

# 脊 柱 損 傷 の 研 究 (Ⅲ)

京都大学医学部整形外科学教室 (近藤鋭矢教授 指導)

大学院特別研究生医学士 服 部 獎

(原稿受付昭和28年6月12日)

## EXPERIMENTAL STUDIES ON THE DESTRUCTION OF THE SPINE

From the Orthopedic Division, Kyoto University Medical School.  
(Director : Prof. Dr. EISHI KONDO)

by

SUSUMU HATTORI

### (2) BREAKING TESTS BY TORSION OF THE VERTEBRAL COLUMN.

I made breaking tests by torsion of fresh vertebral bodies and vertebral discs obtained from 6 cadavers, using the apparatus and the materials that I had designed. In the breaking tests by torsion of the spine, I encountered great difficulty especially in the method which connects the spine with the apparatus.

#### THE RESULTS ARE AS FOLLOWS :

1. The torsion-angle per unit length is greatest in the upper part of the spinal columns and tends to decrease gradually in proportion to the height of the part in vertebral column. For example, the greatest value recorded is 25.3 degree/cm in VII C., I and II D., and the smallest value is 3.79 degree/cm in III, IV and V L.

2. On the other hand, the torsion-moment is least in the upper cervical vertebrae and greatest in the lower lumbar vertebrae. It becomes gradually greater in proportion to the height of the vertebra in the spinal column. The smallest value recorded is 50.85 cm Kg and the greatest is 246 cm Kg. The torsion-moment is almost parallel to the graph showing the area in the transection of the vertebral body.

3. The torsion-angle per unit length and the torsion-moment show great difference in the corresponding parts of the vertebral column.

4. I have discussed the states of destruction which are classified into 5 types. In the breaking test by compression, in all cases destruction of the vertebral disc alone was never observed, but in the breaking test by torsion, destruction of the vertebral disc alone (I. II. III. types) is most frequently found (52.3 %), and the cases of the destruction of both vertebral bodies and vertebral discs (IV type) are 28.5 %, and those of destruction of vertebral bodies alone (V type) are 19 %.

5. In the cervical vertebrae, destruction of vertebral discs alone tends to be found more frequently than any other type of destruction, and I think I may say that the discs are more damageable at the place where they connect with the vertebral bodies.

6. On the contrary, in the dorsal and lumbar vertebrae destruction of vertebral discs tends to be complicated with destruction of vertebral bodies.

7. The annulus fibrosus is more damageable by torsion than the nucleus pulposus and the longitudinal ligaments. The longitudinal ligaments tend to separate from the vertebral bodies, but the ligaments are not damageable.

8. The annulus fibrosus is more damageable in the posterior part of the discs.

9. There were several cases in which the destruction of vertebral discs was not observed, but the destruction of the intervertebral disc alone in the posterior part could be found in the transection. I think that individual difference, the anatomical structure of the annulus fibrosus, localization in the spine, and degenerative changes of the disc also may be factors to explain this fact.

### (3) HISTOLOGICAL EXAMINATION

I have made histological examinations (by using Haematoxylin-Eosin and Van-Gieson coloring) of the vertebral discs after the breaking test by compression and torsion of vertebral columns.

1. I have studied normal and pathological states of intervertebral discs.

2. The histological findings of the intervertebral discs showed as individual as well as local differences of the vertebral columns.

3. The vertebral discs, for which destruction was not observed macroscopically after the breaking tests by compression and torsion, showed sometimes slight injuries by histological examination. We were able to find little degenerative changes in the vertebral discs which had showed such slight injuries microscopically.

4. Most of the vertebral discs, in which destruction was found by macroscopic examination after the breaking test, showed more distinct injuries and degenerative changes also by histological examination than those in which destruction was not found. Hence it seemed probable that degenerative changes in the vertebral discs were one of the causes of their destruction in our experiment.

## 第 3 編 組織学的所見

椎間軟骨が圧縮並びに振り実験によつて受けた肉眼的破壊状態に就ては既に述べた通りであるが、破壊を生じたものゝ数に比し、何等肉眼的に破壊を認めないものが非常に多かつた。従つて後者に就て組織学的に如何なる変化があるか、又前者の少数例では既存の組織学的変化があつたのではないかと、言う懸念が生じたので、こゝに組織学的検索を行つた。なお椎間軟骨は年齢の進むと共に退行性変化を來し、その發現時期 (H. Uebermuthによれば20才頃、それ以下の場合もある) 及びその程度には個人差のある事は一般に知られている所であるから特に対照部位をも検索した。

## 第 1 章 実験方法

圧縮並びに振り実験に使用した屍体の中適宜5体を選び、その中16の各椎間板から1~3個の組織標本を作製した。その5体に就て簡単に説明する。

例	年齢	性	レ線所見
第5例	40位	女	可成り著明な変形性脊椎症あり。
第8例	29	女	第2.3胸椎間に骨性癒合あり。
第14例	50位	男	軽度の変形性脊椎症あり。
第15例	35	男	椎体辺縁骨隆起及び椎間板の石灰沈着軽度。
第16例	70位	男	骨萎縮、骨梁の疎鬆性及び変形性脊椎症著明。

実験の都合上死後3~5日(冬期)以内に組織標本を採取し、パラフィンで包埋し、染色は「ヘマトキシリン・エオジン」複染色及び必要に応じ「ヴァン・ギーソン」染色法を用いた。

第2章 実験成績

組織標本所見を便宜上次の6群に分ち表に記載した。

第I群, 対照. 実験前に肉眼的には著変を認めない。

第II群, 対照. 実験前に変化を認めた。

第III群, 圧縮実験後椎間板を横断しても肉眼的に著変を認めないもの。

第IV群, 同上の場合で、肉眼的に破壊を認めたもの。

群	屍体番号	椎間軟骨	肉眼的所見	組織学的所見					
				前部			後部		
				線維輪	中間層	髓核	線維輪	中間層	髓核
I 第8例	12B-1L	—	—	線維細胞退変(十)	—	基質粘変(十)	最外層 { 血管(土) 浸潤(土) }	—	—
	5L-1S	—	最外層 { 血管(十) 浸潤(十) }	—	—	基質粘変(十)	細胞内空泡(十)		
II 第16例	4L-5L	後部軽度膨隆	—	—	—	—	—	—	—
	2B-3B	既存の椎間板ヘルニア	—	—	—	—	断裂(卅) [ 結節内容退変(卅) 結核(-) ]		
III 第8例	1L-2L	—	—	—	—	—	—	線維乱れ(土)	—
	4L-5L	—	—	線維切断(土)	—	基質粘変(十)	最外層 { 血管(土) 浸潤(土) 結核(土) 疎開(十) 線維切断(十) 退変(-) }	—	—
IV 第5例	4L-5L	後部 { 断裂剝離 } 前部 { 剝離 髓核黄色 }	最外層 { 血管(土) 浸潤(土) } 線維細胞退変(土)	—	—	—	最外層 { 血管(十) 浸潤(十) 結核(十) 線維断裂(卅) }	線維細胞退変(十)	退変(土)
	第8例 8B-9B	髓核黄褐色	—	—	—	—	線維 { 退変(卅) 断裂(-) } 細胞退変(十)		
V 第15例	1L-2L	—	—	細胞内空泡(十)			線維切断(土)	線維粘基質変(卅)	細胞内空泡(卅)
	4L-5L (ヴァンギーソン染色併用)	—	—	—	—	—	線維 { 切断(十) 疎開(十) 退変(-) } 最外層 { 血管(十) }	—	—
VI 第14例	1B-2B	椎間板ヘルニア前段階	—	—	—	—	—	—	—
	11B-12B	後部断裂	—	—	—	—	線維 { 断裂(卅) 退変(卅) 細胞退変(十) }	—	粘液物質(十)
	1L-2L	後部断裂	線維断裂(十)	線維細胞退変(十)	細胞退変(十)	—	線維断裂(卅)	退変(十)	細胞退変(十) 基質粘変(十)
	3L-4L (ヴァンギーソン染色併用)	後部断裂	—	—	—	—	線維断裂(卅) 細胞増殖(十) 最外層 { 血管(卅) 浸潤(卅) 結核(卅) }	—	—
	4L-5L	後部断裂	—	—	—	—	基質粘変(十)		
第16例 1L-2L	後部断裂	—	—	—	—	線維断裂(卅) 最外層 { 血管(卅) 浸潤(卅) 結核(卅) }	線維退變(十) 細胞増殖(十)	—	

備考. 表中—は著変なし. 空白は検せず. 土, 十, 卅は程度を表わす.

第 V 群, 振り実験後, 椎間板横断面に肉眼的に著変を認めないもの。

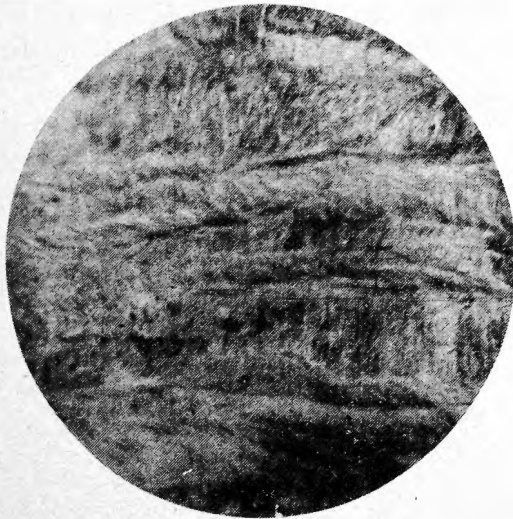
第 VI 群, (A) 振り実験により椎間板に於て離断したもの。

(B) 振り実験後横断面に於て初めて破壊を認めたもの。

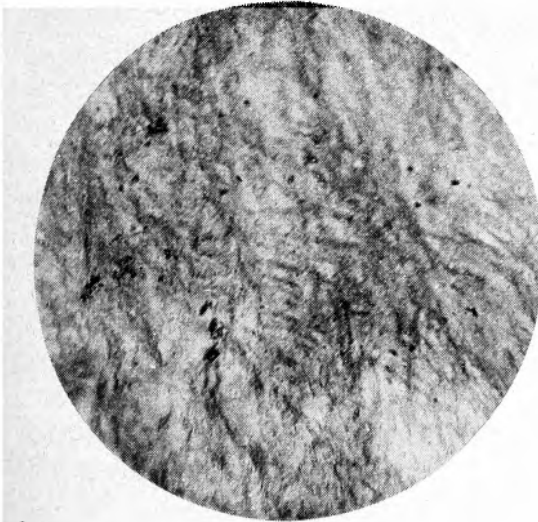
### 第 3 章 綜括並びに考察

#### 1, 椎間軟骨正常組織学的所見 (第 1. 2 図)

椎間板の上下は椎体面を覆う薄い硝子様軟骨と結合し, 水平断面の最外層は外部の線維性結合織と接して



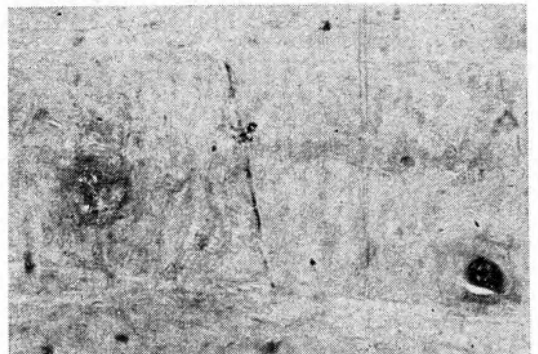
第 1 図 後部線維輪



第 2 図 髓核

いる。従つてこの層の中には毛細血管を認める事がある。椎間板の組織像は簡単に言えば、線維性結合織を間質として、その中に軟骨細胞群が散在している。所が非常に多くの膠様線維が密集して規則正しく配列し、背側部では水平断面に於て矢羽状を呈し、多数の軟骨細胞が散在している。腹側部では線維輪は背側に比し肉眼的に幅が広いのみならず、線維は太く密で同心円状に走り、其の間に散在する軟骨細胞も背側に比し僅少である。軟骨細胞は卵円形で周囲には塩基嗜好性の青い層があり、その外側は被膜に包まれ膠様線維と明白に境されている。この軟骨細胞は 1 個の事もあり、又数個群生する事もある。細胞体は時に空泡を有する事がある。椎間板の周辺部(線維輪)と中心部(髓核)とでは差違がある。即ち周辺部に於てはエオジンで赤く染る線維成分が多く、軟骨細胞は比較的少なく、中心部に進むにつれ両者の関係は反対となり、髓核の部分では膠様線維が少く、配列も不規則となり、膠様組織を基質として多数の軟骨細胞が散在する。又此所に脊索遺残組織が存在すると言われ、又 Petersen はそれは退行性変化を來した軟骨細胞の抜けがらを言つているのだとその存在を否定している。正常な組織では血管、結合織等は認めない。線維輪と髓核との移行は緩徐で、その部を説明の都合上、中間層と名付けることにする。

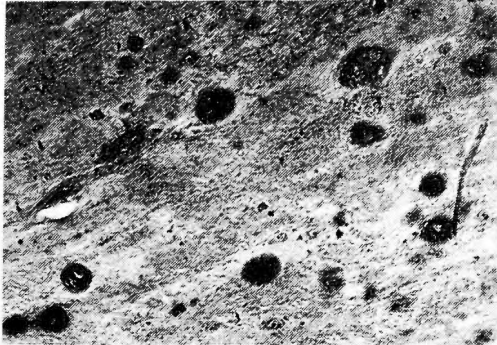
2, 退行性変化は軟骨細胞と線維とに同時に見られる場合が多い。(第 3 図)



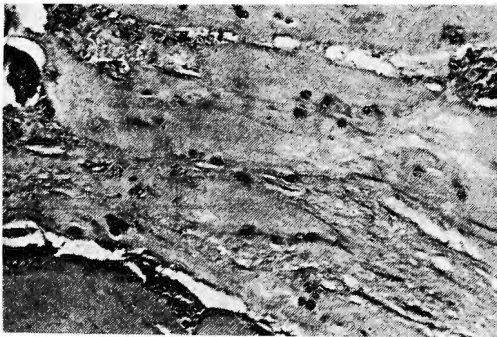
第 3 図 間質は殆んど等質性。單一細胞消失。軟骨細胞島消失しつつある。

i) 細胞変性は單一細胞のみならず、軟骨細胞島にも見られる。その変化は細胞の輪廓の消失、核濃縮、核の不同性、時としては核の消失、軟骨細胞の被膜の一部消失、細胞周囲の塩基性に青く染る層の幅が広く

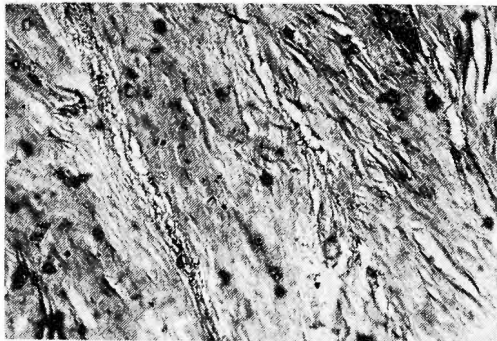
なる等である。(第4図)



第4図 細胞周囲の塩基性層幅廣い。間質にも変性あり。



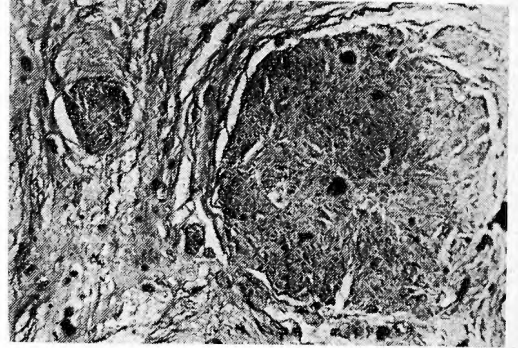
第5図 間質に等質性の部分あり。(後部線維輪に見られる退行性変化)



第6図 第5図と同一椎間板の前部線維輪部(対照)

ii) 線維の変性は通常、軟骨細胞の変性と合併する。線維の輪廓が不明瞭となり遂に等質性となる(第3, 4, 5図)。又屢々線維の一端は「はけ」の如く細く分岐するのを見ん。其他主として髓核部に於て孤立した大小の青く染る網状構造を呈した円形の塊を見ることがある。此は基質の粘液様変性に陥つたものと思わ

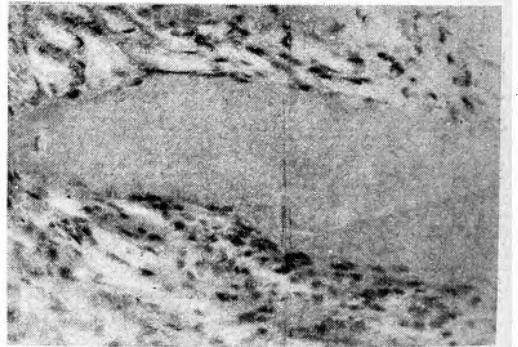
れるがなお研究を要する。(第7図)



第7図 髓核部基質の粘液様変性と思われるもの。

3. 増殖性変化は結合織増殖と軟骨細胞の増殖性変化と区別する必要がある。

i) 結合織増殖性変化としては線維輪の最外層に見られる毛細血管は敢えて病的とはい難いが、時には毛細血管新生及びその周囲に大単核球、組織球等の細胞浸潤を認め、結合織を認める事がある。(第8図) 此等は病的状態と言つてよからう。その他の部位にはかゝる変化を認めなかつた。



第8図 線維輪最外層部に見られる細胞浸潤, 結合織増殖。

ii) 軟骨細胞の増殖は線維が退行性変化に陥りつゝある場所に、大きい軟骨細胞の島として発見出来る場合が多い。退行性変化の起る場所で細胞の増殖が起るのか、或は軟骨細胞の増殖する所が変性に陥り易いのか未解決である。H. Uebermuthは年齢による椎間板退行性変化に関して細胞の消失、間質の透明化、顆粒状線維性破壊を述べているが、後者の所見は実験前の例には認められなかつた。なお以上述べた退行性変化は、Love 及びその他の諸家によつて報告されている所の手術時の椎間軟骨ヘルニア剔出標本に見られる退



行性変化と非常に類似している。たゞ前者の場合は後者より程度が軽い。

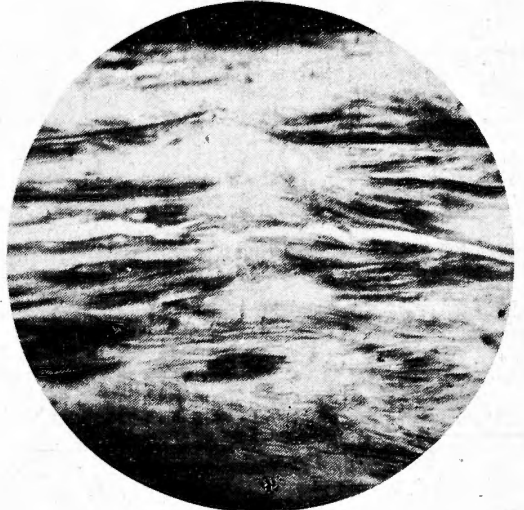
4. 全例に於て脊索遺残組織は見なかつた。

5. H. Uebermuth によれば椎間板退行性変化は脊柱後彎の最も顯著なる部分に好発すると述べているが、第 I, II 群の所見からも同一個体の脊柱の高さにより椎間板退行性変化に差違の存するのを認めた(第3図)。その好発部位に關しては例数が少い為何とも言えない。氏は同一椎間板に於ける部位的差違に就ては述べていないが、私の見た所では前部と後部とは組織学的変化の起り方は一樣ではなかつた(第5, 6図)。退行性変化は線維輪と髓核との移行部即ち中間層で起り易い傾向がある様である。

6. 第 III 群の所見から圧縮実験後椎間板水平断面に於て肉眼的に変化を認めないものに於ては、組織学的にも線維の損傷は軽度で「ヴァンギーソン」染色法によれば線維の矢羽状の走行が乱れ、短く切断され、各線維の疎開が見られる(第9図)。しかしかゝる線維の

行性変化を認めた。しかし退行性変化があつても線維の断裂を見ないものもあつた。

8. 第 V 群の所見から、振り実験後椎間板横断面に著変を認めないものは、組織学的にも線維の損傷は軽度で、ヴァンギーソン染色法に依れば、後部線維輪に於て矢羽状の線維が短くちぎれ、走行が乱れ、個々の線維は疎開している(第10図)。かゝる線維の損傷も



第10図 (ヴァン・ギーソン染色) 振り実験後肉眼的に著変を認めなかつたもの。

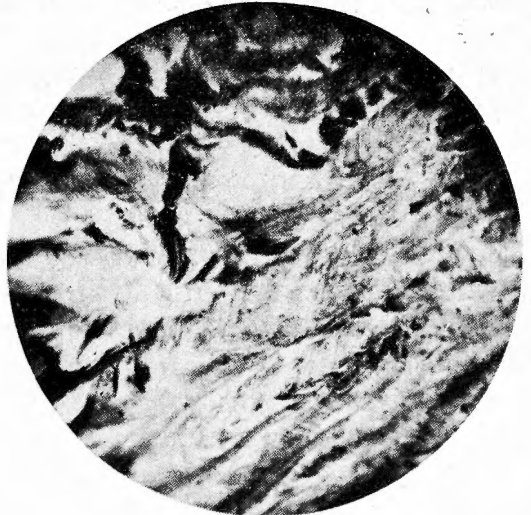
脊柱の高さに依つて程度の差があり、中には振りの為に起つたと断定し難いものもある。退行性変化は認めないか、あつても軽度である。



第9図 (ヴァンギーソン染色) 圧縮実験後肉眼的に著変を認めなかつたもの。

損傷の見られない事もある。従つて圧縮実験後椎間板に著変を認めないものの中に組織学的検索によつて更に線維の損傷を見出し得るものがあるという事が出来る。なおかゝる軽度の損傷の場合には組織の退行性変化は殆んど見られなかつた。

7. 第 IV 群の所見から圧縮実験後、横断面に肉眼的に変化を認めたものは組織学的に線維輪の後部に線維の著しい破壊を認め、又後部では前部より著明なる退



第11図 (ヴァン・ギーソン染色) 振り実験後肉眼的にも断裂を認めたもの。

9. 振り実験で不成功例は多数を数え、その中椎間板の横断面に於て初めて変化を認めたものは6例に過ぎない、それらは組織学的に勿論線維の高度の断裂、走行の不規則性、裂隙等を認めた(第11図)外、全例に線維及び軟骨細胞の退行性変化を認め、後者の変化は特に中間層に多く見られた。従つてこの少数例の後部椎間板単独損傷の理由として局所の退行性変化も考慮されるべきだと思われる。

## 結 語

1. 椎間軟骨の正常組織像及び退行性変化について述べた。

2. 椎間軟骨の組織像は個人差があり、又脊柱の部位により、又同一椎間板でもその部位により相違がある。そこに見られる退行性変化は椎間軟骨ヘルニア別出標本に於けるそれと程度の差はあるがよく類似している。

3. 圧縮並びに振り実験後椎間軟骨に肉眼的破壊は認められなくても、組織学的には軽度の損傷を認めるものがある。かゝる軽度損傷の場合には一般に組織の退行性変化は殆んど見られないか或いは、あつても軽度である。

4. 圧縮並びに振り実験後椎間軟骨の水平断面を検すれば、肉眼的破壊を認めたものも多くは、しからざるものに比し著明なる組織の破壊と同時に退行性変化をも認めた。従つて本編の最初に述べた如き例外的な椎間板単独破壊の原因として、既存の退行性変化が関与しているのではあるまいか。

以上圧縮並びに振りに対する抵抗力を脊柱全般に亘り系統的に実験研究した結果を申し述べ、併せて若干の組織学的所見を記載した。

本論文の要旨は第21回及び第22回日本整形外科学会に於いて発表した。

執筆するに当り御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた恩師近藤教授に深甚なる感謝の意を捧げます。なお病理学教室、法医学教室、工学部建築学教室、同機械教室に深く感謝致します。

本研究は文部省科学研究費の援助を受けた事を附記して謝意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) 石賀：脊椎体圧迫骨折の機轉に関する実験的並びに臨牀的研究，北海道医誌 13, 11, 2226, 昭10, 14, 5, 昭11
- 2) 名倉：椎骨体の圧縮破壊加重量に関する

- 研究，日本整外誌 13, 9, 727, 昭14, 13, 10, 771, 昭14
- 3) 青池：圧縮破壊荷重量より鋼たる老人椎体に就いて。日本整外誌, 17, 3 253, 1942
- 4) P. Von Puky: Über die Rolle der Zwischenbandscheiben bei wirbelsäulenverkrümmung. Arch, F. Kl. Chir. 188, 171, 1937
- 5) Lorenz Böhler: Die Technik der Knochenbruch-behandlung. 1, 249 1937
- 6) 近藤：坐骨神経痛，臨牀外科, 1, 2, 1, 昭22
- 7) 近藤，山田：所謂腰痛と型骨神経痛の検討，日本整外誌, 16, 2, 204, 昭16
- 8) 山田：腰部椎体後面辺縁隆起像，日本外宝, 18 4, 615, 昭16
- 9) 横山：椎間軟骨ヘルニア並びに黄靱帯肥厚の発生機轉に関する研究其の他，日本整外誌, 21 2, 20, 昭22
- 10) 西：頸椎，頸髓損傷に於ける椎間板損傷の意義，日本整外誌, 18, 11, 1167, 昭19
- 11) 東，市村：椎間軟骨結節による脊髓圧迫症並びにその一手術例，グレンツゲビート, 6, 12, 1471, 昭7
- 12) 吉岡：後方脱出椎間板の組織学的所見，日本整外誌 18 7, 昭18
- 13) 甲斐，和川：脊椎間軟骨後方脱出に続発せる線維軟骨腫の一例，日本整外誌, 15 3, 439, 昭15
- 14) 野崎：脊髄腫瘍(頸椎部エクヒョンドロローゼの症例追加)，日本整外誌, 10, 227, 昭10~11
- 15) 陣内：椎間軟骨組織の後方脱出による馬尾神経圧迫症追加，海軍々医誌, 28, 昭14
- 16) 同：外傷による変形脊椎症の発生に関する実験的研究，福岡医大誌, 32, 59, 昭14
- 17) 横倉：骨の線線診断指針, 114, 昭24
- 18) 服部：脊椎損傷に関する研究，日本整外誌, 24, 1, 2, 10, 1950
- 19) 中本：脊椎々間軟骨の年令的变化に関する研究, 26, 3, 4, 5, 197, 1952
- 20) Rauber: Lehrbuch der Anatomie, 21) Braus: Anatomie des Menschen 1
- 22) Möllendorff: Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. 2, 40, 225, 370, 1930
- 23) A. Köhler.: Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbilde, 215, 1928
- 24) Bremer: Text-Book of Histology, 7ED. 115, 1941
- 25) Philip Smith: Bailey's Text-Book of Histology, 10 ED. 114, 1940
- 26) Charles K. Petter et al: Methods of measuring the Pressure of the Intervertebral disc J. of Bone and Joint Surg. 15, 1933
- 27) Andrae: Über Knorpel Knötchen an hinteren Ende der Wirbelbandscheiben in Bereich des Spinalkanals.

Ziegler's Beitr. z. Path. Anat, 82, 464, 1929 28) Ch. G. Schmorl: Über die Pathologische Anatomie der Wirbelbandscheiben. Brun's Beitr. z. Kl. Chir. 151, 360, 1931 29) Ch. G. Schmorl: Über Knorpelknötchen an der Hinterfläche der Wirbelbandscheiben Fortschr. auf d. Röntgenstrahl, 40, 629, 1929 30) H. Uebermuth: Die Bedeutung der Alterveränderungen der menschlichen Bandscheiben für die Pathologie der Wirbelsäule Archin f. Kl. Chir. 156 568, 1930 31) L. Rathcke: Über Kalkablagerungen in der Zwischenbandscheiben. Fortschr. a. d. Gebt. d. Röntgenstrahl. 46 1, 66, 1932 32) Paul C. Bucy: Chondroma of Intervertebral Disc J. Am. med. Assoc. 94 Ⅱ,

1552, 1930 33) Love and Walter: Pathologic Aspects of Posterior Protrusions of the intervertebral disc. Arch. of Patholog. 27, 201, 1937 34) Love and John: Pathology of Protruded intervertebral disc. J, of Bone and Joint Surg. 19 3,778, 1939 35) Love. Walsh: J. Am. Med. Assoc. 111 5, 396, 1938 36) A. Lob: Die Ausheilungsvorgänge am Wirbelbruch Unter besonderen Berücksichtigung der Frage der traumatischen Spondylitis deformans, Dtsch. Z. chir, 248 452, 1937 37) Barr. J. of Bone and Joint Surg 19, 2, 323, April 1937 38) K. Lindblom et al.: Absorption of Protruded disc tissue. J. of Bone and Joint Surg. 32-A 3, 577, July 1950

正 誤 表 (第22巻4号)  
脊 柱 損 傷 の 研 究 (Ⅱ)

頁	誤	正	頁	誤	正
335頁左下2行目	⑤	②	340頁右上8行目	腰椎	腰椎
336頁右上14行目	モーメントを	モーメントと	右下9行目	第13	第14
右下5行目	角度は差引いて	角度を差引いて	右下8行目	93.0kg	93.0cmkg
左上13行目	固定板とは	固定板とを	右下7行目	191.4	191.3
337頁見出し	脊髓	脊柱	341頁見出し	脊髓	脊柱
第1表右3欄目	成巧	成功	左下15行目	椎体単位	椎体単独
第1表最右欄目	Ⅲ	V	342頁左上21行目	事を符合	事と符合
第2表右3欄目	成巧	成功	左下1行目	Ⅲ;	Ⅲ
第2表右2欄目	12B~1L	12B~①L	343頁見出し	脊髓	脊柱
338表 右3欄目	成巧	成功	右上9行目	正中線が,	正中線か,
339頁見出し	脊髓	脊柱	第11表右4欄目	No. 2	-
第5表右3欄目	成巧	成功	344頁右下12行目	頸椎上部	頸椎上部
第5表右1欄目	Ⅲ	Ⅳ	345頁見出し	脊髓	脊柱
339頁 右3欄目	成巧	成功	左上2行目	5型上に	5型に
第6表 左1欄目	910, 11B	9,10, 11B	右上1行目	を伸う	を伴う
〃	12B, 12L	12B 1,2L	右下2行目	として,個人差,	として, 線維輪の解剖学的構造の外に個人差,