

が, 近年は慢性疼痛に対する薬物療法の発達が著しく, プレガバリンは国際疼痛学会 (IASP) の推奨する第一選択薬となっている。プレガバリンは末梢性神経障害性疼痛治療薬として発売されたが, 中枢性 (脊髄性) 神経障害性疼痛への適応拡大もなされている。また, 弱オピオイドやトラマドールとアセトアミノフェンの合剤も, 慢性疼痛の治療の有用な選択肢として取り入れることが可能になっている。バクロフェン髄腔内投与も一つの選択肢である。外科的療法としては, 脊髄硬膜外刺激, 脊髄後根遮断術, 脊髄後根進入部遮断術 (DREZotomy) などの報告がある。エビデンスが認められているのは薬物療法と外科的療法であり, 理学療法で行うべき有効な手段はないとも言われている。しかしながら, 経皮神経電気刺激法 (transcutaneous electrical nerve stimulation : TENS) は特に at level の神経因性疼痛に対しては効果がみられることがあるとも言われている。リハビリ

テーションは, 廃用性症候群を予防し, 全身状態を維持・改善するが, 活動性を上げていくこと等で心理的な改善が見られることも多く, 痛みへの対策としても非常に重要である。

文 献

- 1) Siddall PJ : Pain following spinal cord injury. In McMahon SB, Kolzenburg M, eds : Wall and Melzack's textbook of pain, 5th ed. Philadelphia, Elsevier, Churchill Livingstone, 2006 : 1043-1055.
- 2) Inoue S, Ikeuchi M, Okumura K, et al : Health survey of numbness/pain and its associated factors in Kotohira, Japan. Plos One 2013 ; 8 : e60079.
- 3) 内田研造, 中嶋秀明, 渡邊修司, 他 : 脊髄障害性疼痛. 整形外科 2012 ; 63 : 722-726.
- 4) Nakamura M, Tsuji O, Iwanami A, et al : Central neuropathic pain after surgical resection in patients with spinal intramedullary tumor. J Orthop Sci 2012 ; 17 : 352-357.

頚椎 OPLL の骨化前線における軟骨細胞分化肥大に関する転写因子のマイクロアレイを用いた検討

杉田大輔¹⁾, 内田研造¹⁾, 中嶋秀明¹⁾, 竹浦直人¹⁾, 吉田 藍¹⁾, 馬場久敏¹⁾

これまで我々は、ヒト頚椎の OPLL の手術より得られた骨化組織において、骨化前線部周囲では軟骨細胞の肥大やサイトカイン、成長因子の多様な発現、新生血管の増生がみられ、これらは骨化に関する重要な所見と考え報告してきた^{1)~3)} (図 1)。

骨形成において伸展ストレス負荷は重要な役割を担っており、脊柱靭帯骨化症においてもその関与が報告されている。これに関しても我々は脊柱靭帯骨化症から得られた培養細胞における cyclic tensile strain 負荷によっていくつかの mRNA の発現量に変化することを報告してきた⁴⁾。

本研究では OPLL から得られた培養細胞に cyclic tensile strain を加えた際の遺伝子発現の変化についてマイクロアレイを用いて検討を行い、発現の増加が見られた遺伝子の転写因子について検討を行った。

対象および方法

頚椎後縦靭帯骨化症に対して除圧術を行った 180 例のうち、組織を *en bloc* に採取した 34 例を対象と

した。得られた靭帯細胞を FCS 添加 DMEM 培地で培養し、confluent となったところで継代を行い、4~5 継代行って得られた培養細胞を実験に用いた。得られた培養細胞に cyclic tensile strain を 10 秒周期、120% elongation で加えた。

24 時間の strain 負荷による遺伝子発現量の変化を Agilent Array 1 色法で測定し Genespring GX 12 で解析を行った。

また、cyclic tensile strain 負荷による mRNA 発現量の変化を WB 法で半定量化して評価を行い、骨化巣を含む組織から薄切切片を作成して免疫組織化学的染色を行い、転写因子の局在の検討も行った。

結 果

マイクロアレイで発現が上昇した遺伝子には *Ihh*, *Runx2* が含まれていた。*Ihh* の受容体である *Gli* については 1 つのサンプルで発現量増加が見られた。コントロールで発現量上昇がみられた遺伝子との重複を除くと 980 の遺伝子が cyclic tensile strain によつ



図 1 OPLL 骨化前線の HE 染色

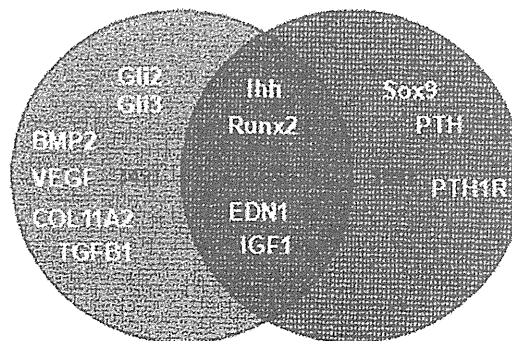


図 2 OPLL 培養細胞のマイクロアレイ (Venn diagram)

A biological study of differentiation and hypertrophy of chondrocytes in human cervical OPLL with the use of microarray analysis : Daisuke SUGITA et al. (Department of Orthopaedics and Rehabilitation Medicine, Fukui University Faculty of Medical Sciences)

1) 福井大学医学部器官制御医学講座整形外科領域

Key words : OPLL, Chondrocytes, Indian Hedgehog

で発現上昇しているのが確認できた (図 2)。

Hedgehog signaling pathway 解析では *Ihh*, 受容体である *Gli*, *PTCH* を含む 7 個の遺伝子の発現上昇が確認できた。

免疫染色化学的染色では *Ihh*, *Runx2* は肥大軟骨細胞層, *Sox9* は増殖期軟骨細胞層で陽性細胞が確認できた。

受容体である *Gli2*, *Gli3* は前肥大軟骨細胞層で陽性細胞が多く見られた。

伸展ストレス負荷後のタンパク発現量の検討では, *Ihh*, *Runx2* は 12 時間以降で有意なタンパク発現量の上昇が見られ, *Sox9* では 24 時間で有意な上昇が見られた。

考 察

Ihh シグナリングは正常骨幹端部での軟骨成長において重要な役割を持つが *Ihh* は PTHrP との共作用のみでなく *Sox9*, *Runx2* とそれぞれ連携することで促進, 抑制の両方に働いている可能性が報告されており⁹⁾, OPLL において *Ihh* とその受容体の発現が見られたことから軟骨細胞の肥大, 成熟の調節に関わっている可能性が考えられた。Cyclic tensile strain によってその発現が増加したことを踏まえると局所因子としての cyclic tensile strain によって靭帯の変性と新生血管増生, 間葉系細胞の流入が起こり, そこに転写因子の過剰発現が加わることで恒常性が破綻し軟骨細胞の分化, 肥大が亢進していく可能性が考えられた。

ま と め

OPLL の骨化前線において *Ihh*, *Sox9*, *Runx2*, *Gli2*, 3

の発現が見られ, さらに cyclic tensile strain によってその発現は増加した。

文 献

- 1) Furusawa N, Baba H, Fukuda M, et al. Characteristics and mechanism of the ossification of posterior longitudinal ligament in the tip-toe walking Yoshimura (twy) mouse. *Eur J Histochem* 1996 ; 40 (3) : 199-210.
- 2) Sato R, Uchida K, Baba H, et al. Ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine: histopathological findings around the calcification and ossification front. *J Neurosurg Spine* 2007 ; 7 (2) : 174-183.
- 3) Uchida K, Sugita D, Baba H, et al. Initiation and progression of ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine in the hereditary spinal hyperostotic mouse (twy/twy). *Eur Spine J* 2012 ; 21 (1) : 149-155.
- 4) Cai HX, Uchida K, Baba H, et al. Cyclic tensile strain facilitates the ossification of ligamentum flavum through β -catenin signaling pathway: in vitro analysis. *Spine* 2012 ; 37 (11) : 639-646.
- 5) Amano K, Hata K, Yoneda T, et al. *Sox9* family members negatively regulate maturation and calcification of chondrocytes through up-regulation of parathyroid hormone-related protein. *Mol Biol Cell* 2009 ; 20 (21) : 4541-4551.

頸椎前方除圧固定術*

術式の基本と応用

馬場 久敏** 竹浦 直人
吉田 藍 中嶋 秀明

はじめに

頸椎は頭蓋と躯幹を接続し肩甲・上肢帯が懸垂する特殊な構造を有し、加えて屈曲・伸展や側屈、捻転などの安定した運動性が要求されるため、退行性変性の発生頻度はきわめて多い。ほかに椎体骨折や脱臼骨折、腫瘍や炎症、後縦靭帯骨化症 (ossification of the posterior longitudinal ligament: OPLL) などの頻度も高いので、頸椎柱に対する前方からの直達手術は根治的治療である。しかしながら、後方進入に比べてその進入経路には頸動脈鞘、内頸静脈、気管・食道、反回神経、椎骨動脈などきわめて重要な組織があるので、その手術には熟達した手技が必要になる。実際の手術には最近はいくつかの modification が存在するが、その前に前方手術の歴史的変遷について学んでおくことも重要であろう。

Key words

頸椎 (cervical spine)
脊髄症 (myelopathy)
前方除圧固定術
(anterior decompression and fusion)

頸椎前方手術の歴史的推移

歴史的には、1920年代には脊髄や神経根を圧迫する“骨軟骨腫”病変に対して椎弓切除による後方摘出が施行されるようになったが、MixerとBarr¹²⁾が椎間板ヘルニアという概念と病態を1934年に初めて報告して以来、頸椎でも前方ルートでの病変切除の可能性が論じられるに至った。前方手術は、Stookey¹³⁾が椎体後方の“chondroma” (椎間板ヘルニアか椎体骨棘を含む軟骨病変、骨軟骨病変と考えられる) に対して後方経硬膜的進入での悲惨な結果を報告し、前方進入法の可能性を論じた。BaileyとBadgley³⁾は1960年にC4、C5椎体骨融解性病変を有した女性患者に前方切除手術を初めて施行、その後、各種の椎体病変や脱臼骨折に対して前方手術を行った。同じ頃、RobinsonとSmith^{15,17)}は椎間板症に対して前方除圧を行い、その手技を1955年に報告、これが現在“Smith-Robinson法”あるいは単に“Robinson法”と呼ばれる頸椎椎間板ヘルニアならびに頸椎症への代表的手術となった。一方、Cloward⁶⁾は1958年に円形の椎間板削開を特殊なドリルを用いて行い円柱状の移植骨を打ち込み固定する“dowel technique” (dowel: 合わせクギ) を報告した。この手技では椎間板外側の骨棘などの切除は行われ

* Anterior Decompression and Fusion of the Cervical Spine: Basics and Advanced Techniques

** 福井大学医学部器官制御医学講座整形外科学領域 [〒910-1193 吉田郡永平寺町松岡下合月23-3] / Hisatoshi BABA, Naoto TAKEURA, Ai YOSHIDA, Hideaki NAKAJIMA: Department of Orthopaedics and Rehabilitation Medicine, Faculty of Medical Sciences, University of Fukui

ず、椎体間固定を主目的とした手術である。Hirsch⁸⁾は縦径 3.0 mm, 横径 5.0 mm の椎間板切除のみを行い椎体終板を温存し骨移植を併用しない方法を 7 例で施行, 次いで 35 例での臨床研究を報告した (成績では 43% の症例が完全治癒, 40% が改善と報告されている)。頸部脊椎症では椎間板変性が進むと椎間高が減じ, 最終的には椎間腔が消失して非動化することが多数例で認められる。Hirsch⁸⁾の方法はそのような効果が得られるものとも推測されるが, 1970 年代後半から 1980 年前半にかけて世界的に広まった顕微鏡視下頸椎前方手術の流布とともに “discectomy without fusion” のアイデアが広まった。本邦でも椎体骨棘 (いわゆる腰椎での traction spur [Macnab] を含む) は前方固定後には消失することが多くの場合で証明され, 骨棘を無理に切除せず確実な固定を得ることに主眼が置かれた時期があった。Hirsch⁸⁾や Verbiest²⁰⁾の考えはその後も支持され, Pittsburg 大学の Jho^{9,10)}により顕微鏡視下に約 5.0×8.0 mm の前側方からの椎間孔前開を行い, 神経根除圧を行う非固定の低侵襲な術式が報告された。しかしながら, 当然, 術後に頸椎不安定性 (instability) が発生する可能性も高い。

現在の本邦を含む世界の前方手術の趨勢は上記のような変遷を経て, 主として Smith-Robinson 法の拡大版 (筆者らは extended Robinson 法と呼んでいる。後述) や 2~3 椎垂全摘手術, Bailey と Badgley 法³⁾ を modify した前方支柱再建術あるいはインプラント使用前方固定術などが主たるものであり, 側方の除圧にはときに前方椎間孔拡大術 (または前方鉤椎関節切除 anterior medial foraminotomy) が行われる。

本稿では, 多彩な頸椎前方手術に関して, 主として extended Robinson 法, OPLL などに対する椎体垂全摘, インプラント使用前方固定術, 後弯変形矯正前方固定術 (anterior correction and fusion), 前方椎間孔拡大術 (または前方鉤椎関節切除 anterior medial foraminotomy) について論述する。

頸椎前方除圧固定術の各種の基本手技

① Smith-Robinson 法, extended Robinson 法

Smith-Robinson 法^{15,17)}あるいは単に Robinson 法と呼称され, 圧倒的多数例に施行されている。本邦では近藤ら¹¹⁾, 恩地や小野ら^{13,14)}の報告が最初のものであろう。

椎間高位は C2-3 から C7-T1 までが本法の適応となる。原法では, 頸椎部は頭蓋直達牽引 (Halter 牽引など) 下に軽度伸展位とし, 右側あるいは左側進入, また斜切開にて頸椎前方に達するが, 現在では牽引は行わない。右側は反回神経麻痺を起こしやすく, また縦皮切 (斜切開) のほうが 2 椎間以上の椎間板切除が容易なため, 右利きの術者でも左側進入・斜切開を採ることが多い。皮膚皺に合わせた横切開は, 大きな露出部瘢痕を望まない女性などで用いられる。椎間高位の X 線確認ののち, Caspar self-retaining 開創器を設置, retractor は頸長筋 (longus colli muscle) の深部にかけ, 椎間板切除を行う。椎間板切除は下垂体鉗子や軟部鋭匙 (いわゆる白馬鋭匙は骨鋭匙である) を用いて切除し, 椎体終板 (endplate) は切除せず, 椎体後方の骨棘 (osteophyte) 切除も行わない。腸骨からの tricortical bone を移植して, 前縦靭帯での被覆を行って手術を終了する。

本邦でのこの手術の先駆者である近藤ら¹¹⁾は椎体終板を切除した。椎体骨棘の切除については次第に骨棘切除 (osteophylectomy) の重要性が Fielding⁷⁾や Bohlman⁴⁾により主張され, air drill (diamond burr) の普及と相俟って Caspar⁵⁾による顕微鏡視下手術での骨棘切除などが一般化した。後縦靭帯 (深層) を穿破した椎間板ヘルニア切除の際には, Kerrison rongeur での rough resection から顕微鏡や micro-Kerrison rongeur を使用しての顕微鏡視下椎間板切除が行われるに至った。一方, 筆者らが主張する extended Robinson 法^{1,2)}では, 椎体終板や軟骨下骨を含め上下に椎体骨切除 (vertebrotomy) を拡大させ, 椎体骨棘や椎間板ヘルニア (図 1), 肥厚したり骨化した後縦

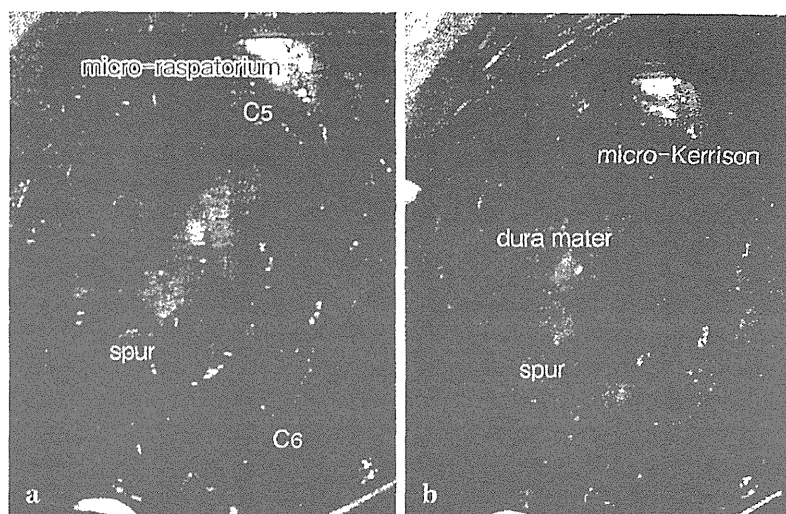


図1 Extended Robinson法による椎体骨棘全切除 (C5-6 spondylosisによる脊髄症例)

C5, C6椎の1/2を切除し、後縦靭帯を展開、その後、後縦靭帯と骨棘をともに micro-raspatorium で前方に浮かせ (a)、micro-Kerrison rongeur にて全切除した (b)。(ブルーレイディスクから転写した手術写真)

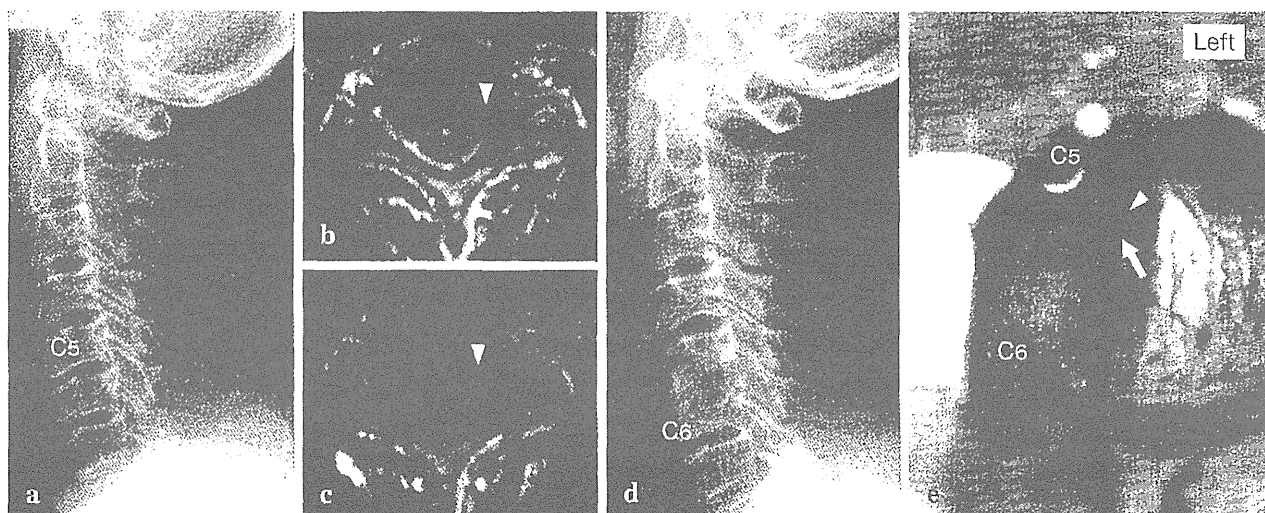


図2 C5-6椎間孔型ヘルニアによる神経根症の症例

a: 単純X線像, b: MRI T2強調像, c: MRI T1強調像 (左側 C5-6椎間に foraminal hernia を認める), d: 術後X線像 (C5-6前方除圧固定術施行), e: この症例の medial foraminotomy の術中写真 (extended Robinson法で入り、左側 C5-6椎間孔を展開しヘルニアを切除した)。矢頭: anterior medial foraminotomy, 矢印: 左 C6 root。

靭帯を完全に切除し、長めの腸骨移植などを行うものである。筆者ら^{1,2,16,19)}は1985年以來、単一椎間罹患例では主としてこの extended Robinson法で常に完全除圧を行うことを心がけてきたが、Caspar distractorを使用した graft techniqueの改良で、以來2,000例を超す臨床例でも non-unionの経験はない。

2 前方椎間孔拡大術 (または前方鉤椎関節切除 anterior medial foraminotomy)

神経根症や Keegan型頸椎症、頸椎症性筋萎縮症 (cervical spondylotic amyotrophy) などに適

応となるが、これらには後方からの椎間孔拡大術 (posterior foraminotomy) で対処すべきとの主張も多い。筆者らは、多椎間障害例、脊柱管狭窄例で神経根絞扼が明瞭であれば後方法を選択している。

前方から入る際には、目的とすべき椎間の Luschka関節前方部分をやや広めに展開し、それに沿って通常の extended Robinson法による椎間板切除を行う。Luschka関節の後方部分や後縦靭帯外側部分を注意深く確認しながら、diamond burr ($\phi 2\sim 3$ mm) や弱彎の白馬式骨鋭匙で椎体

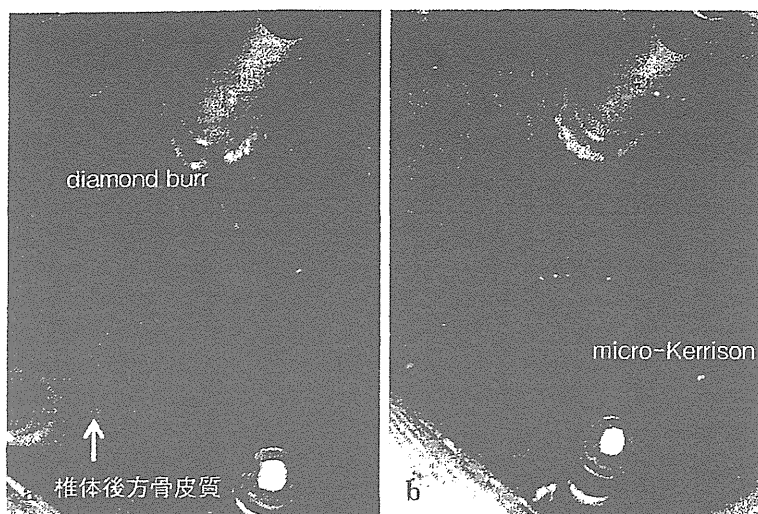


図3 椎体亜全摘手術による後方骨棘の完全切除

骨棘の周囲を diamond burr で削解し、後縦靭帯を含めて骨棘の全切除を行った。

(ブルーレイディスクから転写した手術写真)

後方外側縁の骨棘や鉤椎突起を削解する。不慣れな場合には顕微鏡を使用するが、熟達するにつれ肉眼で入れるようになる(図2)。肉眼は、奥行きや距離感、頸椎のこの狭い外側陥凹(lateral recess)の立体把握に優れている。円形の鉤椎突起部分切除すなわち椎間孔内側拡大(anterior medial foraminotomy)が完成したことは、斜位X線コントロールや術中CT、CTナビゲーションなどでも確認できる。外側型や椎間孔型の椎間板ヘルニアはこの鉤椎突起部分切除で完全に切除可能であり、また術直後から上肢痛からの解放が得られる。椎間板外側からはときに前内椎骨静脈叢からの静脈出血に見舞われるが、術中血圧を下げたり(収縮期血圧 ≤ 80 mmHg)、アビテンやオキシセル充填で十分に対応できる。

③ 椎体亜全摘兼骨移植手術 (subtotal vertebral resection [spondylectomy])

多椎間障害の椎間板症や頸椎脱臼骨折などに対して、罹患椎とその上下の2椎間板を切除し長めの腸骨移植を行う方法である。椎体切除(corpectomy, vertebral resection)は1~3椎までであり、多椎罹患椎間板症や脊椎カリエス、破壊性脊椎症、頸椎後弯変形矯正、後縦靭帯骨化切除などが適応となる。

この方法では、皮切は縦皮切(斜切開)が主に用いられ、longus colli muscleを左右によけて椎体正中から進入する。椎体や椎体終板、椎間板の

切除は骨鋭匙や軟部鋭匙、リウエル鉗子などを用いるが、椎体後方部分はair drillやmicro-Kerrison rongeurを使用する。椎体後方の骨皮質や椎間板外側線維輪が展開できればmicro-raspatoriumなどを椎体終板縁や線維輪の亀裂部から、後縦靭帯深層または浅層に挿入してmicro-Kerrison rongeurが入る部分を展開する。その孔部から顕微鏡視下あるいは肉眼直視にてmicro-Kerrison rongeurで椎体後方骨皮質、骨棘、後縦靭帯を切除して除圧を完遂する(図3)。左右の椎弓根間距離をあらかじめ単純X線像で計測して除圧の横径を決定するが、術中に左右のLuschka関節の内側面を目で追いながら除圧を進めれば横径の目測を誤ることはない。日本人では概ね18~21 mmの横径が除圧幅である。また、除圧操作には運動誘発電位や脊髄誘発電位をモニターしながら操作を進めることが推奨される。

椎体亜全摘では移植骨の骨癒合に対する配慮が重要である。移植骨・母床に凹凸をつける、骨癒合促進のため頸椎プレート固定を追加するなどの工夫が施されたりしている。脊柱管狭窄(前後径 ≤ 12 mm)での多椎間罹患や限局性後弯変形およびすべり、OPLL、椎体骨折などの多彩な病態に椎体亜全摘が行われ、2椎亜全摘では腸骨移植、3椎亜全摘には腓骨移植で臨む。

④ 後縦靭帯骨化浮上術および骨化巣全摘術

本邦では1960~1970年代にかけて頸椎OPLL

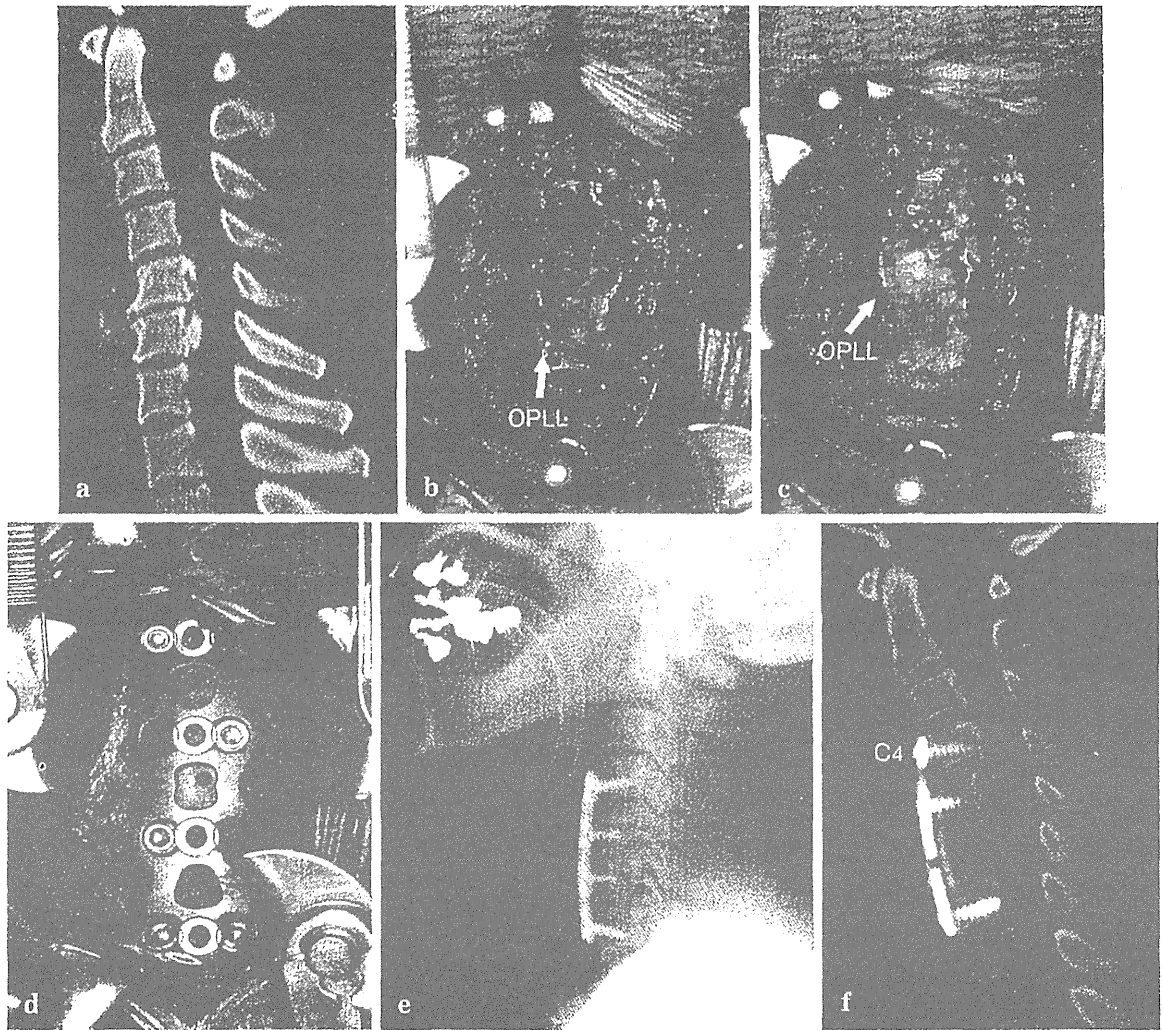


図4 分節型 OPLL の全切除例 (48 歳, 女性)

a : 術前 CT 像, b : OPLL 骨化巣を浮かせて切除する, c : 一部の硬膜に小さな石灰化 (骨化) を認めるが, 浮上にて対処した, d : C5, C6 椎体亜全摘後に plate fixation を行う, e : 術後 X 線像, f : 術後 CT 像.

による脊髄麻痺の病態に対する関心が高まるにつれ, 椎体亜全摘による前方手術が注目されるに至った. 山浦ら^{21~23)}は頸椎 OPLL に対して前方骨化浮上術の概念を開発し, 腸骨や腓骨による多椎間固定を工夫した. 手術顕微鏡や air drill, 脊髄マイクロ手術器械の普及, 1970 年代後半からの脊髄モニタリングの普及により, 脊髄に対するより愛護的な操作の技術的修練により一部の施設では骨化巣全摘術が行われるようになった (図 2).

皮切や進入は亜全摘と同じである. C5, C6 の 2 椎体亜全摘であれば展開は C4 椎および C7 椎までとし, それらの椎体のそれぞれ頭側および尾側 1/3 椎体に Caspar screw を穿ち distractor として

使用する (図 4). 側方は切除椎の真ん中, すなわち C5-6 椎間高位あたりに self-retaining Caspar distractor をかけて術野を確保し, 必要なら顕微鏡をセットする. 椎体削解に入る前に, 横幅をどれくらいにするか, OPLL の切れ目はどこか, 椎体側あるいは椎間板高位のいずれを上下の切除縁とすべきか, について入念な術前作図を再検討する. 横径は CT 横断像で決定する. 上下縁は OPLL 脊柱管占拠率が最小~20% 程度の部位とする. 20% 程度の占拠であれば, OPLL 骨化巣切除後に残余 OPLL 骨化巣による硬膜圧迫が起きても重篤な脊髄圧迫になることは少ない. 椎体前方 3/4 は steel burr, 後ろ 1/4 は diamond burr ($\phi 2\sim$

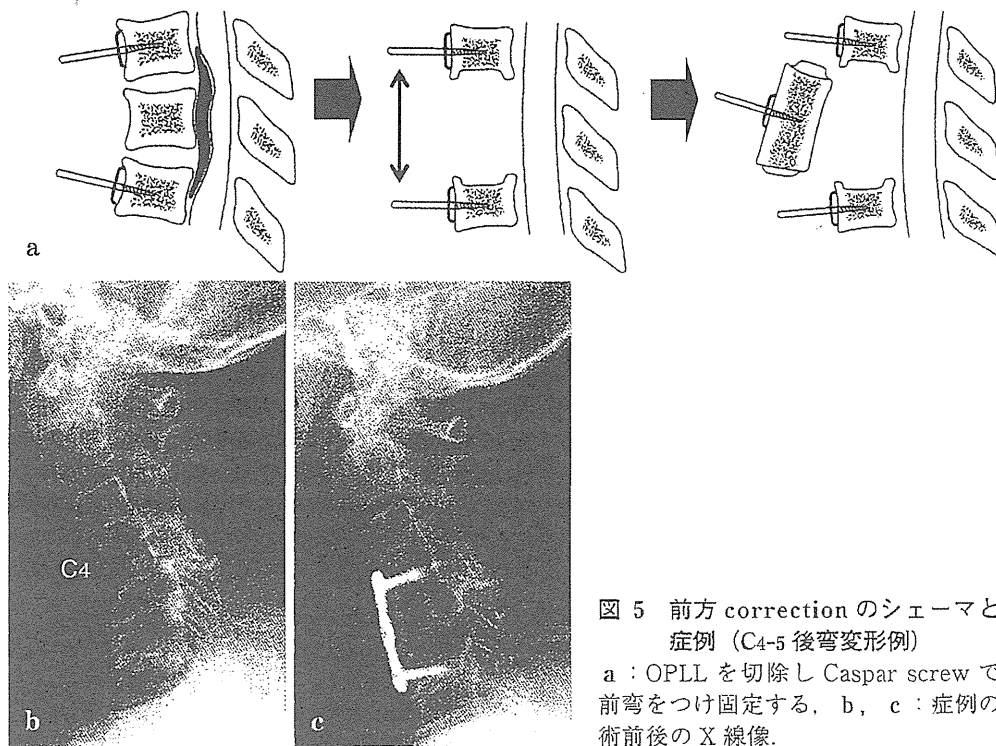


図5 前方 correction のシエマと症例 (C4-5 後弯変形例)
 a : OPLL を切除し Caspar screw で前弯をつけ固定する, b, c : 症例の術前後の X 線像.

3 mm) で、まずは OPLL 骨化巣の thinning を行う。骨化は正中側に起きることが多いので、左右の非骨化部位を慎重に burr の感触をはかりながら削解を進める。上下縁の切り離しなどは顕微鏡などを使用しながら慎重に burr で行う。まれに硬膜が骨化している場合があるので、それは放置する。OPLL 骨化巣の上下・左右が展開でき骨化巣を “isolate” することができれば次に骨化巣の切除に入るが、OPLL plaque thinning が適当であり硬膜拍動が旺盛に確認できればそのまま放置して “浮上術 (floating)” としてもよい。筆者らは基本的には OPLL plaque を micro-raspatorium で硬膜表層から剝して切除することとしている (図4)。除圧後には腸骨移植と plating を行う。この手術は極限に近い技量を要するものであることを銘記しなければならないし、骨化巣占拠率が 50% 以上であれば後方手術でも成績はさほど変わらないことをも考慮すべきである。

⑤ 後弯変形矯正前方固定術 (anterior correction and fusion)

頸椎疾患では、ときに平山氏病や後弯変形、外傷性前方すべりなどで alignment の矯正が必要な

場合も存在する。最近では、後方 pedicle screwing により C2~C7 での後弯変形を矯正し前弯角 10~15 度をつける手技も存在している。その場合、頸椎の可動域は消失し相応の ADL 障害を伴うことになる。

前方手術では 1~2 椎全摘を行い、頸椎枕を使用して頸椎に自然な後弯角 (5~10 度) を付与し、また Caspar screw をてこにして牽引と後弯矯正を行うことで限局性の後弯変形矯正を行うことができる (図5)。ただし、頸髄に多大な長軸方向の tensile strain が発生している平山氏病の後弯変形には、長軸方向の牽引力は致命的な脊髄損傷をきたすので本邦では禁忌である

⑥ グラフト・テクニック (graft technique)

前方固定術あるいは前方除圧固定術では、椎間板切除の奥行き、椎体骨棘や椎体終板の切除、椎体全摘術における corpectomy の数、さらには前方からの Luschka 関節部除圧や椎間孔削開、後縦靭帯骨化の浮上か切除かの選択などによって、腸骨や腓骨移植の方法にさまざまに工夫が必要である。また、人工の支柱 (strut) で anterior column の再建を図るため、骨セメントやセラ

ミックス (アルミナ・セラミクス人工椎体 [Bioceram®] や生体活性 apatite-wollastonite glass ceramics [AWGC]) (図 6), 緻密質 (99.4%) のハイドロキシアパタイト, carbon spacer, チタン性ケージなどが使用されている。前方除圧固定手術を行う場合には, まずは自家骨 (腸骨, 腓骨) 移植のグラフト・テクニックに熟達し, 特殊なケースには plating とともに支柱インプラントをいかに長期間設置可能な状態で適応させるかを十分に考えて手術に臨まねばならないであろう。



図 6 C4 椎体に発生した myeloma に対して, 椎体切除とセラミクス固定術を行った

おわりに

“頸椎前方除圧固定術” という手術理念は, 頸椎柱の前方から入り椎体・椎間板を經由して脊髄・神経根に対する圧迫性病変を除去し, その後, 頸椎柱 (anterior column) の支持性と安定性を担保 (再建) することである。支持性とは, 頭蓋の力学負荷に耐え, 頸部の神経組織や筋・靭帯組織ならびに血行動態を正常に保つことであり, 安定性 (stability) とは, “機能的範囲での運動性 (可動性) を許容しつつ正常な頸椎運動を保証すること” である。術後の頸椎でのこの支持性・安定性, 運動性の担保のために, 前方除圧固定術は今後も頸椎手術の主流であり続ける。Occiput-thoracic fusion などという特殊な全頸椎固定は別として, 患者の ADL を考慮した前方手術のいくつかの基本手技につき熟達しておくことは重要なことである。

文献 (太字番号は重要文献)

- 1) Baba H, Furusawa N, Tanaka Y, et al : Anterior decompression and fusion for cervical myeloradiculopathy secondary to ossification of the posterior ligament. *Int Orthop* 18 : 204-209, 1994
- 2) Baba H, Furusawa N, Imura S, et al : Late radiographic findings after anterior cervical fusion for spondylotic myeloradiculopathy. *Spine (Phila Pa 1976)* 18 : 2167-2173, 1993
- 3) Bailey RW, Badgley CE : Anterior fusion of the cervical spine. *J Bone Joint Surg Am* 42 : 565-594, 1960
- 4) Bohlman HH : Cervical spondylosis with moderate to severe myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)* 2 : 151-162, 1977
- 5) Caspar W : Anterior cervical fusion and interbody stabilization with the trapezial osteosynthetic plate technique. *Aesculap Sci Information* 12 : 6-13, 1986
- 6) Cloward RB : The anterior approach for removal of ruptured cervical disks. *J Neurosurg* 15 : 602-617, 1958
- 7) Fielding JW, Lusskin R, Batista A : Multiple segment anterior cervical spinal fusion. *Clin Orthop Relat Res* 54 : 29-33, 1967
- 8) Hirsch C : Cervical disc rupture : diagnosis and therapy. *Acta Orthop Scand* 30 : 172-186, 1960
- 9) Jho HD : Decompression via microsurgical anterior foraminotomy for cervical spondylotic myelopathy. Technical note. *J Neurosurg* 86 : 297-302, 1997
- 10) Jho HD : Spinal cord decompression via microsurgical anterior foraminotomy for spondylotic myelopathy. *Minim Invasive Neurosurg* 40 : 124-129, 1997
- 11) 近藤鋭矢, 鶴海寛治, 小野村敏信 : 頸部脊椎骨軟骨症に対する前方進入路による椎間板剔除・椎体固定術。手術 17 : 11-20, 1963
- 12) Mixter WJ, Barr JS : Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *New Eng J Med* 211 : 210-215, 1934
- 13) 恩地 裕, 小野啓郎, 岩崎洋明, 他 : Cervical disc disorders の診断と治療。整形外科 15 : 247-259, 1964
- 14) 小野啓郎 : 椎間板手術 (disc surgery)。臨整外 47 : 458-464, 2012
- 15) Robinson RA, Smith GW : Anterolateral cervical disc removal and interbody fusion for cervical disc syndrome. *Bull Johns Hopkins Hosp* 96 : 223-224, 1955

- 16) Sato R, Uchida K, Kobayashi S, et al : Ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine : histopathological findings around the calcification and ossification front. *J Neurosurg Spine* 7 : 174-183, 2007
- 17) 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* 40 : 607-624, 1958
- 18) Stookey B : Compression of the spinal cord due to ventral extradural cervical chondromas : diagnosis and surgical treatment. *Arch Neurol Psychiatry* 20 : 275-291, 1928
- 19) Uchida K, Nakajima H, Sato R, et al : Multivariate analysis of neurological outcome in surgery for cervical compressive myelopathy. *J Orthop Sci* 10 : 564-573, 2005
- 20) Verbiest H : A lateral approach to the cervical spine : technique and indication. *J Neurosurg* 28 : 191-203, 1968
- 21) 山浦伊姿吉, 磯部 鏡, 藤井紘三, 他 : 頸椎後縦靱帯骨化症における観血的治療法の検討—前方除圧法を中心として. *整形外科* 27 : 87-95, 1976
- 22) 山浦伊姿吉 : 頸椎症に対する前方進入法. 服部 奨 (編) : *整形外科 MOOK No.6 頸椎症の臨床*. 金原出版, 1976, pp 195-215
- 23) 山浦伊姿吉 : 後縦靱帯骨化症および脊柱間狭窄症に対する前方除圧法—骨化浮上術, 脊柱管前方拡大術について. *臨整外* 18 : 855-868, 1983

次 | 号 | 予 | 告

脊椎脊髄ジャーナル Vol.27 No.7

脊柱管内出血性疾患

特集にあたって	藤枝平成記念病院脊髄脊椎疾患治療センター	花 北 順 哉
急性脊髄硬膜外血腫	日本医科大学千葉北総病院脳神経外科	金 景 成, 他
慢性脊髄硬膜外血腫	藤枝平成記念病院脊髄脊椎疾患治療センター	高 橋 敏 行
脊髄硬膜下血腫	京都大学脳神経外科	西 田 誠
髄内出血をきたす脊髄腫瘍	慶應義塾大学整形外科	石 井 賢, 他
脊髄血管奇形による脊髄髄内出血・くも膜下出血	札幌麻生脳神経外科病院	飛 驒 一 利
黄色靱帯内出血	市立御前崎総合病院脳神経外科	北 浜 義 博

Nomade

イラストレイテッド・サージェリー	筑波大学整形外科	山 崎 正 志
腰仙椎神経叢の砂時計種の腹膜外アプローチ (椎間孔外成分の摘出)	福井大学医学部器官制御医学講座整形外科学領域	中 嶋 秀 明
症例から学ぶ : 画像診断トレーニング	自治医科大学放射線科	杉 本 英 治

編集上の都合により内容が若干異なる場合がありますので, ご了承ください。

An outcome measure for patients with cervical myelopathy: the Japanese Orthopaedic Association Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire (JOACMEQ): an average score of healthy volunteers

Nobuhiro Tanaka · Shin-ichi Konno · Katsushi Takeshita · Mitsuru Fukui · Kazuhisa Takahashi · Kazuhiro Chiba · Masabumi Miyamoto · Morio Matsumoto · Yuichi Kasai · Masahiko Kanamori · Shunji Matsunaga · Noboru Hosono · Tsukasa Kanchiku · Hiroshi Taneichi · Hiroshi Hashizume · Masahiro Kanayama · Takachika Shimizu · Mamoru Kawakami

Received: 29 July 2013 / Accepted: 21 October 2013 / Published online: 7 December 2013
© The Japanese Orthopaedic Association 2013

Abstract

Background An outcome measure to evaluate the neurological function of patients with cervical myelopathy was proposed by the Japanese Orthopaedic Association (JOA score) and has been widely used in Japan. However, the JOA score does not include patients' satisfaction, disability, handicaps, or general health, which can be affected by

cervical myelopathy. In 2007, a new outcome measure, the Japanese Orthopaedic Association Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire (JOACMEQ), which is a self-administered questionnaire, was developed. However, the influence of age and gender on the scores has not been fully examined. The purpose of this study was to establish the standard value of the JOACMEQ by age using healthy volunteers.

Methods This study was conducted in 23 university hospitals and their affiliated hospitals from September to December 2011. The questionnaire included 24 questions for evaluation of physical function of the cervical spine and

The Clinical Outcome Committee of the Japanese Orthopaedic Association.

The Clinical Outcome Committee of the Japanese Society for Spine Surgery and Related Research.

N. Tanaka (✉)

Department of Orthopaedic Surgery, Institute of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University, Kasumi 1-2-3, Minami-ku, Hiroshima 734-8551, Japan
e-mail: nobut@hiroshima-u.ac.jp

S. Konno

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Fukushima Medical University, Fukushima, Japan

K. Takeshita

Department of Orthopaedic Surgery, The University of Tokyo, Tokyo, Japan

M. Fukui

Laboratory of Statistics, Osaka City University Faculty of Medicine, Osaka, Japan

K. Takahashi

Department of Orthopedic Surgery, Graduate School of Medicine, Chiba University, Chiba, Japan

K. Chiba

Department of Orthopaedic Surgery, Kitasato University Kitasato Institute Hospital, Tokyo, Japan

M. Miyamoto

Department of Orthopedic Surgery, Nippon Medical School, Tokyo, Japan

M. Matsumoto

Department of Orthopaedic Surgery, Keio University, Tokyo, Japan

Y. Kasai

Department of Orthopaedic Surgery, Mie University Graduate School of Medicine, Tsu, Mie, Japan

M. Kanamori

Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Toyama, Toyama, Japan

S. Matsunaga

Department of Orthopaedic Surgery, Imakiire General Hospital, Kagoshima, Japan

N. Hosono

Department of Orthopaedic Surgery, Osaka Kosei-Nenkin Hospital, Osaka, Japan

spinal cord. A total of 1,629 healthy volunteers were recruited for the study. The ages ranged from 20 to 89 years old.

Results The volunteers comprised 798 men and 831 women. In the elderly healthy volunteers, the JOACMEQ scores decreased with age. In general, the scores for cervical spine function and upper/lower extremity function were retained up to the 60s, then decreased in the 70s and 80s. The scores for quality of life were retained up to the 70s; however, the score for bladder function was retained up to the 40s, then declined with age from the 50s to 80s.

Conclusion The standard values of the JOACMEQ by age were established. Differences in the scores were found among different generations. Patients with cervical myelopathy should be evaluated with this new self-administered questionnaire taking into account the standard values according to different ages.

Introduction

The members of the Subcommittee on the Evaluation of Low Back Pain and Cervical Myelopathy, who belong to the Clinical Outcomes Committee of the Japanese Orthopaedic Association, have composed a new self-administered questionnaire, the Japanese Orthopaedic Association Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire (JOACMEQ), as a new outcome measure for patients with cervical myelopathy [1] to solve problems associated with the Japanese Orthopaedic Association score (JOA score), which was established by the Japanese Orthopaedic Association in 1975 [2] and was revised in 1994 [3]. The JOACMEQ provides specific outcome measures including

patients' disability, handicaps, and general health, which are necessary to evaluate severity and treatment results in patients with cervical myelopathy. It has been used in many institutions nationwide. However, the influence of age and gender on the scores has not been fully examined, and there is a concern that the age-related decline in scores may influence the evaluation. Therefore, standard values according to age using the data of physically unimpaired persons are needed to validate this new self-administered questionnaire. The purpose of the current study was to establish the standard values of the JOACMEQ according to different ages using the results of healthy volunteers in their 20s up to 80s.

Materials and methods

This study was conducted in 23 university hospitals and their affiliated hospitals from September to December in 2011. A total of 1,644 healthy volunteers were recruited for the study. They were self-supporting and required no medical assistance for orthopedic diseases. Subjects with cognitive impairment who could not understand the questionnaires and those who were under treatment for orthopedic disorders and/or had a history of operation for spinal disorders including the cervical spine were excluded from the study. Medical professionals were also excluded from the subjects. The healthy volunteers were grouped by gender and decade from 20 to 80 years of age. Five healthy individuals within each age group and from both genders were surveyed at each institution. This study was reviewed and approved by the institutional review board of each institution, and all subjects provided informed consent prior to the inclusion to the study.

The questionnaire included 24 questions in five domains, cervical spine function, upper extremity function, lower extremity function, bladder function, and quality of life. Visual analog (VAS) scales were used to evaluate the degree of pain or stiffness in the neck or shoulders, tightness in the chest, pain or numbness in the arms or hands, and pain or numbness from the chest to toes (Table 1). A respondent recalled his or her physical condition during the previous 1 week and circled the number of an answer for each question that best fit his or her condition. If a respondent's condition changed depending on the day or the time, he or she circled the number representing "the worst condition." The JOACMEQ score was calculated as: cervical spine function: $Q1-1 \times 20 + Q1-2 \times 10 + Q1-3 \times 15 + Q1-4 \times 5 - 50$; upper extremity function: $(Q1-4 \times 5 + Q2-1 \times 10 + Q2-2 \times 15 + Q2-3 \times 5 + Q3-1 \times 5 - 40) \times 100 \div 95$; lower extremity function: $Q3-1 \times 10 + Q3-2 \times 10 + Q3-3 \times 15 + Q3-4 \times 5 + Q3-5 \times 5 - 45) \times 100 \div 110$; bladder function: $(Q4-1 \times 10 +$

T. Kanchiku
Department of Orthopaedic Surgery, Yamaguchi University
Graduate School of Medicine, Yamaguchi, Japan

H. Taneichi
Department of Orthopaedic Surgery, Dokkyo Medical University
School of Medicine, Tochigi, Japan

H. Hashizume
Department of Orthopaedic Surgery, Wakayama Medical
University, Kimiidera, Wakayama, Japan

M. Kanayama
The Spine Center, Hakodate Central General Hospital,
Hakodate, Hokkaido, Japan

T. Shimizu
Department of Orthopaedic Surgery, Gunma Spine Center,
Takasaki, Gunma, Japan

M. Kawakami
Spine Care Center, Wakayama Medical University Kihoku
Hospital, Katsuragi-cho, Ito-gun, Wakayama, Japan

Table 1 The JOA Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire (JOACMEQ)

With regard to your health condition during the last week, please circle the one item number of the answer for the following questions that best applies. If your condition varies depending on the day or the time, circle the item number of your condition at its worst.

Q1-1 While in the sitting position, can you look up at the ceiling by tilting your head upward?

- 1) Impossible 2) Possible to some degree (with some efforts)
- 3) Possible without difficulty

Q1-2 Can you drink a glass of water without stopping despite the neck symptoms?

- 1) Impossible 2) Possible to some degree
- 3) Possible without difficulty

Q1-3 While in the sitting position, can you turn your head toward the person who is seated to the side but behind you and speak to that person while looking at his/her face?

Table 1 continued

1) Impossible 2) Possible to some degree

3) Possible without difficulty

Q1-4 Can you look at your feet when you go down the stairs?

1) Impossible 2) Possible to some degree

3) Possible without difficulty

Q2-1 Can you fasten the front buttons of your blouse or shirt with both hands?

1) Impossible 2) Possible if I spend time.

3) Possible without difficulty

Q2-2 Can you eat a meal with your dominant hand using a spoon or a fork?

1) Impossible 2) Possible if I spend time.

3) Possible without difficulty

Q2-3 Can you raise your arm? (Answer for the weaker side.)

1) Impossible

2) Possible up to shoulder level

3) Possible though the elbow and/or wrist is a little flexed

4) I can raise it straight upward

Q3-1 Can you walk on a flat surface?

1) Impossible

Table 1 continued

- 2) Possible but slowly even with support
- 3) Possible only with the support of a handrail, a cane, or a walker
- 4) Possible but slowly without any support
- 5) Possible without difficulty

Q3-2 Can you stand on either leg without the support of your hand? (the need to support yourself)

- 1) Impossible with either leg
- 2) Possible on either leg for more than ten seconds
- 3) Possible on both legs individually for more than ten seconds

Q3-3 Do you have difficulty in going up the stairs?

- 1) I have great difficulty. 2) I have some difficulty.
- 3) I have no difficulty.

Q3-4 Do you have difficulty in one of the following motions; bending forward, kneeling or stooping?

- 1) I have great difficulty. 2) I have some difficulty.
- 3) I have no difficulty.

Q3-5 Do you have difficulty in walking more than 15 minutes?

- 1) I have great difficulty. 2) I have some difficulty.

Table 1 continued

3) I have no difficulty.

Q4-1 Do you have urinary incontinence?

1) Always

2) Frequently

3) When retaining urine over a period of more than 2 hours

4) When sneezing or straining

5) No

Q4-2 How often do you go to the bathroom at night?

1) Three times or more 2) Once or twice 3) Rarely

Q4-3 Do you have a feeling of residual urine in your bladder after voiding?

1) Most of the time 2) Sometimes 3) Rarely

Q4-4 Can you initiate (start) your urine stream immediately when you want to void?

1) Usually not 2) Sometimes 3) Most of the time

Q5-1 How is your present health condition?

1) Poor 2) Fair 3) Good 4) Very good 5) Excellent

Q5-2 Have you been unable to do your work or ordinary activities as well as you would like?

Table 1 continued

- 1) I have not been able to do them at all.
- 2) I have been unable to do them most of the time.
- 3) I have sometimes been unable to do them.
- 4) I have been able to do them most of the time.
- 5) I have always been able to do them.

Q5-3 Has your work routine been hindered because of the pain?

- 1) Greatly 2) Moderately 3) Slightly (somewhat)
- 4) Little (minimally) 5) Not at all

Q5-4 Have you been discouraged and depressed?

- 1) Always 2) Frequently 3) Sometimes 4) Rarely 5) Never

Q5-5 Do you feel exhausted?

- 1) Always 2) Frequently 3) Sometimes 4) Rarely 5) Never

Q5-6 Have you felt happy?

- 1) Never 2) Rarely 3) Sometimes 4) Almost always 5) Always

Q5-7 Do you think you are in decent health?

- 1) Not at all (my health is very poor)
- 2) Barely (my health is poor)
- 3) Not very much (my health is average health)

Table 1 continued

4) Fairly (my health is better than average)

5) Yes (I am healthy)

Q5-8 Do you feel your health will get worse?

1) Very much so 2) A little bit at a time

3) Sometimes yes and sometimes no 4) Not very much 5) Not at all

Regarding 0 as “no pain (numbness) at all” and 10 as “the most intense pain (numbness) imaginable,” mark a point between 0 and 10 on the lines below to show the degree of your pain (numbness) when your symptom was at its worst during the last week.

If you feel pain or stiffness in your neck or shoulders, mark the degree

0 10

If you feel tightness in your chest, mark the degree

0 10

If you feel pain or numbness in your arms or hands, mark the degree (If there is pain in both limbs, then the worse of the two)

Table 1 continued

0	10
---	----

If you feel pain or numbness from chest to toe, mark the degree

0	10
---	----

0 : No pain (numbness) at all

10 : The worst state imaginable

$Q4-2 \times 5 + Q4-3 \times 10 + Q4-4 \times 5 - 30) \times 100 \div 80$;
 quality of life: $(Q5-1 \times 3 + Q5-2 \times 2 + Q5-3 \times 2 + Q5-4 \times 5 + Q5-5 \times 4 + Q5-6 \times 3 + Q5-7 \times 2 + Q5-8 \times 3 - 24) \times 100 \div 96$. The score of each domain ranges from 0 to 100 points, which is proportional to the patients' clinical conditions [4–6].

The data of those over 90 years old were extracted from the study; then the answers of 1,629 volunteers were used for the analysis. Irrelevant data where subjects did not respond to all the questions or clearly inappropriate answers in which subjects did not follow instructions were excluded from the analyses for each domain. The Steel–Dwass test was used for multiple comparisons among different generations, and the Jonckheere–Terpstra test was used to determine age trends in each gender by domain. $P < 0.05$ was considered significant.

Table 2 Gender and age distribution of volunteers

Age groups (years)	Male	Female	Total
20–29	115	120	235
30–39	122	117	239
40–49	117	120	237
50–59	113	123	236
60–69	118	122	240
70–79	109	117	226
80–89	104	112	216
Total	798	831	1,629

Results

The volunteers comprised 798 men and 831 women. The gender and age distributions of the volunteers are shown in Table 2. The distribution of the scores for each domain in the JOACMEQ (from 10th to 90th percentile) are shown in Tables 3, 4, 5, 6, and 7. In the elderly healthy volunteers, the JOACMEQ scores decreased with age. The average score for cervical spine function was more than 90 points in the younger generation from the 20s to 60s, and in those in their 70s and 80s, the average score decreased to 80 points and 70 points, respectively (Table 3). There were significant differences in the average scores between the younger generation in their 20s to 60s and the elderly generation in their 80s in both genders. The average score for upper extremity function was more than 95 points in those in their 20s to 70s and decreased to 80 points for those in their 80s in both genders (Table 4). There were also significant differences in the average scores between the younger generations and elderly in their 80s in both genders. The average lower extremity function score was more than 95 points in those in their 20s to 60s in males and decreased to 70 points in their 80s. In females, the average score was more than 95 points in those in their 20s to 40s and decreased to <95 points in their 50s and 60s; in 70s and 80s, the average score further decreased to 80 points and 60 points, respectively (Table 5). There were significant differences in the average scores between the younger generation below 70 years of age and elderly generation above 70 in both genders. The average bladder function score was more than 90 points in the young generations in their 20s to