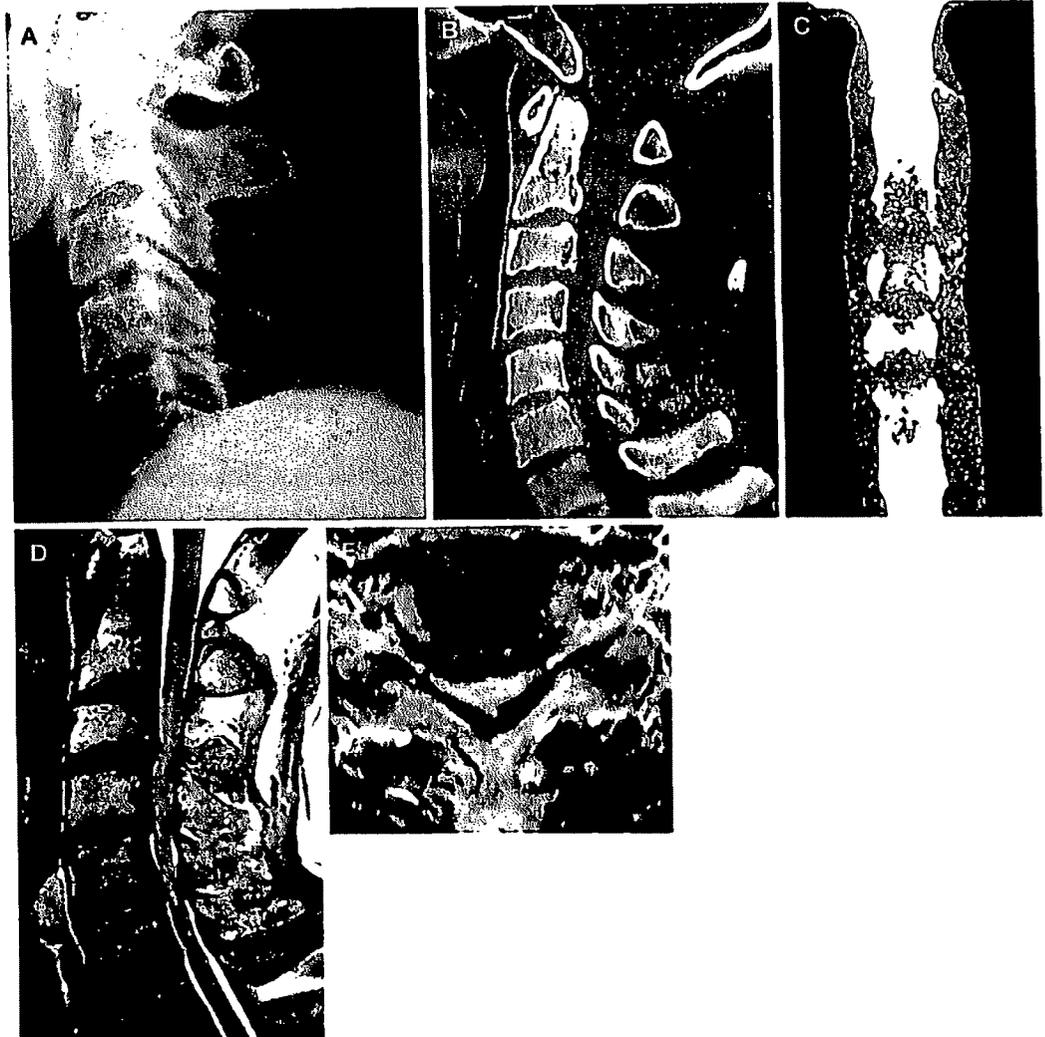


図 3-4 発達性脊柱管狭窄を伴う多椎間頸椎症

A: 単純 X 線側面像, B: 3D-CT 再構成矢状断, C: MR ミエログラフィー,
D: MRI T2 強調矢状断 (C5/6), E: 水平断
C3/4, 5/6 レベルにおいて脊髄髄内高輝度変化を伴う。



signs は、神経解剖学的には運動障害としては皮質脊髄路の障害による障害レベル以下の痙性麻痺、感覚障害としては脊髄視床路、後索路の障害による障害レベル以下の知覚低下・異常知覚、その他、膀胱直腸障害となる。実際に捉えられる症状は運動障害としては手指の巧緻運動障害や痙性歩行、感覚障害では手足の末梢部に目立つ glove and stocking type を呈することが多い。障害レベルを推定するためには腱反射と徒手筋力テストが比較的有用である。

一方、segmental cord signs (髄節徴候) は腱反射の減弱や筋萎縮を伴う運動麻痺、デルマトームに一致した知覚障害・痛みなど、次に述べる神経根症状との鑑別が困難であり、画像での圧迫レベルと神経症状のレベルにずれがあるかどうかでしか判断できない場合が多い。

図 3-5 高齢者における C3/4 レベルの椎間板ヘルニア

A: 単純 X 線側面像, B: MRI T2 強調矢状断, C: 水平断

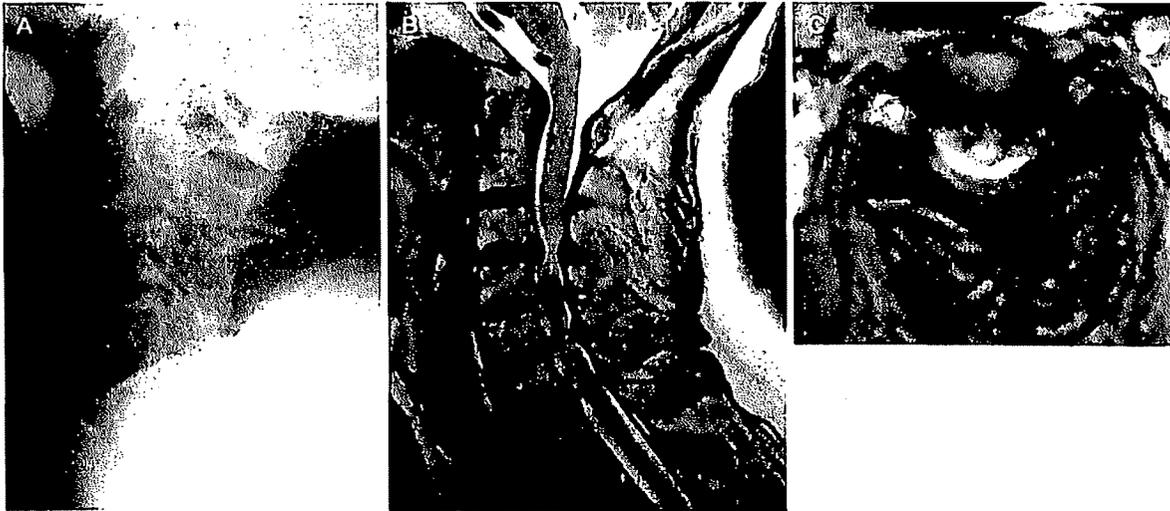
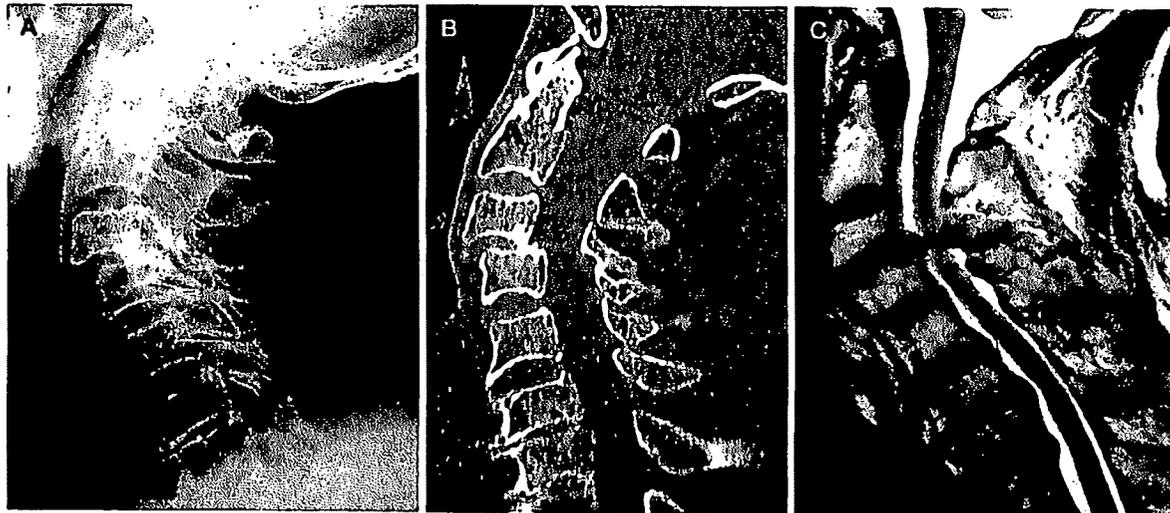


図 3-6 高齢者における C3/4 レベルの頸椎症

A: 単純 X 線側面像, B: 3D-CT 再構成矢状断, C: MRI T2 強調矢状断
亜脱臼, 黄色靱帯肥厚を伴う。



b) 神経根症状

罹患椎間板のレベルに一致した神経根の支配領域の腱反射の減弱や筋萎縮を伴う運動麻痺, デルマトームに一致した知覚障害・痛みを呈するが, 痛みのみの場合も多い, 典型的にははじめに頸部, 後頸部, 肩甲部の痛み, いわゆる“寝違い”が生じたと訴える, この段階では頸肩腕症候群や単なる頸部痛との鑑別は困難な場合があり, その後手指のデルマトームに一致した知覚障害・痛みとし

図 3-7 脊椎と脊髄高位のずれ

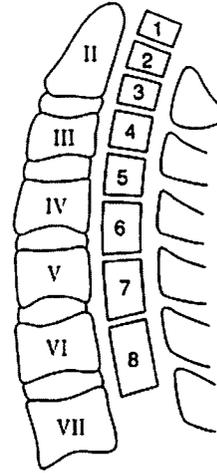
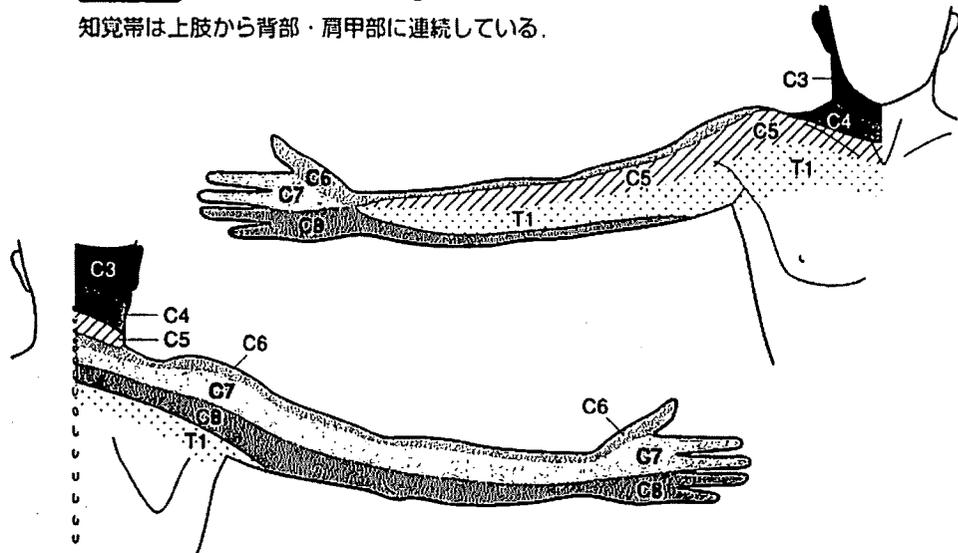


図 3-8 上肢の皮膚知覚 (Keegan による)

知覚帯は上肢から背部・肩甲部に連続している。



て認識されるようになり神経根症状として診断可能となることも多い。中下位頸神経のデルマトームが上肢から後頸部・背部・肩甲部に連続していることを十分認識しておくことが重要である (図 3-8)

c) 頸部痛

はたして、頸椎椎間板障害において上記の神経根症状や脊髄症状に由来しない頸部痛が存在するかは議論のあるところであるが、理論的には痛みを受容器が分布する椎間板、骨膜、靭帯、椎間関節などに由来する痛みが存在すると考えられている。また、椎間板変性に由来する痛み

(discogenic pain) という概念もある。この場合、椎間板造影にて痛みが再現できれば椎体間固定術の適応とするとの考えもあるが、一般的には頸部痛のみで手術適応となることは非常にまれである。実際には頸部痛として最も多いのは筋緊張性疼痛であるが、神経根症状の初期段階での頸部、後頸部、肩甲部痛の可能性もあり、後に手指のデルマトームに一致した放散する痛みへと進展しないか慎重な観察も必要である。

d) 椎骨脳底動脈不全

椎間板ヘルニア、骨棘などにより横突孔内の椎骨動脈の狭窄をきたすことにより椎骨脳底動脈不全を生ずることがある。実際に症状を発症することはまれで、対側の椎骨動脈形成不全や前方循環よりの側副循環が十分でないなどの条件が重なった場合にのみに限られる。一方、頸部の回旋に伴い一過性に、めまい、ふらつきなどの椎骨脳底動脈不全症状が出現する場合 bow-hunter syndrome とよばれるが、回旋時の環・軸椎レベルでの椎骨動脈狭窄・閉塞により生じ、頸椎変性疾患とは異なるカテゴリーと考えられる。一般的に回旋方向とは逆の椎骨動脈の狭窄・閉塞を伴う(右回旋では左椎骨動脈狭窄)。

e) その他

めまい(頸部交感神経障害)、脊髄循環障害(false localizing signとして表れることがある)など多彩な症状がみられることもある。

③画像診断

脊椎変性疾患において画像診断はあくまで臨床所見の補助診断である点を改めて強調したい。無症候性の画像変化は加齢とともにきわめて高率にみられるようになり、たとえば55歳以上では80%になんらかのX線上の骨変化があり⁷⁾、MRIでは64歳以上で約7割に椎間腔の狭小化を認めるとの報告もある¹⁰⁾。臨床所見から考えられる局在と一致した部位に画像所見がみられた時にはじめて診断価値がある。画像診断の詳細についてはすでに診断の項で述べられているので、ここでは外科的治療を前提とした場合の画像診断のポイントにつき簡潔に述べる。

頸椎椎間板障害に対するルーチン検査としては、はじめに頸椎単純X線撮影(6方向)、MRIを行うが、この2つの検査で多くの場合、概ね診断が可能となる。ただし、圧迫病変が椎間板や靭帯といった軟部組織なのか、骨棘や骨化靭帯などの骨組織かの判定は単純X線撮影とMRIのみでは困難なことがあり、これらの鑑別にはCTがきわめて有用である。そこで手術を前提とする場合はCTもルーチン検査に含める。オプション検査としては、脊髄造影検査 myelography + CT myelography (CTM)、椎間板造影検査、神経根造影検査などがあるが、優れた解像度のMRIが普及した今日では、頸椎病変に関してこれらのオプション検査が必要となることは少なくなってきた。

a) 頸椎単純X線撮影

古くから用いられてきた検査法であるが、今日においてもその重要性は失われていない。最も重要な役割は、後弯変形や亜脱臼などの頸椎アライメントの評価、発達性脊柱管狭窄 developmental canal stenosisの有無(脊柱管前後径12mm以下)、椎体変形・椎体後縁の骨棘形成・靭帯骨化な

どの骨性病変の有無、前後屈による不安定性 instability の評価などである。斜位像による椎間孔狭小化の所見は神経根症診断の参考にはなるが、多くの場合責任病巣は神経根の起始部にあるため斜位像での椎間孔狭小化所見がなくとも神経根症は否定できない。神経根症の画像診断にはMRIやCT、脊髄造影検査が優れている。

b) MRI

骨組織以外の組織、つまり脊髄、頸神経根、くも膜下腔、椎間板変性・ヘルニアなどの描出に優れ、頸椎椎間板障害には欠かせない画像診断法である。脊髄圧迫の評価には矢状断 T2 強調像にてくも膜下腔の消失、脊髄の圧迫変形を確認する。脊髄内高輝度変化（図 3-3、4）は責任病巣に一致する可能性が高いが、予後との関連では相関あり、相関なしと異なる報告がなされており結論は得られていない。神経根部の圧迫の評価には正中矢状断は役に立たず、症状側の傍正中矢状断と横断像での左右差、MR myelography などを慎重に読影する必要がある（図 3-9）。また、中間位のみならず前屈・後屈などの動態撮影が有用な場合があるが、一般的に MRI では撮像時間が長くなり前後屈位を維持するのが困難となる。

c) CT

椎棘や OPLL などの靭帯骨化などの骨性病変の診断には最も威力を発揮する。単純 X 線撮影と MRI のみでは局在性 OPLL を椎間板ヘルニアと取り違える可能性があり、手術を前提とする場合 CT 検査は必須の術前検査である（図 3-10）。最近ではマルチスライス CT が普及したため短時間に容易に検査が可能となり、不安定性の評価には前屈・後屈位での矢状断再構成 CT が有用である。

図 3-9 椎間板ヘルニアによる神経根症

A: MRI T2 強調矢状断, B: MRI T2 強調傍矢状断, C: 水平断
神経根症圧迫の診断には矢状断や水平断 MRI が有用。

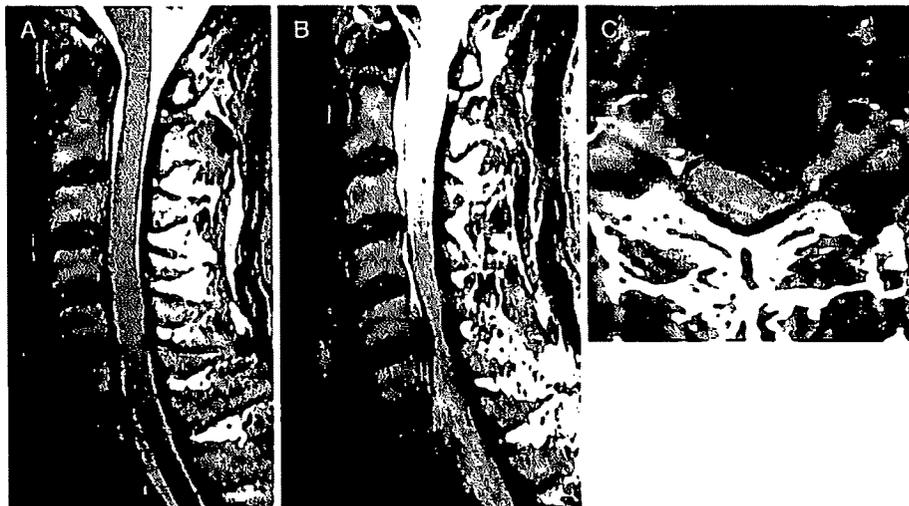
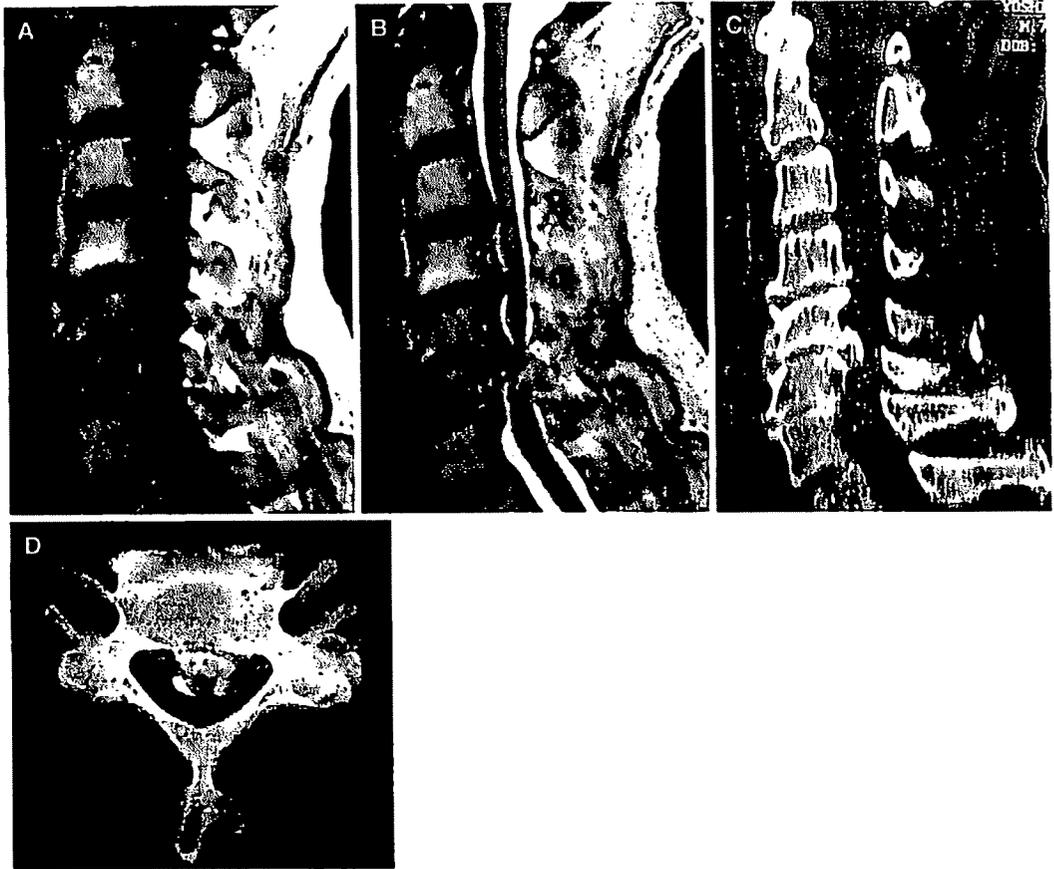


図 3-10 Segmental OPLL (C5/6)

A: MRI T1 強調矢状断, B: MRI T2 強調矢状断, C: 3D-CT 再構成矢状断, D: 水平断
MRI のみでは椎間板ヘルニアとの鑑別は困難.



d) その他の画像検査

頸椎単純 X 線撮影 (6 方向), MRI, CT などのルーチン検査のみでは診断が困難な場合に考慮する。脊椎造影検査 myelography は以前、ルーチン検査と考えられ現在でもルーチンに施行する施設もあるが、侵襲的検査であるため頸椎頸髄病変においては適応を選んで施行すべきである。動態評価が重要な場合には脊椎造影検査での動態撮影が容易である。また、神経根症の診断においては MRI のみでは困難な場合には脊椎造影検査が有用なことがある。さらに、神経根症では除痛のためのブロックを兼ねて神経根造影検査も考慮される場合もある。

4 治療

a) 治療の原則

発症の一因である動的因子を取り除くことが第一である。頸椎病変を有する患者の多くは頸部痛や頸部の懲りのため、かえって頸部を意図的に回旋したり屈伸運動をしていることが多く、こうした動きを止めさせるのみでかなりの頸部安静が得られる。さらなる安静を維持するためには頸

椎カラーを装着させるが、この際、日中のカラー装着は躊躇する患者が多く、夜間の装着のみでも有効な場合もある。疼痛に対しては非ステロイド系消炎鎮痛剤（NSAIDs）を投与するが、神経根痛の場合には効果に乏しく、抗痙攣剤であるクロナゼパム、カルバマゼピン、ガバペンチンなどが有効なことがある。高度の神経根痛の場合には神経根造影検査を兼ねた除痛のためのブロックも考慮される。その他の保存療法としては頸椎牽引、温熱療法、超音波療法、星状神経節ブロック、硬膜外ブロックなどさまざまなものがあるが、別項に譲る。いずれにせよ、これらの治療は有効性に対するエビデンスレベルが低く漫然と続けるべきではない。

b) 外科的治療

一般的には保存的治療にて症状の改善が得られない場合に手術的治療が考慮される。脊椎変性疾患は腫瘍性疾患などとは異なり、必ずしも進行性ではないため、手術適応の決定にあたっては患者や家族と十分に時間をかけて話し合うことが大切である。手術の利点、限界、リスクや手術をしない場合の予想される経過などについて十分な情報を提示し、最終的には患者サイドで決定してもらう。

一般的には以下の場合に手術適応を考慮している。

- 1) 保存的治療を1～2カ月行っても症状が改善しない場合、または改善が不十分な場合（ADL制限が持続する）。
- 2) 受診時、すでに患者の脊髓症状や運動麻痺が高度な場合や比較的急速に進行してきていると考えられる場合。
- 3) 神経症状は軽くとも激しい痛みのため1～2カ月の保存治療に耐えられない場合。

その他考慮すべき要因としては全身麻酔・手術治療に対するリスクファクター（心肺疾患、糖尿病、腎疾患など）の有無、年齢、病前のADL、臨床症状と画像所見との相関性（相関性が乏しい場合には手術適応にはより慎重となる）、患者や家族の理解度や治療に対する積極性などが考慮される。

c) 手術アプローチの選択

大きく前方アプローチと後方アプローチに分類される。後に述べるように、それぞれ利点と欠点を有するため、個々の患者によって最適なアプローチを決定する。また、特殊なものとして側方アプローチがある。これは椎骨動脈や神経根に直接アプローチする際有用な場合があるが、ここでは触れない。

1) 前方アプローチ

利点 頸椎椎間板傷害では、病変の首座が脊髓の前方に存在することが多いため直接病変部にアプローチできるのが最大の利点である。また、椎体前面に至るには頸動脈鞘と喉頭を含む内臓筋膜の間の疎な組織を剥離するのみである。そのため後方アプローチのように筋肉や靭帯に対する侵襲がなく術後の創部痛、軸索疼痛も少ない。また、仰臥位の手術であることも利点となる。

欠点 一般的には椎間板を切除してアプローチするため椎間固定が必要となり、将来、固定隣接椎間変性を生ずる可能性がある。多椎間病変への適応も限られる。また、頻度は少ないものの気管、食道、頸動脈、反回神経などの頸部の重要組織の障害のリスクを伴う。

適応 1～2 椎間レベルの頸髄前方の病変、特に、椎間不安定性を有する場合や頸椎後弯変形を有する場合は優先される。逆に発達性脊柱管狭窄を伴う場合には適応は慎重でなければならず、1～2 椎間病変でも後方アプローチを優先すべき場合もある。

合併症

術中合併症：脊髄・神経根損傷、椎骨動脈損傷、髄液漏

術後合併症：術後出血、喉咽頭浮腫、反回神経麻痺、頸髄除圧後の上肢麻痺（C5 神経麻痺）、食道瘻、移植骨やインプラントの脱転・破損、術後創部感染・癒合不全、脊椎炎、採骨部痛、偽関節、脊柱変形、固定隣接椎間病変、術後せん妄、内科的合併症（肺塞栓症など）

2) 後方アプローチ

利点 多椎間病変や発達性脊柱管狭窄に容易に対応できる。一般に椎間固定が不要であり、気管、食道、頸動脈、反回神経などの脊椎前方の重要臓器の障害のリスクがない。

欠点 頸椎椎間板傷害では病変の首座が脊髄の前方に存在することが多いため間接的な減圧となる。頸椎後方に存在する筋肉群や靭帯に対する侵襲が強くなり、術後に創部痛、軸性疼痛を生じたり、頸椎変形（後弯、S 字状変形など）をきたす可能性がある。また、頸椎後弯変形を有する場合は後方除圧の効果が不十分となる。さらに、腹臥位の手術のため呼吸循環器系に対する負担が多くなる。

適応 脊髄症状が主体の 2～3 椎間以上の病変、特に、頸椎前弯が維持されている場合は有効性が高い。また、黄色靭帯肥厚・石灰化症などの後方病変は本法が優先される。ただし 1～2 椎間病変でも発達性脊柱管狭窄を伴う場合には後方アプローチが考慮されることもある。また、障害レベルの特定が難しい場合にも広めの除圧を計画することが容易である。

合併症

術中合併症：脊髄・神経根損傷、髄液漏

術後合併症：術後出血（硬膜外血腫）、頸部痛（軸性疼痛）、頸髄除圧後の上肢麻痺（C5 神経麻痺）、スパーサーなどの脱転・破損、術後創部感染・癒合不全、脊柱後弯変形・不安定性の増大、術後せん妄、内科的合併症（肺塞栓症など）

d) 手術法：頸椎椎間板障害に対する手術術式

1) 前方アプローチ

最もスタンダードな方法は椎体間スペース（椎間板）から侵入し、脊髄・神経根の除圧後、移植骨や人工スパーサーを用いて椎体間固定を行うもので頸椎前方除圧固定術 anterior cervical decompression and fusion (ACDF) とよばれる。このうち最も代表的な方法は 1958 年に報告された Smith-Robinson 法であり⁹⁾、脊椎脊髄外科医にとって頸椎前方アプローチとして最初に習得すべき方法と考える。椎間固定用スパーサーとしては Smith-Robinson 法の原法のように自家腸骨の他、セラミック（HA など）、チタン製スパーサー（シリンダー型ケージ、ボックス型）^{3,10)} などが利用できる。本「基本編」では、この方法について詳しく述べる。

前方アプローチはその他にもさまざまな方法が報告されている。Smith-Robinson 法と同じ 1958 年に報告された Cloward 法は特殊な drill, drill guard, 腸骨採取用の dowel cutter を使い、除圧と

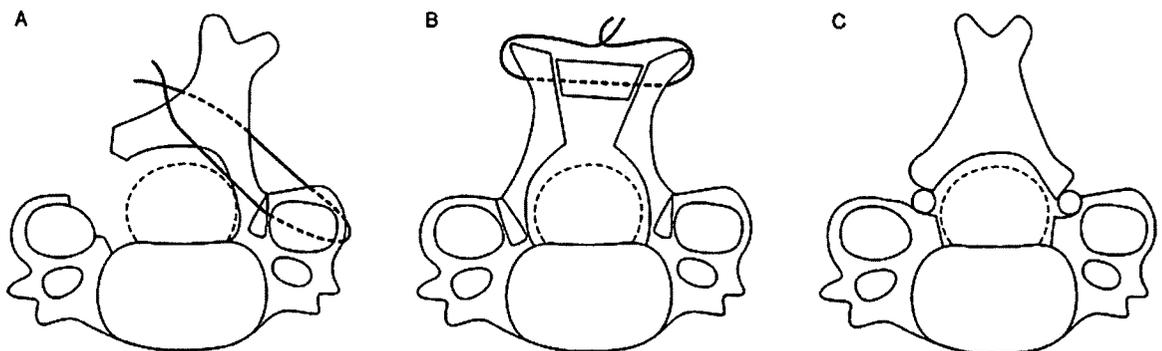
固定をシステム化した方法であり、今でも好んで用いている脊椎脊髄外科医もいる²⁾。その他、鍵穴 (key-hole) より除圧のみ行い椎体間固定を行わない非固定法、椎体間固定の移植骨として切り出した椎体骨を使用する方法 (Williams-Isu 法)、椎体を切除しその上下の椎体間で固定する方法 (corpectomy: 椎体切除)、頸椎前方プレート固定法、前外側アプローチ lateral approach など、有用性の高い方法がある。「ステップアップ編」では、このうちいくつかを取り上げる予定である。また、最近、欧米や韓国、中国では椎間板の機能を温存し固定による隣接椎間障害を減らす目的で、さまざまな人工椎間板 artificial disc が使用されるようになってきた。現在のところ日本で今のところ認可される計画はないが、「Side Memo」欄で触れる。

2) 後方アプローチ

椎弓切除術、椎弓形成術、後方神経根減圧術、後方固定術などに分類される。後方減圧術としては、古くは椎弓切除術がスタンダードな手術手技として用いられた。この方法の問題点として脊柱の後方の支持要素が障害を受けやすいため術後の脊柱変形 (後弯、スワンネック変形など) や脊柱不安定性を生じる可能性がある他、椎弓切除後の硬膜外の癒着組織 post-laminectomy membrane による脊髄再圧迫の可能性などがあげられる。これを補うため最近欧米では椎弓切除術を行う場合、不安定性を認めなくとも後方固定術 (lateral mass screw 固定など) を組み合わせる方法がよく行われている。一方、本邦では1970年代より主に整形外科医を中心にさまざまな椎弓形成術が考案されてきた。近年では脳神経外科医にも広く普及し独自の工夫がなされている。さらに最近では椎弓を形成するのみでは脊柱変形の防止には不十分であり術後の軸索疼痛も解決されないとの考えから、いかに脊柱後方要素 (項靭帯、棘上・棘間靭帯、脊柱後部筋群など) の障害を少なくするかに関心が集まり、このためのさまざまな術式の工夫がなされている。ただし、このために手技的にやや複雑化してしまっているのが現状である。

拡大椎弓形成は、片開き式 unilateral open-door⁴⁾、両開き式 bilateral open-door、French door⁵⁾、en-bloc 式⁶⁾ に分類できる (図3-11)。片開き式椎弓形成術の利点は、作成する骨溝が2本だけであることから手技が比較的簡便であること、正中縦剖式の際の正中中部における骨溝作成と違い奥に脊髄硬膜嚢がないため術者に安心感がある点などである。一方、欠点としては側方での椎

図3-11 各種拡大椎弓形成術
A: 片開き式, B: 両開き式, C: en-bloc 式



弓椎間関節移行部離断の際、脊柱管外側部でよく発達している硬膜外静脈叢からの出血が多くなること、椎弓の拡大がやや非対称となること、拡大の程度の把握が困難なことがある、等々である。一方、両開き式の利点は、左右対称の適度の拡大が得られる、正中部において離断するため硬膜外静脈叢からの出血が少ない、スペーサーの固定が比較的容易である、脊柱管の減圧が両側とも直視下に確実にできることなどである。一方、欠点は3本の骨溝を作成する煩雑さと正中部で椎弓を離断する際に脊髄に注意が必要な点などである。ただし、顕微鏡下に慎重に操作を行えば危険は少ない。一方 en-bloc 式は操作が煩雑なため、現在では脊髄腫瘍など硬膜内操作が必要な場合に使用することが多く、頸椎椎間板障害の後方除圧に使用することは少ない。

その他の後方アプローチとしては、後方神経根減圧術と後方固定術とがある。後方神経根減圧術 posterior foraminotomy は拡大椎弓形成術の際、同時に後方から神経根の除圧を加える際に使用することも多い。単独で使用する場合は主に後外側型の椎間板ヘルニアによる神経根症に対して後方小切開によりヘルニア切除が可能である。椎間板を温存できるため固定が必要ない点が最大の利点である。また、頸椎症に不安定性を伴う場合は後方固定を追加することがある。外側塊プレート・スクリュー固定法、椎間関節スクリュー固定法などがある。さらに最近では後方要素を温存する椎弓切除の術式として skip-laminectomy など提唱されている。これらの後方アプローチについては「ステップアップ編」で詳しく述べる。

e) 基本的手術手技

「基本編」では変性性頸椎椎間板障害の手術において最も基本的な2つの手術法、前方除圧固定術 (Smith-Robinson 変法) と両開き式 (French door) 拡大椎弓形成術を紹介する。

1) 前方除圧固定術 (Smith-Robinson 変法)

Smith-Robinson 法原法は椎間板を摘出したスペースから進入し、椎体後方において脊髄・神経根を圧迫する椎間板ヘルニア組織や骨棘を除圧後、腸骨より採取したブロック状の移植骨を用いて椎体間固定を行う方法であり、頸椎前方除圧固定術として最も基本的な方法である。ただし、腸骨より移植骨を採取した場合、術後に採骨部の痛みや違和感を訴える患者が多いため、最近では採骨しない方法が好まれるようになった。ここでは移植骨の代わりにチタン製スペーサーを用いるが、Smith-Robinson 原法に近い点でボックス型スペーサーを使用した方法を示す³⁾。

① 体位・術前準備

全身麻酔下に仰臥位とし、頸部は中間位から軽度伸展位とする。C3/4 など頭側レベルの椎間板へアプローチする場合は下顎を挙上させ、頭側からテープで固定することにより下顎が視野の邪魔にならないようにすることができる (図 3-12)。また上位頸椎にアプローチする場合は経鼻挿管とすることにより下顎をさらに挙上することも可能である。一方、C5/6 より尾側の手術では側面透視の際に肩が邪魔になるため、これを尾側に牽引しテープで手術台に固定しておく。次に側面透視下に皮膚切開のレベルを皮膚上にマーキングする。皮膚切開のレベルは大まかな目安として舌骨が C3、甲状軟骨が C4 から C6、輪状軟骨が C6 レベルであるが、個人差があり、またアプローチの角度も考慮する必要がある。最小の皮膚切開にて必要十分な術野を得るためには、側面透視を見ながらアプローチの延長線上の皮膚にマーキングするのがよい。椎間板アプローチでは手術椎間板の延長線上に皮膚切開を設けるが、「ステップアップ編」で触れる経椎体法ではこれより頭側とな

図3-12 前方アプローチの体位・皮膚切開

侵入する椎間板レベルの延長線上に皮膚切開を設ける。

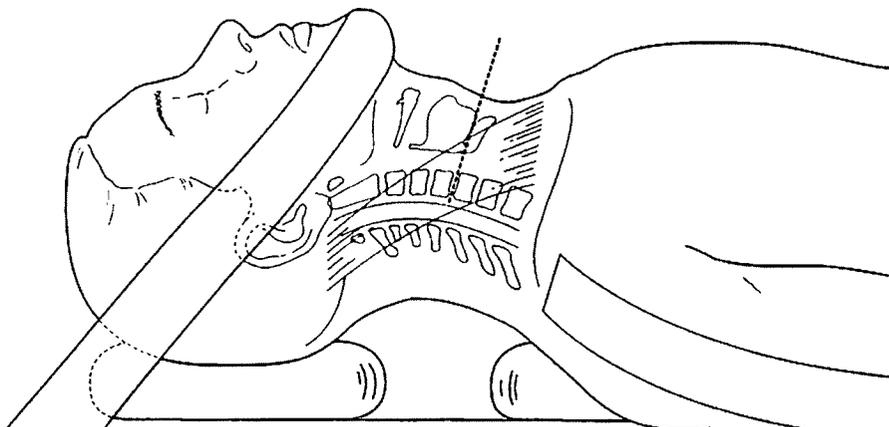
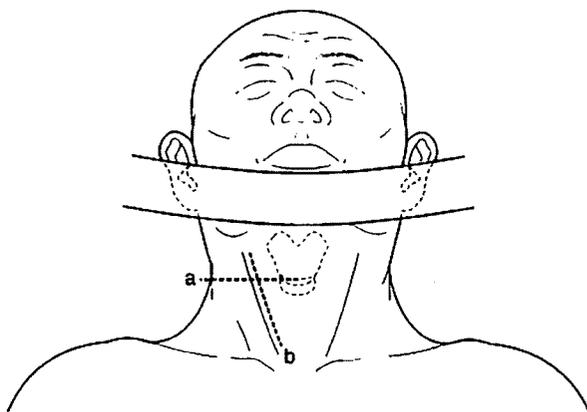


図3-13 前方アプローチの皮膚切開

a: 横切開, b: 斜切開



る(図3-12)。透視装置は椎体露出後の椎間板レベル確認や、椎間固定の際の移植骨、スペーサーやスクリューなどの位置確認の際いつでも使用できるように頭側に平行移動しスタンバイしておく。

② 皮膚切開から椎体までのアプローチ

2椎間手術までは頸部の皺に沿った4cmの横切開、3椎間以上は胸鎖乳突筋前縁に沿った斜切開としている(図3-13)。皮膚の横切開後、皮下組織を上下左右方向に剥離し皮膚の牽引に余裕をもたせておく。広頸筋は切断することなく線維に沿って縦方向に分けている。胸鎖乳突筋内側において気管・食道・甲状腺などを被う内臓筋膜 visceral fascia と頸動脈・頸静脈などを被う頸動脈鞘 carotid sheath の間の粗な結合織より進入し、手術レベルの椎体前面の前縦韧带・頸長筋を露出する(図3-14, 15)。はじめに頸動脈鞘を見つけ、これを内側に辿るといった感覚で剥離を行い、決

図 3-14 頸椎前方アプローチの到達ルート

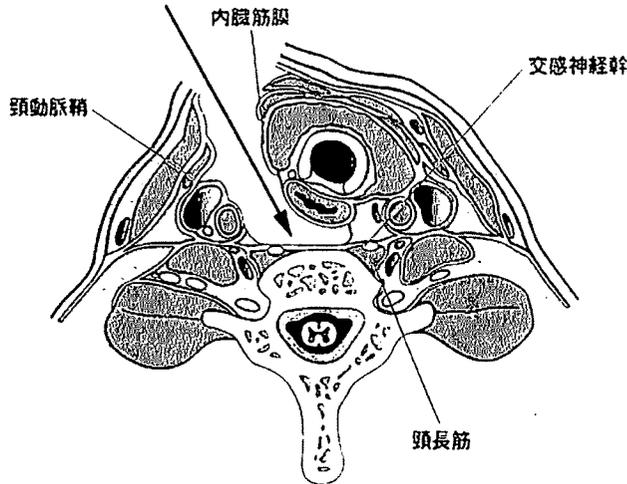
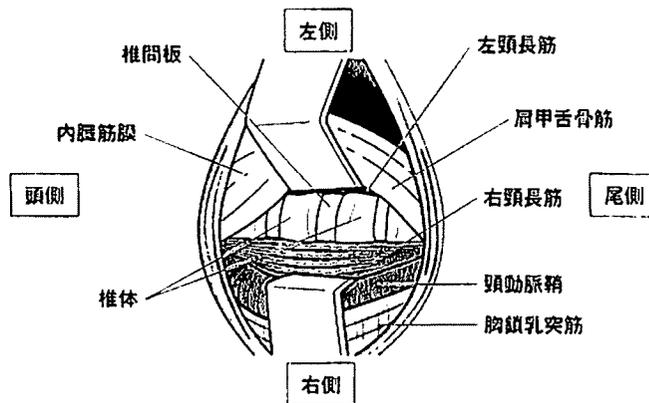


図 3-15 術野の展開

頸動脈鞘の内側、内臓筋膜の外側の粗なスペースより進入する。



して内臓筋膜内には侵入しない、軟部組織の剥離の鉄則は剥離面を手前に持ち上げつつ直視下に1層ずつシャープに剥離・切断して無血野で操作していくことである。剥離子を術野に押し込んで盲目的に剥離することにより無用な出血を生じ、オリエンテーションを困難とすることは避けたい。このためには輪ゴムを取り付けた釣り針状のフックは便利である。剥離面を上下左右に牽引し、深部に向かうごとにフックをかけ直すことにより術野をたえず浅く維持し剥離操作を容易とすることができる。C4/5より上位頸椎の場合は上甲状腺動脈が、C6/7より尾側では下甲状腺動脈が術野に現れるが、これら動脈の切断が必要なことはまれである。

下位頸椎へのアプローチでは反回神経に注意が必要となる。反回神経は迷走神経が胸腔内に入ってから分枝であり、右側は鎖骨下動脈を、左側は大動脈弓を下後方から回り込み、気管と食道の間を上行した後、下喉頭神経となって多くの枝に分かれる。輪状甲状筋を除くすべての喉頭筋およ

び喉頭下半の粘膜に分布し、上喉頭神経の内枝とも結合する。術中に反回神経を直接確認することはないが、不用意に下甲状腺動脈を剥離・結紮したり、気管・食道に過度な牽引を加えることにより反回神経麻痺が生じることがある。右側では左側に比べ分枝する位置が高く、外側から斜め内上方へ走行するため注意が必要である。しかし必ずしも右側アプローチで反回神経麻痺の頻度が高くなるわけではない。目的とする椎間板レベルが露出されたら、ここにカテラン針を刺入し、側面透視像にてレベル確認を行う。筆者はカテラン針抜去前に目的の椎間板にインジゴカルミンなどの色素を注入し、以後の操作中にレベル間違いをきたさないように配慮している。

次に両側の頸長筋を椎体より剥離し、開窓器をかけて術野を確保する。頸長筋を骨膜から剥離すると出血を生じるためバイポーラー楔子にて止血しながら剥離を行う。また頸長筋の筋膜前面には頸部交感神経幹が走行するため(図3-14)、頸長筋前面は触れないようにする。椎骨動脈や神経根といった外側構造の展開が必要な場合でも筋を内側から外側に剥離し、前方の筋膜面の操作は避けることが術後の Horner 徴候を防ぐために重要である。開創器は一般的には Cloward タイプのものが使われる。適切な長さのブレードを選択し両側の頸長筋の内側にしっかりかませることにより安定した牽引を得るようにする。筆者らはラチェット機能のついた手術台固定式の開窓器を開発した(脊椎レトラクター: 瑞穂医科工業)¹⁰⁾。これは必要に応じて左右別々に牽引することができ、ひとつのハンドルにて3カ所の関節部をワンタッチで固定後、ラチェットを動かすことによりさらに4.5cmの範囲でブレードを水平移動することができ、きわめて有用である。

③ 椎間板切除

以後の操作は手術用顕微鏡を導入しマイクロドに行う。はじめに15番のメスにて前縦靭帯と線維輪前方に切開を加え、鋭匙および髓核鉗子を用いて椎間板を摘出する。椎体前方に骨棘が存在する場合にはエアードリルにて切除し椎体の形状を整えておく。続いてスプレッターを用いて椎間板腔を開大する。スプレッターには椎間板腔にブレード部分を挿入し使用する Cloward タイプと、上下の椎体にスクリューを打ち込み、これにディストラクター本体を設置して使用する Casper タイプとがある(図3-16)。Cloward タイプでは椎間板内の操作中にブレードが邪魔になるため移動する必要があるが、Casper タイプでは椎間板内には邪魔になるものは存在せず、いったん設置

図3-16 頸椎椎体スプレッター

左: Clowardタイプ, 右: Casperタイプ

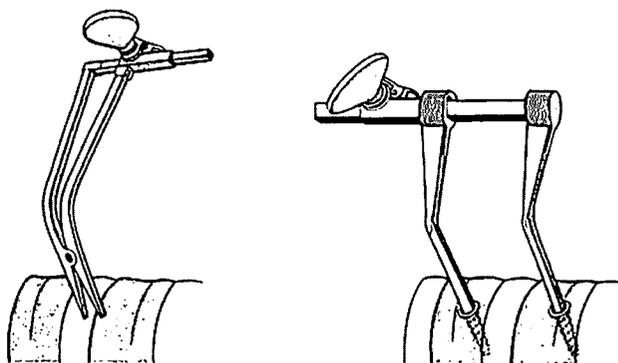
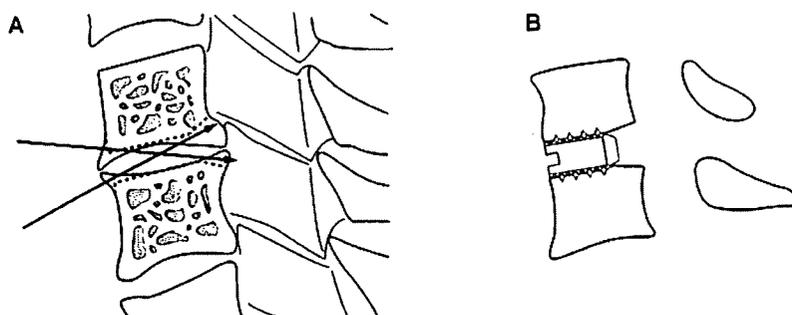


図 3-17 椎体間操作

A: スペース用の母床作成と椎体後方除圧, B: スペースとしてボックス型ケージの挿入



すれば移動は不要であり椎間板腔に移植骨やスペーサーを挿入する際にも便利である。

④ 椎体間スペーサー用母床作成

除圧後の椎間固定に腸骨を用いる場合も同様であるが、椎体の後方除圧に先立ち椎体間スペーサー用母床を作成しておくことで以後の除圧・固定操作が容易となる。現在チタン製スペーサーを使用しているが、特に金属のスペーサーを使用する場合は sinking を予防するためにも骨性終板を十分温存することが重要である。このためには椎間板高の最も高い椎間板中央部の骨性終板を十分温存したうえで、その前方部分を平行に削り取り、直方形のケージトライアルがこのスペースにフィットすることを確認する（図 3-17）。こうしておけば椎体前方の椎間板腔に最大のスペースを確保することができ、神経減圧操作のため椎体後方を広く削ることができる。

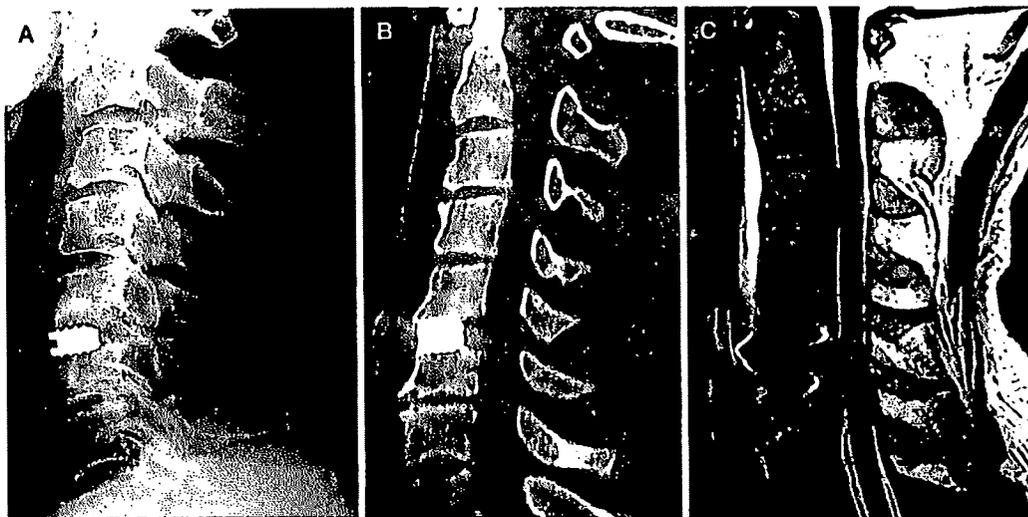
⑤ 神経減圧操作

椎体後方・骨棘の切除は、はじめに大きめのカテイングバーを用いてラフに削り、後方の緻密骨が出てきたらダイヤモンドバーに変え慎重に削る。安全なドリル操作の基本は同じ冠状面でバーを動かすことであり、決してバーを奥へ押し込むような動きはしてはならない。バーの横腹で骨を削る感覚がよい。骨棘の最後端は薄皮上に残し、鋭匙や薄刃のケリソンパンチにて切除するのが安全である。限られた椎間板スペースから十分な減圧を行うためには手術用顕微鏡の角度を変化させ椎体後方で楔形に広がるように除圧する（図 3-17, 18）。

後縦靭帯の切除は case by case で行うとする術者もいるが、基本的にはルーチンに切除し脊髄硬膜の前面を必ず確認することをお勧めする。これは肥厚靭帯による圧迫の残存や靭帯の後方に migrate した椎間板片の取り残しを防ぐ意味でも重要である。後縦靭帯の切除操作は先のシャープな L-字型のフックやラウンドディセクターで持ち上げつつ、靭帯を 1 層ずつ慎重に切開してゆく。いったん硬膜外腔に達する穴が開けば、ケリソンパンチなどを用いてこれを広げることにより椎間板レベル全域にわたり容易に靭帯を切除できる。神経根は両側起始部まではルーチンに減圧するが、さらに末梢の減圧が必要かについては、神経症状、術前画像、術中の圧迫所見などを総合して決定する。一般的な前方アプローチにて神経根の起始部から末梢へ 5mm 程度の減圧は容易である。顕微鏡下減圧の基本は顕微鏡の角度を絶えず動かして直視下に安全確実な操作を行うことであり、ブラインドの操作は極力避ける。外側の硬膜外静脈叢が発達している場合は止血に難渋するこ

【図 3-18】 図 3-3 の頸椎症 (C5/6) 症例の術後画像

A: 単純 X 線側面像, B: 3D-CT 再構成矢状断, C: MRI T2 強調矢状断
C5/6 レベルにおいて十分な減圧がなされている。



とがあるが、多くの場合は局所止血剤（サージセル、インテگران、アピテンなど）にてコントロール可能である。それでも困難な場合はフィブリン糊を含ませた局所止血剤を使用すれば止血される。

⑥ 椎体間固定

学会などでは往々にして固定法や固定用のインプラントに注目が集まるが、頸椎前方手術において最も重要な点は確実な減圧操作を行うことであることを始めに強調しておきたい。さて、十分な減圧を終了し止血を確認した後、予め作成しておいた移植母床にスペーサーの前縁と椎体前縁とが一致するようにスペーサーを挿入する（図 3-17, 18）。この位置では椎体前縁の皮質骨がスペーサーの前縁と接触するため強度的に最も優れ、術後にスペーサーの沈み込みや頸椎後弯変形のリスクを低くすることができる。また、使用するスペーサーは移植母床に無理なく挿入できるサイズを選択することが重要である。無理に大きいスペーサーを挿入するとスペーサーの脱転や sinking の原因となる。図に示したスペーサーは、ロック機構がついたもので初期固定力に優れている（m-cage SR: アムテック）³⁾。

⑦ 術後管理

術後は頸椎カラーを装着し、術翌日から歩行を許可している。3～4週間の時点での X 線にて椎体間スペーサーが安定していれば頸椎カラーを外す許可を与える。ただし、頸部の積極的な運動はもう 1 カ月制限し、前後屈 X 線にて固定椎間の不安定性のないことを確認する。

【適応、利点、リスク、contraindication など】

頸椎前方アプローチの項で述べたように 2 椎間（できれば 1 椎間）以内の頸椎前方病変で発達性脊柱管狭窄を伴わないものが適応となる。特にスペーサーとして金属製のものを使用する場合には骨粗鬆症の高度な例、透析患者、糖尿病のコントロール不良例などは避けたい。

2) 両開き式拡大椎弓形成術

① 体位・術前準備

標準的な C3 から C6 の拡大椎弓形成術の手技について述べる。全身麻酔後、腹臥位とし、頭部を中間位にて頭蓋固定器にて固定する（図 3-19）。筆者は左右のオリエンテーションが良好なことから原則的に患者の頭側に立って手術を行っているが、側方からの手術を好む術者もいる。

② 皮膚切開・軟部組織の剥離

外後頭隆起の 2～3cm 下から C6 棘突起上に約 5～6cm の正中皮膚切開を加え、項靭帯直上まで正中部分を展開する。項靭帯を正中部分で縦に分けていくと筋肉を損傷することなく棘突起の後端に至ることができる。以前はシンプルに棘突起への付着筋を剥がし椎弓から椎間関節内側まで剥離する方法がとられていたが、最近では棘突起の付着筋群を温存する立場から、a) 棘突起と椎弓の片側のみを剥離した後、直角のサジタールソーを用いて棘突起基部で切断して対側の椎弓も展開す

図 3-19 椎弓形成術の体位（左）と皮膚切開（右）

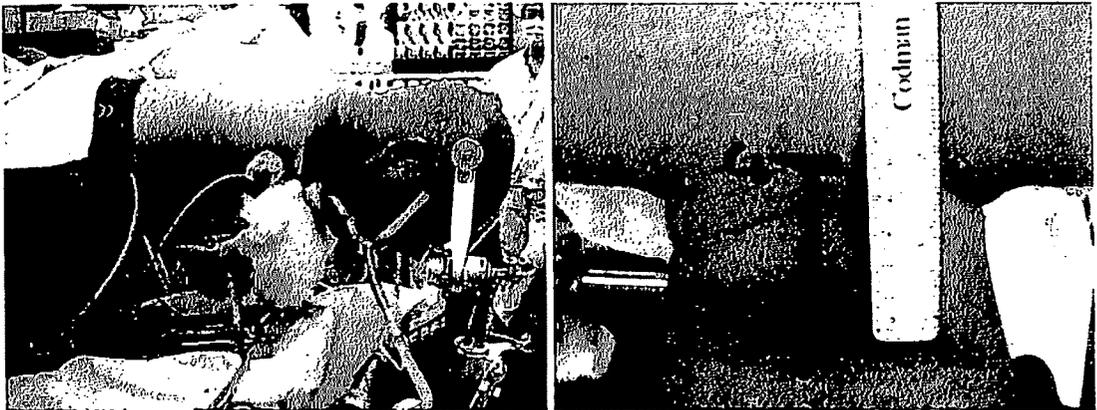


図 3-20 棘突起の処理

片側アプローチ（左）と棘突起縦割式（中央、右）

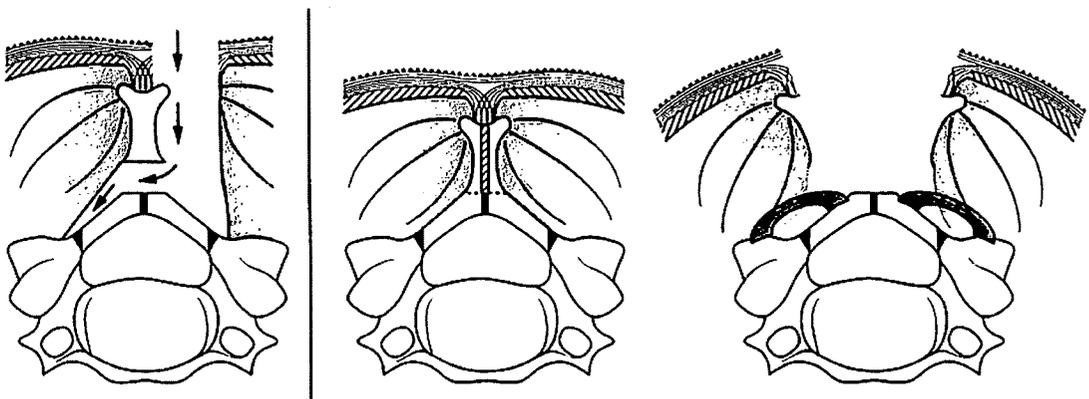
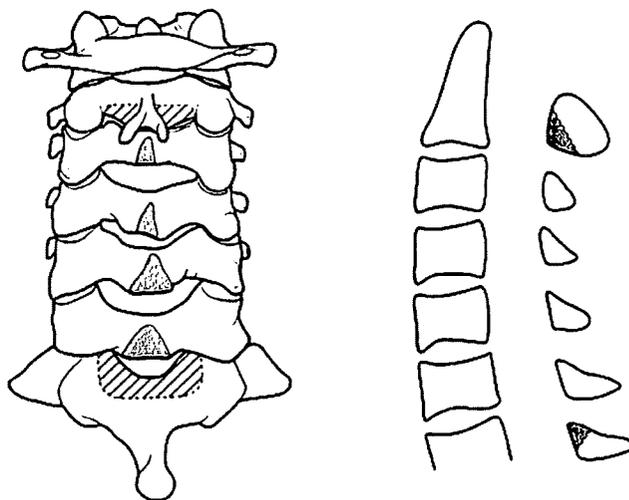


図 3-21 ドーム状椎弓部分切除 dome laminotomy

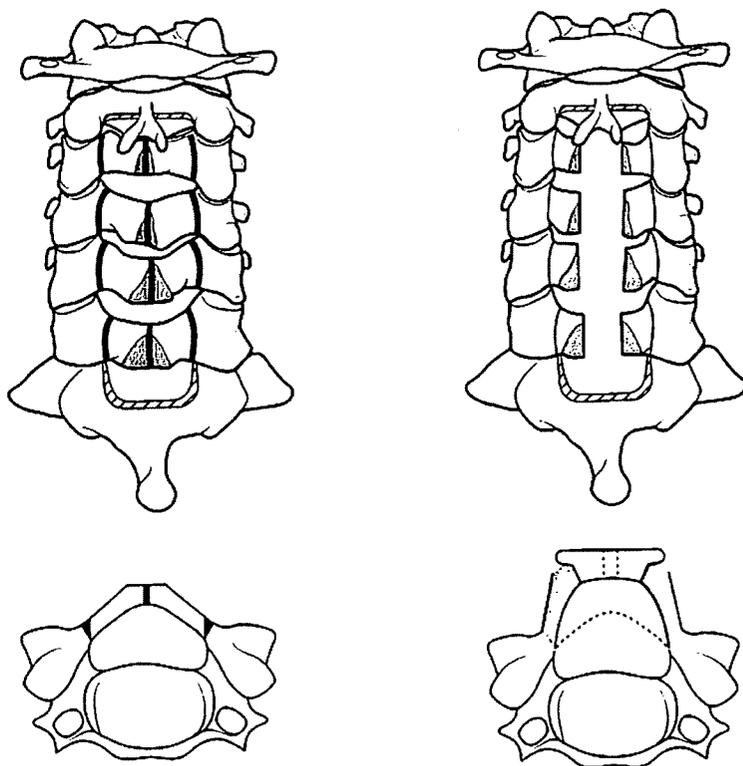


る方法や、b) 棘突起に付着する靭帯や筋肉を両側温存しつつ Williams microsurgical saw やダイヤモンドバーにて棘突起を正中で縦割し椎弓の両側展開する方法などが用いられる (図 3-20)。椎弓形成術では安全確実な椎弓の形成が最も重要であるが、慣れてきたら片側アプローチ、さらに正中縦割法に挑戦していただきたい。両側の棘突起付着筋が温存でき、頭尾端における術野の展開も良好である。術後の軸性疼痛も軽減できる。最終的に両側の C3-6 の椎弓から関節突起内側 1/2 まできれいに露出し、Gelpi レトラクターを用いて術野を展開する。

③ 椎弓の拡大・神経減圧

次に手術用顕微鏡を導入し必要に応じて、拡大椎弓形成術を行うレベルの頭尾側の椎弓の尾側端・頭側端をドーム状 (dome laminotomy) に減圧を行っておく (図 3-21)。椎間孔開放 posterior foraminotomy が必要な場合はこの時点で行う。椎弓拡大の後に椎間孔開放を行うと神経根の tethering を起こしたり、外側溝のジョイント部が弱くなって離断されることがあるためである。続いて椎弓縦割を行う。はじめに約 2mm のカッティングバー、その後ダイヤモンドバーに換えて椎弓正中部において後方の骨皮質が薄皮状に残るまで縦溝を掘る (図 3-22 左)。浅い術野で直視下に安全に行うことが大切である。先端の薄い椎体スプレッダーで縦溝を広げ正中で骨折させることにより midline laminotomy を完成させることができる。続いて両側の椎弓・関節突起移行部 (CT にて予め正中からの距離を計測しておく) に約 2mm のカッティングバーを用いて縦溝を開ける。外側溝は頭側から尾側に向かって内側の皮質骨に至るまで削り込んでいくが、正中で離断した椎弓が外側溝部を蝶番としてわずかに動く程度にとどめる。上下椎弓の関節部分は一部重なり、この部の外側溝を十分に削る必要がある。両側の外側溝が完成したら、スプレッダーを用い外側溝部の蝶番にて若木骨折させるよう椎弓を開放・拡大する (図 3-22 右)。関節部の重なりを考慮して頭側から尾側に向かって開く。拡大部と未拡大部の境界で脊椎の kinking を生じないように、C3 から C6 のすべての椎弓を、いったん手早く一気に開放し、その後各椎弓レベルにおいて肥厚した黄色靭帯や関節などをていねいに減圧する。両開き式椎弓形成術ではこういった減圧操作が直視下

図3-22 両開き式拡大椎弓形成術 (French-door形式)



に両側にわたって十分に行えることが利点でもある。硬膜嚢は操作中にも徐々に盛り上がってくるため、必要に応じて減圧を追加する。

④ 拡大椎弓の固定・創部縫合

次に開大した左右の椎弓の間にスペーサーを挿入・固定する。スペーサーとしては、以前は棘突起や自家腸骨を採取して使用されたこともあるが、最近では市販の hidroキシアパタイト製のさまざまなスペーサーが利用できる。最適な椎弓拡大のサイズに合うスペーサーを選択し椎弓に固定する。不十分な拡大は問題となるが、過ぎた拡大も大きな死腔を生じ好ましくない。スペーサーの固定には一般的にナイロン糸やチタン製ワイヤーを用いるが、チタン製スクリューを用いる方法もある(図3-23, 24)¹¹⁾。この方法については「ステップアップ編」で述べる。

椎弓形成術の場合死腔を生じるため術後血腫と感染予防を目的として、拡大した椎弓上に3mmの陰圧ドレーンを留置し項靭帯は3層にしっかり縫合する。

⑤ 術後管理

創部ドレーンは翌朝出血がみられなければ抜去し、歩行を許可する。現在、私どもはスペーサーをスクリューで固定する方法を用いており、安定した固定が得られるため頸椎カラーは全く装着せず、頸部の運動制限も行っていない。

[適応, 利点, リスク, Contraindication など]

合併症としては先に述べた後方アプローチの合併症のうち、頸部痛(軸性疼痛)、脊柱後弯変形、

図 3-23 55 歳女性，頸椎症性脊髄症患者

A: 術前 MRI, B: 術後 MRI, C & D: 術後 CT
 C4, 5 の拡大椎弓形成術と C3, 6 のドーム状減圧により良好な減圧が得られている。

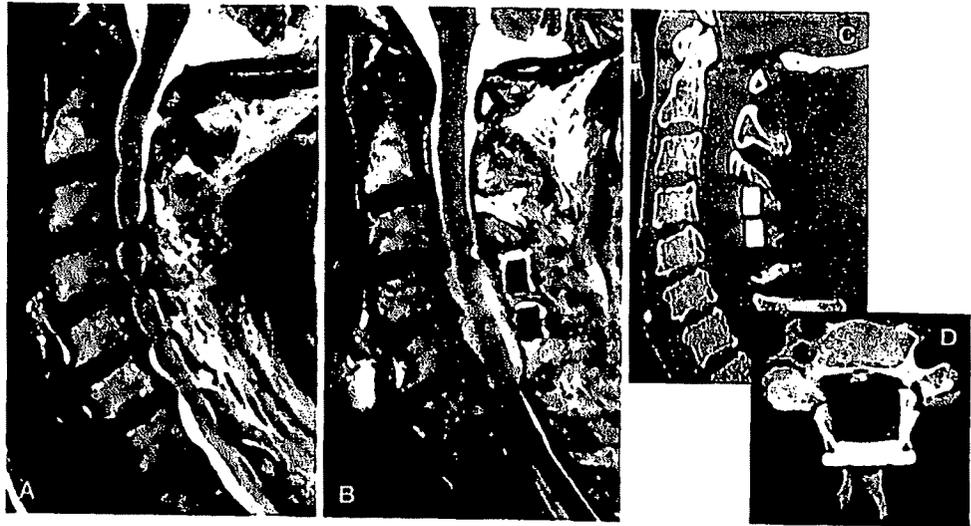
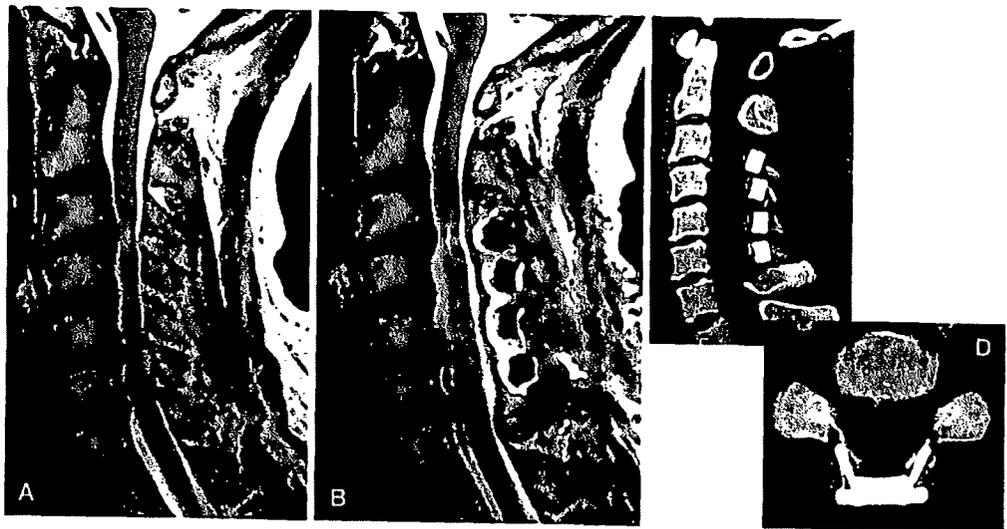


図 3-24 63 歳女性，頸椎症性脊髄症患者

A: 術前 MRI, B: 術後 MRI, C & D: 術後 CT
 C3, 4, 5, 6 の拡大椎弓形成術と C7 のドーム状減圧により良好な減圧が得られている。



頸髄除圧後の上肢麻痺が重要であるが，最近の後方要素を温存した手術法では頸部痛，脊柱後弯変形は実際には大きな問題にならなくなった。一方，頸髄除圧後の上肢麻痺は一般的には C5 神経麻痺とよばれ，いかに注意を払っても完全には防止しえない合併症として重要である。前方除圧後にも発生することもあり，C5 以外の脊椎節高位にもみられるが，後方除圧後に C5 領域に発生し上

肢の挙上障害として表れることが最も多い。ただし椎弓形成術後の発生率は報告者によって異なり0～25%と大きな幅がある¹⁴⁾。その原因については神経根の tethering 説、神経根の直接損傷説、脊髄循環障害説などが提唱されているが、いまだ議論のあるところである。症状が出現しても多くは保存的治療にて改善する。

■文献

- 1) 安藤哲朗. 頸椎症性脊髄症の自然経過からみた手術適応. 脊椎脊髄. 1999; 12: 676 - 80.
- 2) Cloward RB. The anterior approach for removal of ruptured cervical discs. J Neurosurg. 1958; 15: 602 - 17.
- 3) 飛驒一利, 矢野俊介, 関 俊隆, 他. 頸椎症に対する前方アプローチ. 現時点でのスタンダード. 脳外誌. 2007; 16: 604 - 10.
- 4) 平林 湧. 頸髄症に対する後方除圧法としての片開き式脊柱管拡大術. 手術. 1978; 32: 1159 - 63.
- 5) 黒川高秀, 津山直一, 田中弘美, 他. 棘突起掘削法脊柱管拡大術. 別冊整形外科. 1982; 2: 483 - 90.
- 6) Koyama T, Handa J. Cervical laminoplasty using apatite beads as implants. Experiences in 31 patients with compressive myelopathy due to developmental canal stenosis. Surg Neurol. 1985; 24: 663 - 7.
- 7) Lawrence JS, Bremner JM, Bier F. Osteo - arthrosis. Prevention in the population and relationship between symptoms and X - ray changes. Ann Rheum Dis. 1966; 25: 1 - 24.
- 8) Matge G. Anterior interbody fusion with BAK - cage in cervical spondylosis. Acta Neuro Chirurgica (Wien). 1998; 140: 1 - 8.
- 9) Smith GW, Robinson RA. The treatment of certain cervical spine disorders by anterior removal of the intervertebral disc and interbody fusion. J Bone Joint Surg (Am). 1958; 40: 607 - 24
- 10) Takayasu M, Shibuya M, Suzuki Y, et al. A new table - fixed soft tissue retractor for the anterior cervical spinal surgery. Technical note. Acta Neurochir (Wien). 1997; 139: 235 - 7.
- 11) Takayasu M, Takagi T, Nishizawa T, et al. Bilateral open - door cervical expansive laminoplasty with hydroxyapatite apceres and titanium screws. J Neurosurg (Spine J). 2002; 96: 22 - 8.
- 12) Tani T, Yamamoto H, Kimura J. Cervical spondylotic myelopathy in elderly people, a high incidence of conduction block at C3 - 4 or C4 - 5. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1999; 66: 456 - 64.
- 13) Teresi LM, Lufkin RB, Reicher MA, et al. Asymptomatic degenerative disk disease and spondylosis of the cervical spine: MR imaging. Radiology. 1987; 164: 83 - 8.
- 14) 都築暢之. 頸髄除圧後の上肢麻痺発生機序に関する検討. 脊椎脊髄. 2002; 15: 617 - 22.

< 高安正和 >