

表 1 頸髄症術前群(n=30)における脊髄最大圧迫高位(術前 MRI)

最大圧迫高位	症例数	trick motion 陽性ファイル数	ばらつき (Type 1) ファイル数	ばらつき (Type 2) ファイル数
C3/4	6	8	4	
C3/4, C4, C4/5	1	1		
C3/4, C4/5	1			
C3/4, C5/6	1	6	6	
C4/5	6	3	4	2
C5/6	13	3	9	3
C6/7	1			
C7/T1	1			
合計	30	21	23	5

頸髄症群では C5/6 に最大圧迫部位を持つ症例が 13 例と最も多く、C3/4, C4/5 が各 6 例ずつと続いている。trick motion 陽性と判定された 21 ファイルの最大圧迫高位は C3/4 に多い傾向があった(8 ファイル)。ばらつき (Type 1) を示した 23 ファイルの最大圧迫高位は C5/6 に多かったが(9 ファイル)これは頸髄症全体の分布と同様であった。

の評価者の Grade の和は 0~6 となるが、これを Grade 計 0 の群、1-2 の群、3-4 の群、5-6 の群に 4 分し、5 秒ファイル総数における各々の頻度を算出した。

さらに各指が同調して動かない現象を“指のばらつき (uncoordinated finger motion)”として、なし (Type 0) とありに分け、ありはさらに“尺側遅れ” (Type 1, 小指あるいは環指小指の動きが悪い) と“その他のばらつき” (Type 2) に分けて評価した。指のばらつきは運動の型(パターン)であるため trick motion のようにその程度を加算するべきでなく、各 5 秒ファイルごとに厳密に Type 分けする必要がある。したがって 3 人の評価者のうち 2 人以上が判定した Type をその 5 秒ファイルの指ばらつきの Type とした。

Trick motion や指のばらつきとの関連を調べるため術前 MRI (T2 強調横断画像) における脊髄最大圧迫高位を調べた。

結果

1. 脊髄最大圧迫高位

頸髄症群 30 例における術前 MRI 脊髄最大圧迫

高位は C3/4 が 6 例、C4/5 が 6 例、C5/6 が 13 例、C6/7 が 1 例、C7/T1 が 1 例、複数椎間が 3 例であった(表 1)。

2. 回数

既に報告している通り、健常群の N, N1, N2, N3 は 32.5 ± 9.0 , 11.3 ± 3.3 , 10.9 ± 3.1 , 10.4 ± 2.8 、頸髄症術前群の N, N1, N2, N3 は 22.9 ± 8.7 , 7.8 ± 3.1 , 7.7 ± 3.0 , 7.4 ± 2.7 、頸髄症術後群の N, N1, N2, N3 は 34.9 ± 7.6 , 12.0 ± 2.8 , 11.8 ± 2.5 , 11.2 ± 2.3 であった。N, N1, N2, N3 のいずれにおいても頸髄症術前群の平均値は健常群より有意に少なく ($p < 0.0001$, unpaired t-test), 頸髄症術後群の平均値は頸髄症術前群より有意に多かった ($p < 0.0001$, unpaired t-test)⁴⁾。

3. 手関節の trick motion

健常群、頸髄症術前群、術後群の各群における trick motion grade の和(4 分類)を図 1 に示す。これを見ると Grade 計 1-2 の症例は各群で同じ程度の頻度で現れており頸髄症に特徴的な現象とは言えず、判定におけるグレイゾーンとして扱うべきである。したがって Grade 計 3-4 群と Grade 計

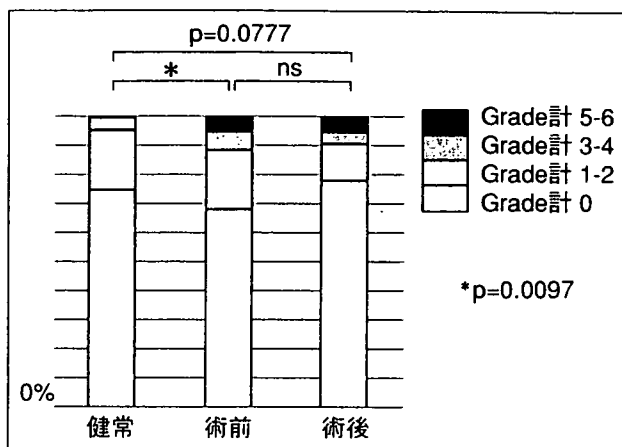


図 1 各群における trick motion の頻度
 trick motion 陽性(Grade 計 3-4 と Grade 計 5-6)の頻度は健常群で 4.8% (12/252), 頸髄症術前群で 11.7% (21/180), 術後群で 9.4% (17/180)となり, 健常群 vs. 術前群でその頻度に有意差を認めたが, 術前群 vs. 術後群では有意差を認めなかった. 術後群は健常群に比して trick motion の頻度は高かったが有意差はなかった.

5-6 群のみを trick motion 陽性とし, trick motion 計 0 群と trick motion 計 1-2 群は trick motion 陰性と扱うことにした. その結果, trick motion 陽性の頻度は健常群で 4.8% (12/252), 術前群で 11.7% (21/180), 術後群で 9.4% (17/180)となり, 健常群 vs. 術前群でその頻度に有意差を認めたが ($p=0.0097$, Fisher's exact probability test), 術前群 vs. 術後群 ($p=0.6073$) では有意差を認めなかった. 術後群は健常群に比して trick motion の頻度は高かったが有意差はなかった ($p=0.0777$).

Trick motion と麻痺の関係をみるため頸髄症術前群で trick motion 陽性, 陰性群の Ni を求めたところ陽性群 ($n=21$) で 7.7 ± 2.9 , 陰性群 ($n=159$) で 7.3 ± 2.81 と有意差はなかった ($p=0.5689$, unpaired t-test).

次に手術前後の trick motion の変化をみた. Trick motion は第 1 相から第 3 相までの中で散発する場合もあるが, 連続して 2 つ以上の相で認められることも多く, 頸髄症症例において術前 trick motion 陽性と判定された 21 ファイルのうち 12 ファイルでは同一患者の第 1 相から第 3 相まで連続して陽性であった. また同様に術後 trick motion 陽性と判定された 17 ファイルのうち 15 ファイルでは第 1 相から第 3 相まで連続して陽

表 2 頸髄症における trick motion の術前後変化と Ni

患者番号 左右	相 (Ni)	術前		術後	
		回数	Trick motion	回数	Trick motion
#17 右手	N1	4.0	-	10.8	+
	N2	4.3	+	11.0	+
	N3	4.0	-	9.8	+
	(N)	(12.3)		(31.6)	
#25 右手	N1	6.5	-	13.5	+
	N2	6.5	-	12.5	+
	N3	6.0	-	12.5	+
	(N)	(19.0)		(38.5)	
#25 左手	N1	7.5	-	13.5	+
	N2	8.0	-	13.0	+
	N3	7.5	-	12.0	+
	(N)	(23.0)		(38.5)	
#23 右手	N1	5.0	+	10.5	-
	N2	4.5	+	11.0	-
	N3	4.5	+	10.5	-
	(N)	(14.0)		(32.0)	
#23 左手	N1	4.5	+	12.0	-
	N2	4.5	+	11.5	-
	N3	4.0	+	10.5	-
	(N)	(13.0)		(34.0)	
#26 右手	N1	6.0	+	11.5	+
	N2	6.0	+	11.0	+
	N3	6.0	+	11.5	+
	(N)	(18.0)		(34.0)	
#26 左手	N1	7.5	+	12.5	+
	N2	7.5	+	11.5	+
	N3	8.0	+	11.0	+
	(N)	(23.0)		(35.0)	

術前あるいは術後において連続した 3 相で trick motion 陽性となった症例を呈示する. 頸髄症症例番号 #25 の右手, 左手では術前は trick motion がまったくなかったのに術後に出現し, 逆に症例番号 #23 の右手, 左手では術前は trick motion を認めたが術後消失した. 症例番号 #26 の右手, 左手においては術前後を通じて trick motion を認めた. いずれの症例も Ni の数は手術によって 2 倍前後に増加している.

性であった. 術前あるいは術後に連続した 3 相で trick motion 陽性であった頸髄症症例を各ファイルの Ni とともにまとめたのが表 2 である. 術前 trick motion が全くなかったのに術後出現した症例 (#25 右手, 左手), 逆に術前 trick motion を認

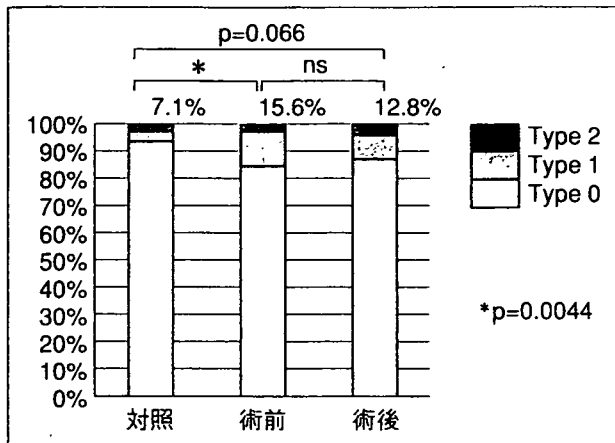


図 2 各群におけるばらつき頻度

指のばらつきあり (Type 1 または Type 2) の頻度は健常群で 7.1% (18/252), 術前群で 15.6% (28/180), 術後群で 12.8% (23/180) となり, 健常群 vs. 術前群で有意差を認めた. 術前群 vs. 術後群では有意差を認めなかった. 術後群は健常群に比してばらつき頻度は高かったが有意差はなかった.

めたのに術後消失した症例 (#23 右手, 左手), 術前後を通じて trick motion を認めた症例 (#26 右手, 左手) のパターンがあった.

術前 trick motion 陽性であった 21 ファイルの脊髄最大圧迫高位は C3/4 が 8, C3/4, C4, C4/5 が 1, C3/4, C5/6 が 6, C4/5 が 3, C5/6 が 3 であり C3/4 に多い傾向があった (表 1).

4. 指のばらつき (uncoordinated finger motion)

健常群 42 例における 252 の 5 秒ファイルのうち 3 人の評価が全て異なった, すなわち各評価者がそれぞれ Type 0, Type 1, Type 2 と判定したものは 2 ファイルあり, 協議のうえ各々を Type 0 と Type 1 とした. 頸髄症術前群の 180 ファイルのうち 1 つの 5 秒ファイルでは同様に評価が分かれたが協議のうえ Type 2 とした. 頸髄症術後群では 3 人の評価がすべて異なったファイルはなかった. 評価した総計 612 の 5 秒ファイルのうちこれら評価の分かれた 3 ファイルを除いて残りの 609 ファイル (99.5%) では 3 人あるいは 2 人の評価が一致していたので, これをその 5 秒ファイルの Type とした. この結果, 健常群における Type 0, Type 1, Type 2 の数はそれぞれ 234, 13, 5 であり, 頸髄症術前群ではそれぞれ 152, 23, 5, 頸髄症術後群ではそれぞれ 157, 16, 7 であ

表 3 手術前後のばらつきの変化

ばらつき推移	ファイル数
Type 0→1	9
Type 0→2	4
Type 1→0	16
Type 2→0	2
Type 0→0	139
Type 1→1	7
Type 2→2	3
合計	180

術後あらたに指のばらつきが認められるようになった (Type 0→1, 2) のは 13 ファイル (7%) であった. 手術によってばらつきが消失した (Type 1, 2→0) のは 18 ファイル (10%), 術前後で変化がなかったのは 149 ファイル (83%) であった.

た.

頸髄症術前群のばらつきあり (Type 1 または Type 2) の頻度は健常群より有意に高かったが (15.6% vs. 7.1%, Fisher's exact probability test, $p=0.0044$), 頸髄症術後群のばらつきありの頻度は術前群と有意差はなかった (12.8% vs. 15.6%, $p=0.3738$). 頸髄症術後群のばらつきありの頻度は健常群より高かったが有意差はなかった (12.8% vs. 7.1%, $p=0.066$) (図 2).

指のばらつきと麻痺の関係を見るため頸髄症術前群で Type 別の N_i を求めると Type 0 ($n=152$) では 7.97 ± 2.85 , Type 1 ($n=23$) では 5.36 ± 2.36 , Type 2 ($n=5$) では 8.23 ± 2.63 であり, Type 1 の N_i のみ Type 0 より有意に少なかったが ($p < 0.0001$, unpaired t-test) Type 0 vs. Type 2 ($p=0.8459$), Type 1 vs. Type 2 ($p=0.0618$) に有意差はなかった.

手術前後のばらつきの推移をみた. Type 0→1 へ変化したのが 9 ファイル, Type 0→2 へ変化したのが 4 ファイルであり, これら 13 ファイル (7%) では手術で麻痺が改善したにもかかわらず術前にはなかった指のばらつきが術後に認められるようになった. 10% (18/180) のファイルではばらつきが消失し (Type 1, 2→0), 83% (149/180) のファイルでは術前後で変化がなかった (表 3).

術前ばらつき Type 1 を呈した 23 ファイルの脊髄最大圧迫高位は C3/4 が 4, C3/4, C5/6 が 6, C4/5 が 4, C5/6 が 9 で, Type 2 を呈した 5 ファイルの最大圧迫高位は C4/5 が 2, C5/6 が 3 であ

り、一定の傾向を認めなかった(表1).

考 察

小野ら^{6,7,8)}は頸髄症患者にできる限り早い手指の握り開きをさせると、手指の伸展に際して手関節が極端に掌屈し、手指の屈曲に際して手関節が極端に背屈するという“奇妙な連動(abnormal synergy)”を見出した。これを手関節の trick motion と呼んでいる^{9,10)}。その原因について詳述はしていないものの、指の伸筋と手関節屈筋あるいは指の屈筋と手関節伸筋の synergy の支障と推定しており、頸髄症に伴う神経症状の1つと考えていたようである。しかも“重度の頸髄症になるにつれ機能状態の手は過度の手関節背屈を伴うように見える”としており、trick motion と麻痺の強度の関連を示唆している⁶⁾。しかし今回の検討では健常対照例の4.8%にも trick motion を認め、頸髄症に特異的というわけではなかった。また trick motion 陽性例の平均 Ni が 7.7、陰性例の平均が 7.3 と有意差はなく、trick motion と握り開きの回数(麻痺の重症度)には関連がなかった。このように、trick motion は頸髄症の術前後を通じて認められ、健常群より頻度が高い、握り開きの回数(麻痺の重症度)と直接の関係はない、という特徴があり、あたかも頸髄症における下肢深部腱反射亢進のような現象かと思われたが、個々の症例ごとの術前後変化をみるとそうではないことが判明した(表2)。つまり術前 trick motion を認めていた患者 #23 は術後全く trick motion を認めていない。逆に患者 #25 においては術前 trick motion を認めなかったが術後はすべての相において認めた。また患者 #26 においては術前も術後も trick motion を認め、つまり一定の傾向がなかった。#23, 25, 26 のすべての症例において Ni は手術によって2倍前後に増加しており、手術による Ni の増加(神経症状の改善)と trick motion を関連付けることはできなかった。これらのデータから導かれることは trick motion は頸髄症徴候の1つではなく“手指伸展がしづらいと感じている患者が、手指を完全に伸展することを意図して努力した随意運動”ではないかということである。方法の項で述べ

たように患者に与えるタスクは“合図と同時に可能な限り手指を早く、ただし中途半端にならないよう最後までしっかり握ってしっかり開いてください”であるが、手指を伸展しにくいと感じている被験者がこのタスクの後半部分を強く意識したために、手関節を掌屈することによって手指伸筋の tenodesis 効果を利用して手指を伸展したのではないかと推察される。表2に示した症例 #25, 23, 26 のように麻痺に左右差があるにもかかわらず同一患者の左右両手に trick motion が現れているのは、この“患者の意識”の反映であろう。もちろん今回の症例数は限られているし、trick motion が握り開きの回数に反映されない何らかの神経症状を表している可能性も否定できない(trick motion を示す症例の脊髄最大圧迫高位が C3/4 に多かった事実はこれを示唆している可能性もある)。また trick motion の判定は肉眼による観察をもとにしており、極端な異常運動のみを拾い上げている可能性もある。手指握り開きをさせた場合、健常者に比べて頸髄症患者では随伴する手関節の動きに特徴があるのかどうかについては、なんらかの定量的測定をもとにした検討が必要であろう^{3,5)}。

頸髄症術前群においては Type 1 のばらつき(尺側遅れ)を 23 ファイル(12.8%)に、Type 2 のばらつき(その他)を 5 ファイル(2.8%)において認めた。しかしばらつきは全例にみられたわけではなく、むしろ 84%の症例では手指運動の調和はとれていた(coordinated finger motion)。頸髄症の一部の症例に認められるこの手指ばらつきの原因は何であろうか。結果の項で示したように尺側遅れを示す5秒ファイルの Ni は健常対照例の Ni より有意に少なかった(5.36 vs. 7.97)。つまり尺側遅れは麻痺の強い症例に現れていたことになる。術前後の推移をみても trick motion のように一定の傾向がないわけではなく、93%のファイルにおいてはばらつきが改善あるいは不変であった(表3)。小野ら⁶⁾は FES の評価において痙性麻痺が進行すると尺側3指の IP 関節伸展が不能となり、さらに進行すると尺側3指は屈曲位で固定され母指示指のみで物体を把持するようになるとしている。FES は静止状態での手指の観察であり、彼ら自身は10秒テストにおける手指運動のばらつきにつ

いては直接述べていない。しかし尺側指の伸展ができない状態で握り開きを繰り返せば、当然完全に屈伸可能な橈側指との間に運動の解離がみられ、これが尺側遅れ(本稿でいう Type 1)として認められるはずである。このように握り開き運動における尺側遅れは動的 FES ともいべき現象であることがわかった。

ではなぜ麻痺が尺側優位に生じるのか。Alter¹⁾は軽い錐体路性の麻痺は cortical reserve の少ない手指(つまり小指)に起こりやすい、つまり大脳皮質から中環小指へ投影される神経線維のほうが母指示指へのそれよりも少ないとした¹⁾。また乳幼児では錐体路の髄鞘形成が未発達であるため把握に際して小指を内転できないとした。頸髄症においては錐体路が侵されるため乳幼児と同様の現象が起こっていると考えたのであるが、母指や示指は環指小指に比べて本当により豊かな錐体路により支配されているのであろうか。これを直接的に証明した報告はないし、もしそうであるなら尺側遅れ以外の指のばらつき(Type 2)の存在が説明できない。今回の症例では Type 2 の平均 Ni は Type 0 と差がなく、Type 2 は麻痺の強弱とは関係がないようであったが、Type 2 を示したファイルは 5 つに過ぎず厳密な解析は不可能である。伊達²⁾は Long-森貞式の tracking device を用いて手指の運動解析を行い、C4-5、C5-6 の脊髄圧迫症例では中環小指の運動が遅れるが、C3-4 あるいは上位頸椎での障害では示指の遅れが著明であったとしている。しかしいずれも症例数が 2~3 例と少ない。今回の症例では尺側遅れでは C5/6 最大圧迫が最も多くみられたが、症例全体としても C5/6 に最大圧迫を持つ例が多かった。示指遅れでは C3/4 圧迫が多いという結果でもなかった。もちろん中環指のみが遅れ小指の動きは正常に近い例や中指示指のみの動きが悪い例があったが、責任高位との有意な関係はなかった。これら尺側遅れ以外のばらつきの原因を解明するには Type 2 を示した症例は少な過ぎるため今後の課題とした。

今回 15 秒テストを用いて頸髄症における手指運動の特徴を考察した。動画記録することで複数評価者による客観的な観察が可能になった。もち

ろんあくまでも評価者の肉眼による判定であり、100%客観的というわけではない。しかし頸髄症の握り開きに伴う手関節の trick motion や指のばらつきについては小野らの論文⁶⁾以降これまでほとんど研究されてこなかった。したがってこれらの現象の健常者、頸髄症における頻度や手術による変化を示し、さらには原因について考察できたことは意義深い。今後はより客観的な評価を目指してセンサーなどを用いた手指運動の追跡が必要になるであろう^{3,5)}。頸髄症の病態にせまる有用な手段として手指運動の詳細な観察を続けていきたい。

結語

1. 最大努力での手指握り開き運動を 15 秒間動画記録して観察した。
2. 手指握り開きに際して極端に手関節が背掌屈する trick motion は健常群の 4.8%、頸髄症術前群の 11.7%、術後群の 9.4%に認め、健常群 vs. 術前群でその頻度に有意差を認めしたが、術前群 vs. 術後群では有意差を認めなかった。
3. trick motion は頸髄症の症状ではなく手指をより完全に伸展させようとする意識が被験者に強い場合に生じる随意運動であると推察された。
4. 指のばらつき(uncoordinated finger motion)は健常群の 7.1%、頸髄症術前群の 15.6%、術後群の 12.8%に認め、健常群 vs. 術前群でその頻度に有意差を認めしたが、術前群 vs. 術後群では有意差を認めなかった。
5. 指のばらつきの多くは尺側遅れのパターンであったが、その他のパターンも存在した。
6. 指のばらつきは頸髄症に伴う麻痺の形態を示しているものと推察されたが、その原因は不明であり、脊髄最大圧迫高位のみで説明することはできなかった。

文献

- 1) Alter M: The digiti quinti sign of mild hemiparesis. *Neurology* 23: 503-505, 1973
- 2) 伊達洋次郎: 頸椎・頸髄疾患にみられる手指伸展遅延現象の筋動作学的研究—特に頸椎骨軟骨症性

- 脊髄症について. 日整会誌 54 : 767-790, 1980
- 3) 細野 昇, 神鳥明彦, 宮下 豪 : 頸髄症に見られる手指麻痺の運動解析—5チャンネルタッピング装置を用いて. 新しい運動機能解析研究会誌 1 : 39-43, 2005
- 4) 細野 昇, 坂浦博伸, 向井克容・他 : 動画記録 15 秒テスト—頸髄症定量評価の試み. 臨整外 41 : 955-961, 2006
- 5) Kandori A, Miyashita T, Hosono N, et al : Motion analysis of grip-and-release with fingers using simple magnetic detection system (in submission)
- 6) 小野啓郎, 富士武史, 岡田孝三・他 : Myelopathy hand と頸髄症の可逆性. 小野村敏信(編). 頸椎外科の進歩. 別冊整形外科 No. 2. pp10-17, 1982
- 7) 小野啓郎 : 圧迫性頸髄症の臨床と病理. 日整会誌 60 : 103-118, 1986
- 8) Ono K, Ebara S, Fuji T, et al : Myelopathy hand. New clinical signs of cervical cord damage. J Bone Joint Surg Br 69 : 215-219, 1987
- 9) Ono K : The surgeon's view on differential diagnosis in patients with cervical spine disorders. In : Ono K, Dvorak J, Dunn E (ed). Cervical Spondylosis and Similar Disorders. pp297-330 World Scientific Publishing, Singapore, 1998
- 10) 和田英路, 米延策雄 : Myelopathy hand. 脊椎脊髄 18 : 573-577, 2005

第 18 回 日本末梢神経学会学術集会

記

開催日時 : 2007 年 8 月 24 日(金)-25 日(土)

開催地 : シティ弘前ホテル(〒036-8004 弘前市大町 1-1-2)

TEL (0172)37-0109

特別企画(予定) :

シンポジウム「再生医学」

教育講座「末梢神経障害の診察と電気診断」

産業医学講座「職業性末梢神経障害」

参加費 : 医師 10,000 円

技師 2,000 円

懇親会 : 第 1 日目の研究会終了後に行う。

演題申込 : 1. 演題申し込みは演題名, 発表者, 所属機関, 抄録(600 字程度), 連絡先(E-mail 含む)を明記し, E-mail にて下記まで送付のこと。様式は問わないが, グラフや図は使用しないこと。筆頭発表者には振り仮名を併記。

2. 発表者は本学会の会員であることを要する。

3. 演題締切日は, 2007 年 4 月 27 日(金)(必着)。

4. 演題の採否と発表形式は会長に一任。

連絡先 : 第 18 回日本末梢神経学会学術集会事務局

会長 八木橋 操六

弘前大学医学部 病理学第一講座

〒036-8562 弘前市在府町 5

TEL (0172)39-5025/FAX (0172)39-5026

E メール : jpns18@y9.dion.ne.jp



頤椎後縦靱帯骨化症に対する術式選択

椎弓形成術 vs 前方除圧固定術 その適応と限界

岩崎 幹季^{*1)} 奥田 真也^{*2)} 宮内 晃^{*3)}
坂浦 博伸^{*1)} 米延 策雄^{*4)} 吉川 秀樹^{*1)}

Surgical Strategy for Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament of the Cervical Spine : Laminoplasty vs Anterior Decompression and Fusion. Their Indications and Limitations

Motoki Iwasaki^{*1)}, Shinya Okuda^{*2)}, Akira Miyauchi^{*3)}, Hironobu Sakaura^{*1)},
Kazuo Yonenobu^{*4)}, Hideki Yoshikawa^{*1)}

臨整外 42 : 255~265, 2007

Key words : OPLL (後縦靱帯骨化症), laminoplasty (椎弓形成術), anterior decompression and fusion (前方除圧固定術)

椎弓形成術を唯一の術式選択としていた時期に手術した頤椎後縦靱帯骨化症 66 例を後ろ向きに調査し、前方除圧固定術 (以下、前方法) 27 例と比較検討した。椎弓形成術において占拠率 < 60% に比して占拠率 \geq 60% の症例は手術成績が劣っていた。椎弓形成術の成績不良に関与する因子は重回帰分析の結果、山型の骨化パターン・術前重症度・術後頤椎アライメント変化・高齢の順であった。占拠率 60% 以上や山型の骨化パターンおよび不良アライメントは椎弓形成術の限界と考えられ、合併症を許容できれば前方法の選択を勧める。

We retrospectively studied cases of cervical myelopathy secondary to OPLL to compare the surgical outcome of laminoplasty with that of anterior decompression and fusion. The neurological outcome of laminoplasty in patients with an occupying ratio \geq 60% was poorer than in those with an occupying ratio < 60%. Multiple regression analysis showed that the most significant predictor of poor outcome after laminoplasty was hill-shaped ossification, followed by lower preoperative JOA score, postoperative change in cervical alignment, and older age at surgery. In the patients with an occupying ratio \geq 60% anterior decompression and fusion yielded a better neurological outcome than laminoplasty. Although anterior decompression and fusion is technically demanding and is associated with a higher incidence of surgery-related complications, it is preferable to laminoplasty for patients with an OPLL occupying ratio \geq 60% and/or hill-shaped ossification.

はじめに

月本²⁸⁾が 1960 年に頤椎後縦靱帯骨化症 (以下、OPLL) の剖検例を報告して以来、頤椎 OPLL 対

する手術術式は日本だけでなく海外でも様々な方法が報告されてきた^{1,3,4,7,9,13,18,29,30)}。かつては椎弓切除術が後方除圧の主たる選択肢であったが、その長期手術成績は決して満足できる結果ではな

* 2006.12.11 受稿

*1) 大阪大学大学院医学系研究科器官制御外科学 (整形外科) [〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-2] Department of Orthopaedic Surgery, Osaka University Graduate School of Medicine

*2) 大阪労災病院整形外科 Department of Orthopaedic Surgery, Osaka Rosai Hospital

*3) 宮内整形外科 Miyauchi Orthopaedic Clinic

*4) 国立病院機構大阪南医療センター Department of Orthopaedic Surgery, National Hospital Organization Osaka Minami Medical Center

表 1 頸椎 OPLL に対する椎弓形成術と前方除圧固定術の患者データ

	椎弓形成術 (1986~1996 年)	前方除圧固定術 (1996~2003 年)
症例数	66 例	27 例
男性/女性	51 例/15 例	15 例/12 例
手術時年齢		
平均	57 歳	58 歳
(range)	(41~75 歳)	(41~74 歳)
術後追跡期間		
平均	10.2 年	6.0 年
(range)	(5~20 年)	(2~10 年)
術前 JOA スコア		
平均	9.2 点	9.5 点
(range)	(0~15 点)	(4.5~14 点)
骨化占拠率		
平均	44%	57%
(range)	(15~71%)	(30~80%)
有効脊柱管径		
平均	7.6 mm	5.6 mm
(range)	(4~11 mm)	(3~10 mm)
OPLL 形態		
連続型	20 例 (30%)	14 例 (52%)
混合型	36 例 (55%)	7 例 (26%)
分節型	7 例 (11%)	2 例 (7%)
その他型	3 例 (5%)	4 例 (15%)
矢状面骨化パターン		
台地型	54 例 (82%)	16 例 (59%)
山型	12 例 (18%)	11 例 (41%)
手術時間		
平均	177 分	302 分
(range)	(90~395 分)	(167~470 分)
出血量		
平均	464 g	513 g
(range)	(50~1,800 g)	(70~1,730 g)

かった^{18,27)}。その後、椎弓切除術に代わり 1970 年代後半から様々な椎弓形成術が開発され、多くの脊椎外科医が圧迫性頸髄症の除圧術として選択し安定した成績が報告されている^{5,9,11,22)}。一方、前方除圧固定術(以下、前方法)は脊髄腹側にある骨化靱帯を摘出可能で脊髄の直接的な除圧を獲得できる利点はあるものの、その技術的な困難さや骨移植に関連する合併症のため一部の脊椎外科医がその術式の改善に努め安全性を高めていった^{6,31,32)}。したがって、頸椎 OPLL に対する術式選択は、術者や施設によって大きく左右され、明確な外科的治療指針が確立しているとは言いがたい

のが現状である^{12~15)}。われわれは今まで頸椎 OPLL に対する椎弓形成術の長期成績を調査し、椎弓形成術は全体として前方法と概ね同等の手術成績を維持できることを報告してきた⁹⁾。しかし、脊髄腹側に大きな骨化が圧迫因子として存在すれば除圧効果に限界のあることが指摘され^{24,32)}、さらに Taniら²⁶⁾は占拠率 50%以上の頸椎 OPLL に対しては前方法が優れていたと報告してきた。したがって、本研究では、1) 占拠率の大きな OPLL は椎弓形成術の治療成績が劣るのか、2) 椎弓形成術において成績不良例の特徴は何か、3) 占拠率の大きな OPLL は椎弓形成術よりも前方法の治療成績が優れているのかなどの臨床的疑問点を中心に調査し、椎弓形成術の限界および前方法の利点と問題点について検討した。

対象および方法

1986 年から 1996 年までの 10 年間は圧迫性頸髄症に対してその圧迫病態にかかわらず、われわれは基本的に椎弓形成術を選択していた^{8~11,15,16)}。したがって、術式選択による偏りが無いこの時期に施行した椎弓形成術の治療成績を後ろ向きに調査し、成績不良群の検討を行った。また、1996 年以降はそれまでの成績不良例の経験を踏まえ症例を選んで前方法を選択してきた¹⁷⁾。表 1 に両術式における患者データをまとめた(表 1)。

1996 年までに大阪大学および大阪労災病院整形外科において頸椎 OPLL に対し椎弓形成術を施行した症例は 82 例であった。そのうち追跡漏れの 13 例と脳梗塞など全身合併症のため評価困難な 3 症例を除外した 66 例(男性 51 例、女性 15 例)を今回の調査対象とした(追跡率 80%)。術式選択による偏りを排除するため 1996 年以降に椎弓形成術を選択した症例は今回の調査対象に含めなかった。椎弓形成術は辻・伊藤法に準じた片開き式脊柱管拡大術を施行した^{7,15,33)}。拡大椎弓は平均 5.7 椎弓(5~11 椎弓)：C3-7 が 41 例、C2-7 が 13 例、C3-T(T1-6)が 7 例、C2-T1 あるいは T2 が 3 例、C1-7 が 2 例であった。椎弓形成術の手術時間は平均 177 分(90~395 分)、出血量は平均

464 g (50~1,800 g)であった。手術時年齢は平均 57 歳(41~75 歳), 術後追跡期間は平均 10.2 年(5~20 年)であった。一方, 1996 年以降に前方法を選択した頸椎 OPLL は 27 例(男性 15 例, 女性 12 例)で全例 2 年以上追跡できた。前方法は, 十分な除圧を確保するため除圧幅を最低 20~25 mm に設定し骨化巣摘出または浮上術を行い, 腸骨(9 例)あるいは腓骨(18 例)を移植骨として用いた^{15,17,30,31}。固定椎間数は平均 3 椎間(2~5 椎間)で, 分節型 OPLL で脊髄・神経根症状を呈していた 1 例のみに前方プレートを使用した。その他は内固定を使用せず平均 8.2 週間(4~14 週)ハローベスト固定を行った。前方法の手術時間は平均 302 分(167~470 分), 出血量は平均 513 g (70~1,730 g)であった。前方法の手術時年齢は平均 58 歳(41~74 歳), 術後追跡期間は平均 6.0 年(2~10 年)であった。

術前調査項目は, 単純または断層側面像から骨化形態, 骨化占拠率, 最狭窄部における有効脊柱管径, 頸椎側面アライメント(前弯型・後弯型・直線型・S 状)を評価し, 術後骨化伸展やアライメント変化を調査した^{9,18,29}。骨化形態は従来の連続型, 分節型, 混合型, その他型に加えて, 単純あるいは断層側面像(または CT 再構成像)から矢状面での骨化パターンを観察し, 全体的に盛り上がって見える骨化パターン(台地型: 図 1-a)と山状あるいは嘴状に局所的に盛り上がる骨化パターン(山型: 図 1-b)に分類した^{15,16}。

術後治療成績は, JOA スコアおよび改善率(平林法)にて評価した⁵。治療成績の総合判定として, 改善率 75% 以上を優(excellent), 74~50% を良(good), 49~25% を可(fair), 24% 以下を不可(poor)とした。椎弓形成術の成績不良に因与する因子を調査するため, 胸椎部脊柱靭帯骨化症や腰部脊柱管狭窄症を合併していた 6 例を除いた 60 例で JMP(SAS 社)を用いて重回帰分析を行った。術後 JOA スコアあるいは改善率を目的変数, 手術時年齢・術前 JOA スコア・骨化占拠率・SAC・骨化パターン(台地型・山型)・術前の頸椎アライメント(後弯あるいは S 状・前弯あるいは直線

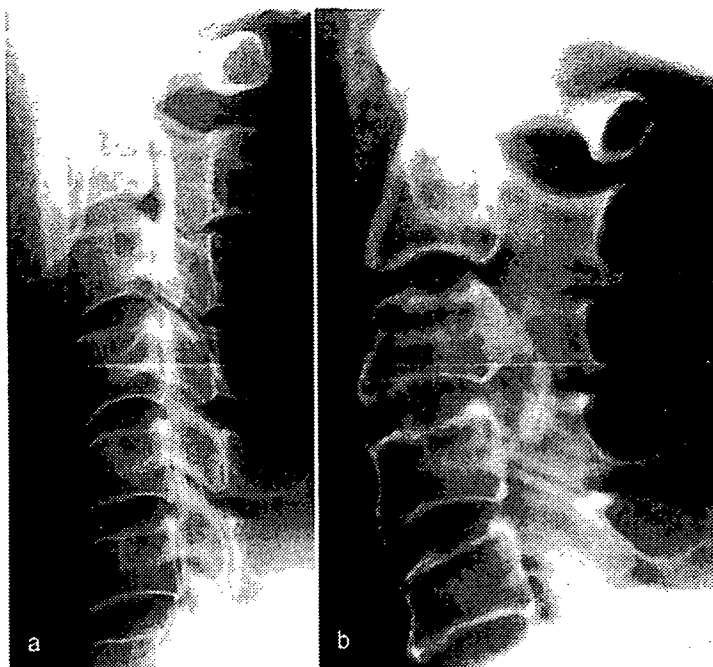


図 1 頸椎 OPLL の矢状面骨化パターン(台地型と山型)

- a : 台地型の骨化パターン。局所的に大きな骨化ではなく全体的に盛り上がった骨化で, 比較的均一かつ広範囲に脊柱管狭窄を認める。
- b : 山型の骨化パターン。局所的に山状に盛り上がった骨化で, 比較的狭い範囲で脊柱管狭窄を認める。

型)・術後の頸椎アライメント変化(悪化あり・なし)を説明変数としてステップワイズ法にて p 値 0.2 以下の変数を取り込み最良のモデルを決定した¹⁷。両術式間の成績は 1986 年から 1996 年までに行った椎弓形成術と前方法を Mann-Whitney U テストを用いて比較した。

結果

1. 骨化占拠率別にみた椎弓形成術の治療成績 (表 2)

椎弓形成術を行った 66 例において, JOA スコアは術前平均 9.2 点(0~15 点)から術後最終追跡時平均 13.7 点(8~17 点)に改善した。改善率は最高時平均 63% (0~100%), 最終追跡時平均 55% (-21~100%)であった。

骨化占拠率別に手術成績を調査したところ, 占拠率<60%の 60 例においては JOA スコアが術前平均 9.2 点(0~15 点)から最終追跡時平均 14.1 点(8~17 点), 改善率が最終追跡時で平均 58% (0~100%)であったのに対して, 占拠率 \geq 60%の 6 例

表 2 骨化占拠率別にみた両術式間の手術成績

	骨化 占拠率	N	平均 占拠率	平均 JOA スコア		改善率	
				術前	追跡時	追跡時	最高時
椎弓形成術	<60%	60	42%	9.2	14.1	58%	67%
	≥60%	6	66%	9.4	11.0	14%	34%
前方除圧固定術	<60%	17	50%	9.6	13.1	49%	55%
	≥60%	10	69%	9.3	13.4	54%	64%

* ; 椎弓形成術において占拠率≥60%は占拠率<60%に比して手術成績が有意に劣っていた(p<0.03).

** ; 占拠率≥60%において前方法は椎弓形成術比して手術成績が有意に優っていた(p<0.03).

では JOA スコアが術前平均 9.4 点(6~12 点)から最終追跡時平均 11.0 点(8.5~14.5 点), 改善率が最終追跡時で平均 14%(-21~75%)と, 占拠率≥60%の症例で手術成績は有意に劣っていた(p<0.03)(表 2).

2. 椎弓形成術における成績不良群の特徴(表 3, 4, 5)

手術成績が可あるいは不可と判定された成績不良症例(最高時または最終追跡時の改善率<50%)は 66 例中 22 例(33%)認められた. そのうち胸椎部脊柱靱帯骨化症や腰部脊柱管狭窄症を合併していた 6 例を除いた 16 例を検討した結果, 山型の骨化パターンが 7 例, 術後の頸椎アライメント変化が 7 例(うち 3 例は後弯に悪化), 術後骨化伸展が 6 例, 骨化占拠率≥60%の症例が 4 例, 術前不良頸椎アライメント(後弯あるいは S 状)が 3 例, 歩行障害を認めない近位型筋萎縮症が 1 例含まれていた.

骨化占拠率≥60%の 6 例中 5 例(83%), 山型骨化パターンの 12 例中 9 例(75%), 術後頸椎アライメントが変化した 12 例中 8 例(67%), 術前に不良頸椎アライメントを認めた 5 例中 3 例(60%), 術後に骨化伸展を認めた 27 例中 7 例(26%)が総合判定で可あるいは不可(最終追跡時の改善率<50%)の成績であった(表 3).

矢状面骨化パターンから椎弓形成術を施行した症例を検討すると, 術前の各項目には有意差が認められなかったものの山型骨化パターン 12 例の改善率は最高時で平均 40%, 最終追跡時で平均

30%と台地型骨化パターンの症例に比して治療成績が有意に劣っていた(p<0.01)(表 4).

重回帰分析の結果から, 椎弓形成術の成績不良因子つまり最高時の JOA スコアに負に影響する因子は, ①山型の骨化パターン, ②術前 JOA スコア, ③術後頸椎のアライメント変化, ④手術時年齢の順であった(表 5). 改善率でも, 成績不良に關与する因子は, ①山型の骨化パターン, ②術前 JOA スコアであった. これらの結果から椎弓形成術の成績不良に關与する因子は, 山型の骨化パターン, 続いて術前神経症状の重症度(低い JOA スコア)であり, 骨化占拠率, 有効脊柱管径, 術前の不良頸椎アライメントなどは重回帰分析上では有意に影響するものではなかった.

3. 前方法と椎弓形成術の成績比較(表 2, 4, 6)

前方法を選択した 27 例は最終的には全例骨癒合が得られ, 全体の JOA スコアは術前平均 9.5 点(4.5~14 点)から術後追跡時平均 13.2 点(9~16.5 点)に改善した. 改善率は最高時平均 57%(28~92%), 最終追跡時平均 51%(0~92%)と全体として椎弓形成術に比して有意差は認めなかった. 最終追跡時の治療成績総合判定では, 前方法を施行した 27 症例のうち 56%で優・良, 37%で可, 7%で不可の成績であったのに対して, 追跡期間の差はあるものの椎弓形成術を施行した 66 例では 65%で優・良, 15%で可, 20%で不可の成績であった. したがって, 総合判定で優・良の占める割合は両術式で有意な差は認めなかったが, 不可の判定となった割合は前方法に比して椎弓形成術

表 3 椎弓形成術の手術成績に影響した因子

各因子\手術成績総合判定	優/良 N(%)	可 N(%)	不可 N(%)
骨化占拠率 \geq 60% (N=6)	1(17%)	3(50%)	2(33%)
山型の骨化パターン (N=12)	3(25%)	4(33%)	5(42%)
術後の頸椎アライメント変化 (N=12)	4(33%)	2(17%)	6(50%)
術前の頸椎不良アライメント (N=5)	2(40%)	1(20%)	2(40%)
術後骨化伸展 (N=27)	20(74%)	2(7%)	5(19%)

手術成績の総合判定：

優=改善率 \geq 75%；良=改善率 50~74%；可=改善率 25~49%；不可=改善率 \leq 24%

表 4 矢状面骨化パターン別にみた両術式間の手術成績

	矢状面骨化 パターン	N	平均骨化 占拠率	JOA スコア		改善率	
				術前	追跡時	追跡時	最高時
椎弓形成術	台地型	54	43%	9.3	14.1	60%	69%
	山型	12	51%	9.1	11.7	30%	40%
前方除圧固 定術	台地型	16	53%	9.9	13.6	54%	59%
	山型	11	61%	8.9	12.9	51%	57%

*；椎弓形成術において山型骨化パターンは台地型に比して手術成績が有意に劣っていた(p<0.01)

表 5 椎弓形成術の成績不良に関与する因子(重回帰分析)

	骨化パターン (山型)	術後の頸椎 アライメント変化	術前 JOA スコア	手術時 年齢
JOA スコア (追跡時)	F=21.5 P<0.0001	F=2.1 P=0.1485	F=11.2 P=0.0015	—
JOA スコア (最高)	F=33.0 P<0.0001	F=3.0 P=0.0910	F=15.1 P=0.0003	F=1.8 P=0.1866
改善率 (追跡時)	F=13.7 P=0.0005	F=3.6 P=0.0625	—	—
改善率 (最高)	F=19.2 P<0.0001	F=8.1 P=0.0063	—	—

で多かった。

骨化占拠率別に前方法の成績を比較すると、占拠率<60%の17例においてはJOAスコアが術前平均9.6点(6~14点)から最終追跡時平均13.1点(9~16.5点)、改善率が最終追跡時で平均49%(0~91%)と占拠率<60%の症例においては椎弓形成術と手術成績の有意差は認められなかった(表2)。しかし、占拠率 \geq 60%の10例ではJOAスコアが術前平均9.3点(4.5~12点)から最終追

跡時平均13.4点(10~16.5点)、改善率が最終追跡時で平均54%(33~92%)と、占拠率 \geq 60%の大きな骨化症例では椎弓形成術に比して前方法は有意に手術成績が優れていた(p<0.03)(表2)。

両術式において骨化占拠率 \geq 60%の症例をみると、椎弓形成術では2例に上肢の難治性疼痛が残存したのに対して、前方法では術後8年3カ月後に交通事故に遭い、その後神経症状の悪化と左上肢のneuropathic painが持続している1例(症例

表 6 骨化占拠率≥60%の症例

年齢・性別	追跡 期間 (年)	骨化 占拠率 (%)	JOA スコア		改善率(%)		骨化パターン と骨化形態	頸椎アライメント		その他
			術前	追跡時	最高時	追跡時		術前	術後変化	
椎弓形成術										
1. 63 男	5	60	11.5	12	27	9	台地/混合型	直線型	—	軸性疼痛有
2. 55 男	15	62	10	8.5	29	-21	台地/混合型	直線型	—	上肢痛有
3. 60 男	10	65	6	10	46	36	山/混合型	前弯型	直線型	
4. 57 男	9	67	12	12	20	0	山/連続型	前弯型	直線型	
5. 47 男	5	70	10	9	0	-14	山/連続型	後弯型	後弯型*	上肢痛有
6. 46 男	15	71	7	14.5	80	75	台地/混合型	後弯型	—	
前方除圧固定術										
1. 56 男	9	60	9	13.5	81	56	山/混合型	前弯型	—	偽関節
2. 48 男	10	62	12	13.5	90	30	台地/連続型	後弯型	直線型	交通事故
3. 60 女	9	63	11	16.5	92	92	山/連続型	前弯型	—	
4. 51 男	6	64	11	14	58	50	台地/連続型	前弯型	—	
5. 52 女	6	67	10.5	14	54	54	台地/連続型	前弯型	—	再手術有
6. 58 男	10	69	11	13	33	33	台地/連続型	前弯型	—	
7. 56 女	3	70	4.5	10	44	44	山/混合型	前弯型	直線型	
8. 74 女	5.5	75	9.5	15.5	80	80	山/その他型	前弯型	—	
9. 58 女	7	75	7.5	12	53	47	台地/連続型	直線型	前弯型	椎弓形成術
10. 41 男	6.5	80	7	12	50	50	山/混合型	直線型	—	

* ; 術前後弯型が術後悪化.

2)を除いて術後に激しい疼痛で難渋している症例は認められなかった(表 6).

矢状面骨化パターンから両術式を比較すると、椎弓形成術では山型骨化パターンは台地型に比して治療成績が有意に劣っていたが、前方法ではそのような骨化パターンによる成績の差は認められなかった(表 4).

4. 頸椎アライメント変化と治療成績(表 7)

椎弓形成術を施行した 66 例中、頸椎アライメントが術前から追跡時に変化した症例は 12 例(18%)認められた。8 例は前弯型から直線型に、4 例は後弯型に悪化していた(表 7-a)。術後頸椎アライメント変化を認めた 12 例中 8 例(67%)は追跡時の成績が可あるいは不可の評価で、その

12 例における改善率(最終追跡時)は平均 32% (-14~83%)と、頸椎アライメント変化を認めなかった症例に比して有意に成績は劣っていた(p<0.03)。一方、前方法を施行した 27 例中、頸椎アライメントが術後に改善した症例が 6 例(22%)存在し、前弯型から直線型に変化した症例は 3 例(11%)あった(表 7-b)。椎弓形成術では術後の頸椎アライメント変化は成績不良に関与していたが、前方法術後に頸椎アライメントが変化した 3 例の改善率は平均 54%(44~82%)で決して成績不良ではなかった。

5. 手術合併症

椎弓形成術を施行した 66 例中、一過性の上肢運動麻痺を 6 例(9%)に、頑固な上肢痛(neuro-

表 7-a 椎弓形成術前後の頸椎矢状面アライメント (N=66)

術前アライメント	術後アライメント N(%)			
	前弯型	直線型	後弯型または S 状	計 (%)
前弯型	24	⑧	0	32(48%)
直線型		27	②	29(44%)
後弯型または S 状			5/②*	5(8%)
計	24(36%)	35(53%)	7(11%)	66(100%)

* ; 術前頸椎アライメントが後弯型あるいは S 状であった 5 例中 2 例に術後アライメントの悪化を認めた。

○ ; 術後頸椎アライメント変化を認めた症例数

pathic pain) を 5 例(8%)に認めた。頸椎における再手術は、術後硬膜外血腫による神経症状悪化に対して緊急血腫除去術を 1 例に要し完全に回復した。追加手術としては、胸椎部脊柱靭帯骨化症に対する胸椎椎弓切除や腰部脊柱管狭窄症に対する除圧術を 4 例(6%)に行った。

一方、前方法を選択した 27 例中、神経症状悪化を 2 例(7%)に認めた。1 例は術直後の左下肢運動麻痺で徐々に改善した。もう 1 例は術直後の C5 髄節あるいは神経根麻痺で、術後の CT および MRI にて除圧不足と判断し前方除圧を追加し改善した。移植骨に関連した合併症は 4 例(15%)に認めた(移植骨の脱転 2 例と偽関節 2 例)。これら 4 例に対しては後方固定を追加して最終的には全例骨癒合した。術後遅発性の神経症状悪化 2 例(7%)に対しては、術後 8 カ月後と 35 カ月後に椎弓形成術を追加した。結果として、頸椎部における再手術は椎弓形成術 66 例においては血腫除去術の 1 例(2%)のみであったが、前方法 27 例においては 7 例(26%)に何らかの頸椎追加手術を要した。

■症例呈示

手術時年齢 69 歳の女性(図 2-a~g)

手術施行 2~3 年前から両手のしびれ出現、1 年前から歩行障害を自覚するも放置し、転倒を契機に歩行不能となった。山型の骨化パターン(占拠率: 50%)で著明な脊髄圧迫を認めた(図 2-a, b)。

表 7-b 前方除圧固定術前後の頸椎矢状面アライメント (N=27)

術前アライメント	術後アライメント N(%)			
	前弯型	直線型	後弯型	計 (%)
前弯型	12	③	0	15(56%)
直線型	3*	4	0	7(26%)
後弯型	0	3*	2	5(19%)
計	15(56%)	10(37%)	2(7%)	27(100%)

* ; 6 例では術後頸椎アライメントの改善を認めた。

○ ; 術後頸椎アライメント変化を認めた症例数

手術は前方骨化浮上、腓骨移植術(C4-7 固定)を施行した(図 2-c)。術後骨癒合は完成し(図 2-d)、神経症状は改善するも歩行は杖を要する。術前後の CT にて移植した 2 本の腓骨背側で残存した骨化が徐々に浮上していくのが確認できた(図 2-e, f, g)。

考 察

1. 椎弓形成術の限界と前方法の利点

Tani ら²⁶⁾は骨化占拠率 50%以上の頸椎 OPLL に対して前方法の優位性を報告しているが、占拠率 50%未満の症例と占拠率 50%以上 60%未満の症例を比較したわれわれの今までの検討からは、椎弓形成術の治療成績に有意な差を認められなかった^{11,16)}。今回の結果からも骨化占拠率のみに着目すると、占拠率 60%未満であれば概ね椎弓形成術で対処できる結果が得られた。しかし、占拠率 60%以上の大きな骨化症に対しては前方法が椎弓形成術に比して良好な手術成績であったことから、占拠率 60%以上の大きな骨化症では後方除圧だけでは限界と考えられる^{16,17)}。今回の結果から、大きな骨化症でもすべてが脊髄の不可逆的変化に陥っているものではなく、脊髄の可塑性を期待して前方から骨化巣を摘出あるいは浮上させれば、椎弓形成術に比して神経症状のさらなる改善が期待できると考えた。

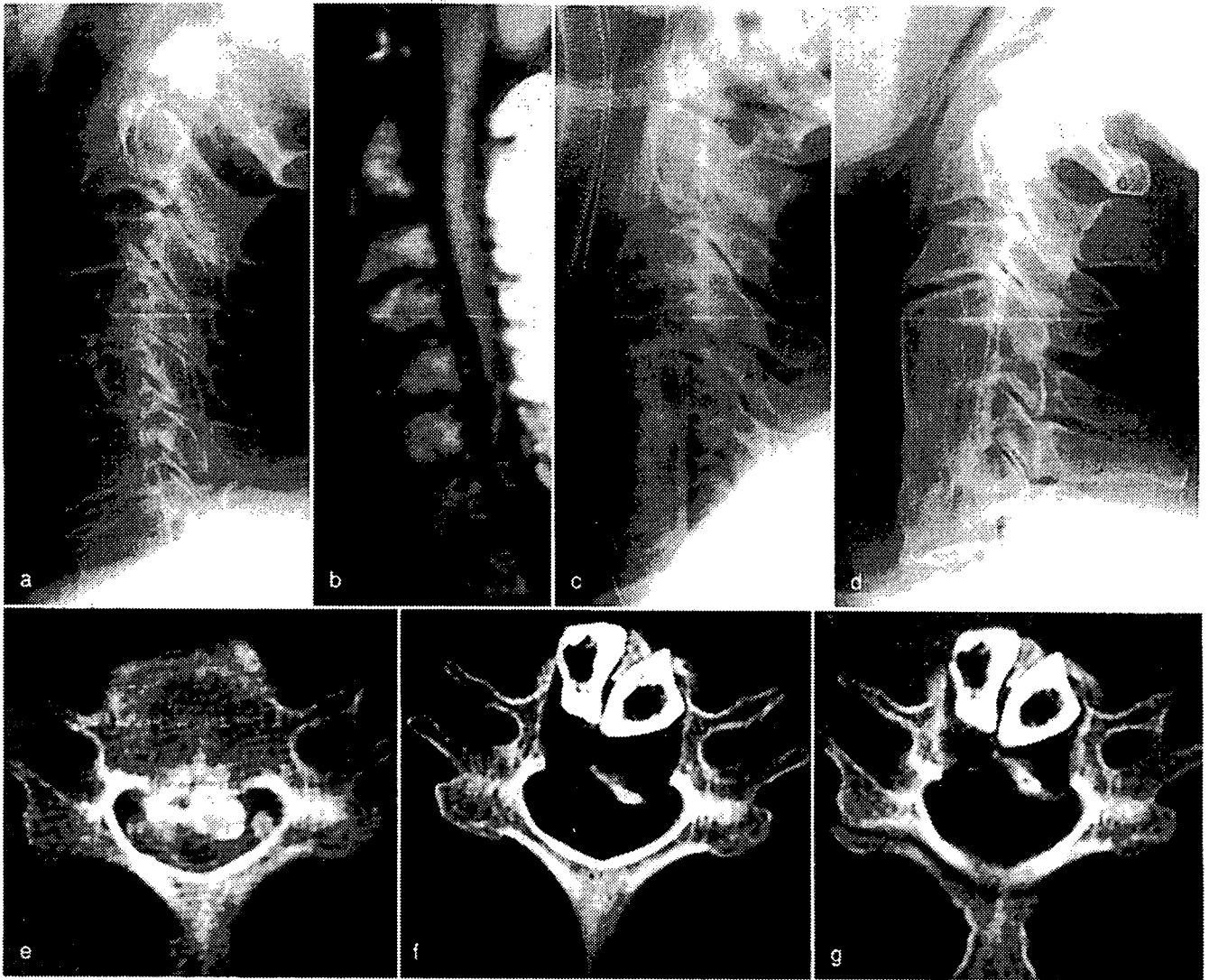


図 2 症例提示, 69 歳女性

- a : 術前単純側面像, C5/6 レベルに山型の骨化(骨化占拠率 50%)を認める.
- b : MR T1 強調矢状断像, C4/5~C5/6 レベルに局所的な脊髓圧迫を認める.
- c : 骨化浮上術直後の単純側面像, 腓骨背側に残存した骨化を認める.
- d : 術後 3 年の単純側面像, 骨癒合と骨化浮上が確認できる.
- e : 術前ミエロ後 CT, 脊髓前方に一部硬膜骨化を伴う大きな骨化を認める.
- f : 術後 1 週後の CT, 2 本の腓骨と残存した骨化を認める.
- g : 術後 7 週後の CT, 腓骨背側の骨化浮上が確認できる.

2. 頸椎 OPLL の手術成績に影響する因子

われわれは以前から頸椎 OPLL に対する後方除圧術の長期成績に影響する因子として, 骨化占拠率よりも主に術前重症度と手術時年齢を重視してきた^{9,18)}. しかし, 頸椎 OPLL に対する術式選択として椎弓形成術を唯一の術式選択としていた時期の成績不良例を今回検討した結果, 山型の骨化パターンや頸椎アライメント変化が成績不良に関与することがわかった^{11,16)}. 骨化パターン(図

1)は側面単純と断層撮影(あるいは CT 再構成像)を観察して台地型と山型に分類したが, MRI 矢状断像を見ればこの骨化パターンは脊髓の圧迫パターンを表現している¹¹⁾. 本研究では術前 MRI を全例には確認できなかったが, 台地型の骨化パターンは頸椎症性頸髓症と同様の広範囲な脊柱管狭窄状態であるのに対して, 山型の骨化パターンは前方から局所的に脊髓が圧迫されている状態を観察できた. 従来の骨化形態の分類からすると,

連続型や混合型の多くと分節型は台地型の骨化パターンを示し、山型の骨化パターンを示す形態はその他型(椎間膨隆型)と連続型や混合型の一部で認められた。全体的な脊柱管狭窄を示す台地型の骨化パターンでは広範囲に脊柱管を拡大する椎弓形成術は理にかなっているが、局所的な脊髄圧迫を示す山型の骨化パターンでは、椎弓形成術では除圧効果が得にくい可能性がある。また、山型の骨化パターンを単純 X 線像で観察すると、成熟した骨化に比べ淡くわかりにくい骨化で、断層撮影や CT ではっきりする骨化が多いのも興味深い。何らかの局所因子により急激に増大する可能性のある未熟な骨化と考えられる¹¹⁾。

頸椎矢状面アライメントの変化も椎弓形成術の成績不良に大きく影響していた。椎弓形成術後に頸椎アライメントが前弯型から直線型に変化した 8 例中 5 例が可あるいは不可の成績判定で(8 例の平均改善率は 38%)、術後に後弯位に悪化した 4 例中 3 例の術後成績判定は不可であった(4 例の平均改善率は 21%)。椎弓形成術後に頸椎アライメントが変化した 12 例中 6 例および後弯位に悪化した 4 例中 3 例では C2 から C7 まで椎弓が拡大されており、C2 までの除圧延長が頸椎アライメント変化に関与した可能性がある²⁵⁾。また、術後の頸椎アライメント変化は頸椎の局所的不安定性を意味し重要である。術前すでに頸椎後弯を認めるか圧迫レベルで椎間可動性が大きければ、Matsunaga ら^{20,21)}が報告しているように動的因子が術後成績に影響する可能性がある。このような症例は固定効果を予測できない椎弓形成術では限界があり、固定術を選択するほうが有利と考えられる¹⁷⁾。今後どの程度の後弯や椎間可動性であれば前方固定術を選択すべきなのか、あるいは後方除圧に後方固定を追加すれば成績向上につながるかなどの検討が必要と考えている。

骨化占拠率 60%以上の大きい骨化も前述のように椎弓形成術の限界と考えられるが、今回の重回帰分析では有意な因子として捉えることができなかった。骨化占拠率だけに着目すれば成績に有意差を認め、他の因子を含めた解析で有意にならなかったのは、解析方法の問題なのか今後の検討を要する。しかし、占拠率 60%以上の大きい骨化

症でも、前方法を選択すればさらなる神経症状の改善を期待できるのは事実で、脊髄の可塑性が残存していると判断できる^{16,17)}。

一方、椎弓形成術で成績に影響した骨化占拠率・骨化パターン・頸椎アライメントは前方法では成績に影響しなかった。

3. 頸椎 OPLL に対する術式選択：椎弓形成術 vs 前方除圧固定術

今回の結果から、1)骨化占拠率<60%、2)台地型の矢状面骨化パターンの特徴を有する症例では、椎弓形成術が有効で安全な術式と考えられる¹⁶⁾。しかし、椎弓形成術のひとつの限界は脊髄腹側に骨化が残存しており、その骨化は術後に伸展する可能性があることである。椎弓形成術後に骨化が伸展する可能性はおよそ 70%あり、その可能性は連続型と混合型の骨化形態、および若年者(<59 歳)で高い^{2,9,19)}。大きな骨化が脊髄腹側に残存すれば、術後骨化が少しでも伸展するか、頸椎アライメントが後弯位に変化すると脊髄の除圧が維持できなくなる¹⁶⁾。

一方、骨化占拠率 60%以上の大きい骨化に対する前方法は椎弓形成術に比して良好な成績が獲得できた。したがって、若年者で骨化伸展の可能性が高い骨化形態(連続型や混合型)や山型で占拠率の大きい骨化症では前方法が良い選択肢となりうる。しかし、前方法の問題は手術合併症である^{3,23)}。骨化靱帯を摘出しようとするれば硬膜骨化や硬膜外からの出血に悩まされ除圧不足や脊髄損傷などの合併症が危惧されるため、われわれは骨化靱帯の摘出に固執せず、より安全な術式として山浦ら^{30,31)}が報告してきた骨化浮上術を選択してきた。

Shinomiya ら²³⁾によると、前方法での手術合併症は髄液瘻、移植骨の脱転や偽関節などが 23%に認められ、12.5%に再手術を要したと報告している。また、Epstein³⁾によると、頸椎 OPLL に対する前方法では 15%の症例で偽関節による再手術を要したと報告している。今回の前方法 27 例でも、移植骨に関連した合併症は 15%に起こっており、26%の症例に何らかの頸椎追加手術を要している。移植骨に関連した合併症は、Ikenaga ら⁶⁾の

報告のように手技の工夫や経験で改善させることは可能で、今回の症例でも幸い再手術後は全例に骨癒合を獲得でき、最終的な神経症状の改善は良好であった。また、neuropathic painなどの難治性疼痛は椎弓形成術の8%に認められ疼痛管理に難渋しているが、前方法では外傷後の1例(症例2)を除いて認めていない。

今後経過観察を伸ばし詳細な比較検討が必要ではあるが、1)占拠率60%以上の大きな骨化症、2)局所的脊髄圧迫(山型の骨化パターン)、3)頸椎不良アライメントあるいは動的因子が関与する症例では、患者・医師とも合併症を許容できれば前方除圧固定術(骨化摘出または骨化浮上)を選択していくことが治療成績向上につながるものと考えられる。

結 論

頸椎 OPLL に対する術式選択は、骨化占拠率・骨化形態や矢状面骨化パターン・頸椎アライメント・骨化間や椎間での可動性・患者年齢・術者の経験と技術を考慮して決定していく必要がある。骨化占拠率60%以上の大きい骨化や山型の骨化パターンおよび不良アライメントの症例は椎弓形成術の限界と考えられ、治療成績の向上を期待し合併症を許容できれば前方法を選択すべきである。

本論文の要旨は第77回日本整形外科学会学術集会(2004年5月 神戸)、第33回日本脊椎脊髄病学会(2004年6月 東京)、第35回日本脊椎脊髄病学会(2006年4月 東京)、第79回日本整形外科学会学術集会(2006年5月 横浜)にて発表した。

文 献

- 1) Belanger TA, Roh JS, Hanks SE, et al : Ossification of the posterior longitudinal ligament. Results of anterior cervical decompression and arthrodesis in sixty-one North American patients. *J Bone Joint Surg Am* **87** : 610-615, 2005
- 2) Chiba K, Yamamoto I, Hirabayashi H, et al : Multi-center study investigating the postoperative progression of ossification of the posterior longitudinal ligament in the cervical spine : a new computer-assisted measurement. *J Neurosurg Spine* **3** : 17-23, 2005

- 3) Epstein N : The surgical management of ossification of the posterior longitudinal ligament in 51 patients. *J Spinal Disord* **6** : 432-454, 1993
- 4) 平林 洸 : 頸髄症に対する後方除圧法としての片開き式頸部脊柱管拡大術について. *手術* **32** : 1159-1163, 1978
- 5) Hirabayashi K, Watanabe K, Wakano K, et al : Expansive open-door laminoplasty for cervical spinal stenotic myelopathy. *Spine* **8** : 693-699, 1983
- 6) Ikenaga M, Shikata J, Tanaka C : Anterior corpectomy and fusion with fibular strut grafts for multi-level cervical myelopathy. *J Neurosurg Spine* **3** : 79-85, 2005
- 7) Itoh T, Tsuji H : Technical improvements and results of laminoplasty for compressive myelopathy in the cervical spine. *Spine* **10** : 729-736, 1985
- 8) Iwasaki M, Ebara S, Miyamoto S, et al : Expansive laminoplasty for cervical radiculomyelopathy due to soft disc herniation. *Spine* **21** : 32-38, 1996
- 9) Iwasaki M, Kawaguchi Y, Kimura T, et al : Long-term results of expansive laminoplasty for ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine : more than 10 years follow up. *J Neurosurg (Spine 2)* **96** : 180-189, 2002
- 10) 岩崎幹季 : 椎弓形成術は椎弓切除術に勝るか? *脊椎脊髄* **17** : 232-234, 2004
- 11) 岩崎幹季, 奥田真也, 宮内 晃 : 頸椎後縦靭帯骨化症に対する外科的治療戦略—後方除圧術の限界. *別冊整形外科* **45** : 197-200, 2004
- 12) 岩崎幹季, 宮内 晃, 奥田真也・他 : 頸椎後縦靭帯骨化症 : 治療に関するシステムティックレビュー. *脊椎脊髄* **19** : 133-142, 2006
- 13) Iwasaki M : Overview of treatment for ossification of the longitudinal ligament and the ligamentum flavum. *In* : Yonenobu K, Nakamura K, Toyama Y (ed). *OPLL Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament*. 2nd ed, Springer, Tokyo ; 165-167, 2006
- 14) Iwasaki M, Yonenobu K : Choice of surgical procedure. *In* : Yonenobu K, Nakamura K, Toyama Y (ed). *OPLL Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament*. 2nd ed Springer, Tokyo ; 181-185, 2006
- 15) Iwasaki M, Yonenobu K : Ossification of the posterior longitudinal ligament. *In* : Herkowitz HN, Garfin SR, Eismont FJ, et al (ed). *Rothman-Simone The Spine*. 5th ed. Elsevier, Philadelphia, 2006
- 16) Iwasaki M, Okuda S, Miyauchi A, et al : Surgical strategy for cervical myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament. Part 1 : Clinical results and limitations of laminoplasty. *Spine* (in press), 2007
- 17) Iwasaki M, Okuda S, Miyauchi A, et al : Surgical strategy for cervical myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament. Part 2 :

- Advantages of anterior decompression and fusion over laminoplasty. Spine (in press), 2007
- 18) Kato Y, Iwasaki M, Fuji T, et al : Long-term follow-up results of laminectomy for cervical myelopathy caused by ossification of the posterior longitudinal ligament. J Neurosurg 89 : 217-223, 1998
 - 19) Kawaguchi Y, Kanamori M, Ishihara H, et al : Progression of ossification of the posterior longitudinal ligament following en bloc cervical laminoplasty. J Bone Joint Surg Am 83 : 1798-1802, 2001
 - 20) Matsunaga S, Kukita M, Hayashi K, et al : Pathogenesis of myelopathy in patients with ossification of the posterior longitudinal ligament. J Neurosurg 96 : 168-172, 2002
 - 21) Matsunaga S, Sakou T, Taketomi E, et al : The natural course of myelopathy caused by ossification of the posterior longitudinal ligament in the cervical spine. Clin Orthop Relat Res 305 : 168-177, 1994
 - 22) Ogawa Y, Toyama Y, Chiba K, et al : Long-term results of expansive open-door laminoplasty for ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine. J Neurosurg Spine 1 : 168-174, 2004
 - 23) Shinomiya K, Okamoto A, Kamikozuru M, et al : An analysis of failures in primary cervical anterior spinal cord decompression and fusion. J Spinal Disord 6 : 277-288, 1993
 - 24) Sodeyama T, Goto S, Mochizuki M, et al : Effect of decompression enlargement laminoplasty for posterior shifting of the spinal cord. Spine 24 : 1527-1531, 1999
 - 25) Takeshita K, Seichi A, Akune T, et al : Can laminoplasty maintain the cervical alignment even when the C2 lamina is contained? Spine 30 : 1294-1298, 2005
 - 26) Tani T, Ushida T, Ishida K, et al : Relative safety of anterior microsurgical decompression versus laminoplasty for cervical myelopathy with a massive ossified posterior longitudinal ligament. Spine 27 : 2491-2498, 2002
 - 27) 寺山和雄, 山岡弘明, 八木 了・他 : 後縦靱帯骨化. 整形外科 30 : 361-369, 1979
 - 28) 月本裕国 : 頸部後縦靱帯化骨により脊髄圧迫症候を呈した 1 剖検例. 日本外科宝函 29 : 1003-1007, 1960
 - 29) Tsuyama N : Ossification of the posterior longitudinal ligament of the spine. Clin Orthop Relat Res 184 : 71-84, 1984
 - 30) 山浦伊梨吉 : 後縦靱帯骨化症および脊柱管狭窄症に対する前方除圧法—骨化浮上術, 脊柱管前方拡大術について. 臨整外 18 : 855-868, 1983
 - 31) Yamaura I, Kurosa Y, Matuoka T, et al : Anterior floating method for cervical myelopathy caused by ossification of the posterior longitudinal ligament. Clin Orthop Relat Res 359 : 27-34, 1999
 - 32) Yamazaki A, Homma T, Uchiyama S, et al : Morphologic limitations of posterior decompression by midsagittal splitting method for myelopathy caused by ossification of the posterior longitudinal ligament in the cervical spine. Spine 24 : 32-34, 1999
 - 33) Yonenobu K, Wada E, Ono K : Part B. Laminoplasty. In : The Cervical Spine Research Society Editorial Committee (ed). The Cervical Spine. 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia ; 1057-1071, 2005

「読者の声」募集

弊誌では、読者の皆様の“ひとこと”(ご意見)を募集しています。

- 1) 原稿の内容については特に限定いたしません。以下のような内容を歓迎いたします。掲載の採否は編集委員会で決定させていただきます。

- ・ 診療、研究のなかでのエピソード、気づいた出来事、雑感
- ・ 弊誌掲載論文、記事などに対する感想、意見
- ・ 整形外科臨床、整形外科学(医学)教育、整形外科臨床研修などをめぐる諸問題
- ・ 医療行政、社会保険制度などについての感想、意見

- 2) ご送付の際は弊誌 E メール(rinseige@igaku-shoin.co.jp)または綴じ込みハガキをご利用ください。(レイアウトの関係で字数等多少変更させていただくことがあります。)

『臨床整形外科』編集室

Surgical Outcome of Drop Foot Caused by Degenerative Lumbar Diseases

Hiroyuki Aono, MD,* Motoki Iwasaki, MD,† Tetsuo Ohwada, MD,‡ Shinya Okuda, MD,§
Noboru Hosono, MD,* Takeshi Fujii, MD,* and Hideki Yoshikawa, MD†

Study Design. A total of 46 patients undergoing lumbar spine surgery for degenerative lumbar disease and presenting with drop foot were included in this retrospective study.

Objective. To determine which preoperative patients' symptoms were of statistical significance in their effect on surgical outcome.

Summary of Background Data. Drop foot is a neuromuscular condition that results in palsy of the ankle dorsiflexion and is a major problem in Japanese daily life. Few studies have described the effect of a surgical intervention on drop foot associated with degenerative lumbar disorders and the factors that affect the surgical outcome. The manual muscle test can be used to determine the muscular strength of the tibialis anterior. Drop foot is then defined as a score below 3 out of 5.

Methods. Patient medical history, preoperative tibialis anterior strength, presence of leg pain, and duration of palsy were recorded and compared with surgical outcome.

Results. Of patients, 61% recovered from drop foot after surgery. Patients with a tibialis anterior score of 2-3- and those suffering from palsy for a shorter duration of time showed better surgical results. Cases without leg pain were also shown to be treated effectively with surgery.

Conclusions. Palsy duration and preoperative strength were factors that most affected drop foot recovery following surgical intervention for spinal degeneration.

Key words: drop foot, degenerative lumbar disease, manual muscle test, tibialis anterior. *Spine* 2007;32:E262-E266

Drop foot, or palsy of ankle dorsiflexion, is a neuromuscular condition in which patients suffer pain, weakness, and sometimes loss of function. The etiology of drop foot includes peroneal nerve palsy, sciatic nerve palsy, Charcot-Marie-Tooth disease, polyneuropathy, epiconus syndrome due to disorders in the thoracolumbar junction, and palsy of the lower lumbar root due to degenerative disorders.

From the Department of Orthopaedic Surgery, *Osaka Koseinenkin Hospital; †Osaka University Graduate School of Medicine; ‡Kansai Rosai Hospital, Kansai; and §Osaka Rosai Hospital, Osaka, Japan. Acknowledgment date: April 13, 2006. First revision date: September 22, 2006. Second revision date: December 1, 2006. Acceptance date: December 1, 2006.

The manuscript submitted does not contain information about medical device(s)/drug(s).

No funds were received in support of this work. No benefits in any form have been or will be received from a commercial party related directly or indirectly to the subject of this manuscript.

Address correspondence and reprint requests to Hiroyuki Aono, MD, Department of Orthopaedic Surgery, Osaka Koseinenkin Hospital, 4-2-78 Fukushima, Fukushima-ku, Osaka, Japan; E-mail: h-aono@umin.ac.jp

Due to the resulting "steppage gait," patients with a drop foot have considerable difficulty in ambulating with standard shoes, sandals, or slippers. The addition of an ankle-foot orthosis or the use of calf high boots greatly improves both their gait and risk of tripping and/or falling, as they provide support and prevent the foot from plantar flexing. Among certain cultural groups, such as the Japanese, this neurologic deficit can be that much worse an impairment as it is customary to remove footwear indoors.

Although there have been case reports of drop foot with unusual etiology such as brain tumors,¹ pelvic hydatid disease,² or iatrogenic drop foot after spinal anesthesia,^{3,4} lateral meniscus repair,^{5,6} and lumbar operations,⁷⁻⁹ there have been few studies describing its onset and recovery from motor deficits following degenerative lumbar diseases, and no definite conclusion has been reached regarding factors that influence surgical outcome. In the current study, we retrospectively examined motor recovery after surgery in patients suffering from drop foot caused by degenerative lumbar diseases and who underwent decompression with or without fusion surgery. We also studied the factors that influenced recovery from drop foot.

■ Patients and Methods

Forty-six patients (27 men and 19 women) who underwent lumbar spine surgery for degenerative lumbar disorders between June 1993 and September 2001, and who presented with drop foot were included in the study. The mean age at surgery was 56.6 years (range 23-86), and the mean follow-up period was 3.7 years (range 2-9). Drop foot was unilateral in 41 patients and bilateral in 5 patients.

Drop foot was assessed by determining muscle strength of the tibialis anterior using a manual muscle test and by characterizing it according to the Medical Research Council scale (Table 1).¹⁰ A score below 3 (out of 5) was used as a cutoff since we reasoned that muscle strength grade ≥ 3 enabled the patient to achieve a degree of dorsiflexion in a sitting position. Tibialis anterior strength was estimated as grade 3 when patients could dorsiflex and invert their ankle in a sitting position through a full range of motion. Tibialis anterior strength was estimated as grade 3- when patients could dorsiflex and invert their ankle in a sitting position but could not achieve a full range of motion.

Patients scoring ≤ 3 were seen to stumble while walking in sandals or slippers. When the patient had drop foot bilaterally, the side of the weaker ankle dorsiflexor muscle was used for grading. A detailed preoperative diagnosis revealed a herniated disc in 24 patients, spinal canal stenosis in 16, degenerative spondylolisthesis in 3, isthmic spondylolisthesis in 2, and spondylolysis in 1 (Table 2). The duration of drop foot symptoms before surgery ranged from 4 to 720 days (mean 97). Most lumbar disc herniations occurred at the L4/5 level (Figure 1). Extraforaminal lesions were seen only in L5/S1 single herniation.

Table 1. Manual Muscle Test of Tibialis Anterior According to The Medical Research Council Scale of Muscle Strength

0	No contraction of tibialis anterior
1	Slight contraction of tibialis anterior is observed, but no joint motion of ankle
2	Patient can invert and dorsiflex ankle with gravity eliminated through full range of motion
3	Patient can dorsiflex and invert ankle against gravity through partial range of motion
3	Patient can dorsiflex and invert ankle against gravity through full range of motion
4	Patient can dorsiflex and invert ankle against gravity and moderate resistance
5	Patient can dorsiflex and invert ankle against gravity and full resistance

Lumbar surgery involved a standard discectomy in 24 patients, bilateral fenestration (laminectomy with or without discectomy) in 16, posterior lumbar interbody fusion in 5, and repair of spondylolysis in 1. Preoperative strength of the tibialis anterior was graded as 0 or 1 in 17 patients and 2 or 3- in 29. Eight patients did not complain of leg pain. Radicular symptoms were seen in 34 patients and cauda equina syndrome (defined as perineal numbness and/or bowel and bladder dysfunction) in 12. Combined radicular and cauda equina symptoms were included within the cauda equina syndrome category. The number of involved segments was multilevel in 16 cases and single level in 30.

Patients stayed in the hospital for approximately 2-4 weeks after surgery, and we examined motor recovery 4-6 weeks, 3 months, 6 months, 1 year, 1.5 years, 2 years, and every 1 year after surgery. Follow-up of the patients with complete recovery was stopped at the time of the 2-year follow-up as muscle strength would not be worsened once motor had recovered completely. Experienced orthopedic spine surgeons evaluated preoperative and postoperative muscle strength.

Surgical outcome was evaluated by recovery from tibialis anterior weakness, and ranked "excellent" when muscular strength recovered to a manual muscle test score of 4 or 5, "good" when it scored 3, "fair" when muscular strength recovered but it remained below 3, and "poor" when there was no improvement in muscular strength at the final (or latest) follow-up. We also evaluated the recovery rate of tibialis anterior strength:

postoperative tibialis anterior strength

- preoperative tibialis anterior strength/5

- preoperative tibialis anterior strength \times 100(%)

Grade 3 minus tibialis anterior strength was calculated as 2.5.

Statistical analyses were performed to assess factors that influenced the surgical outcome (tibialis anterior strength at the final follow-up). The tests included a Mann-Whitney *U* test and

Table 2. Diagnosis (n = 46)

Diagnosis	No. Patients
Disc herniation	24
Canal stenosis	16
Degenerative spondylolisthesis	3
Isthmic spondylolisthesis	2
Spondylolysis	1

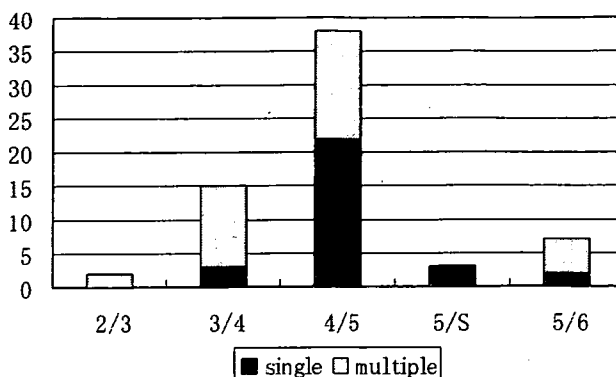


Figure 1. Compromised levels affected in drop foot. Most lumbar herniation occurred at the L4/5 level. Extraforaminal lesions were seen in only L5/S single herniation.

multivariate logistic regression analysis using JMP 5.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC). *P* values below 0.05 were regarded as statistically significant. Multivariate logistic regression analysis was performed with factors that were thought to be significant ($P \leq 0.2$) in the results of Mann-Whitney *U* test to gain better sensitivity. Multivariate logistic regression analysis of final diagnosis (herniated soft disc *vs.* canal stenosis) excluded 3 patients that were diagnosed as isthmic spondylolisthesis and spondylolysis. Three patients with degenerative spondylolisthesis were included in the canal stenosis group. The correlated factors studied were: final diagnosis (herniated soft disc *vs.* spinal canal stenosis); the number of involved segments (multiple *vs.* single); neurologic involvement (nerve root impairment *vs.* cauda equina syndrome); age at surgery; gender; preoperative severity of palsy (tibialis anterior 0-1 *vs.* 2-3-); leg pain; and duration of palsy before surgery.

Results

According to the functional motor recovery from drop foot, overall outcome was "excellent" in 19 patients (41%), "good" in 9 (20%), "fair" in 5 (11%), and "poor" in 13 (28%). Thus, at least some degree of tibialis anterior functional recovery was observed in 61% of the cases with drop foot (Figure 2). Complete restoration of

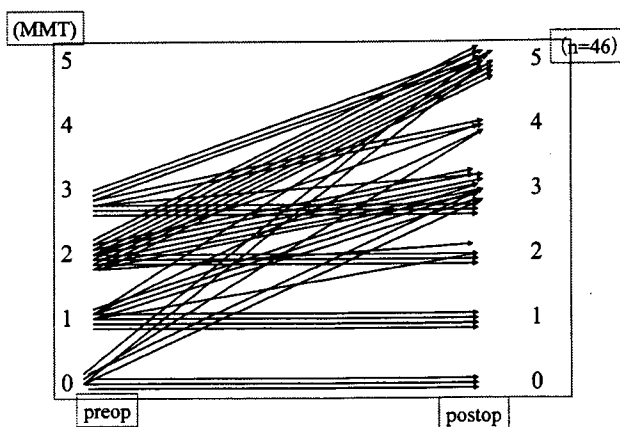


Figure 2. Tibialis anterior strength of all 46 patients. Fourteen patients had complete recovery, and 13 had no improvement after operation. MMT indicates manual muscle test; postop, postoperatively; preop, preoperatively.

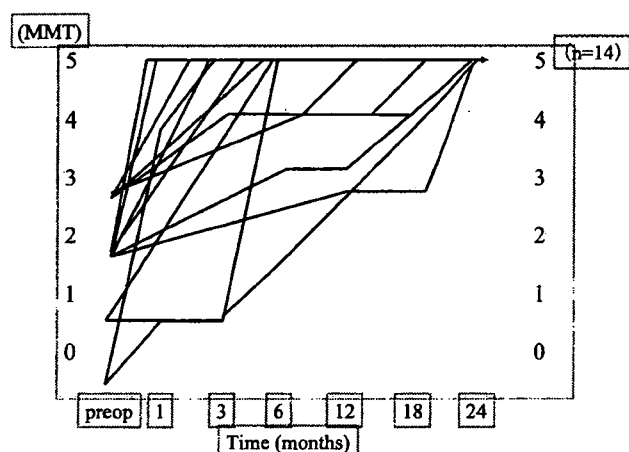


Figure 3. Progress toward recovery for each of the 14 patients who completely recovered (manual muscle test score of 5). The longest duration to recover fully was 2 years. MMT indicates manual muscle test; preop, preoperatively.

tibialis anterior strength (manual muscle test score of 5) was observed in 14 patients (30%), 4 of whom had originally presented with severe palsy and a preoperative tibialis anterior strength of 0–1. Looking into the duration to reach complete recovery of tibialis anterior, 10/14 (71%) patients recovered completely within 1 year, but 4 had progress of recovery 1 year after operation (Figure 3). The average recovery rate of tibialis anterior strength was $48.7\% \pm 40.8\%$ (range 0% to 100%).

Excluding the 3 cases of ischemic spondylolisthesis and spondylolysis, we compared the surgical results of patients separated into 2 groups by diagnosis: herniated disc and spinal canal stenosis. We found no significant difference between the 2 groups ($P = 0.317$; Tables 3, 4). No significant difference was also found between the groups of single-level and multilevel compression ($P = 0.416$; Tables 3, 4) or between radicular and cauda equina symptoms ($P = 1.000$). However, when comparing age at surgery, better surgical results were achieved in younger patients, and it means that if patients would be 10 years older, surgical outcome would be poorer (relative risk: 1.48; $P = 0.027$; Table 4). In addition, postop-

Table 4. Statistical Analysis No. 1

	Mann-Whitney <i>U</i> Test		
	<i>P</i>	Odds Ratio	95% CI
Age: 10 yr	0.027 (n = 46)	1.48	1.04–2.16
Gender: male-female	0.167 (n = 46)	2.22	0.75–6.88
Diagnosis: lumbar canal stenosis-lumbar disc herniation	0.317 (n = 43)	0.74	0.42–1.31
Preoperative tibialis anterior: 2–3– and 0–1	0.047 (n = 46)	0.34	0.11–1.02
Segment: multiple-single	0.416 (n = 46)	1.63	0.53–5.09
Pain: present-absent	1.000 (n = 46)	0.98	0.25–3.98
Involvement: cauda equina syndrome-root	1.000 (n = 46)	1.00	0.53–1.91
Duration: 2 times	0.001 (n = 46)	1.83	1.29–2.69

CI indicates confidence interval.

erative tibialis anterior strength at the final follow-up had a significant correlation with preoperative tibialis anterior strength; patients scoring a preoperative tibialis anterior strength of 2–3– showing greater improvement than those scoring a strength of 0–1 ($P = 0.047$; Tables 3, 4). Eight patients in the study did not complain of leg pain. When the surgical outcomes of these patients were compared with those of patients suffering from leg pain, no significant difference was found ($P = 1.000$; Tables 3, 4). However, a significant difference was observed in surgical outcome between groups of patients suffering varying durations of palsy before surgery; the shorter duration group achieving better surgical results and odds ratio was 1.81 when duration period of drop foot doubled ($P = 0.001$; Table 4).

Multivariate logistic regression analysis was performed with these 4 factors (age, gender, preoperative tibialis anterior strength, and duration), which were thought to be significant in the results of the Mann-Whitney *U* test, and it revealed that duration of palsy before surgery ($P = 0.004$; Table 5) and preoperative tibialis anterior strength ($P = 0.049$) were the factors that most affected “postoperative” tibialis anterior strength.

Table 3. Surgical Results in Each Factor

Causal Factors	No.	Excellent	Good	Fair	Poor	<i>P</i> (Mann-Whitney <i>U</i> test)
Herniated disc	25	13	5	2	5	
Spinal canal stenosis	18	7	3	1	7	0.317
Single-level compression	30	13	7	3	7	
Multilevel compression	16	6	2	2	6	0.416
Radicular symptom	34	13	9	3	9	
Cauda equina syndrome	12	6	0	2	4	1.000
Preoperative tibialis anterior						
0–1	17	5	1	4	7	
2–3–	29	14	8	1	6	0.047
Leg pain						
Present	38	16	7	4	11	
Absent	8	3	2	1	2	1.000
Gender						
Male	27	9	5	4	9	
Female	19	10	4	1	4	0.167