

頸椎椎管拡大術に関する実験的研究 —主として瘢痕の推移について—

山口大学医学部整形外科学教室（指導：服部 奨教授）

野 中 昭 宏

〔原稿受付：昭和57年9月7日〕

Experimental Study on Enlargement of the Spinal Canal of the Cervical Spine —With Special Reference to Post-operative Scar Tissue Formation—

AKIHIRO NONAKA

Department of Orthopaedic Surgery, Yamaguchi University School of Medicine

(Director: Prof. Dr. SUSUMU HATTORI)

We have been using a method of enlargement of the cervical spinal canal to patients with cervical myelopathy in our clinic and satisfactory post-operative results have been obtained so far.

In this study I have conducted an histological observation on animals experimentally to clarify the transition of post-operative scar tissue and influences of the scar formation to the spinal cord after enlargement of the spinal canal.

[Method] Three kinds of operations were performed on the laminae of C₄, C₅ and C₆ of rabbits. (1) Group of laminectomy: laminae were excised completely. (2) Group of one-third partial laminectomy: one-thirds portions of the laminae were removed. (3) Group of enlargement of the spinal canal: enlargement of the spinal canal without laminectomy was performed according to the method we have adopted clinically.

The animal were killed at the intervals of 1, 2, 3, 6, 9 and 12 weeks after the operation and then cross sections of the cervical spine, including the spinal cord and the dura mater, were made for histological observation.

[Results] 1. In the group of laminectomy, thick scar tissue was formed at the dorsal side

Key words: Enlargement of the spinal canal, Cervical spine, Post-operative scar tissue, Laminectomy, New born formation.

索引語：椎管拡大術，頸椎，術後瘢痕組織，椎弓切除術，骨新生，

Present address: Department of Orthopaedic Surgery, Yamaguchi University School of Medicine, Ube, Yamaguchi, 755, Japan.

of the dura mater. However, at twelve weeks after the operation a little space was observed between the dura mater and the scar tissue. 2. In the group of one-third partial laminectomy and enlargement of the spinal canal, scar tissue invaded through the defect of the laminae. Invading scar tissue was maximum in volume at three weeks after the operation, and then minimized gradually after this and the epidural space was formed again. 3. In the groups of one-third partial laminectomy and enlargement of the spinal canal, new bone formation was observed at each cut edge of the laminae as if they connected each other and also bone formation was observed at the dorsal side of the laminae, making the laminae thickened.

On the basis of this experimental study, enlargement of the spinal canal is thought to be a method of protecting the spinal cord from the secondary compression due to the scar tissue formation and also maintaining the stability of the spine as well as obtaining sufficient posterior decompression.

I. 緒 言

近年、脊椎外科の進歩にはめざましいものがあり、なかでも頸椎部においてはその診断技術の進歩とあいまって、手術的療法の発展には著しいものがある。手術的治療法には大きくわけて後方進入法と前方進入法とがあり、後方進入法としての椎弓切除術はその歴史も古く、解剖学的に前彎を呈する頸椎部にあつては脊髓は脊柱管の後方に位置しているので、除圧を目的とする場合には本法が極めて理にかなった手術術式といえる。椎弓切除術は Adson (1925)、Stookey (1928)³⁶⁾ にはじまり、そのほか^{3, 5, 9, 28, 38, 43)} 本邦においても近藤²¹⁾、安藤¹⁾、鶴海⁴⁰⁾ 等の諸家の報告をみる。

一方、前方進入法も Smith-Robinson (1955)³⁵⁾、Cloward (1958)⁶⁾ らにより少し遅れて考案され、本邦では鈴木 (1960)³⁷⁾、近藤 (1961)²¹⁾ 等により報告され、その有用性が評価されて来た²²⁾。しかし、前方固定術も1, 2 椎間においては、その有用性も高いが、多椎間にわたるとその可撓性の減弱による隣接椎間への新たな病変の惹起や運動制限等の二次的の症状発現を認めるなど、本法による限界を感じさせた³⁰⁾。こうした時期におけるサージェアトームの出現は、脊椎外科の飛躍的進歩をもたらしたといえる。易損性の高い脊髓に対し、より愛護的に椎弓切除が施行出来る利点は大きく、その結果、頸部椎骨軟骨症や頸椎後縦靱帯骨化症等の疾患において除圧を必要とする場合には積極的に椎弓切除術が施行され、成績も向上して来た^{18, 19)}。しかし、サージェアトームを用いての椎弓切除術でも、術後瘢痕形成による後方よりの脊髓の再絞扼や、後方

支持組織の減弱による術後の彎曲異常など、なお多くの問題点を有していると言える^{2, 7, 11, 12, 27)}。

そこで、上記諸問題の解決を目的として、1973年、教室の服部が後方支持組織として、椎弓の一部をサージェアトームにて菲薄化し、Z字状に残す頸椎椎管拡大術を考案し³¹⁾、現在まで臨床的に十分な脊椎管の拡大及びその維持、従来の椎弓切除術に比較して術後の彎曲異常の減少等、極めて良好な成績を得ている^{14, 15, 32, 33)}。

今回、著者は臨床的に有用性の高く評価されているこの頸椎椎管拡大術の基礎的実験として、成熟家兎を用いて、椎管拡大術後の瘢痕組織の推移や椎弓欠損部及び菲薄化した椎弓部での骨新生の状態を経時的に、組織学的に検討したので報告する。

II. 実 験 方 法

約 2.5 kg～3 kg の成熟家兎を使用した。40 mg/kg のネンブタール静脈麻酔後、家兎用東大式脳定位手術台にて頭部及び四肢を固定し、頸椎を前屈位に保ち、頸椎後正中部に約 10 cm の縦切開を加える。棘突起を指標とし、項靱帯に棘突起縁まで縦切開を加え、棘突起、椎弓にそい、旁脊柱筋を剝離、展開し、附着部にて切離した後、外側は椎間関節に到るまで十分に展開する。第3～第7頸椎椎弓を確認した後、リューエル鉗子にて第4～第6棘突起を少し尾側を残すように削除し、同時に第3、第7棘突起の一部も削除する。この第4～第6頸椎椎弓に対して次の3群に分け、操作を行った。

1. 椎弓切除群

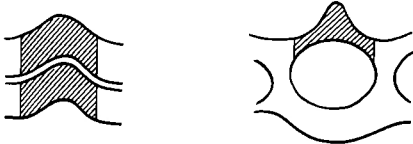
上記のごとく剝離、展開を行った第4～第6頸椎椎弓に対して、トルックス・マイクロモーターにて椎弓及び椎間関節内側縁まで、椎管側の骨皮質を残すように一様に薄く削り、直径2mmのダイヤモンドバーにて椎間関節の内側部にて椎弓を切離し、第4～第6頸椎椎弓を黄色靱帯を含めて一塊として切除する。術後、十分に止血及び洗浄を行い、手術野に血塊及び骨粉がないことを確認し、筋層及び皮膚縫合を行う (Fig. 1-A)。

2. 1/3椎弓切除群

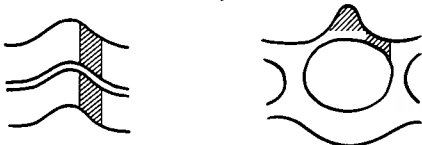
剝離・展開した第4～第6頸椎椎弓に対して椎弓切除群と同様に椎弓及び椎間関節の内側縁まで、椎管側の骨皮質を残して一様に薄く削る。この後、直径1mm及び2mmのダイヤモンド・バーを用い、片側の椎間関節の内側部まで、約3mmの巾にて脊柱と平行に椎弓を連続的に切除し、同時に切除した椎弓間の黄色靱帯も同じ巾で切除し、第4頸椎椎弓上縁より第6頸椎椎弓下縁まで一侧の椎弓に巾約3mmの連続した椎弓欠損部を作る。これらの操作により第4～第6頸椎椎弓の残りの部分に不安定性のない事を確認した後、十分に止血・洗浄を行い、椎弓切除群と同様に縫合を行った (Fig. 1-B)。

3. 椎管拡大術群

A: Laminectomy



B: 1/3 partial laminectomy



C: Enlargement of the spinal canal

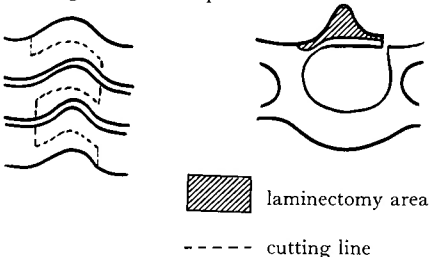


Fig. 1. Diagram of each operation
Each procedure is performed on C4, C5, and C6 laminae of rabbits.

現在、著者の教室で行っている方法に準じて椎管拡大術を行う。すなわち、第4～第6頸椎椎弓に対して、椎弓及び椎間関節の内側部まで一様に薄くし、さらにダイヤモンド・バーにて椎管側の骨皮質を全体にわたって、均等に薄く削り、わずかに脊髓表面の血管が透視できるまでにする。次に直径1mmのダイヤモンド・バーにてこの3椎弓に対して前顔面で、交互にZ字状になる様に切離した後、椎間関節の内側部の椎弓根部を少しずつ、均等に薄くして行き、各椎弓が可及的同時に骨折を起さないように持ち上げられるようにする。各椎弓間の黄色靱帯は上下端を除き、切除することなくZ字状切離線にそって縦切するのみとする。硬膜・脊髓に圧迫を加えないように注意深く硬膜と椎弓の間を剝離し、可及的同時に各椎弓を持ち上げ、上側に押し開くようにして脊椎管の哆開・拡大をはかる。拡大し、哆開した各々の椎弓切離端での椎弓欠損の巾が約3mmとなる位置にて、各椎弓の切離した上・下縁に締結用の小孔をあけ、絹糸にて各椎弓が拡大位に保持されるように、背側椎弓の各切離端をZ字状に縫合、固定する。一部の例では下位椎弓が小さく、締結用の小孔をあけることが不可能であったため、黄色靱帯に絹糸をかけ、椎弓が持ち上るように反対側の旁脊柱筋に絹糸を通し、固定した。いずれの方法にても良好な拡大位に椎弓の固定が得られた。この後、上記2群同様に止血・洗浄・縫合を行う (Fig. 1-C)。

以上3群に対して術後1, 2, 3, 6, 9, 12週と経時的に屠殺し、標本とする。各群、各週につき3羽ずつ、計54羽を用いた。

標本は術後、予定の週にて家兎の耳静脈よりネブタールの大量投与を行い屠殺を行う。屠殺後、頸静脈を露出、切断し、心マッサージを行い、脱血を行い、第2頸椎より第1胸椎まで、椎体及び背側筋層を一塊として切断、摘出する。10%ホルマリンにて1～2日間固定を行い、椎体前面の筋肉及び背側筋層を術後癒着組織が露出しない程度に切除し、さらに固定を3～5日間続けることにより全体に充分な組織の固定が得られる。水洗後、10%蟻酸にて脱灰を行う。3日間、脱灰を行い、目的の部位を横断面にて厚さ約5mmの小片とし、さらに脱灰を行い、パラフィン包埋する。パラフィン包埋標本より5～6μの厚さの薄切切片を作り、hematoxylin and eosin (H.E.) 染色及びAzan染色を行い、術後の癒着組織及び残存する椎弓を主体として組織学的検討を行った。

III. 実験結果

1. 椎弓切除群

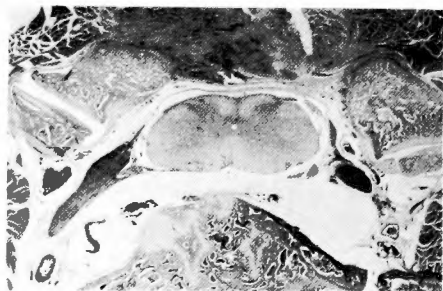
術後1週では背側筋層部より硬膜まで連続して、浸出液で満され、出血巣、毛細血管の拡張像とともに、炎症細胞の浸潤を認める (Fig. 2-A). 術後2週では、術後1週と比較して、出血巣の増加は認められず、炎症細胞の浸潤も同程度で著明な変化は認められず、急性期炎症像を示している。術後3週になると、硬膜背側の椎弓切除部周辺には小円形細胞浸潤が目立ち、全体に fibroblast を主体とした比較的幼若な結合組織が増生して硬膜と連続し、この時期では慢性炎症像へと移行している (Fig. 2-B) (Fig. 3). 一方では椎弓切除端では osteoblast が出現、増生し、骨新生が認められ (Fig. 5-A). 一部の症例では椎弓欠損部の結合組織内に異所性化骨形成を認めるも硬膜・脊髄に影響を与えるものではなかった。術後6週になると炎症細胞の浸潤は少なくなり、fibrocyte を主体とし、背側筋層より硬膜へと連続した厚い癒痕組織の形成を認める。硬膜はこれら癒痕組織と密に接し、その境界は不明瞭である。椎弓切除端では骨新生像は明瞭となり、osteocyte へと

成熟したものが多くなるも、新生骨の量・範囲に著しい増加は認められない (Fig. 2-C).

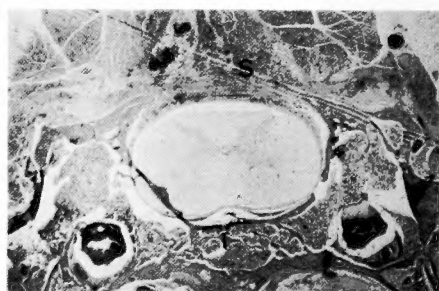
術後9週では硬膜背側の癒痕組織は成熟・完成し硬膜と強く癒着し、これらにより硬膜管は後方より圧排されている。術後12週になると背側筋層から椎弓切除部に形成された癒痕組織は成熟とともに退縮し始め、これまで癒痕組織と密に接していた硬膜の背側に数層にわたり脂肪組織が混在し、硬膜と癒痕組織との間にわずかに空間が認められるようになる (Fig. 4). 椎弓切除端での骨新生もほぼ認められなくなり (Fig. 5-B), その伸展の方向は硬膜とほぼ平行し、切除した椎弓の部位の周辺に形成される。この新生骨は硬膜や脊髄に圧迫を与えるものではなく、癒痕組織内に形成された異所性骨化巣も同様の傾向にあった (Fig. 2-D).

2. 1/3椎弓切除群

術後1週では背側筋層と椎弓の間は浸出液及び幼若な結合組織で満され、炎症細胞の浸潤を伴いながら椎弓背側よりこの浸出液及び結合組織は椎弓切除部を通り、脊柱管内へ侵入し、切除部を中心として硬膜外腔を満している (Fig. 6-A) (Fig. 7-A). 術後2週では、まだ炎症細胞の浸潤も多く、脊柱管内へ侵入する結合組織は



A: one week after operation



B: three weeks after operation



C: six weeks after operation



D: twelve weeks after operation

Fig. 2. Laminectomy group

Thick scar tissue (S) was formed from the dorsal muscles directing to the dura mater.

A, B, C: H.E. Stain D: Azan Stain $\times 0.5$

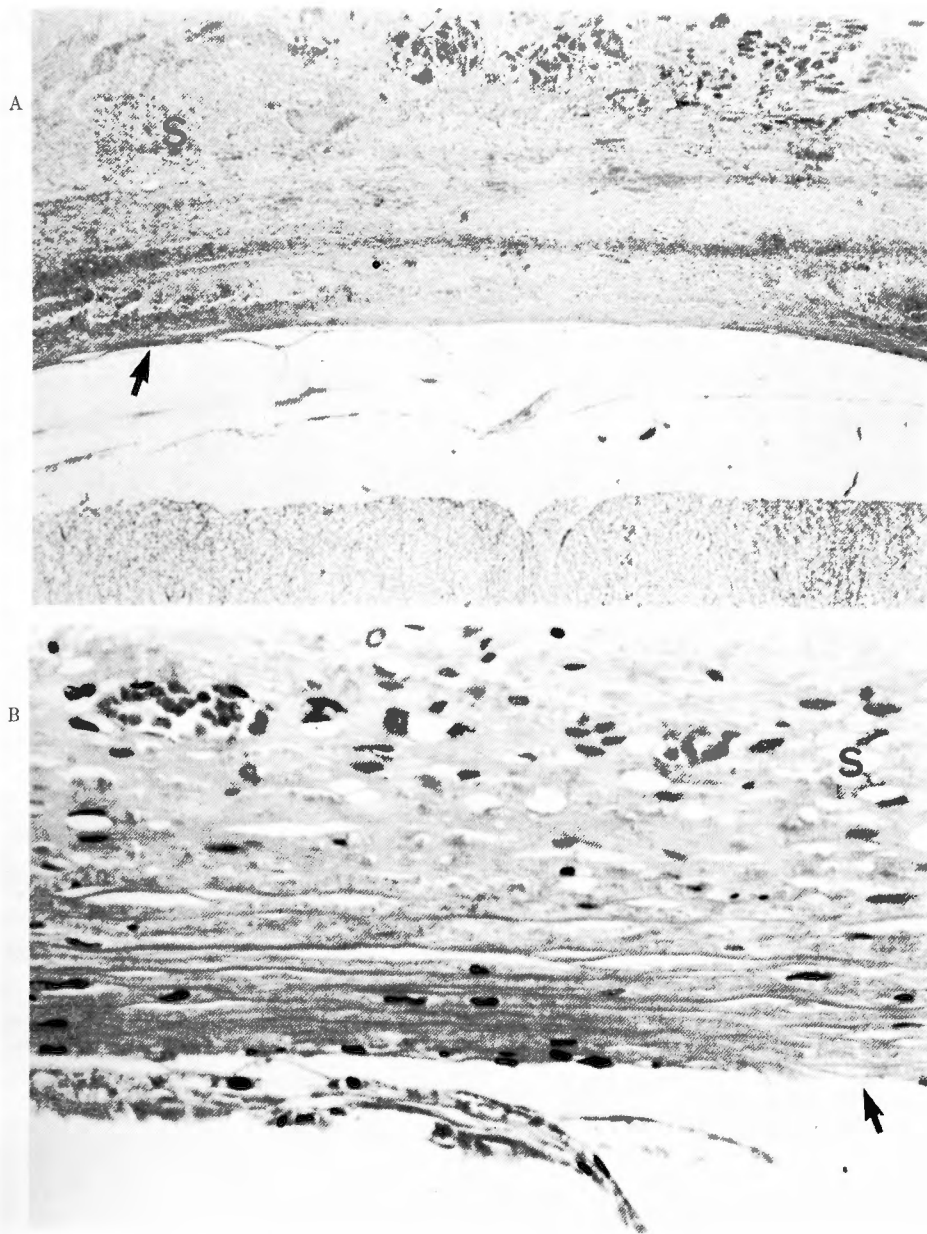


Fig. 3. At three weeks after laminectomy
Showing thick scar tissue (S) formed at the dorsal side of the dura mater (arrow)
with continuing.

A: H.E. Stain ($\times 40$), B: H.E. Stain ($\times 40$)

増加し、椎弓切除側により多く見られる傾向にある。椎弓切除端では部分的に osteoblast の増加、骨新生像が認められる。

術後3週になると椎管内の結合組織は2週と比較し、

わずかに増加するも、その量・範囲は椎弓切除群に比較して明らかに少なく、1/3 切除群ではすでにこの時期に fibrocyte が多く認められ、瘢痕組織の成熟へと向っている。椎弓背側及び椎弓切除端では活発な骨新

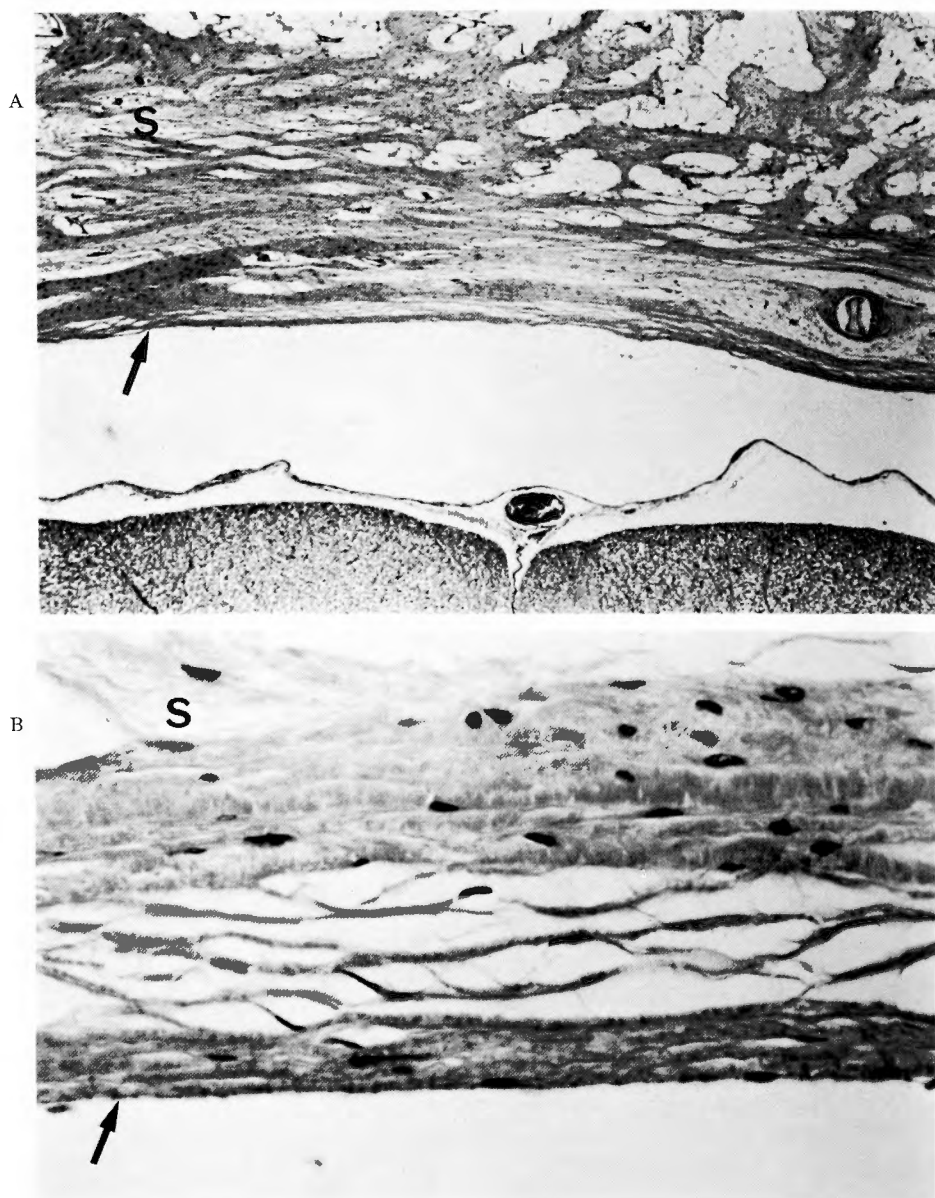


Fig. 4. At twelve weeks after laminectomy
Showing a space formed between the dura mater (arrow) and the scar tissue (S).
A: H.E. Stain ($\times 40$), B: H.E. Stain ($\times 400$)

生像を認め、切除端で最も活発で、互いの切除端をつなぐように形成されている (Fig. 6-B)。椎弓切除の際、乱雑な操作が椎管側の骨膜に加わったと考えられる1例に、切除部で椎管内側へも骨新生を認めたが、硬膜・脊髄に影響を与えるものではなかった。術後6週で

は背側筋層から椎弓切除部へと形成された瘢痕組織は成熟し、脊柱管内へ侵入した瘢痕組織は退縮し始める (Fig. 6-C)。術後9週になると脊柱管内の瘢痕組織の退縮は著明となり、椎弓切除部の周辺の一部を除き、硬膜との癒着はなくなり、椎弓切除群と比較して硬膜

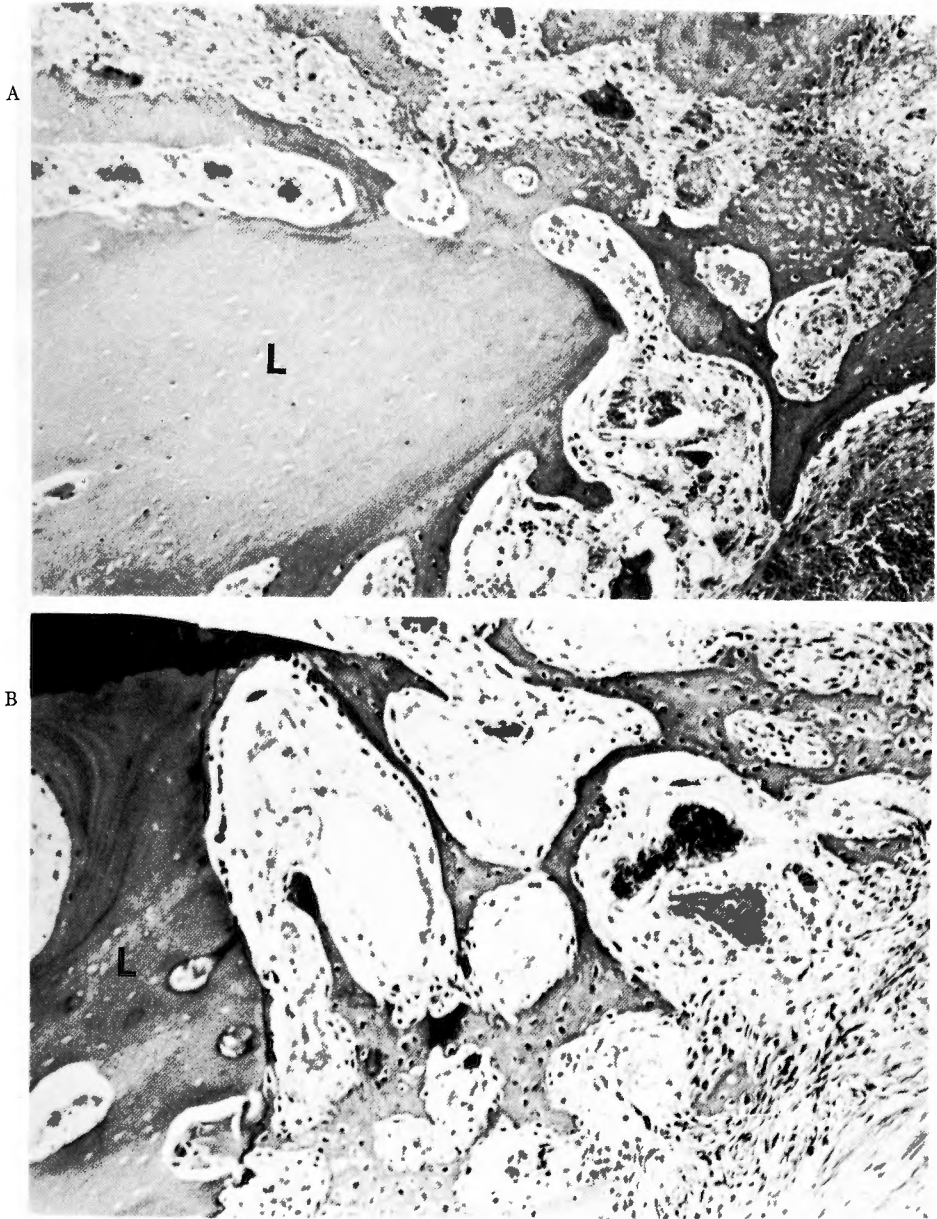


Fig. 5. Laminectomy group

A: at three weeks after operation

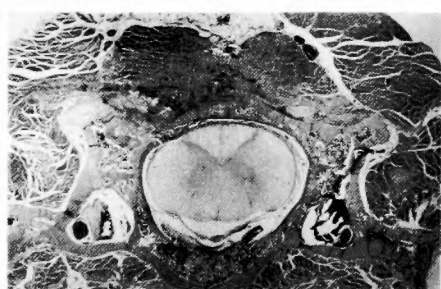
showing active new-born formation at the edge of lamina (L). H.E. Stain $\times 200$

B: at twelve weeks after operation

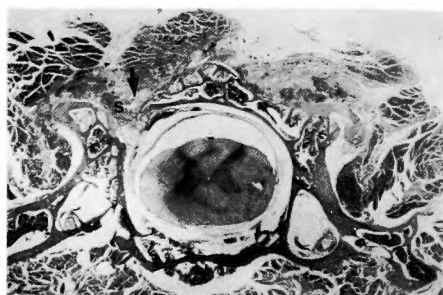
showing the edge of lamina (L) and new-born formation. H.E. Stain $\times 200$

周辺の結合組織は粗で、硬膜外腔も良く保たれている。椎弓切除端での骨新生は活発で、1例では椎弓切除部は新生骨により閉鎖されていた。術後12週では脊柱管内の瘢痕組織と硬膜との癒着はほぼ認められず、部分

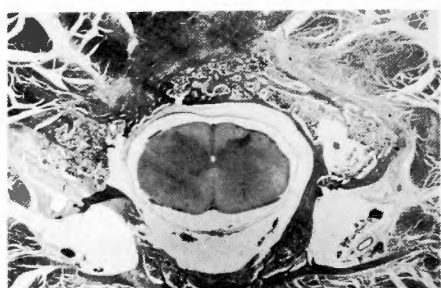
的に切除した椎弓切除部を通る瘢痕組織も退縮している (Fig. 6-D) (Fig. 7-B)。一方、薄く削った椎弓もこの時期には骨新生により厚さを増しており、椎弓背側に形成された瘢痕組織と連続している。



A: one week after operation



B: three weeks after operation



C: six weeks after operation



D: twelve weeks after operation

Fig. 6. One-third laminectomy group

Scar tissue (S) was invading through the defect of lamina (arrow), but it was localized and the epidural space was remaind.

A, B, C: H.E. Stain, D: Azan Stain $\times 0.5$

3. 椎管拡大術群

術後1週では背側筋層より椎弓切離欠損部へと広く幼若な結合組織で満され、その中に出血巣・炎症細胞を認める (Fig. 8)。これら結合組織は椎弓切離欠損部を通り、椎管内に侵入し、椎弓切離部の神経根部、脊髓背側へと硬膜外腔を広がり、硬膜と癒着しているものの、硬膜外腔の脂肪組織により、この結合組織の侵入が阻止されている所もある (Fig. 11-A)。1/3 椎弓切除群と比較して、硬膜外腔での結合組織の炎症反応は同程度である (Fig. 9-A)。術後2週では術後1週と同様に椎管内へ結合組織の侵入を認めるが、手術時硬膜外腔への操作によると考えられる変化はなく、1/3 椎弓切除群と同程度である。椎弓切離部では骨新生像を認める。術後3週では椎管内へ侵入する結合組織の量は増加しているが、その量・範囲ともに1/3 椎弓切除群と同程度であり、椎弓背側の結合組織と比較し、椎管内の硬膜周辺の結合組織は比較的粗で、硬膜と癒着している。この時期では椎弓切離端では活発な骨新生像が認められる (Fig. 9-B) (Fig. 10-A)。術後6週では背側筋層から椎弓背側に形成された癒痕組織は成熟し、椎管内の癒痕組織はすでに成熟し、退縮し始める (Fig. 9-C)。

術後9週になると背側筋層からの厚い癒痕組織で椎弓は被われているにもかかわらず、椎管内へ侵入した癒痕組織はさらに退縮し、1/3 椎弓切除群と同様に硬膜との癒着は少なくなり、硬膜外腔は良好に保たれている。椎弓背側面及び椎弓切離欠損部でも骨新生が著明に認められ、椎弓の肥厚が認められる。術後12週になると椎管内の癒痕組織は椎弓切離欠損部の周辺の一部を除き癒着はなくなり (Fig. 10-B)、硬膜外腔は良好に保たれている (Fig. 11-B)。1例に椎弓切離部で硬膜が、癒痕組織の退縮とともに椎弓切離部へと牽引されていたが、その範囲は狭く、脊髓に影響を与えるものではなかった。椎管拡大術群は全体を通じて、1/3 椎弓切除群と同様の経過をとり、椎管内へ操作を加えるにもかかわらず、椎管内の癒痕組織の形成量、範囲等はほぼ同程度であった。

IV. 考察

1. 術後癒痕組織について

椎弓切除術は従来より各種の脊椎疾患に用いられてきた。脊髓腫瘍、神経・脊髓の圧迫を有する疾患に於て、これら神経・脊髓を骨性に保護する反面、圧迫の

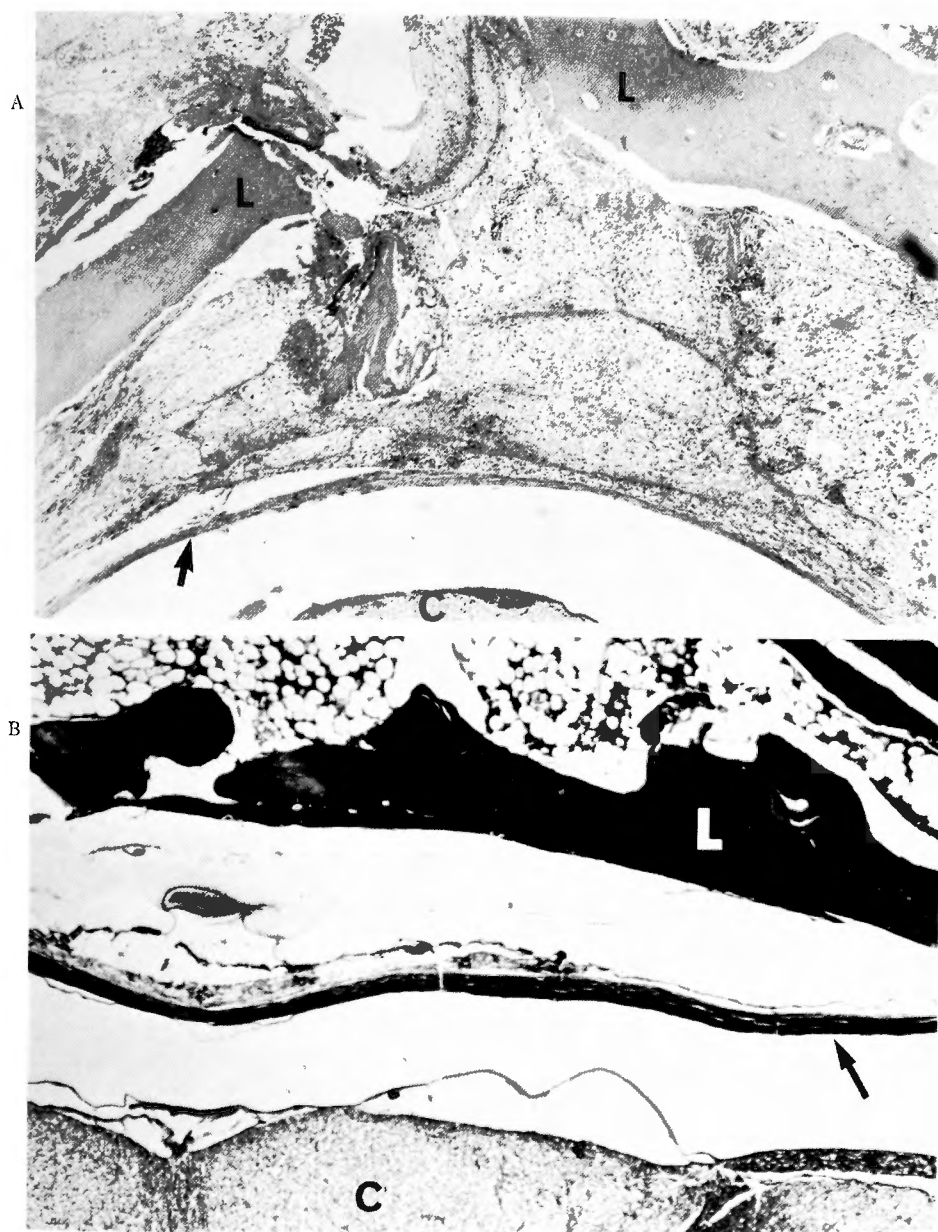


Fig. 7. One-third laminectomy group

A: one weeks after operation

Showing scar invasion to the epidural space through defect of the laminae.

H.E. Stain $\times 40$

B: twelve weeks after operation

Dorsal epidural space is clearly observing. Azan Stain $\times 40$

L: lamina, Arrow: dura mater, C: spinal cord

場となる椎弓を切除し、神経組織を開放する事は全く合目的である。しかし、臨床上は椎弓切除術を行っても予想通りの効果が得られなかったり、術後、症状

の軽減を認めた後、再び増悪をきたす事がある。椎弓切除後の再手術時にしばしば脊髄背側に厚く癒着組織が形成され、強く硬膜と癒着している所見を示す症例

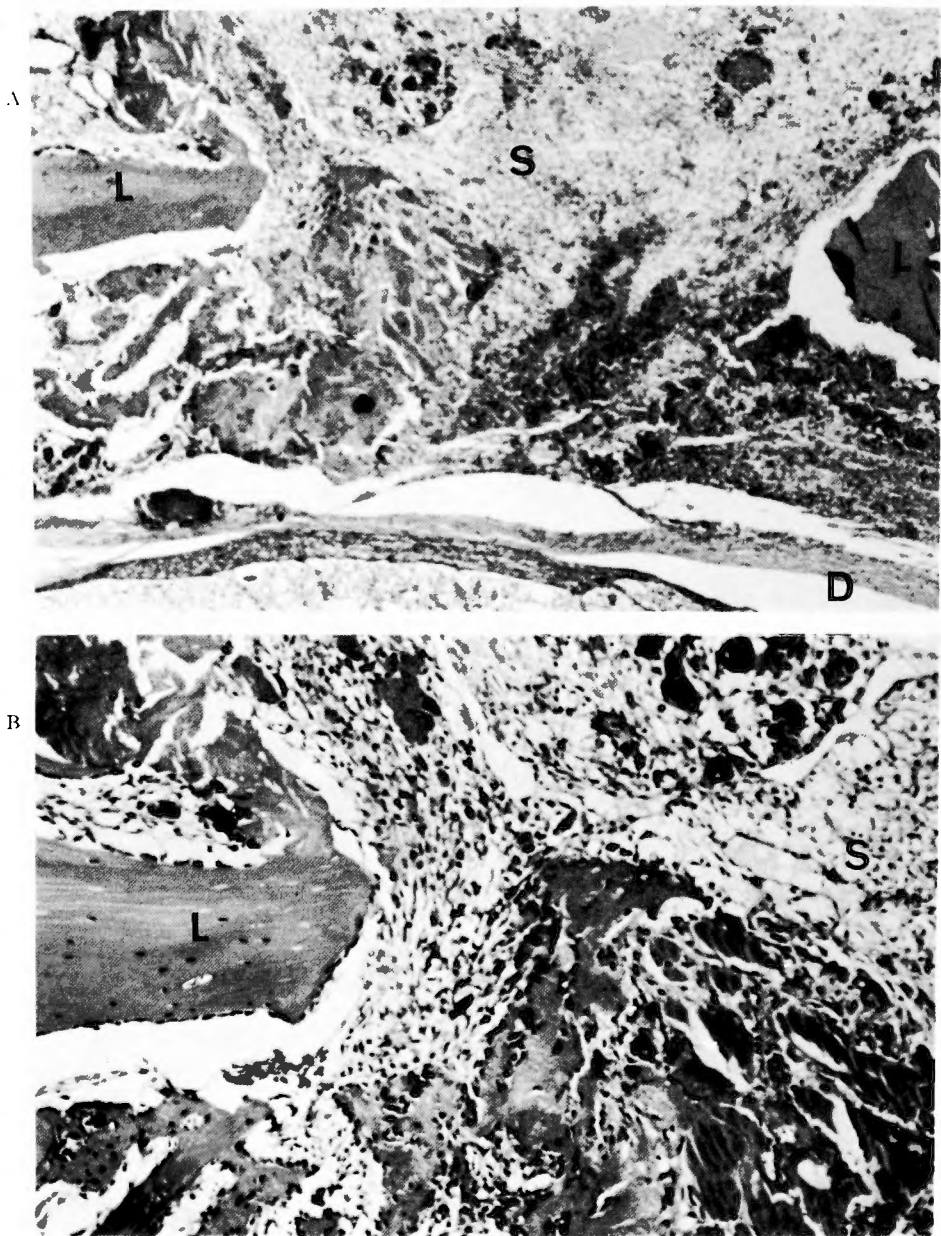
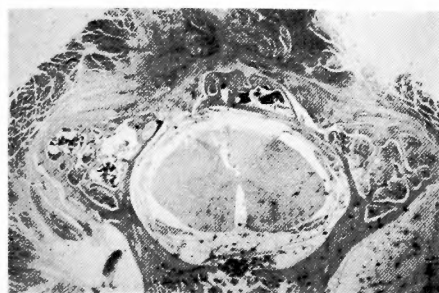


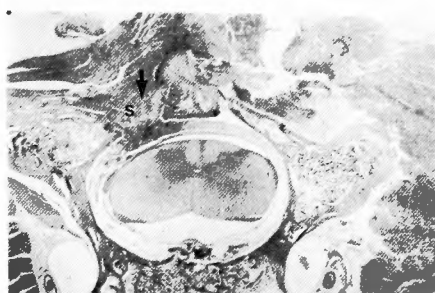
Fig. 8. One week after enlargement of the spinal canal
 Showing scar tissue (S) invading to the spinal canal through defect of the laminae.
 L: edge of lamina, D: dura mater
 A: H.E. Stain $\times 100$ B: H.E. Stain $\times 200$

があり、この術後に生じる癒痕組織が問題となってきた。この椎弓切除後に生じる癒痕組織に関する実験的研究は Key¹⁷⁾ の成犬を用いたのに始まり、多くの研究者によりなされてきている^{10, 25, 29, 34, 39, 41)}

椎弓切除術後においては、背側筋層より椎弓切除部へ広く、厚い LaRocca and Macnab²⁴⁾ が laminectomy membrane と名付ける癒痕組織の層を形成する事は諸家の一致するところである。しかし、この癒痕



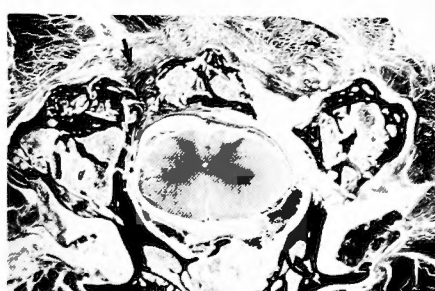
A: one week after operation



B: three weeks after operation



C: six weeks after operation



D: twelve weeks after operation

Fig. 9. Enlargement of the spinal canal
Scar tissue (S) was invading through defect of the laminae (arrow). Invading scar was maximum in volume at three weeks after operation (B) and minimized gradually after that.
A, B, C: H.E. Stain, D: Azan Stain $\times 0.5$

組織は津田³⁹⁾は術後2週、新谷³⁴⁾は術後4週で完成され、この時期には硬膜と強く癒着しているものの、癒痕組織の退縮とともに、津田は術後4カ月で硬膜と癒痕組織の間に脂肪組織が侵入し、硬膜と癒痕組織との間が明瞭になる事を観察し、同様の所見を大平²⁹⁾、本間¹⁰⁾、宇沢⁴¹⁾は観察している。一方、新谷³⁴⁾、Barberà⁴⁾、Yong-Hing⁴²⁾らは硬膜と癒痕組織は癒着したままであると述べ、意見の一致をみない。しかし、いずれも正常の脊椎に椎弓切除を行っても厚い癒痕組織の層の形成を認め、この癒痕組織により硬膜管の扁平化を認めるも、脊髄の変形、変性は認められない。本実験では椎弓切除群では背側筋層より椎弓切除部へ広く、厚い癒痕組織の形成を認め、その完成は術後6～9週で、諸家の報告より遅い。術後12週で癒痕組織の退縮とともに硬膜と背側癒痕組織との間にわずかに空間が形成され、癒着が粗となってくるのが観察された。この癒痕組織内に大部分の動物に異所性化骨形成を認め、この化骨形成は術後3週が最も活発に認められ、以後、化骨形成は持続するも、活発でなく、軽減してくる。この化骨形成は切除した椎弓の近くに形成され

るも脊髄を圧迫する所見はない。この点に関しても諸家の意見の一致をみない。宗近²⁶⁾は猿を用い、不安定脊椎のモデルを作製し、椎間板・椎体への影響を解明し、本間¹⁰⁾は不安定脊椎での椎弓切除後、残存椎弓切除端から軟骨性仮骨の増殖が生じ、脊柱管内方へ伸び、硬膜を圧迫しているのを観察し、この現象をmechanical stressと軟骨組織の増殖との関係で説明している。本実験に於て椎弓切除群で癒痕組織内に異所性化骨形成を認めるか、諸家より多く、本実験では家兎の頸椎に対し行ったのに対して、諸家は実験動物に成犬を多く用い、手術部位、切除範囲も一定していない。成犬の頸椎を用いた新谷³⁴⁾は、椎弓切除端に広範囲に結合織性骨化および、一部に軟骨性化生を認めている。動物実験に於ては、頸椎に対し椎弓切除を行っても、臨床時の様な術後の安静を得ることは困難であり、術後にかなりのmechanical stressが加わるものと考えられ、本実験に於ては家兎頸椎を用い、3椎弓の切除を行っており、本実験の異所性化骨形成は実験動物及び本間の述るmechanical stressの影響が多いためと考える。

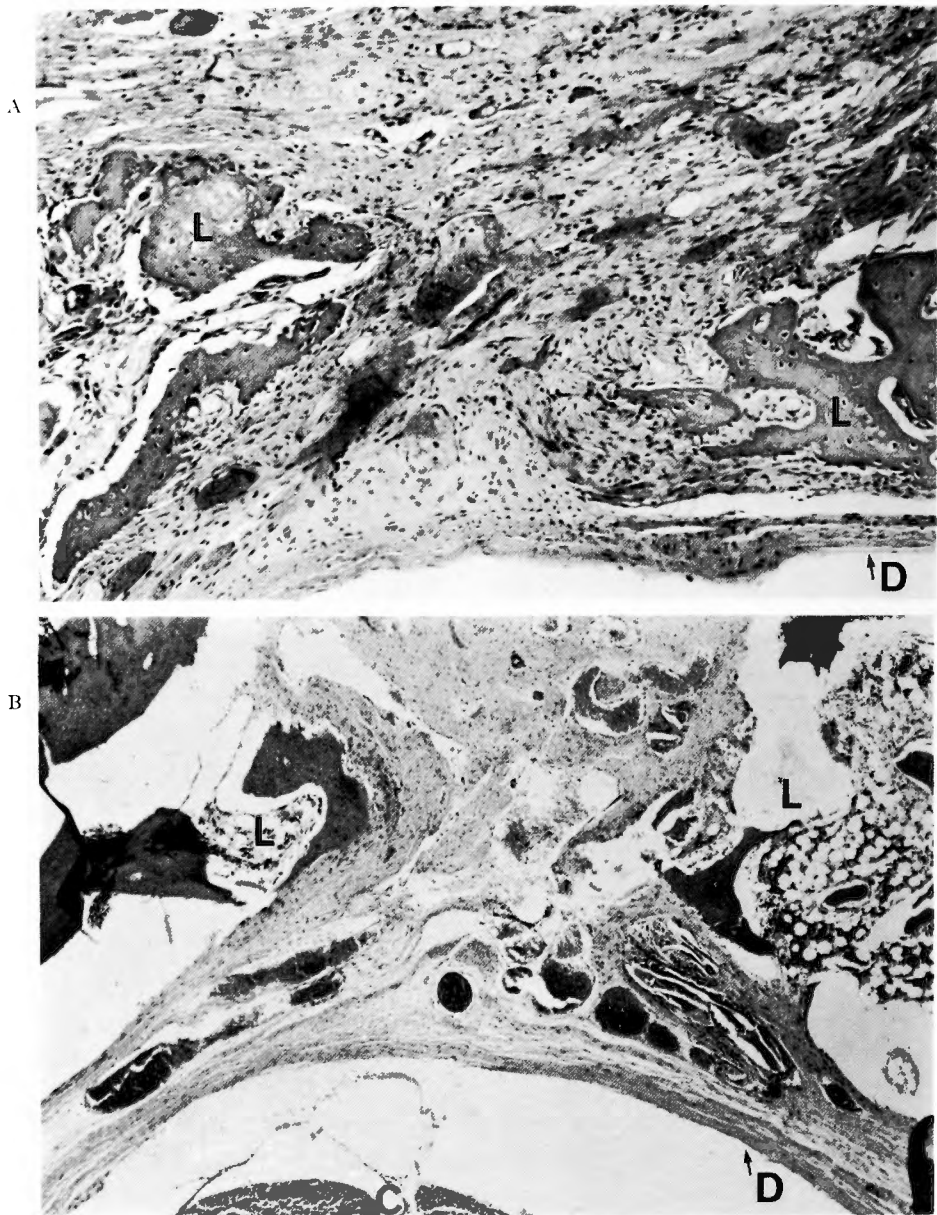


Fig. 10. Enlargement of the spinal canal

A: three weeks after operation

Showing invading scar tissue through defect of the lamina and new-bone formation at the edge of lamina (L).

B: twelve weeks after operation

Showing contracting scar tissue in the spinal canal.

D: dura mater, C: spinal cord

A: H.E. Stain $\times 100$

B: H.E. Stain $\times 40$

2. 術後瘢痕形成の予防について

椎弓切除術後に生じる瘢痕組織の研究とともに、

予防についても諸家により研究されてきた。その多くは硬膜の背側に中間挿入物を置き、それにより瘢痕組

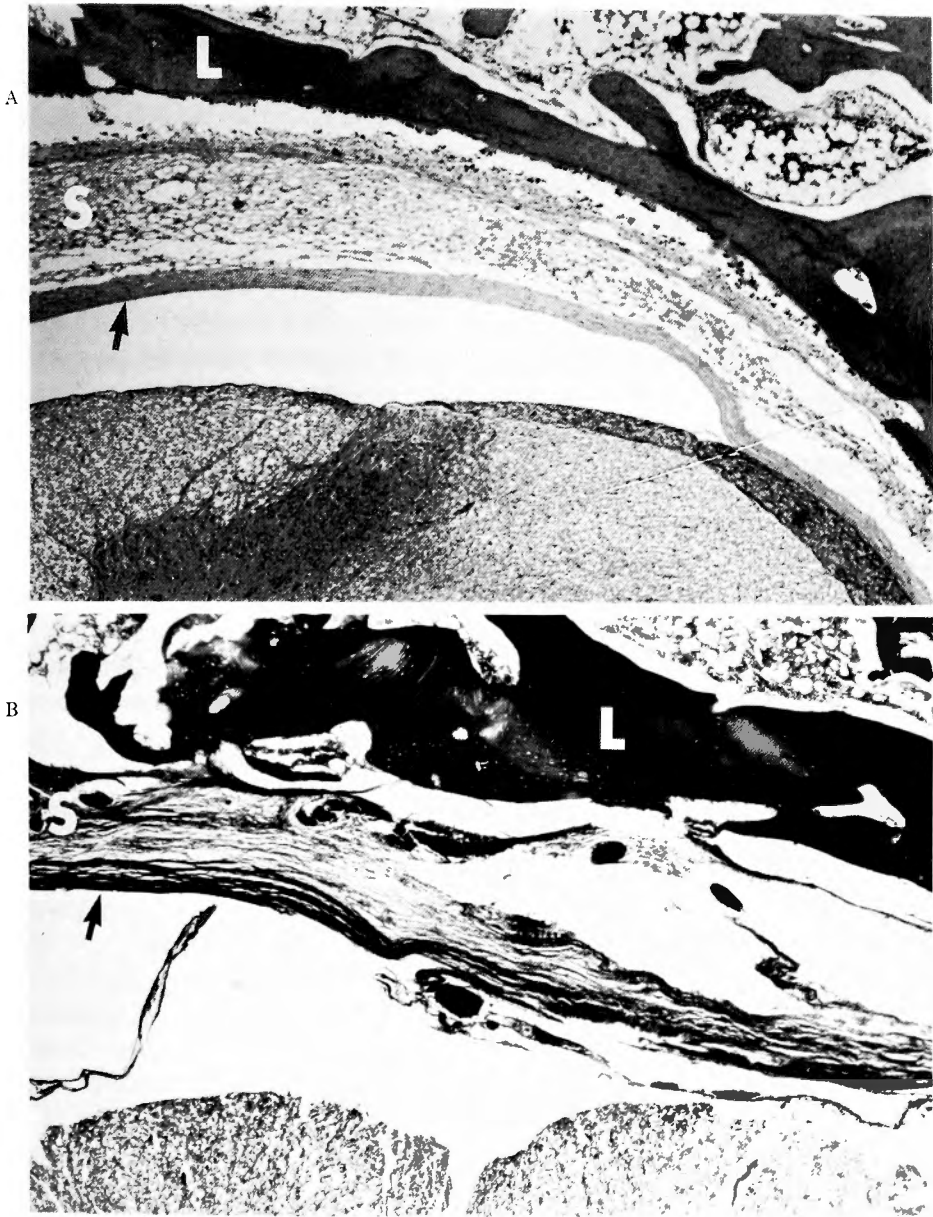


Fig. 11. Enlargement of the spinal canal
 Showing dorsal epidural space.
 Invading scar tissue of each section is little and the epidural space can be observed.
 A: one week after operation
 H.E. Stain $\times 40$
 B: twelve weeks after operation
 H.E. Stain $\times 40$
 Arrow: dura mater, L: lamina
 S: scar tissue, C: spinal cord

織が硬膜と直接に接触するのを防止する目的にて、種々の物が試みられた。Macnab ら²⁴⁾ は Gelform, シリコン膜を用い、癒着組織と硬膜の癒着の防止法として有効であると述べ、一方、Kiviluoto²⁰⁾ は Gelform の効果はあまり認めず、脂肪組織移植を行い、術後に移植した脂肪組織の厚さは減少するも、硬膜背側に生着し、良好な結果を報告し、臨床へも応用している。同様の結果を Keller ら¹⁶⁾ は報告し、Gelform は線維化反応の増強をもたらす、むしろ硬膜との癒着を増悪させると述べている。Gelform, 脂肪組織移植に加え、Yong-Hing ら⁴²⁾ は筋膜、Jacobs¹³⁾ は Predonisolon 等抗炎症剤、骨蠟等を用い、新谷³⁴⁾ はフィブリン膜、シリコン膜、自家筋膜、Gelform, 自家脂肪組織を用い、椎弓切除部から神経根を観察している。Barberà ら⁴⁾ は酸化セルローゼ、シリコン膜、ダクロン膜に加え、骨セメント、Kiel bone の硬性物を用いて、骨セメントでは acryl の刺激により反応性に線維性肥厚をきたすも後方部のみで、硬膜への影響はなく、Kiel bone では癒着組織は主に背側に形成され、数例に硬膜と軽い癒着を認めたにすぎず、Kiel bone は吸収されることなく、椎弓切除端より Kiel bone の骨梁へと線維組織が広がっており、良好な結果を報告している。脂肪組織による癒着組織と硬膜の癒着防止の効果は Keller¹⁶⁾、Langenskiöld²³⁾ らによっても証明され、Gill ら⁸⁾ は有茎脂肪組織移植を行い、臨床へも応用し、諸家とともに、脂肪組織移植の効果を認めている。この軟部組織とは対照的に Barberà ら⁴⁾ は硬性物を用い同様の結果を得たことは注目に値する。著者の教室で行っている椎管拡大術では薄く削った椎弓を拡大位に保持し、脊髄の減圧を得ると同時に、この椎弓により背側の癒着組織より脊髄、硬膜管を保護する目的を持っている。本実験では本術式での癒着組織の防止の効果及び術中に硬膜外腔に加える操作の影響、椎弓切除端及び椎弓での骨新生の状態を解明する目的で行った。哆開・延長した椎弓切除欠損部より癒着組織が椎管内へ侵入してくるのは当然の事である。侵入する癒着組織の量は術後3週で最大となり、以後、退縮の経過をたどる。侵入する癒着組織は椎弓切除欠損部を中心とし、主として背側硬膜外腔へと広がり、その範囲に個体差があるも、椎弓切除群と比較して明らかに少なく、粗である。

椎弓背側の癒着組織が術後6～9週で成熟するのに対して、椎管内へ侵入した癒着組織は術後3週では成熟し、9週では退縮が見られ、術後12週では椎弓

切除群では硬膜と癒着組織の間にわずかに空間が認められるのに対し、椎管拡大術群では椎管内の癒着組織は著しく退縮し、再び硬膜外腔を形成している。椎管拡大術群及び1/3椎弓切除群では椎弓での骨新生は主として椎弓切離端及び椎弓切除端で活発に認められ、互いの断端を継ぐように形成され、椎弓欠損部を小さくしている。数例に椎管内方に骨新生を認めるも、これらは椎管側の骨膜の剝離を認めるものや、椎弓切除時、乱雑な操作が加えられたもので、椎弓切除の際には十分な注意を要す必要がある。椎弓背側では比較的一定して骨新生が生じ、椎弓の厚さを増しており、椎弓背側の癒着組織内には椎弓切除群でみられた異所性骨形成は認められない。このことは椎管拡大術群及び1/3椎弓切除群では mechanical stress が少ないことを示唆していると思われる。

本実験の結果から、自己の椎弓を用いることにより癒着防止に十分な効果が得られるものと考えられる。同時に硬膜外腔の操作を慎重に行うことにより、その影響はほぼ認められない。以上より、著者の教室で行っている頸椎椎管拡大術は、術後癒着組織より、脊髄・硬膜管を十分に保護でき、椎管拡大時に慎重で、愛護的な操作を加えるかぎり、硬膜外腔への操作により悪影響をおよぼすことはなく、術後、椎弓切除部及び椎弓背側へ骨新生が生じると考えられる。

V. 結 語

現在、著者の教室で行っている頸椎椎管拡大術の術後癒着組織の推移、椎弓切離端及び椎弓の骨新生、手術時の硬膜外腔への操作の影響を調べる目的で、家兎頸椎部を用いて、従来より行われている椎弓切除群、硬膜外腔に操作の加わらない1/3椎弓切除群、椎管拡大術群の3群に分け、経時的に組織学的検討を加えた。

1) 椎弓切除群では背側筋層より硬膜へと LaRocca らが laminectomy membrane と呼ぶ厚い、癒着組織の層が形成される。術後12週で、癒着組織の退縮とともに、癒着組織と硬膜との間にわずかに空間が形成されるようになる。

2) 諸家の研究により、椎弓切除後に硬膜の背側に脂肪組織を移植することにより、癒着組織から硬膜管を保護できることが認められている。本法での自己の椎弓を拡大位に保持することにより、同様に癒着組織から硬膜管を保護することが可能である。

3) 椎管拡大術群に於て、椎弓切除欠損部より、椎管内へ癒着組織が侵入するが、侵入する癒着組織の量

は術後3週が最大で、以後退縮し、硬膜との癒着はなくなり、再び硬膜外腔を形成する。硬膜外腔に操作を加えない1/3椎弓切除群と同様の経過をとり、手術操作による脊柱管内への影響は認められない。

4) 椎管拡大術群・1/3椎弓切除群では椎弓切離端で骨新生が生じ、その方向は互いの断端を継ぐように形成され、椎弓欠損部は狭くなり、同時に椎弓背側へも骨新生が生じ、椎弓の厚さも増加する。

以上より、本法は術後癒着組織より硬膜・脊髄を保護し得るものと考えるが、手術の際、十分な止血、椎弓切離時の椎弓内側の骨膜の損傷を最小限に行う事、椎管拡大時の硬膜外腔の操作時には十分な愛護的操作が必要である。

稿を終るに臨み、終始ご指導とご鞭撻を戴き、且つご校閲を賜りました恩師服部 奨教授に深甚なる謝意を捧げるとともに、種々ご指導いただいた本学整形外科教室河合伸也助教授、ならびにご協力下さった人和病院整形外科砂金光蔵先生、整形外科教室各位に厚くお礼申し上げます。また病理組織学的研究において種々ご教示いただいた本学第1病理学教室秋月真一郎先生ならびに組織標本作製にご助力をいただいた宇部興産中央病院検査室瀬藤、山田両氏に深謝致します。本研究にあたり、便宜を与えて下さった宇部興産中央病院西嶋篤嘉整形外科部長ほかご一同に対し厚くお礼申し上げます。

本文の要旨は、第14回中国・四国整形外科学会及び第62回西日本整形災害外科学会において発表した。

参 考 文 献

- 1) 安藤啓三：頸椎部骨軟骨症の臨床的研究。日外宝 **28**: 3157-3178, 1959.
- 2) 有馬 亨：椎弓切除後の頸椎柱の変化。脳神経外傷 **1**: 71-78, 1969.
- 3) Arnold JG Jr: The Clinical Manifestation of spondylochondrosis of the Cervical Spine. Ann Surg **141**: 872-889, 1955.
- 4) Barberà J, et al: Prophylaxis of the laminectomy membrane. J Neurosurg **49**: 419-424, 1978.
- 5) Clarke E and Robinson PK: Cervical Myelopathy: A complication of cervical spondylosis. Brain **79**: 483-510, 1956.
- 6) Cloward RB: The anterior approach for removal of ruptured cervical disk. J Neurosurg **15**: 602-617, 1958.
- 7) Colmer AV: Die Wirbelsäuleninsuffizienz nach ausgedehnter Laminectomy. Arch Orthop Unfallchir **46**: 445-451, 1954.
- 8) Gill GG, et al: Pedicle Fat Grafts for the Prevention of Scar Formation After Laminectomy. Spine **4**: 176-186, 1979.
- 9) Haft H, et al: Surgical End Results of Cervical Ridge and Disc Problem. JAMA **26**: 312-315, 1963.
- 10) 本間信吾：椎弓切除後脊柱管内癒着に関する実験的研究。日整会誌 **54**: 553-562, 1980.
- 11) 伊藤 原：椎弓切除後に於ける脊椎の形態並に機能に関する臨床的研究（第1報）。日整会誌 **14**: 235-264, 1939.
- 12) 伊藤 原：椎弓切除後に於ける脊柱の形態並に機能に関する臨床的研究（第2報）。日整会誌 **15**: 535-601, 1940.
- 13) Jacobs RR, et al: Control of Postlaminectomy Scar Formation. Spine **5**: 223-229, 1980.
- 14) 河合伸也, 服部 奨, 他：頸椎椎管拡大術例の術後経過。日整会誌 **53**: 1167-1168, 1978.
- 15) 河合伸也, 服部 奨, 他：頸椎椎管拡大術の適応とその実際。整災外 **23**: 39-44, 1980.
- 16) Keller JT, et al: The fate of autogenous grafts to the spinal dura. J Neurosurg **49**: 412-418, 1978.
- 17) Key J.A. et al: Experimental intervertebral disc lesion. J Bone and Joint Surg **30-A**: 621-630, 1948.
- 18) 桐田良人, 他：頸椎症・後縦靱帯骨化症に対する後方除圧について。手術 **30**: 287-302, 1976.
- 19) 桐田良人：頸椎症に対する後方進入法。整形外科 Mook **6**, 東京, 金原出版 1979.
- 20) Kiviluoto O: Use of free fat transplants prevent epidural scar formation. Acta Orthop Scand **164**: 1-75, 1976.
- 21) 近藤鋭矢, 安藤啓三, 服部 奨：頸部脊椎骨軟骨症。日整会誌 **35**: 755-764, 1961.
- 22) 近藤鋭矢：頸部脊椎骨軟骨症の手術法。整形外科 **15**: 1191-1195, 1964.
- 23) Langenskiöld A. and Kiviluoto O: Prevention of Epidural Scar Formation After Operations on the Lumbar Spine By Means of Free fat Transplants. Clin Orthop **115**: 92-95, 1976.
- 24) LaRocca H, and Macnab I: The laminectomy membrane. J Bone and Joint Surg **56-B**: 545-550, 1974.
- 25) 増田信義：脊髄硬膜外出血処置に関する実験的研究。中部整災誌 **3**: 638-647, 1960.
- 26) 宗近 端：椎弓切除の範囲、ことに椎間関節切除の脊椎の安定性に及ぼす影響に関する実験的研究。日整会誌 **47**: 111-126, 1973.
- 27) 村上宝久, 並木見而：広範囲椎弓切除後の脊椎の態度。手術 **18**: 773-780, 1963.
- 28) Odom GL, et al: Cervical Disk Lesion. JAMA **166**: 23-28, 1958.
- 29) 大坪民生：漸増性頸髓前方圧迫に対する椎弓切除及び硬膜、クモ膜処置が椎管内におよぼす影響に関する実験的研究。日整会誌 **52**: 895-906, 1978.
- 30) 小野村敏信：頸部脊椎骨軟骨症の手術法とその問題点。あすの整形外科展望, 東京, 金原出版, 271-284, 1974.
- 31) 小山正信, 服部 奨, 他：頸椎椎弓切除の一新術式の試み。中部整災誌 **16**: 792-794, 1973.

- 32) 小山正信, 服部 奨, 他: 脊椎管拡大術の術後経過. 整形外科と災害外科 **25**: 20-22, 1976.
- 33) 繁富頼雄, 服部 奨, 他: 骨形成的頸椎椎管拡大術の術後経過. 中部整災誌 **22**: 1340-1343, 1979.
- 34) 新谷貫之: 椎弓切除後の硬膜周囲組織における癒着および脊髓形態変化の防止に関する実験的研究. 日整会誌 **54**: 1477-1495, 1980.
- 35) Smith G and Robinson R: The treatment of certain cervical spine disorder by anterior removal of intervertebral and interbody fusion. J Bone and Joint Surg **40-A**: 607-624, 1958.
- 36) Stookey B: Compression of the spinal cord due to ventral cervical chondromas. Arch Neurol Psychiat **20**: 275-290, 1928.
- 37) 鈴木次郎: 頸椎に対する前方直達手術の経験について. 日整会誌 **34**: 1018, 1960.
- 38) Teng P: Spondylosis of the Cervical Spine with Compression of the Spinal Cord and Nerve Roots. J Bone and Joint Surg **42-A**: 392-407, 1960.
- 39) 津田祐次郎: 椎弓切除後の局所変化に関する実験的研究. 中部整災誌 **3**: 1082-1097, 1960.
- 40) 鶴海寛治, 他: 頸部脊椎骨軟骨症の手術成績. 日外宝 **31**: 72-82, 1962.
- 41) 宇沢充圭, 他: 椎弓切除と硬膜処置が脊椎管内に及ぼす影響. 中部整災誌 **18**: 796-798, 1975.
- 42) Yong-Hing K, et al: Prevention of Nerve Root Adhesion After Laminectomy. Spine **5**: 59-64, 1980.
- 43) Yuhl ET, et al: Diagnosis and Surgical therapy of Chronic Midline Cervical Disc Protrusion. Neurology **5**: 494-509, 1955.