

椎間板ヘルニアにおける黄靱帯の組織像

慶応義塾大学医学部整形外科学教室（主任：岩原寅猪教授）

細 川 昌 俊

〔原稿受付 昭和40年3月8日〕

Pathological Feature of the Ligamentum Flavum on the Disc Hernia

by

MASATOSHI HOSOKAWA

From the Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Keio University

Thirty-five Lig. flava resected in surgery at the Keio University Hospital have been studied pathologically.

Their pathological findings are as follows; (1) Fibrosis or Hyalinisation (2) Cartilage-like change (3) Necrosis (4) Lipomatosis (5) Fatty degeneration of the fibres (6) Granulation and so forth.

Twenty-six cases are fibrosis of the tissue observed at the ventral and middle part of the ligament. This change is evidently parallel with the age but has no relation with other factors such as trauma. Fifteen cases are necrosis chiefly observed at the ventral part of the ligament. One case of them is apparently caused by trauma not by the compression of herniated disc and others. The cartilage-like change, lipomatosis and fatty degeneration of the fibres are observed in the matured disc hernia and are secondary to the disc degeneration. Four cases are cartilage-like change observed at the ventral and middle part of the ligament, and three cases are lipomatosis and fatty degeneration of the fibres chiefly observed at the dorsal part of the ligament. There is one case of granulation, but this seems to be of no value, because this change may be derived from lumbar puncture.

The enlargement of the Lig. flavum is quite less in number and has no relation with the pathological changes. The enlargement of the Lig. flavum, therefore, is of no significance clinically.

The Lig. flavum with the fibrosis occurred as the aging change, develops into necrosis by the trauma. On the other hand cartilage-like change, lipomatosis and fatty degeneration are produced by indirect trauma derived from disc lesion as the aging degeneration.

It is of importance that one should keep eyes not only on the enlargement of the Lig. flavum and disc hernia but on the whole lumbar tissues for resolving the problem of lumbago.

1. は じ め に

腰痛及び坐骨神経痛を主訴として整形外科をおとす

れる青壮年者は、近代産業の発達・スポーツの普及などにもなつて漸時増加の傾向にあり、これらの病態も次第に解明されて来たとはいえ、尚未知の分野も限

りなく広い。

椎間板ヘルニアが腰痛・坐骨神経痛の一原因であることは今や議論の余地のないところであるが、ヘルニアによる神経根の単なる機械的圧迫のみにその原因を求めるのは余りにも単純過ぎると考えられるものが少なく、又椎間板ヘルニアの臨床診断で手術したにもかかわらずヘルニアを発見出来ず、黄靱帯肥厚にその原因を強いて求めようとする傾向も見られる。

腰痛・坐骨神経痛の原因は、単に椎間板の変性とそれに由来する病理組織学的変化のみに求められるべきものではなく、又黄靱帯に肥厚が見られたからと言つて、それに因縁つけて事足りるものでもなく、広く腰部を構成する組織器管全体として把握すべきものと思われる。その一端を解明する目的で椎間板ヘルニアにおける黄靱帯の組織像を病理組織学的に検索する。

2. 研究方法

慶大整形外科において腰部椎間板ヘルニアの臨床診断のもとに手術した症例より、無差別に男31例・女4例計35症例39個の黄靱帯を採り検索の対象とする。年齢は16才より63才にわたっている(図1)。

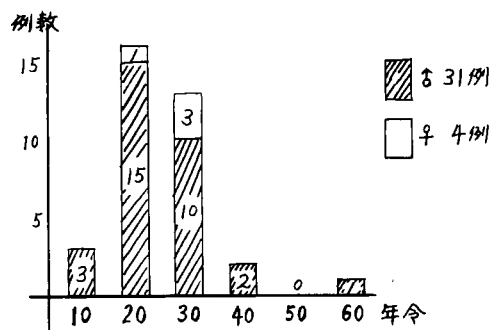


図1 症例の年齢分布

黄靱帯は椎間板ヘルニアに対して Love の方法で手術した際に摘出したもので、大部分のものはヘルニア存在部位のみのものを一塊として採取し、一部ではその上・下又は右・左のものをも含んでいる。ヘルニアを摘出したものの29例、ヘルニアを発見し得なかつたものの6例の黄靱帯で、10%ホルマリン固定後、検体の条件を一定にする目的で可及的その正中部寄りを矢状面に切出し、パラフィン包埋を行ない、ヘマトキシリン・エオジン重染色、マロリー染色及びエラスチカ染色をほどこし、一部は凍結標本でスダンⅢ脂肪染色をも行なう。

3. 黄靱帯正常像

黄靱帯は通常23個よりなり、上位椎弓の下前面及び棘突起起始部下面と、下位椎弓の上後面との間に張られ、側方は椎間孔の後縁を形成して関節囊へと移行し、椎間板と共に脊柱の可動性にたづさわっている。棘間靱帯との境界は頸椎部では比較的明瞭であるが、腰椎下部では必ずしも両者を分別出来るとは限らず、次第に移行しているように見えるものもある。黄靱帯前面は正中部で小溝ないしは裂隙が見られるものもある。従つて黄靱帯の形及び厚さは各椎弓の上下縁の形及び高位によつて規定され、頸椎部では横に細長い帯状となり、胸椎部以下では一般に蝶形である。その厚さも高位によつて異なるのは勿論であるが、諸家の報告によつても必ずしも一定せず、Brown (1938) は2～3mmが正常値であると述べている。我々は通常5mm以上をもつて黄靱帯の肥厚とみなしている。

黄靱帯の組織像については、教室富田(1943)らの報告があるが、詳細に記載された文献は少く、何をもつて正常組織像とするか判然としなない点も少なく、対照として採取した黄靱帯の組織像を文献と対比して次の所見を正常像とする。即ち黄靱帯の高位による組織像の差異は当然念頭におかねばならないが、腰部では硬膜管に面した側では、大部分が平行に長く規則正しく走る弾力線維で占められ、その間に少量の膠原線維があり、棘間靱帯に近づけば次第に弾力線維が減少し、逆に膠原線維及び脂肪組織が増加し、血管も多くなる。又、椎弓に近づくにつれて弾力線維は少く、逆に膠原線維が多くなり、遂に軟骨組織・骨組織へと移行する。

加藤(1956)は正常黄靱帯は主として膠原線維より

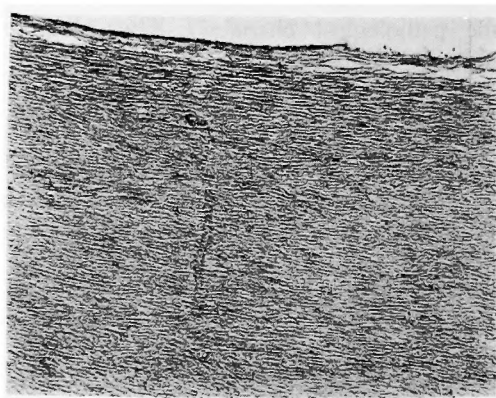


写真1 黄靱帯正常組織像

なり、弾力線維は極めて僅かに存し、黄靱帯が肥厚するにつれて弾力線維が増加すると述べているが、富田の言うように腰部黄靱帯は正中部では、多量の弾力線維と少量の膠原線維よりなり、その間に少数の血管が見られるだけの組織像が正常像と思われる（写真1）。

4. 自験例黄靱帯組織像

自験例35症例中、32症例の黄靱帯に異常所見が見られ、その主なものは（1）組織の線維化ないしは硝子様変性、（2）組織の軟骨様変化、（3）壊死巣、（4）いわゆる Lipomatose、（5）線維の脂肪変性、（6）肉芽組織などで、Spurling（1937）、Brown（1938）、小林（1941）、関・小平（1950）らの言う様な癰痕形成や小円形細胞浸潤、出血巣、石灰沈着、骨化生などは見られなかった（表1）。

表1 自験例黄靱帯異常所見

	所 見	例 数
1	組織の線維化ないし硝子様変性	26
2	軟骨様変化	4
3	壊死巣	15
4	いわゆる Lipomatose	3
5	線維の脂肪変性	1
6	肉芽組織	1

又、黄靱帯が異常に肥厚していると思われる症例も殆んどなく、肥厚している黄靱帯程病変に富んでいるということもなかった。

（1）組織の線維化ないしは硝子様変性

26例に組織の線維化ないしは硝子様変性が見られ、その部位及び程度はまちまちであるが、主として黄靱帯の中層よりやや前方部に多く、組織内に点在性に見られる組織の線維化の程度に過ぎないものから、比較的広範囲にわたって硝子様変性に陥っているものまである。同部ではヘマトキシリン・エオジン重染色で均質に染まり、エラスチカ染色で陽性の弾力線維は変性又は消失し、その周囲の弾力線維は細く且つ断裂が多い。マロリー染色では濃染する（写真2）。

（2）組織の軟骨様変化

軟骨様変化は4症例に見られ、何れも黄靱帯の中層ないしはやや前方部に、比較的広範囲上下に長い帯状層として見られた。即ち弾力線維の膨化及び染色性の低下、更にそれらが融合して硝子様の外観を呈し、散在性に細胞核が認められ、一見軟骨組織様の外観を呈し、所々に裂隙も見られる（写真3）。

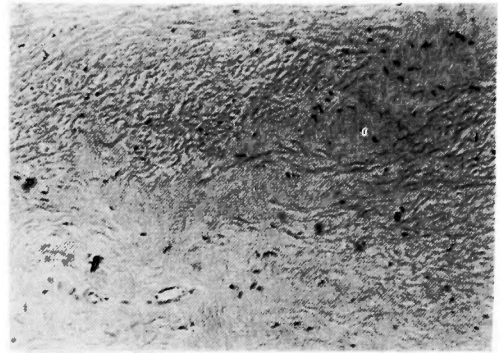


写真2 組織の線維化ないし硝子様変性

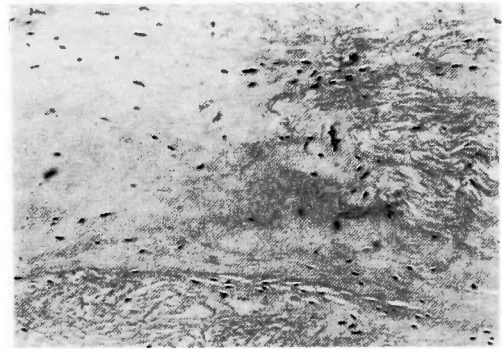


写真3 組織の軟骨様変化

これが軟骨組織であるか否かは病理組織学的にも尚決定し得ない問題で、光安（1941）、加藤（1956）らは軟骨細胞の出現としているが、これが軟骨細胞であれば直接化生によることになり、直接化生の存在を否定する人々は従ってこれが軟骨細胞であり得ないと考えるので、ここではあえて軟骨様変化と言うことにする。

この蛋白様物質に石灰が沈着し、且つ結合組織細胞が変化して間接化生をおこし、骨組織に変る場合もあるが、自験例では黄靱帯組織の石灰沈着や骨化生は見られない。

（3）壊死巣

明らかな壊死巣及びその傾向の見られたものは15症例である。大部分はごく小範囲の壊死巣で、主として硬膜管側の最前方部に見られたが、1例においては黄靱帯の前中 1/3 境界部附近より前方部にわたって、広範囲に帯状に弾力組織が崩解し、顆粒状に見える壊死巣が見られた。この周囲に組織反応像は見られず、比較的新しい壊死と解される（写真4）。この壊死巣が陳旧化すれば、結合組織で充たされて癰痕を形成し得

るであろうが、自験例では明らかな癌痕形成の認められたものはない。

(4) いわゆる Lipomatose

3 症例の黄靱帯組織間隙に脂肪細胞が見られた。いわゆる Lipomatose の像である(写真5)。主に黄靱帯中層より後方部に見られる。その中1例は中後1/3境界部附近において、棘間靱帯側から連続する血管周囲の組織間に見られたが、一般に棘間靱帯側には血管及び脂肪組織が多く、又、しばしば血管はその周囲に脂肪をともなつて組織内に侵入するものであり、従つて黄靱帯のどこまで入り込んだものを異常とするかは未だ決められていないが、本症例の血管壁は肥厚硬化を示し、且つ他の症例には見られない深部にまで侵入しているので異常所見と解する(写真6)。

(5) 線維の脂肪変性

いわゆる Lipomatose の見られた症例の中、その1例に黄靱帯中層の弾力線維自身に脂肪変性が見られた。同弾力線維は消失融解し膠原化し、その中に脂肪を認める(写真7)。

(6) 肉芽組織

中層より外層の部位にかけて、矢状方向に比較的細長く紡錘状に、血管新生をともなつた幼弱結合組織即ち肉芽組織の見られるものもある。周囲に小円形細胞浸潤は見られない(写真8)。



写真6 いわゆる Lipomatose

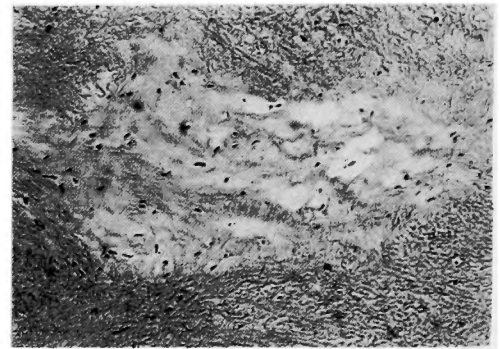


写真7 線維の脂肪変性

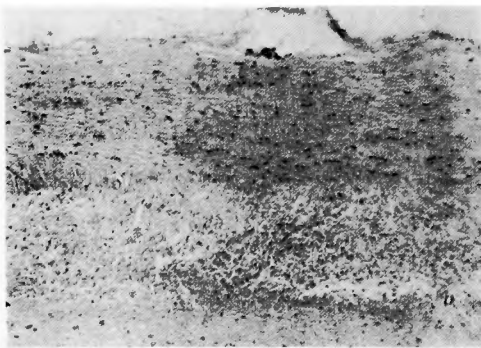


写真4 壊死巣

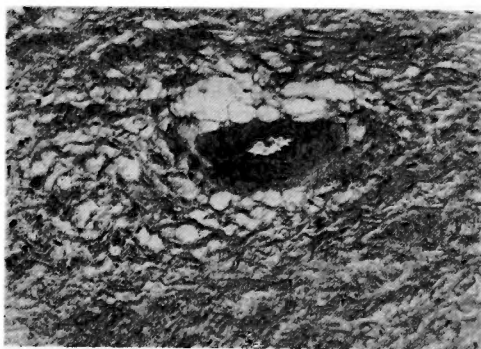


写真5 いわゆる Lipomatose



写真8 肉芽組織

この肉芽組織は1例にのみ見られ、腰椎穿刺の際に作られた人工産物と思われる、別に病的意義は附し難い。

5. 黄靱帯異常所見の分析

黄靱帯肥厚が単独で腰痛・坐骨神経痛の直接原因となることは今日では一般に疑問視されている。横山(1947)は椎間板ヘルニアと黄靱帯肥厚の発生機序は同一であり、両者を切離して論じることが不可とし、泉田(1956)も黄靱帯肥厚の意義は副次的なものとしている。自験例35症例においても黄靱帯肥厚が臨床症状に直接関係していると思われた症例はない。

黄靱帯組織の異常所見は夫々何に由来するか甚だ興味のある問題であるので、いろいろの因子についてその相関々係を追求する。

(1) 年令との関係

腰部椎間板ヘルニアは青壮年男子に好発する傾向にあり、従つて手術し採取した黄靱帯も青壮年期男子のものが多く、広く各年代にわたつて検索し得なかつたうらみはあるが、30才以上では2例を除き他の14例総ての黄靱帯に組織の線維化ないしは硝子様変性が見られ、しかもその程度は大部分が中等度以上のもので、且つ高年令程その変化も又高度となり、63才の症例では黄靱帯組織は全く線維化し、正常弾力線維は殆んど見られない。これに反して10才代の3例中2例には黄靱帯組織の線維化や硝子様変性は全く見られない。両者の中間ともいふべき20才代では、16例中11例に線維化ないしは硝子様変性が見られたが、高度のものはない(表2)。

表2 組織の線維化の年令分布

年令	程度				計
	変化なし	軽度	中等度	高度	
10~19	2	0	1	0	3
20~29	5	4	7	0	16
30以上	2	2	4	8	16
計	9	6	12	8	35

更に、この変化が椎間板症による二次的なものであるれば、腰痛の持続期間及びヘルニアの状態などある程度の相関々係が見られる筈であるが、後述の様に両者の間には全く有意な相関々係はない。

即ち、黄靱帯は椎間板の年令的变化と同様に、年令と共に一次的に組織の線維化ないしは硝子様変性が徐々に進行しているといえる。

黄靱帯組織の軟骨様変化、壊死巣、Lipomatoseなどの病変は年令とは特に有意な相関々係は認められず、このことは反つて興味をそそり有意であると思われる(表3)。

表3 黄靱帯異常所見と年令

所見 年令	軟骨様変化	壊死巣	Lipomatose
10~19	0	2	0
20~29	2	8	0
30~39	2	3	3
40以上	0	2	0
計	4	15	3

(2) 発症との関係

椎間板ヘルニアは体動又は重量物の挙上の際急激な腰痛発作をもつて発症し、又はその腰痛発作を繰り返す場合が多いが、何ら直接誘因なしに徐々に腰痛・坐骨神経痛を訴えることもある。

自験例では急激に発症した症例及び腰痛発作を繰り返した症例は21例、誘因なく徐々に腰痛・坐骨神経痛を訴え始めた症例は14例であるが、両者間の黄靱帯組織像には一般に有意な差は認められない(表4)。ただ1例に、第一回発作後3ヵ月で手術した症例において、前記の様に黄靱帯に広範な壊死巣が見られた。この症例は21才男子であるにかかわらず、既に黄靱帯組織には中等度の線維化が見られ、ヘルニア内容は自噴する程ではなかつたが一塊として摘出し得る程度に解離したものであり、既に黄靱帯及び椎間板に変性が先行していた所に、急激な外力が椎間板及び黄靱帯両者に加わり、髓核が脱出し同時に黄靱帯も断裂して壊死巣を形成したものと解される。

表4 黄靱帯異常所見と発症

年令、発症 所見	線維化		軟骨様変化		壊死巣		Lipomatose	
	急	徐々	急	徐々	急	徐々	急	徐々
10~19	1	0	0	0	2	0	0	0
20~29	7	1	1	1	1	1	0	0
30~39	7	5	1	1	1	2	2	1
40以上	2	0	0	0	2	0	0	0
小計	17	9	2	2	9	6	2	1
総計	26		4		15		3	

次に、腰痛・坐骨神経痛の持続期間と黄靱帯の組織像との関係を見ると、腰痛などを初めて自覚した時か

ら手術に至つた期間は、24年より1ヵ月にわたつてゐるが、その持続期間の長短と組織像との間には何ら有意な相関々係は見られない（表5）。

表5 黄靱帯異常所見と腰痛持続期間

	例数	線維化	軟骨様変化	壊死巣	Lipomatose
3ヵ月以内	3	3	0	1	0
3〜6ヵ月	5	1	1	2	0
6〜12ヵ月	8	6	2	3	1
1〜3年	10	6	0	5	1
3〜5年	4	4	0	1	0
5年以上	5	3	1	3	1
計	35	26	4	15	3

即ち、検索した黄靱帯は神経根とは直接接していない正中寄りの部位のものであるが、黄靱帯の病変が腰痛・坐骨神経痛の直接原因となることは非常に稀であることを暗示する。

(3) ヘルニアとの関係

臨床的に椎間板ヘルニアとの診断を下して手術しても、そこに見るヘルニアの突出状態は実に種々様々で、既に髓核の自噴しているものから、軽く隆起している程度に過ぎないもの、更に甚だしい場合には椎間板の隆起が全く見られないものまである。

無選択抽出35症例中、既に髓核の自噴していたもの又は後縦走靱帯に切開を加えただけで自噴したもの（A群）が22例、椎間板が軽度に膨隆はしているが髓核は自噴せず、主にパンチで摘出したもの（B群）が7例、椎間板に全く隆起の見られなかつたもの（C群）が6例である。各群の黄靱帯組織所見は表6に示す様に、A群とB群とでは組織像に有意な差は見られない。これに反してA・B両群とC群とを比較すると、組織の線維化ないしは硝子様変性及び壊死巣の点では両者間に差異を認めないが、軟骨様変化及び Lipomatose 又は線維の脂肪変性はA・B両群のみに見られ、組織の異常所見が2つ以上併存して見られるのもA・B両群に多い。

表6 黄靱帯異常所見と髓核

	線維化	軟骨様変化	壊死巣	Lipomatose
A 群	16	3	10	3
B 群	6	1	3	0
C 群	4	0	2	0
計	26	4	15	3

即ち、ヘルニア存在群の方が、その黄靱帯にも又病変が多く且つ強く、組織の軟骨様変化及び線維の脂肪変性ないしは Lipomatose の所見として見られ、これらの変化は黄靱帯組織の病変のうち更に一段と進展したものと思われ、黄靱帯の年令的变化の基盤の上に立つ椎間板障害による二次的な病変と解される。

6. 総括並びに考按

1913年 Elsborg が、第4腰椎マ弓骨折と同時に断裂した黄靱帯が10ヵ月後に2cm厚さに肥厚し神経根を圧迫して頑固な坐骨神経痛を來たした症例を報告して以来、黄靱帯肥厚に原因する坐骨神経痛が脚光を浴びるに至つた。その後も黄靱帯肥厚によると思われる坐骨神経痛の症例報告は見られるが、それらはむしろ例外的存在で、椎間板ヘルニアとの臨床診断で手術し、しかもヘルニアを発見し得ない場合、その疼痛の原因を強いて黄靱帯肥厚に求めようとした傾向が強い。

又、黄靱帯の病理組織学的検索もいろいろなされてはいるが、肥厚黄靱帯が臨床的に意義あるものとの観点に立脚して、その肥厚の構成要素又は肥厚の発生機序を追求するものが大部分である。Spurling (1937)、Brown (1938)、小林 (1941)、関・小平 (1950) らは肥厚黄靱帯を病理組織学的に検索し、癒痕形成による肥厚とし、加藤 (1956) は弾力線維増殖による肥厚であると述べている。更に肥厚の原因として Brown らは外傷説を唱え、小林は外傷のみにその原因を求めるには外傷の既往が余りにも少な過ぎるとし、横山は外傷及び組織の変性が原因であると述べている。一方 Love (1940) は椎間板ヘルニアにおける黄靱帯組織に、弾力線維の断裂とその断裂端での線維の消失及び線維性結合織での置換を見ているが、その意義については言及していない。黄靱帯の組織像を検索する際、黄靱帯を全体として眺めることも大切ではあるが、その夫々の病的所見についてその病変各々の発生機序を考察することも又必要であると考える。

黄靱帯を便宜上、内層・中層・外層の三層に分けて見ると、組織の線維化ないし硝子様変性は主として内層より中層にかけて見られ、病変が高度となれば更に外層にまで見られる。軟骨様変化は主に中層に、壊死巣ないしその傾向を示すものは主に内層、特に黄靱帯の硬膜に隣接する最前部に、いわゆる Lipomatose 及び脂肪変性は主に中層より外層部にかけて見られる。即ち、黄靱帯を全般的に見た場合、内層及び中層に病変が多く、外層には病的所見が乏しく、椎弓に近づく

程病変に富んでいるとは言えない。

富田(1943)は無選択解剖例で黄靱帯の組織像を検索し、椎弓との境界部は一見異常と思われる程所見に富み、同部が黄靱帯異常所見の発生母地となろうと述べているが、黄靱帯椎弓附着部は可動性も少く、又、黄靱帯の血管は外層に富み、椎弓との隣接部は骨膜を介しての血液供給も十分であるために、同部は過度伸展・屈曲などの障害も加わり難く、且つ、たとえ障害を受けたとしても修復される可能性は大きいものと思われる。

自験例黄靱帯の異常組織所見は肥厚とは無関係に見られ、従つて肥厚にあづかる主要成分はいかなる組織で占められているかを云々することは無意味なことで、異常所見そのものに意義を求めるべきである。異常組織像々々の発生機序を考察すると、組織の線維化ないし硝子様変性は、外傷の既往・腰痛の持続期間・ヘルニアの状態などとは全く無関係で、年齢のみに比例し、しかもこの変化は10才代後半から徐々にその傾向が現われ始め年齢と共に進み、その変性場所も血管の少ない中層及び内層から始まる。椎間板の退行変性が既に10才代に始まることと同様に、広義の老化現象ともいうべき一次性的な変化と解される。

壊死巣は広範のものと小範囲限局性のものとがあるが、前者は変性黄靱帯に比較的急激な外力が作用して断裂し栄養障害に陥つたもので、黄靱帯最前部に見られる小範囲の壊死巣はヘルニアの有無・腰痛の持続期間の長短とは関係なく見られ、ヘルニアによる圧迫壊死とは考えられず、日常腰部に加わる慢性外力及び弾力性の低下した変性椎間板の存在のために間接的に黄靱帯に作用する外傷によつて生じた些細な損傷が、血行障害のために修復されずに壊死に陥るものと解される。これらの壊死巣が結合織で置換されれば癭痕を形成し、肥厚も見られるであろうが、黄靱帯肥厚は飽くまで副次的な現象に過ぎない。

軟骨様変化と線維の脂肪変性及び Lipomatose は、年齢・腰痛の持続期間などとは関係なく、ヘルニア内容が一塊として摘出し得る程に解離した症例で、且つ黄靱帯組織の線維化が中等度以上存在したもののみに見られる故、黄靱帯の退行変性の一段と進行した病変と見られ、椎間板障害による二次的なものと解される。椎間板ヘルニアは椎間板障害の単なる一現象に過ぎず、髄核の突出態度のみで椎間板全体の状態を推測することは不可能であるとしても、ヘルニアがあれば椎間板障害が先行しているわけであり、更に髄核脱出

が加われれば椎間板の高さは減少する。この二条件によつてたえず黄靱帯に異常牽引・圧迫などの慢性外力が作用し、年齢の一次性的変化のある黄靱帯が更に二次的に変化を強めて行き軟骨様変化又は脂肪変性へと陥つて行くものと思われる。

即ち、黄靱帯は10才代後半より徐々に退行変性が現われ始め、この一次性的変化の基盤の上に、急性・慢性の外力が加われれば黄靱帯は障害を受け壊死巣を形成する。一方椎間板にも同様に一次性的退行変性が進行していて、この椎間板障害による腰椎の可動性の変化などによつて黄靱帯に間接的な作用を及ぼし、更に高度な退行変性である軟骨様変化・脂肪沈着などの病変をもたらすに至るが、椎間板以外に筋力・棘上靱帯及び棘間靱帯などの因子も関与して来、椎間板ヘルニアにおける黄靱帯の組織像は、腰痛の解明に当つては単に椎間板ヘルニア或は黄靱帯肥厚という個々の現象のみにまどわされることなく、広く腰部を構成する組織全体の総合的把握によつてなされるべきことを示唆するものである。

稿を終えるに当たり、御指導・御校閲を賜つた岩原教授に深謝する。

本文の要旨は第311回整形外科集談会東京地方会で口述した。

参 考 文 献

- 1) 安齊 直: 肥厚硬化せる黄靱帯に依る脊髓神経根圧迫症例, 日整会誌, 13巻, 305-316頁, 昭13.
- 2) Brown, H. D.: Enlargement of the ligamentum flavum, A cause of low-back pain with sciatic radiation, J. Bone & Joint Surg., Vol. 20: 325-338, 1938.
- 3) Coventry, M. B. et al: The intervertebral disc; Its microscopic anatomy and pathology, Part I. Anatomy, development, and physiology, J. Bone & Joint Surg., Vol. 27: 105-112, 1945.
- 4) Coventry, M. B. et al: The intervertebral disc; Its microscopic anatomy and pathology, Part II. Changes in the intervertebral disc concomitant with age, J. Bone & Joint Surg., Vol. 27: 233-247, 1945.
- 5) Coventry, M. B. et al: The intervertebral disc; Its microscopic anatomy and pathology, Part III. Pathological changes in the intervertebral disc, J. Bone & Joint Surg., Vol. 27: 460-474, 1945.
- 6) Elsberg, C. A.: Experiences in spinal surgery, Surg. Gynec. Obstet., Vol. 16: 117-132, 1913.

- 7) 加藤幹雄：肥厚椎弓間靱帯の組織学的検索，日整会誌，39巻，637-646頁，昭31.
- 8) 小林敏弥：黄靱帯肥厚に因する坐骨神経痛を伴なえる腰痛治験例，日整会誌，15巻，121-123頁，昭16.
- 9) Love, J. G. et al: Intraspinal protrusion of intervertebral disks, Arch. Surg. Vol. 40: 454-484, 1940.
- 10) 光安萬夫：黄靱帯肥厚による坐骨神経痛の外科的経験，日整会誌16巻，1019-1024頁，昭16.
- 11) 関 巖他：肥厚黄靱帯の病理組織学的研究，日整会誌，24巻，6-8頁，昭25.
- 12) Spurling, R. G., et al: Hypertrophy of the ligamenta flava as a cause of low back pain, J. Amer. Ass., Vol. 109: 928-933, 1937.
- 13) 富田忠良：脊髓外科の立場よりなせる黄靱帯の研究(1)正常人体黄靱帯の解剖，日整会誌，17巻，494-498頁，昭17.
- 14) 富田忠良：脊髓外科の立場より観たる黄靱帯の研究 (2) 組織学的研究，日整会誌，18巻，821-823頁，昭18.
- 15) 横山哲雄：椎間軟骨 Hernia 並に黄靱帯肥厚の発生源に關する研究，日整会誌，21巻，20-22頁，昭22.