝重, 大沼徹太郎: 二分脊椎例の尿道機能と他の神経, 排尿動態検査成績との対比. 発生異常に基づく脊髄機能障害の予防と治療に関する研究. 昭和60年度研究報告書, p. 90—99, 1986.
- 2) 浪間孝重, 内啓一郎, 中川晴夫, 尾形幸彦, 折笠精一: 係留解除術により下部尿路機能の改善を認めた遅発性の脊髄係留症候群の1例. 泌尿器外科, 9, 697—699, 1996.
- 3) 白根礼造, 吉本高志: 二分脊椎術後のTethered cord syndromeの治療. Neurosurgeons, 13, 154—160, 1994.
- 4) Bauer, S.B.: Pediatric neuro-urology. in Clinical Neuro-Urology, 2nd, p. 375—409, Brown and Company, Boston, 1991.
- 5) 浪間孝重, 相沢正孝, 中川晴夫, 近田龍一郎, 今林健一, 折笠精一: 二分脊椎症の外科的治療法—逆流防止術後の腎機能の推移について. 脊椎脊髄, 6, 583—588, 1993.
- 6) Garceau, G.J.: The filum terminale syndrome. (The cord traction syndrome). J Bone Joint Surg., 35-A711—716, 1953.
- 7) Yashion, D. and Beatty, R.A.: Tethering of the conus medullaris within the sacrum. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 29, 244—250, 1966.
- 8) Yamada, S., Zinke, D.E. and Sander, D.: Pathophysiology of “techtered cord syndrome”. J. Neurosurg., 54, 494—503, 1981.

- 9) 中村敬彦：77症例の診療経過に基づく Tethered Spinal Cord Syndrome (脊髄係留症候群) の診断および治療。日整会誌, 58, 1237—1251, 1984.
- 10) 福井準之助, 小平 潔, 渡辺節男, 竹崎 徹, 芝 伸彦, 和食正文, 大塚訓喜, 深瀬継充, 鶴見和弘, 福地弘貞：潜在性脊椎披裂を有し, 脊髄下部の牽引により生じた先天性神経因性膀胱 (いわゆる Tethered Cord Syndrome) の診断, 治療, 予後について。日泌尿会誌, 68, 569—589, 1977.
- 11) Yoneyama, T., Fukui, J., Ohtuka, K., Komatsu, H. and Ogawa, A.: Urinary tract dysfunctions in tethered spinal cord syndrome: Improvement after surgical untethering. J. Urol., 133, 999—1001, 1985.
- 12) Kondo, A., Kato, K., Kanai, S. and Sakakibara, T.: Bladder dysfunction secondary to tethered cord syndrome in adults; is it curable? J. Urol., 135, 313—316, 1986.
- 13) Kaplan, W.E., McLone, D.G. and Richards, I.: The urological manifestations of the tethered spinal cord. J. Urol., 140, 1285—1288, 1988.
- 14) Heinz, E.R., Rosenbaum, A.E., Scarff, T.B., Reigel, D.H. and Drayer, B.P.: Tethered spinal cord following meningomyelocele repair. Radiology, 131, 153—160, 1979.
- 15) Tamaki, N., Shirataki, K., Kojima, N., Shouse, Y. and Matumoto, S.: Tethered cord syndrome of delayed onset following repair of myelomeningocele. J. Neurosurg., 69, 393—398, 1988.
- 16) 近藤厚生, 金井 茂, 加藤久美子: Tethered cord syndrome; 小児膀胱機能の検討。発生異常に基づく脊椎機能障害の予防と治療に関する研究。昭和60年度研究報告書, p. 78—83, 1986.
- 17) Atala, A., Bauer, S.B., Dyro, F.M., Shefuer, J., Sathi, S. and Scott, R.M.: Bladder functional changes resulting from lipomyelomeningocele repair. J. Urol., 148, 592—594, 1992.
- 18) 白根礼造, 佐藤慎哉, 齊藤桂一, 吉本高志, 浪間孝重: Tethered cord syndrome の術中モニタリング。Spinal Surgery, 6, 97—102, 1992.
(1995年12月13日受付, 1996年6月10日受理)