頤椎後縦靱帯骨化症の骨化進展と椎間板の ひずみ分布の関係について

鹿児島大学整形外科

松 永 俊 二・酒 匂 崇

武 富 栄 二・下 野 哲 朗

Progression of Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament and Strain Distribution of the Intervertebral Discs

by

Shunji Matsunaga, Takashi Sakou, Eiji Taketomi
and Tetsurou Shimono

Department of Orthopaedic Surgery,
Faculty of Medicine, Kagoshima University

We developed a new computerized program for analyzing strain distribution of the intervertebral discs, and used it to clarify the mechanism underlying progression of ossification of posterior longitudinal ligaments (OPLL). Biomechanical analysis was performed in 101 patients who had OPLL by putting their dynamic lateral X-ray films of the cervical spine into a microcomputer. The progression of OPLL was investigated after a minimum 5 years follow up. Correlation between progression of OPLL and the concentration of strain of intervertebral discs existed in 79% of patients with continuous type OPLL, 78% with mixed type, 65% with segmental type. Biomechanical factors play an important role in progression of OPLL.

Key words : ossification of the posterior longitudinal ligament (OPLL) (後縦靱帯骨化症), biomechanics (生体力学), strain distribution (ひずみ分布)

はじめに

頤椎後縦靱帯骨化症の骨化進展に対する生体力学的要因の関与を知る目的で、まず脊椎の構築上重要な力学的機能を担う椎間板が骨化進展に対していかなる影響を及ぼしているのかについて独自に開発した生体力学的方法²⁾³⁾を用いて解析した。

対象および方法

当院脊椎外来で定期検診を続けている頤椎後縦靱帯骨化症患者のうち非手術症例 101 名を研究対象とした。性別は男性が 74 名、女性が 27 名であり、初診時年齢は 42 歳より 75 歳の平均 59.5 歳である。骨化型は連

続型が 23 例、混合型が 25 例、分節型が 49 例、その他型が 4 例である。全症例について初診時の頤椎動態側面 X 線写真から各椎体と椎間板をディジタイザーを用いてコンピュータに入力し、椎間板のひずみ分布を解析した。解析は椎間板を線要素の集合体と考え、工学的真ひずみ計算式(図 1)を用いて行った。具体的には第 3 頤椎から第 7 頤椎の各椎間板を縦方向に 200 等分し線要素に分け、それぞれの線要素が頤椎の屈曲、伸展運動にともないどのようなひずみを生じるか解析した。全症例について 5 年後に再度 X 線写真を撮影し、長軸方向への骨化進展の有無と部位を調査し、椎間板のひずみ分布との関係を調べた。

図1 工学的真ひずみ計算式

椎間板を200等分し線要素とし、それぞれの線要素の屈曲と伸展時におけるひずみを計算する。

図2 骨化進展部位の椎間板のひずみ分布の偏位方向
骨化進展部位の椎間板ひずみ分布の偏位は、伸張方向の偏位が圧縮方向より高率である。

結 果

1. 骨化進展について

2 mm 以上の長軸方向への骨化増大を進展ありとして判定すると最終調査時に初診時と比べ骨化進展が認められた症例は、連続型で23例中13例（57%）、混合型で25例中16例（64%）、分節型で49例中23例（47%）、その他型で4例中1例（25%）であった。

2. 骨化進展と椎間板のひずみ分布の異常の関係

初診時のレ線で椎間板のひずみ分布が均等でなく伸張か圧縮に偏っていた症例は、連続型で14例、混合型で18例、分節型で31例あった。骨化進展を認めた部位とこの椎間板のひずみの異常の部位が一致していた症例は連続型で11例（79%）、混合型で14例（78%）、分節型20例（65%）であった。逆に椎間板のひずみの異常の認められない部位で骨化進展が生じたものは、連続型2例（22%）、混合型2例（29%）、分節型3例（17%）のみであった。椎間板のひずみの異常

のあった症例に於いてひずみの偏位の方向と骨化進展の関係では、いずれの骨化型においてもひずみが伸張に偏位した症例で高率に骨化の進展がみられた（図2）。

症 例 呈 示

症例1. 56歳 男性 骨化進展例

昭和61年5月両手指のしびれ感と巧緻運動障害を主訴として当科受診す。頸椎側面単純レ線撮影にて第4頸椎から第6頸椎にかけて連続型の後縦靱帯骨化を認めた。このレ線写真を用いて頸椎の椎間板のひずみ分布を解析すると、各椎間板のひずみはC2/3、C3/4椎間板で椎間板全体が伸張に偏位していた。5年後の平成3年7月の受診時のレ線写真では骨化が第2頸椎まで進展した。

症例2. 65歳 男性 骨化非進展例

昭和62年3月上肢痛と歩行障害を主訴として当科受診す。頸椎側面単純レ線撮影にて第2頸椎から第6頸椎にかけて連続型の後縦靱帯骨化を認める。この時点での椎間板のひずみ分布は各椎間板ともに均等に分布していた。5年後の平成4年2月の受診時のレ線写真では骨化進展は認められなかった。

考 察

頸椎後縦靱帯骨化症に対し椎弓切除術や脊柱管拡大術を行なうと術後に高率に骨化進展が生じることなどから、これまで経験的に骨化進展の規定因子として頸椎の動的因子の関与が大きいとされてきた¹⁾⁵⁾⁶⁾。宮川ら⁴⁾は骨化進展と頸椎の可動性の関係を調べ、可動性の大きい症例で骨化進展が生じ易いとしている。しかし、動的因子と骨化進展の関係を生体力学的に詳細に検討した報告はない。我々が使用した生体力学的解析法は、有限要素法による従来の解析法とは全く異なり、症例個々の特徴をそのまま反映するため各症例の椎間板のひずみ分布を正確に表現できる。

今回の解析結果では椎間板のひずみ分布が均等ではないため力学的ストレスが集中した部位と骨化進展が生じた部位とはよく一致していた。特に椎間板のひずみが伸張に偏位し後方の後縦靱帯に張力が作用するような力学的ストレスが生じた場合に骨化が進展しやすいことを生体力学的に証明したことは骨化進展の機序を解明するのに役立つのではないかと考えている。今後椎間板のひずみ分布のみならず脊椎のアライメント

についても生体力学的解析を加える予定である。

ま と め

椎間板のひずみ分布と靱帯骨化に関する生体力学的解析結果から、後縦靱帯の骨化進展には脊椎の動的因子の関与が重要であることが判った。

参 考 文 献

- 1) 市本裕康, ほか: 頸椎 OPLL の術後進展様式. 脊柱靱帯骨化症調査研究班昭和 57 年度報告書, 199-200, 1983.
- 2) MATSUNAGA S, et al.: A new biomechanical analysis of the degenerative spine. Spinal Disorders in Aging, Springer Verlag, Tokyo (Inpress).
- 3) 松永俊二, ほか: 脊椎に関する新しい生体力学的解析法の開発とその臨床的有用性. 整形外科, 44: 920, 1993.
- 4) 宮川 準, ほか: 頸椎後縦靱帯骨化症における前後屈可動性に関する検討—とくに骨化部椎間について—. 脊柱靱帯骨化症調査研究班昭和 57 年度報告書, 168-176, 1983.
- 5) 武富栄二, ほか: 頸椎 OPLL の骨化進展に及ぼす手術の影響. 臨床整形外科, 23: 537-542, 1988.
- 6) 富村吉十郎, ほか: 頸椎後縦靱帯骨化症の骨化巣の推移—自然経過と術後経過—. 日独医報, 32: 158-169, 1987.