

主題

1. 腰椎固定後の隣接障害 2. 腰椎外側病変

Instrumentation を用いた腰椎単椎間後方手術後の隣接椎間評価

Rigid fusion versus posterior dynamic stabilization

Kinematic Evaluation of the Adjacent Segments after Lumbar Instrumented Surgery : A Comparison between Rigid Fusion and Posterior Dynamic Stabilization

森下雄一郎*¹ 大田秀樹*¹ 松本佳之*¹ ファンジョージ*¹竹光義治*¹ 木田浩隆*¹ 巽政人*²Yuichiro Morishita*¹, Hideki Ohta*¹, Yoshiyuki Matsumoto*¹, George Huang*¹,Yoshiharu Takemitsu*¹, Hiroataka Kida*¹, Masato Tatsumi*²

Key words : 後方制動術 (posterior dynamic stabilization), segmental spinal correction system* (SSCS), 隣接椎間障害 (adjacent segment disorder)

はじめに

脊椎 instrumentation (pedicle screw rod system) は不安定性を有する腰椎変性疾患の外科的治療において広く用いられている。一方, instrumentation による rigid fusion 後の問題点についての報告も散見される。Fusion による可動椎間の減少により, その隣接椎間に生体力学的変化をきたすことが報告されている。In vivo または in vitro study において, fusion 後の隣接椎間の hypermobility が証明^{5,6,11)}されており, Shono ら¹¹⁾は, instrumentation の長さ/強固さと比例すると報告している。また, 隣接椎間の hypermobility は, 隣接椎間障害発生のリスクを増大^{1,5,11)}させ, Ghiselli ら¹⁾は, その発生頻度は術後5年で16.5%, 術後10年で36.1%としている。しかし, これら過去の腰椎運動力学的研究の多くは, 各椎間の Cobb angle で計測, 評価している。腰椎運動に関しては, 腰椎動態による腰痛や下肢痛が大きな影響を与えており, 正確な腰椎運動力学的評価は, 各椎間の Cobb angle でなく, 全腰椎運動に対する各椎間の貢献度/運動配分にて評価すべきと考える。

Segmental spinal correction system* (以下 SSCS) (Ulrich GmbH & Co. KG, Ulm, Germany) は, pedicle screw を用いた posterior dynamic stabilization system の一つで, pedicle screw の蝶番が implant と椎体との間の荷重を分散させ, 回旋力に関しては高い stability を有していることが証明されている¹²⁾。今回の研究の目的は, rigid fusion と, この SSCS を用いた posterior dynamic stabilization における術前後での腰椎運動力学的変化の評価と, その運動力学的変化の隣接椎間への影響についての評価である。

対象と方法

1. 対象

対象は, 全77例の L4変性すべり症を呈する腰部脊柱管狭窄症患者で, 手術時平均年齢61.2歳 (21~82歳)であった。全例, instrumentation を用いた L4-5単椎間後方手術を施行しており, 過去2年以上の追跡調査が可能 (平均36ヵ月: 24~51ヵ月)であった症例とした。胸腰椎レベルでの再手術症例, 多椎間にわたり椎間板の機能が破綻(腰

*¹大分整形外科病院整形外科 [〒870-0936 大分市岩田町1-1-41] Department of Orthopedic Surgery, Oita Orthopedic Hospital*²自衛隊別府病院整形外科

表 1 The JOA score and recovery ratio

	Pre-JOA score	Final-JOA score	Recovery ratio
Rigid fusion	14.25 ± 4.31	23.56 ± 3.38	61.05 ± 26.08
Dynamic stabilization	13.56 ± 4.47	24.83 ± 3.06	70.61 ± 22.64

Compared between rigid fusion and dynamic stabilization † $p < 0.05$, †† $p < 0.01$, ††† $p < 0.001$

椎圧迫骨折や高度な変性側弯/後弯症)した症例、前縦靭帯骨化による椎体前方の bridging を呈する症例は除外した。

36例(男性17名, 女性19名)が transforaminal lumbar interbody fusion(以下 TLIF)による rigid fusion を, 41例(男性24名, 女性17名)が SSCS を用いた dynamic stabilization を施行した。TLIF 群は手術時平均年齢63.0歳で, 平均経過観察期間は35.9ヵ月であった。SSCS 群は手術時平均年齢59.6歳で, 平均経過観察期間は36.2ヵ月であった。

この研究の詳細については, 全対象患者に十分に説明し, 了解の得られた症例のみを研究対象とした。

2. 臨床評価

臨床症状は術前, 最終評価時の日本整形外科学会腰痛疾患治療成績判定基準(JOA score)と平林の recovery ratio をもとに評価した。

3. 腰椎運動力学的評価: 単純 X 線

腰椎運動力学は, 立位での単純 X 線動態側面像を用いて評価した。各腰椎椎間(L1-2, L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1)の5椎間の可動域を Cobb angle で計測(隣接する各椎体の上位椎体終板-上位椎体終板角)し, 腰椎全可動域を各腰椎椎間可動域の和とした。各椎間の運動力学的配分を percent segmental mobility = (各椎間可動域)/(腰椎全可動域) × 100(%)と定義した。

4. 隣接椎間障害評価: MRI

全症例は, 術後2週目と最終評価時に腰椎 MRI を施行した。77症例, 308椎間板(L1-2, L2-3, L3-4, L5-S1)は, Pfirrmann ら⁷⁾の5-grade classification system を用いて評価した。椎間板変性進行度を(最終評価時の grade) - (術後2週時の grade)と

定義した。

5. 統計学的評価

Mann-Whitney *U* test を統計学的評価に用いた。 $p < 0.05$ を統計学的有意差ありとした。

結 果

1. 臨床評価

両群とも経過観察期間に instrumentation failure は認めなかった。また, 両群とも手術時年齢, 経過観察期間に有意差は認めなかった。

術前後の JOA score と recovery ratio に有意差は認めなかったが, SSCS 群が recovery ratio は高い傾向にあった(表1)。

2. 腰椎運動力学的評価

術前-最終評価時間での腰椎運動力学的評価に関しては, TLIF 群の各 percent segmental mobility は, 固定椎間である L4-5と上下隣接椎間の L3-4, L5-S1椎間にて有意な変化を認めた(それぞれ $p < 0.001$, $p < 0.01$, $p < 0.05$)。一方, SSCS 群では, 制動椎間の L4-5と上位隣接椎間の L3-4椎間にて有意な変化を認めた(それぞれ $p < 0.001$, $p < 0.01$)。また, TLIF-SSCS 群間での腰椎運動力学的評価に関しては, 術前では全椎間に有意差は認めなかったが, 術後は L2-3, L4-5, L5-S1椎間にて有意差を認めた(それぞれ $p < 0.01$, $p < 0.001$, $p < 0.05$)(表2)。

3. 椎間板の変性進行度

最終評価時での椎間板の変性進行度は, すべての椎間にて, TLIF 群の変性変化が有意に強かった(L1-2: $p < 0.05$, L2-3: $p < 0.001$, L3-4: $p < 0.05$, L5-S1: $p < 0.05$)(表3)。

表2 The percent segmental mobility (%)

		L1-2	L2-3	L3-4	L4-5	L5-S1
Rigid fusion	Pre-op	13.9 ± 6.99	17.97 ± 10.18	13.21 ± 8.71	25.11 ± 11.9	29.81 ± 15.95
	Final	15.03 ± 9.04	22.23 ± 11.59	22.87 ± 14.32**	0***	39.87 ± 18.27*
Dynamic stabilization	Pre-op	11.56 ± 7.53	15.32 ± 9.81	14.81 ± 10.29	24.14 ± 10.07	34.17 ± 14.99
	Final	15.2 ± 9.74	15.2 ± 9.87 † †	23.01 ± 11.47**	14.03 ± 8.68*** † † †	32.56 ± 16.1 †

Compared between preoperatively and final follow-up postoperatively * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$
 Compared between rigid fusion and dynamic stabilization † $p < 0.05$, †† $p < 0.01$, ††† $p < 0.001$

表3 The adjacent segment disc degeneration

	L1-2	L2-3	L3-4	L5-S1
Rigid fusion	0.19 ± 0.4	0.36 ± 0.49	0.31 ± 0.47	0.19 ± 0.4
Dynamic stabilization	0.02 ± 0.16 †	0.02 ± 0.16 † † †	0.12 ± 0.33 †	0.05 ± 0.22 †

Compared between rigid fusion and dynamic stabilization † $p < 0.05$, †† $p < 0.01$,
 ††† $p < 0.001$

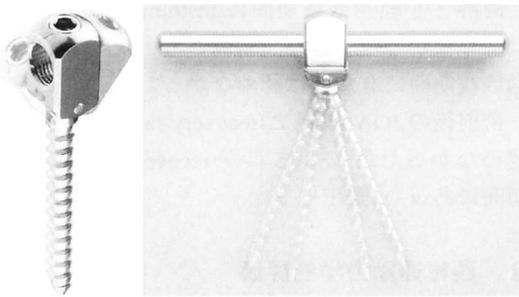


図1 The segmental spinal correction system (SSCS)

考 察

Pedicle screw を用いた posterior dynamic stabilization は、比較的新しい概念のもと開発されたシステムであり、制動した椎間の運動力学的役割を保つことが可能である。近年、さまざまな dynamic stabilization system が臨床的に応用されている。Kanayama ら³⁾は、10年 follow-up の Graf ligamentoplasty の術後成績の報告をしている。彼らの報告によると、制動椎間の前弯は全症例の90%で保たれており、segmental motion は70%の症例で残存していたとしている。一方、Hadlow ら²⁾は、その術後成績は悪く、PLF と比較すると再手術を要した症例が有意に多かったと報告している。また、Rigby ら⁸⁾は、術後合併症が23.5%にみ

られ、中期 follow-up 期間で13.7%の症例に再手術を要したとしている。また、最近では Dynesys[®]に関する報告が散見される。ほとんどの報告において、この術後短期成績は良好である。しかし、Schaeren ら⁹⁾は、4年 follow-up で47%の症例で隣接椎間の変性が認められたとし、Kumar ら⁴⁾は、制動椎間の椎間板変性が有意に進行し、前方椎間板高が有意に低下したと報告している。Schmoelz ら¹⁰⁾は、Dynesys[®]による stabilization は、屈曲運動は制限するが、伸展運動と lateral bending において制動力が弱いことを証明した。これらのシステムは、回旋力や lateral bending に対する十分な制動力は持ち合わせていない。

SSCS は、回旋または lateral bending に関しては強い制動性を有し、矢状方向にしか segmental motion を残さないことが証明されている(図1)¹²⁾。われわれは、術前計画にて、不安定性の強い L4変性すべり症(Meyerding 分類にて II 度以上)もしくは L4分離すべり症や外側狭窄症例には rigid fusion である TLIF を選択し、軽度から中等度の L4変性すべり症(Meyerding 分類にて II 度以下)や椎間板不安定性を有する症例には posterior dynamic stabilization(SSCS)を選択している。

われわれの結果では、TLIF で L4-5椎間の運動力学的役割が消失したことにより、残りの椎間へ

の運動力学的負担が増大し、多椎間での椎間板変性が進行したことが示唆された。また、SSCSでは、L4-5椎間の運動力学的役割は有意に低下したが、14%もの運動力学的役割が残存していた。頭側隣接椎間への運動力学的影響は認められたが、他の椎間への影響は少なかった。TLIFでは、術後経過において腰椎椎間板変性進行が、L1-2椎間では19.4% (7/36)の患者に、L2-3椎間では36.1% (13/36)に、L3-4椎間では30.6% (11/36)に、L5-S1椎間では19.4% (7/36)にみられたが、一方SSCSでは、L1-2椎間は2.4% (1/41)、L2-3椎間は2.4% (1/41)、L3-4椎間は12.2% (5/41)、L5-S1椎間は4.9% (2/41)であった。SSCSによる posterior dynamic stabilizationでの術後隣接椎間障害は、rigid fusionと比較して明らかに少ないことが示唆された。

術後成績は、両群で有意差は認めなかったが、TLIF群は隣接障害が進行するとともに、術後経過において徐々に悪化してきたのではないかと推測した。

まとめ

腰椎不安定性を有する腰部脊柱管狭窄症の外科的治療において、SSCSは固定隣接椎間への運動力学的/生体力学的影響は少なく、術後の隣接椎間障害発生を防ぐことが可能であると考えた。

文献

1) Ghiselli G, Wang JC, Bhatia NN et al : Adjacent segment degeneration in the lumbar spine. *J Bone Joint Surg* 86-A : 1497-1503, 2004

2) Hadlow SV, Fagan AB, Hillier TM et al : The Graf ligamentoplasty procedure : comparison with postrolateral fusion in the management of low back pain. *Spine* 23 : 1172-1179, 1998

3) Kanayama M, Hashimoto T, Shigenobu K et al : A minimum 10-year follow-up of posterior dynamic stabilization using Graf artificial ligament. *Spine* 32 : 1992-1996, 2007

4) Kumar A, Beastall J, Hughes J et al : Disc changes in the bridged and adjacent segments after dynesys dynamic stabilization system after two years. *Spine* 33 : 2909-2914, 2008

5) Okuda S, Iwasaki M, Miyauchi A et al : Risk factors for adjacent segment degeneration after PLIF. *Spine* 29 : 1535-1540, 2004

6) Panjabi M, Henderson G, Abjornson C et al : Multidirectional testing of one- and two-level ProDisc-L versus simulated fusions. *Spine* 32 : 1311-1319, 2007

7) Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M et al : Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine* 26 : 1873-1878, 2001

8) Rigby MC, Selmon GP, Foy MA et al : Graf ligament stabilization : mid- to long-term follow-up. *Eur Spine J* 10 : 234-236, 2001

9) Schaeren S, Broger I, Jeanneret B : Minimum four-year follow-up of spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis treated with decompression and dynamic stabilization. *Spine* 33 : E636-E642, 2008

10) Schmoelz W, Huber JF, Nydegger T et al : Dynamic stabilization of the lumbar spine and its effects on adjacent segments : an in vitro experiment. *J Spinal Disord Tech* 16 : 418-423, 2003

11) Shono Y, Kaneda K, Abumi K et al : Stability of posterior spinal instrumentation and its effects on adjacent motion segments in the lumbosacral spine. *Spine* 23 : 1550-1558, 1998

12) Stempel AV, Neekritz A, Muelenaere PD et al : Dynamic versus rigid implants. In Gunzburg R, Szpalski M, ed : *Lumbar spinal stenosis*. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia : 275-285, 2000