腰椎の切除椎弓還納時の力学的検討

山口大学医学部整形外科

加藤 圭彦・小田 裕胤
田口 敏彦・淵上 泰敬
米村 浩・河合 伸也

Biomechanical Study of Lumbar Spine after Restoration of Resected Lamina

Yoshihiko Kato, Hirotsugu Oda, Toshihiko Taguchi, Yasunori Fuchigami,
Hiroshi Yonemura, and Shinya Kawai

Department of Orthopaedic Surgery, Yamaguchi University School of Medicine, Yamaguchi, Japan

The biomechanical stability of the lumbar spine after lamino-facetectomy and the restoration of the resected lamina was investigated using fresh-frozen human cadaveric lumbar spine specimens. Six pure moments of flexion-extension, right-left bending and right-left axial rotation were applied and intervertebral rotations were recorded. The neutral zone (NZ) and range of motion (ROM) under three conditions of intact, lamino-facetectomy and after the restoration of the resected lamina were analyzed statistically to determine comparative biomechanical instability. NZ results showed no changes in any direction, with respect to the intact behavior, after the two procedures. The flexion/extension ROM increased significantly after the lamino-facetectomy, but not after the restoration of the resected lamina. The axial rotation ROM increased remarkably after the lamino-facetectomy and the increased ROM was not reduced completely by the restoration of the resected lamina. We concluded that the spinous process prevents hyperextensive instability of the lumbar spine and it is important to preserve the spinous process as well as facet joints in the decompressive surgeries of the lumbar spine.

Key words : Lumbar spine (腰椎), Biomechanics (生体力学), Spinal instability (脊椎不安定性)

はじめに

腰椎椎管拡大術において椎弓、下関節突起および棘突起は一塊として切除された後、再び還納され後方支持組織を形成するが、この一連の手術的操作が腰椎の安定性に及ぼす影響は未だ不明である。今回、椎弓切除および還納が腰椎安定性に及ぼす影響を力学的に検討したので報告する。

対象および方法

新鮮凍結ヒト屍体標本6体を使用した。性別は男性

2体、女性4体であり、平均年齢は67歳、標本はすべて第3、4腰椎と介在する一椎間板からなる一運動単位とした。計測は、術前、椎弓・関節突起切除、椎弓還納の三つの異なる状態で行った。第3腰椎の関節突起間部を両側骨切りして、椎弓・下関節突起・棘突起を一塊として切除し、これを椎弓・関節突起切除とした。関節突起内側1/3を切除して、椎弓・下関節突起・棘突起を還納後、椎弓から椎弓根に2本の2.7 mm 皮質骨螺子を刺入、固定し、これを椎弓還納とした(図1)。

腰椎安定性を評価するため、Three-dimensional

図1 (a) 術前, (b) 椎弓・関節突起切除, (c) 椎弓還納

図2 Flexion/Extensionでは、椎弓・関節突起切除後に有意にROMの増大を認めた。Axial Rotationでは、椎弓・関節突起切除後に有意にROMの増大を認め、椎弓還納後は減少したものの有意な増大は残存した。

flexibility testを施行した。第3腰椎に pre-load として10kgの重量負荷を加えた状態で6方向 (Flexion/Extension, Bil. Axial Rotation, Bil. Lateral Bending) の pure moments を負荷した。moment は0, 2.5, 5.0, 7.5Nm 各30秒を1 load cycle として3 cycle 行い、第3 cycle での intervertebral motion を計測した。今回 parameter として neutral zone (NZ) および range of motion (ROM) を検討

した。NZは第3 cycle 開始時における neutral position に対する intervertebral rotation とし、ROM は第3 cycle における 7.5Nm での intervertebral rotation とした。

結 果

NZにおいてはFlexion/Extension, Lateral Bending, Axial Rotationのいずれにおいても椎弓・関節

突起切除後、椎弓還納後に有意の変化を認めなかった。

Flexion/Extension では、椎弓・関節突起切除後に術前に比べ有意に ROM の増大を認めたが、椎弓還納後は有意な増大を認めなかった (図 2)。Axial Rotation では、椎弓・関節突起切除後に術前に比べ +110% の ROM の増大を認め、椎弓還納後は +57% に減少したものの有意な増大は残存した。

考 察

腰部脊柱管狭窄症に対する手術的治療としては、後方除圧術が一般的であるが、十分な除圧操作を行うために後方支持組織の切除を余儀なくさせられることも少なくない。Tile⁴⁾、Lee³⁾らは後方除圧術後、特に関節突起を含めて後方支持組織を切除した後の症例に生じた腰椎不安定性を報告している。更に Johnsson²⁾らは術後不安定性と術後臨床成績不良との関係を報告しており、手術的治療に際しては、神経組織の除圧とともに除圧操作が腰椎安定性に及ぼす影響を留意すべきである。屍体標本を使用した力学的検討において、鏡ら¹⁾は棘突起を温存した total facetectomy 後に伸展不安定性を認めなかったと報告している。一方、Osman らは棘突起は全切除、関節突起は内側 1/3 のみ切除した laminectomy 後に不安定性を認めている。今回、椎弓還納後棘突起は温存されており、伸展不安定性を認めなかったことから、棘突起は extension blocker として作用するものと考えた。鏡らは関節突起の内側 1/3 を切除しても回旋不安定性を認めなかったと報告している。椎弓還納後の本モデルは骨性要素は鏡らのモデルと同様であり、相違点としては関節突起間部での骨切りと切離された関節包があげられる。

従って、同部が術後治癒機転によって安定性が再獲得されるまで、特に腰部の回旋は制限されるべきであると考ええる。

結 語

1. ヒト腰椎屍体標本を用いて切除椎弓還納時の力学的検討を行った。
2. 椎弓還納により屈曲・伸展安定性は再獲得されたが、回旋不安定性は残存した。
3. 棘突起の存在は腰椎安定性において extension blocker として重要であると考ええる。
4. 術後安定性が得られるまで腰部の回旋制限が重要であると考ええる。

参 考 文 献

- 1) Abumi K., et al.: Biomechanical evaluation of lumbar spinal stability after graded facetectomies. Spine 15: 1142-1147, 1990.
- 2) Johnsson KE., et al.: Preoperative and postoperative instability in lumbar spinal stenosis. Spine 14: 591-593, 1989.
- 3) Lee CK.: Lumbar spinal instability (olisthesis) after extensive posterior spinal decompression. Spine 8: 429-433, 1983.
- 4) Tile M.: The role of surgery in nerve root compression. Spine 9: 57-64, 1984.

謝 辞

本研究を行うにあたり、御指導、御教示を賜りました Yale University School of Medicine, Dr. Manohar M. Panjabi に深謝致します。