腰椎変性疾患：

腰椎椎間板ヘルニアと腰部脊柱管狭窄症の外科治療

Lumbar Degenerative Disease：

Surgical Treatment of Lumbar Disc Herniation and Lumbar Canal Stenosis

水野 正喜

Masaki Mizuno, M. D., Ph. D.

Key words

lumbar disc herniation, lumbar canal stenosis, surgical treatment

はじめに

脳神経外科医が脊髄脊椎疾患を治療する中で、頸椎病変や髄内腫瘍を治療する状況はあっても、腰椎疾患の治療経験は少ないと考える。実際、腰椎病変を扱っている脳神経外科部門は、脊髄外科訓練施設や脊髄外科専門医がいる施設に限定されたと考える。しかし、高齢化社会を迎え、腰椎変性疾患は、今後症例がさらに増加し、社会的にその診断治療が重要となる病態であり、脊髄脊椎を扱う脳・神経外科医にとって、知っておくべき病態である。

今回は、代表的な腰椎変性疾患である、腰椎椎間板ヘルニアと腰部脊柱管狭窄症ならびに腰椎固定術について記載する。

腰椎椎間板ヘルニア

1. 椎間板の解剖

椎間板は椎体と椎体の間に存在し、衝撃緩衝材としての役割を果たしている。その構造は上下に椎体終板が存在し、プロテオグリカンを含む髄核を挟み込んでいる。終板と髄核の周囲は幾層にも重なり合った弾性線維の線維輪で覆われ、さらに前面には上下の椎体から連続する

前縦靱帯が、後面には後縦靱帯が存在する¹⁾。後縦靱帯は下位腰椎では後正中部にのみ存在する。椎間板は血流が乏しく加齢とともに水分が失われる。このため髄核は弾性を失い、線維輪には断続的に機械的損傷が加わり椎間板の変性が進行する²⁾。このように変性した椎間板において、髄核が線維輪内やさらに脊柱管内に脱出 (herniate) し、馬尾神経や神経根を圧迫した状態が椎間板ヘルニアである。

2. 分類

腰椎椎間板ヘルニアでは椎間板の突出の程度と脱出方向により分類される。

まず脱出の程度による分類であるが、ヘルニア塊である椎間板髄核と、それを保護する椎間板線維輪および後縦靱帯との関係により以下の4つに分類される³⁾。

1) **Protrusion**：線維輪に軽度の損傷があり、髄核が局所的に膨隆したもの。髄核は椎間板内に存在する。

2) **Subligamentous extrusion**：髄核は、線維輪を破って後方に脱出するが、後縦靱帯を破ることなく、後縦靱帯下に存在する。

3) **Transligamentous extrusion**：髄核は、線維輪を破って後方に脱出し、さらに後縦靱帯を破って、脊柱管内硬膜外に脱出する。脱出した髄核は椎間板内の残存髄核と連続性を保っている。

亀田総合病院脊椎脊髄外科／〒296-8602 鴨川市東町 929 [連絡先：水野正喜]

Address reprint requests to : Masaki Mizuno, M. D., Ph. D., Department of Spinal Surgery, Kameda Medical Center, 929 Higashi-cho, Kamogawa-shi, Chiba 296-8602, Japan

Fig. 1 Direction of disc herniation
①Medial, ②Mediolateral, ③Lateral/foraminal, ④Extra-foraminal/far-lateral.

Fig. 2 Distribution of disc herniation

Fig. 3 L5/S1 Lumbar disc herniation
a : MRI.
b : CT myelography.

4) **Sequestration** : 脱出した髄核が連続性を失いヘルニア塊として脊柱管内遊離したもの。

また脱出方向により以下の4つに分類される。

1) **Medial type** : 脊柱管内の正中に脱出したもの。硬膜嚢を中央で圧迫する。

2) **Mediolateral type** : 脊柱管内の外側に脱出したもの。分岐直後の神経根 (L4/5 であれば L5 神経根) が障害される。

3) **Lateral または foraminal type** : ヘルニアが椎間孔内に脱出したもの。上位または分岐直後の神経根 (神経節) が圧迫される。

4) **Extra-foraminal または far-lateral type** : 椎間孔のさらに外側で、上位神経根 (L4/5 であれば L4 神経根) が圧迫され症状をきたす。画像上、正中での神経圧迫所見に乏しいため、見落とされる可能性がある (Fig. 1)。

3. 発症部位と神経症状

腰椎椎間板ヘルニアの頻度は、L4/5 が最も多く、次いで L5/S1, L3/4 の順となる⁴⁾。さらにヘルニアの脱出方向は後縦靱帯の解剖学的構造から、mediolateral type で上下方向に進展したものが多⁵⁾ (Fig. 2)。このため L4/5 の病変では分岐直後の L5 神経根が障害されることが多く、L3/4 病変では L4 神経根が、L5/S1 では S1 神経根の症状が出現する。ただし、全体の数%といわれる外側型や far lateral type の椎間板ヘルニアでは、椎間孔を通過する1つ上位の神経根が障害される⁶⁾。例えば L4/5 farlateral 椎間板ヘルニアでは L4 神経根症状を呈する。これらのことから、下肢神経根のうち、特に L4, L5, S1 神経根の知覚、運動、反射それぞれの支配を十分理解しておくことが重要である⁷⁾。

実際の症状としては、腰背部の痛みで発症し、坐骨神経痛と呼ばれる、下肢の神経支配に一致した領域に放散する痛みやしびれが出現する。ヘルニアの程度や経過が長い例では下肢筋力の低下、直腸膀胱障害なども伴うことがある。いわゆるぎっくり腰と呼ばれる突然の腰痛の場合は、背筋群の緊張や椎間関節による局所の痛みで、明らかな椎間板ヘルニアを合併していないことが多いが、腰痛とともに臀部痛や下肢のしびれ、痛みなどの神経根症状を認める場合は、椎間板ヘルニアの存在を疑い画像所見を確認することが必要である。

4. 画像診断 (Fig. 3 a, b)

通常の腰椎単純 X 線写真で椎間板高の減少、脊椎の変形などの所見を確認できるが、画像診断には MRI が最も有用である。椎間板の変性、ヘルニアの脱出方向、黄色靱帯の肥厚、椎間関節の変性、硬膜嚢や神経根の圧迫の状態が確認できる。腰椎すべり症を除外するために、単純 X 線側面前屈、後屈の機能撮影による腰椎不安定性の診断も忘れてはならない。また、MRI 所見と症状が解離している場合には、ミエログラフィー、CT ミエログラフィー (CTM) が有効である。特に腰椎では、立位での加重によって椎間板内圧が増大し、神経圧迫症状が増悪することが多く、ミエログラフィー所見では起立時に硬膜嚢の圧迫所見として描出される。また解像度の点でも thin slice CTM が病変描出に現時点では最も優れており、Standing MRI や高解像度 MRI が一般的になるまでは、ミエログラフィー、CTM の診断価値は十分あると考えられる。そのほか、高位診断に苦慮する例では椎間板造影や神経根造影を行うこともある⁷⁾。

Fig. 4 Percutaneous nucleotomy (PN)

a : Percutaneous insertion.
b : Intradiscal nucleotomy.

5. 保存的療法

椎間板ヘルニアによる症状は自然経過や保存的加療により、その 80~90 %が改善するとの報告がある⁹⁾。そこで、まず最初に各種保存療法を行う。特に腰痛のみを訴える椎間板ヘルニアの症例は形態が protrusion であることが多く、保存的加療で改善することが多い。

保存療法には、第一に運動制限や生活動作の制限などで安静を保ち疼痛緩和をはかり、消炎鎮痛剤や中枢性筋弛緩剤などを用いる薬物療法で症状を軽減させる。腰椎の不安定性や高度変形を伴う例では、短期間の腰椎外固定装具による保持も有効な場合がある。痛みが強い場合は硬膜外ブロックや神経根ブロックが行われる。理学療法としては、腰椎牽引、腰部の温熱療法、腹筋や傍脊柱筋を強化する腰痛体操、筋緊張緩和目的のマッサージ、などがある。いずれの療法も患者の症状経過に十分注意し、治療にもかかわらず疼痛の増悪する例や下肢の運動麻痺が進行する例では、いたずらに保存的治療を続行することなく、手術療法も考慮する。

6. 手術療法

腰椎変性疾患の治療では、症例の神経学的所見を十分に診察し、神経所見から判断される罹患神経根の局在と、画像所見での病変が一致することが重要である。特に手術治療を考える場合には、所見の一致があって初めて手術適応となる。

1) 手術適応

各種の保存的療法を 2 カ月以上行っても効果のないもの、痛みの発作を繰り返すもの、疼痛の程度が激烈なもの、下肢の運動麻痺が著明なもの、直腸膀胱障害が悪化しているもの、などが手術適応となる^{10,11)}。急速に尿閉をきたした場合は緊急手術を要する。手術を行うかどうかの選択は慎重でなければいけないが、手術を行い症状が改善することで、早期に通常の日常生活に復帰できるならば、手術の社会的意義は大きいと考える。

腰椎変性疾患の手術は機能的手術であり安全な手術が要求される。また高齢者も多いことから、術前に全身状態の把握が大切である。腰椎椎間板摘出術は腹臥位で行われることが多く、胸部腹部圧迫による心肺機能低下があることを踏まえて検査しておくことが必要である¹²⁾。

2) 手術法の選択

Protrusion の例では、椎間板内圧を下げる経皮的レーザー焼却術が有効な場合もある。不安定性の認める症例では除圧のみの手術も効果があるが、長期的には不安定性が増悪する症例もあり固定術を行う場合が多い。

経皮的レーザー椎間板減圧術 (percutaneous laser disc decompression : PLDD) : レーザーによる椎間板蒸散によって椎間板内圧が低下し、間接的に神経の減圧が得られる。効果が期待できるのは protrusion と subligamentous extrusion の一部である。

経皮的髄核摘出術 (percutaneous nucleotomy : PN) (Fig. 4 a, b) : 経皮的に椎間板を穿刺し、鉗子や各種機器を用いて髄核を摘出し、椎間板内圧を減少させる。効果が期待できるのは protrusion と subligamentous extrusion の一部である。最近、新たな instrument が開発されている。

経皮的内視鏡腰椎ヘルニア摘出術 (percutaneous endoscopic lumbar discectomy : PELD) : 硬性鏡の内視鏡を用いて行う percutaneous endoscopic discectomy (PED) の手技である。局所麻酔下に後外側から椎間板腔に到達し、内視鏡下に椎間板を摘出する方法。骨・靱帯・筋肉などを大きく切開せずに行う低侵襲脊椎手術である。今後、主流となる可能性のある手技である。

内視鏡下手術 (microendoscopic discectomy : MED) : 後方から径 16 mm 程度の外筒を椎弓間に挿入し、内視鏡下に椎間板を摘出する。低侵襲手術と考えられるが、手技習得までの合併症率が高いこと、二次元操作であること、再発率が高いこと、などが問題となる。

顕微鏡下椎間板摘出術 (microsurgical lumbar discectomy) : 基本的手技について述べる (Fig. 5 a ~ d)。

Fig. 5 Microsurgical lumbar discectomy

- a : Curved opening of the lumbosacral fascia.
 b : Retraction of muscles and area of laminectomy.
 c : Exposed herniated disc with medially retracted root.
 d : Incision of PLL and annulus fibrosus, and removal of herniated disc.

①術野の展開：正中または傍正中部を4～6 cm 切開する。筋膜は棘上棘間靭帯を温存するように、傍棘突起でこれを切開し展開する。多裂筋と腰回旋筋を正中から離断し、牽引しながら椎間関節包が確認される位置まで剥離する。開創器を用いて術野を保持し顕微鏡を導入する。

②椎弓と黄色靭帯切除：腰椎の椎間板と椎弓の位置関係は高位によって異なる。上位椎間板ヘルニアでは椎弓間より頭側に椎間板が存在するため、上位椎弓切除範囲は大きくなる。さらに術前の画像診断でのヘルニアの脱出方向により、骨削除を modify することが重要である。尾側や神経根腹側方向に脱出したヘルニアでは、神経根を覆っている椎弓を切除し、背側に神経根を除圧しておく〔椎間孔拡大術 (foraminotomy)〕。椎弓切除はエアドリル、骨鉗子、ケリソンパンチなどを用いる。次いで黄色靭帯を切除する。黄色靭帯は尖刃刀で切開し、ケリソンパンチで黄色靭帯を切除する。以上で神経組織の後方除圧はなされている。

③神経根の確認と剥離：ヘルニア摘出のためには硬膜嚢と神経根の外側から椎間板にアプローチする。硬膜外脂肪組織をパイポーラーで凝固切断し、神経根を同定する。硬膜嚢を牽引する場合、頭側の上位椎体の位置で硬膜嚢を確保しこれを尾側にたどり神経根外側を確保する方法が安全である。

④ヘルニアの露出と摘出：硬膜嚢を内側に牽引すると、硬膜外静脈叢が存在し、これを凝固切断し後縦靭帯、線維輪を露出する。椎間板は通常膨隆しており弾性がある。この位置で切開し椎間板内に到達する。脱出した髄核はできるだけ連続した一塊の状態で摘出する。椎間板内容は可及的に摘出するが、椎間板終板は遺残性腰痛につながる可能性があり摘出しない。Transligamentous

disc や sequestered disc では靭帯を破り、硬膜外ヘルニア塊が存在するので、この組織を検索し取り残しがないよう摘出する。ヘルニアおよび椎間板摘出が十分行われると硬膜嚢の呼吸性拍動が出現し除圧が確認される。

⑤ヘルニア摘出後から閉創まで：術後感染、出血予防のため、摘出椎間板腔や術野を十分に生理食塩水で洗浄し、出血点を凝固止血する。傍脊柱筋群はその断端を棘間靭帯に縫合する。筋膜はナイロン糸で密に縫合する。皮下は吸収糸で縫合し、皮膚は steri-strips または stapler で閉じる。硬膜外ドレナージは止血が十分であっても術後出血の可能性があるので、1～2日間留置する。

3) 手術手技のバリエーション

Paraspinal approach¹³⁾：外側型ヘルニアの切除には、外側からの椎弓切除によるヘルニア摘出が望ましい (Fig. 6①～③)。術前に多裂筋と最長筋の筋間 (正中から2～3 cm) をあらかじめ計測しておき、傍正中切開を行う。多裂筋と最長筋の筋間は徒手的に筋鉤を用いながら展開する。まず上下の椎間関節が確認できる。次いで、下関節突起から連続する椎弓の外側縁と横突起基部まで露出する。ここで術野展開のため横突起基部から椎弓外側縁をドリルにて削除する (Fig. 7 a, b)。筋肉や靭帯を丁寧に剥離すると、脂肪組織の中に神経 (神経節または節後神経) が確認できる。外側型ヘルニアや超外側型ヘルニアでは、神経は頭側から椎弓根により、尾側からはヘルニアによって挟み込まれ圧迫される形となる。そこで神経を保護しながら、神経の尾側から脱出した髄核を摘出する。通常はヘルニア摘出 (herniotomy) のみで十分であるが、術野の展開が広い場合は椎間板内容の摘出 (nucleotomy) を追加する。

Trans-axillary approach¹⁴⁾：椎間板から尾側に脱出したヘルニアが硬膜嚢と神経根の間に迷入した場合、神経

Fig. 6 Paraspinal approach
①Far-lateral disc hernia, ②Displaced nerve root, ③Approach route

Fig. 7 Relation of far-lateral disc hernia and the root
a : The root is displaced upward and posteriorly by herniation.
b : Reaming of the pars interarticularis.

Fig. 8 Microsurgical trumpet laminectomy

a : L5/S1 lumbar disc herniation.
b : Herniated disc with bony detachment.
c : Postoperative CT scan.

根の内側への牽引が困難な場合がある。術前所見で、ヘルニアが尾側の椎体背側に落ち込んだ形に脱出しており、硬膜嚢と神経根との間にヘルニアが陥入している所見があれば注意を要する。術中に神経根の外側からの牽引が困難な場合は、trans-axillary approach として、硬膜嚢と神経根の間の液窩部に侵入する。この部位は動静脈、脂肪組織が混在しており、micro-dissector を使用しながら注意深く侵入する。数個のヘルニアを摘出できれば、その後の椎間板摘出は、通常の手技に戻り、神経根を外側から牽引し椎間板を切除する。

Microsurgical trumpet laminectomy¹⁵⁾：正中に脱出した巨大ヘルニアや骨性要素を含む病変の場合は、より広い術野で安全に手術を行う必要がある。棘突起正中縦割法による両側椎弓切除（microsurgical trumpet laminectomy）では、後方支持組織をある程度温存して術野を広く展開し、両側椎弓切除を行い、神経組織を後側方に十

分に減圧することによって広い視野が得られる。硬膜嚢の腹側病変へアプローチする際に、神経組織の牽引はより安全に行うことができ、また病変摘出も硬膜嚢を牽引しつつ左右から行うことができるので確実な病変摘出が可能となる（Fig. 8 a～c）。

Transdural approach：罹患椎間が高位で、正中部に脱出した大きなヘルニアの場合や、非常にまれではあるが硬膜内椎間板ヘルニアの病変に硬膜を切開して病変を摘出する手技である。この手技では、広範囲椎弓切除または棘突起縦割法による椎弓切除を行い広い術野を確保する。

腰部脊柱管狭窄症

1. 定義

腰部脊柱管狭窄症は Verbiest¹⁶⁾によって最初に報告さ

Table 1 Classification of lumbar canal stenosis

1. Congenital-developmental stenosis
 - a) idiopathic
 - b) achondroplastic
2. Acquired stenosis
 - a) degenerative
 - i) central portion of spinal canal
 - ii) peripheral portion of canal, lateral recesses and nerve root canals (tunnels)
 - iii) degenerative spondylolisthesis
 - b) combined
any possible combinations of congenital/developmental stenosis, degenerative stenosis and herniations of the nucleus pulposus
 - c) spondylolithetic/spondylolytic
 - d) iatrogenic
 - i) post laminectomy
 - ii) post fusion (anterior and posterior)
 - iii) post chemonucleolysis
 - e) post-traumatic, late changes
 - f) miscellaneous
 - i) paget disease
 - ii) fluorosis

れた病態であるが、当初は脊椎管（骨性要素）の狭窄によって馬尾神経症状を呈する疾患と理解されていた。しかし黄色靱帯肥厚などの退行性変化による、脊椎管（硬膜嚢や神経根を囲む組織）の狭窄による症例も腰部脊柱管狭窄症として報告されるようになり、その定義に混乱が生じていた。このため 1976 年、Arnoldi ら¹⁷⁾は、国際分類として変性疾患やすべりによる狭窄も含む広義な病態として提唱し、現在広く用いられている（Table 1）。依然として、この病態の定義には議論があるが、われわれが日常の臨床で経験する症例の大半は、黄色靱帯や椎間関節の退行性変性による脊柱管狭窄症である¹⁸⁾。高齢化社会では今後、罹患率、手術数ともに増えていくと考えられ、治療法に関する知識は重要と考えられる（Fig. 9 a, b）。

2. 神経症状

腰部脊柱管狭窄症の症状としては、腰痛、下肢痛、間欠性跛行などが認められる¹⁹⁾。狭窄の絞扼部位（中心性 central type と外側型 lateral type）によっても出現する症状が異なる。中心性狭窄では間欠性跛行がおもな症状である。数分から数十分の歩行で下肢のしびれ、だるさが出現し、安静にて症状が改善し、再び歩行可能となる症状である。長時間の立位や座位で出現することもある。ただし間欠性跛行をきたす閉塞性動脈硬化症などの血管病変を鑑別することが必要で、簡易法としては足背動脈が触知できれば血管性跛行は否定的である。神経の圧迫

Fig. 9 Lumbar canal stenosis

a : MRI ; canal stenosis at the level of L3/4 and L4/5.

b : Myelography ; strangulation of dural theca.

要素が肥厚した黄色靱帯の場合、前屈位で神経圧迫が軽減する。外側型の狭窄の場合は、主に上関節突起の変性により神経根が圧迫され、椎間板ヘルニアと同様な神経根症状を呈する。

3. 保存的治療

保存的療法としては腰椎椎間板ヘルニアと同様な各種治療法が選択される。特に腰部脊柱管狭窄症では、血流改善を期待してプロスタグランジン E_1 誘導体を使用される。しかし腰椎椎間板ヘルニアと異なり、神経圧迫要因が肥厚した黄色靱帯や変性した椎間関節であるため、自然経過での退縮は期待できない。このため保存的治療では症状の改善が得られないことが多い。症状が進行し、日常生活動作が著しく障害される例では手術治療を考慮すべきである。

4. 手術療法

腰部脊柱管狭窄症に対する後方開窓除圧（正中アプローチと片側アプローチ）について比べる。

腰部脊柱管狭窄症に対する手術加療として、以前は後方からアプローチし、正中の棘突起と靱帯を切除し、罹患椎間の椎弓をすべて削除する広範囲椎弓切除術^{20,21)}が行われていたが、現在では棘突起や棘間棘上靱帯などの後方脊椎支持組織を温存する方法が一般的に行われている²²⁾。

1) 正中アプローチによる両側開窓術

罹患病変の展開は腰椎椎間板ヘルニアと同様であり、一侧を展開した後、正中構造物（棘突起、棘上棘間靱帯）を残す形で対側の椎弓も露出する。椎弓切除は黄色靱帯

付着部（上位椎弓では椎弓の下3分の2，下位椎弓では上縁から5mm程度）を中心に左右それぞれ独立した形で椎弓切除を行う．この切除範囲は thin slice CTM を行っていれば，その画像所見から黄色靱帯の起始停止の範囲が判明し，術前の検討で椎弓切除範囲が決定できる．椎間関節の変形や上関節突起の肥厚による神経根症状が伴う場合は，神経根の除圧として，椎間関節内側縁の一部削除（medial facetectomy）を行い，さらに foraminotomy を追加する．この手技では，棘突起直下の正中部の除圧が不十分にならないように注意する．また，椎弓切除外側に当たる椎間関節内側への視野が，正中構造物で妨げられるため，ここでの神経根などの除圧が不十分にならないよう注意する．

2) 片側侵入による両側除圧法²³⁾

一側から侵入し同側の椎弓切除を行ったのち，対側の除圧を脊柱管内を經由して行う方法である．術者側の片側椎弓切除後に，患者の体位を対側に傾け，顕微鏡の角度を合わせ，棘突起の基部と対側椎弓の内側皮質の一部を掘削し脊柱管を拡大し視野を確保する．そののちに黄色靱帯を切除する．この手技では，常に視野を確保することが大切で，対側の神経根の除圧が不十分にならないよう注意する．対側に椎間関節の変形など骨性要素による神経圧迫がある場合は，一側侵入では骨掘削時の神経損傷の危険があり，手術手技の選択としては両側侵入による除圧を行う．

3) Microsurgical trumpet laminectomy¹⁵⁾

棘突起正中縦割法による両側椎弓切除（microsurgical trumpet laminectomy）では，後方支持組織をある程度温存して術野を広く展開し，両側椎弓切除を行い，神経組織を後側方に十分に減圧することが可能であり，広い術野で安全に手術を行うことのできる手技である（Fig. 10 a～c）．この手技では，後方正中構造物の温存が十分でなく，術後の不安定性の出現が懸念されているが，経験値の少ない術者には有効で確実な手技である．

腰椎固定術

腰椎すべり症，腰椎分離症，腰椎側弯症などの傷病で，腰椎不安定性が症状の一因となっている場合は腰椎固定術が選択されることが多い．

不安定性とは，①前屈位-後屈位にて4mm以上のすべりを生じ，②前屈位-後屈位にて10度以上の角度変化があるもの，と定義されている²⁴⁾．これらの定義に当てはまる症例でも減圧術のみで有効な場合もあるので，実際には症例ごとに固定術の適応を慎重に検討する．

Fig. 10 Microsurgical trumpet laminectomy

- a : Spino process splitting and muscle detachment.
- b : Open operative site with wide visibility.
- c : Postlaminectomy, sufficient decompression of dural theca and nerve roots.

現在は種々の instrument が開発，改良されており，手術手技に応じて選択される．しかし，制動を目的とする機器を使用する場合を除き注意しなければいけない点は，固定の最終目標は骨癒合（bony fusion）であり，自家骨や骨化材料を用いて罹患脊椎が上下間で癒合することである．instrument は初期固定を強固として骨癒合率を高める補助に過ぎないことを忘れてはならない．

ただし，骨癒合が隣接椎間の不安定性を悪化させる事実もあり，絶対的な手技ではない．

以下に基本的な固定術について紹介する．

1) 前方固定術

前方経由腰椎椎体間固定術（anterior lumbar interbody fusion : ALIF）が，開腹下，後腹膜経由，内視鏡下で行われる．脊髄神経系への侵襲が少ない手技であるが，腹部大血管や交感神経系などの合併症の危険がある．人工椎間板による置換術も開発されたが本邦で認可される前に欧米では見直しの時期に入っている．

Fig. 11 Lumbar fixation

a : Posterolateral fusion (PLF) with pedicle screw (PS).

b : Posterior lumbar interbody fusion (PLIF).

2) 後方固定術

椎弓上や、棘突起に移植骨を置き骨癒合をはかる方法である。骨移植の母床を確保するために脊椎後要素を温存しなければならず、十分な神経除圧ができない可能性がある。

3) 後側方固定術 (posteroLateral fusion : PLF²⁵⁾)

椎間関節外側から横突起まで展開し、同部位に骨移植を行う方法である。展開の方法は正中から外側まで展開する方法から、より侵襲の少ない経筋間のアプローチ (transmuscular approach, paraspinal approach¹³⁾) が用いられることもある。骨移植母床が広い利点があるが、骨移植単独では骨癒合率が低いことから、さらに骨癒合率を高めるため椎弓根スクリュー (pedicle screw : PS) が併用されることが多い (PLF+PS) (Fig. 11 a, b)。

4) 後方経由腰椎椎体間固定術 (posterior lumbar interbody fusion : PLIF²⁶⁾)

腰椎病変の処置を後方から行い、硬膜嚢、神経根の外側を経由して前方の椎間に移植骨または instrument を挿入する方法である。骨癒合率を高めるため PS が併用されることがほとんどである。上記の経筋間のアプローチを用いて後外側から椎間固定を行う椎間孔経由腰椎後方椎間固定術 (transforaminal lumbar interbody fusion : TLIF) も低侵襲手技として行われている。

腰椎手術合併症

手術合併症を知ることは、安全に手術を行うために重要なことである。また手術の同意を得る際には、患者に必ず説明しておかなければならない。以下にいくつかの腰椎手術合併症について述べる²⁷⁾。

1) 手術レベルの誤認：腰椎では、仙骨の腰椎化など紛らわしい所見が多いため、必ず手術体位をとった後に X 線で手術レベルを確認する。

2) 硬膜、神経損傷：硬膜損傷や神経損傷は顕微鏡下手術によってそのリスクは軽減されているが、ドリルやケリソンパンチなどを使用して病変を切除する手技であ

るため、常に愛護的操作を心がけることが大切である。また、椎間板摘出の際、硬膜嚢腹側病変ではブラインドの操作となり、ヘルニア鉗子の先端で硬膜、神経損傷をきたすことがあるので鉗子先端の角度には十分注意する。硬膜損傷をきたし髄液漏をきたした場合は硬膜を直接縫合するか、筋肉片を用いて修復する。

3) ヘルニア摘出時の大血管損傷：大血管損傷は致命的な合併症である。椎間板ヘルニアを摘出する際は、大血管保護のため、髄核周囲の線維輪までは摘出しない。あらかじめ椎体の前後径を計測しておくことで鉗子挿入の安全域を知ることができる。

4) 術後出血：術後出血による血腫形成は神経圧迫をきたし、症状の再増悪を引き起こし再手術を要することもある。術野の展開を丁寧に行うこと、骨切除の断端の止血を確認すること、硬膜外静脈叢の止血は確実に行うことが必要である。

5) 感染：感染の軽減には術前抗生剤投与や手術時間の短縮などが有効であるが、術野に異物を残さないことが最も重要で、閉創前に大量の生理食塩水で洗浄することで予防できる。

6) 大腿外側皮神経障害：体位取りの際に上前腸骨稜内側付近の圧迫が強くと術後に大腿外側に放散する痛みを訴えることがあるので注意を要する。

7) 術後不安定性：術中に過度な骨切除を行うと術後不安定性を生じる。椎間関節の半分以上の削除や、椎弓峡部に及ぶ椎弓切除による椎弓骨折 (医原性腰椎分離) など不安定性をきたす。術前に切除範囲を決定しておくことが重要であるが、病変摘出手技によって術後不安定性が生じる可能性がある場合は、あらかじめ固定術の準備をしておくことが望ましい。

8) 下肢深部静脈血栓症：下肢深部静脈血栓症の予防には、弾性ストッキングの術前からの着用、大腿静脈を圧迫しない体位をとること、術後、加圧マッサージを行うこと、低用量ヘパリンを使用すること、早期離床を計ることなどが有効である。

9) 術後腸管麻痺：腰椎手術の重篤な合併症の 1 つ

に toxic megacolon がある。術後、腸管麻痺は通常は一時的であるが、術後腰椎写真を確認する際、腸管ガスの状況も必ず把握しておくことが大切である。

文 献

- 1) Cailliet R : Lumbosacral spine. In : The illustrated guide to functional anatomy of the musculoskeletal system. USA, AMA, 2004, pp27-36
- 2) Cailliet R : Lumbosacral spine. In : The illustrated guide to functional anatomy of the musculoskeletal system. USA, AMA, 2004, pp71-74
- 3) Macnab I, McCulloch JA : Spondylogenic Backache : Soft Tissue Lesions, Backache. Baltimore, Williams and Wilkins, 1990, pp120-147
- 4) 花北順哉, 諏訪英行, 西原 毅他 : Microsurgical Lumbar Discectomy 270 例の検討. 脳外 5 : 429-434, 1991
- 5) Reulen HJ : Lumbar Disk Herniation. In : Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S, editors. Atlas of Spinal Operations. 1st ed. New York, Thieme Med Publ, 1993, pp325-336
- 6) Reulen HJ : Extracanalicular Disk Herniation. In : Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S, editors. Atlas of Spinal Operations. 1st ed. New York, Thieme Med Publ, 1993, pp337-339
- 7) Hoppenfeld S : 津山直一訳. 腰椎椎間板ヘルニア. In : 整形外科医のための神経学図説. 新装版. 東京, 南江堂, 2006, pp99-105
- 8) Fenton DS, Czervionke LF : Discography. In : Williams AL, Murtagh FR, editors : Handbook of Diagnostic and Therapeutic Spine Procedures. 1st ed. St. Louis, Mosby, 2002, pp167-199
- 9) Saal JA, Saal JS, Herzog R : The natural history of lumbar intervertebral disc extrusions treated nonoperatively. *Spine* 15 : 683-686, 1990
- 10) 花北順哉 : 腰椎椎間板ヘルニアのマイクロサージャリー. 脊椎脊髄 5 : 41-48, 1992
- 11) Nelson MA : Indications for spinal surgery in low back pain. In : Jayson MIV, editor. The Lumbar Spine and Back Pain. 3rd ed. New York, Churchill Livingstone, 1987, pp321-326
- 12) 水野正喜, 久保和親, 上甲眞宏 : 術前術中管理. In : 山浦 晶, 橋本信夫編. 脳神経外科学大系 11 脊椎・脊髄疾患, 末梢神経・自律神経疾患. 1 版. 東京, 中山書店, 2005, pp74-81
- 13) Wiltse LL : New uses and refinements of paraspinal approach to the lumbar spine. *Spine* 13 : 696-706, 1988
- 14) 水野正喜 : 腰椎椎間板ヘルニアの手術. In : 脊椎脊髄の外科シリーズ vol. 12-2. 東京, メディカルリサーチセンター, 2006
- 15) 水野正喜 : 腰部脊柱管狭窄症に対する手術手技と各種手術法. 脳神経外科速報 16 : 529-536, 2006
- 16) Verbiest H : A radicular syndrome from deplomental narrowing of the lumbar vertebral canal. *J Bone Joint Surg* 36B : 230-237, 1954
- 17) Arnoldi CC, Brodsky AE, Cauchoix J, et al : Lumbar canal stenosis and nerve entrapment syndromes. *Clin Orthop* 115 : 4-5, 1976
- 18) 水野正喜, 花北順哉, 諏訪英行, 他 : 腰部脊柱管狭窄症に対する手術治療成績 8 年間, 164 例の手術治療成績. 脊椎脊髄 7 : 309-315, 1994
- 19) 角家 暁 : 脊髄間欠性跛行. 脳外 6 : 23-27, 1978
- 20) Reulen HJ : Stenoses in the Lumbar Spinal Canal. In : Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S, editors. Atlas of Spinal Operations. 1st ed. New York, Thieme Med Publ, 1993, pp340-345
- 21) 栗原 章 : 腰部脊柱管狭窄症の観血的治療 広範囲椎弓切除術. *Orthopaedics* 6 : 63-72, 1993
- 22) 中井 修, 山浦伊娑吉 : 腰部脊柱管狭窄症の観血的治療 拡大開窓術. *Orthopaedics* 6 : 83-94, 1993
- 23) 諏訪英行, 花北順哉, 大下 昇 : 腰部脊柱管狭窄症に対する一側アプローチによる両側黄色靱帯切除の有用性. 脊髄外科 12 : 177-186, 1998
- 24) Herkowitz HN, Kurz LT : Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis. A prospective study comparing decompression with decompression and intertransverse process arthrodesis. *J Bone Joint Surg* 73A : 802-808, 1991
- 25) Watkins MB : Posterolateral fusion of the lumbar and lumbosacral spine. *J Bone Joint Surg* 35A : 1014-1018, 1954
- 26) Cloward RB : The treatment of ruptured intervertebral discs by vertebral body fusion. *Ann Surg* 136 : 987-992, 1952
- 27) Horwitz NH, Rizzoli HV : Herniated Intervertebral Discs and Spinal stenosis. In : Horwitz NH, Rizzoli HV, editors. Postoperative complications of extracranial neurological surgery. 1st. ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1987, pp30-72