

研究報告



頸椎椎弓形成術術後早期の軸性疼痛が及ぼす JOACMEQ への影響と軸性疼痛に関連する因子の検討 *

上原 徹¹⁾・対馬栄輝²⁾・山田翔太¹⁾・木村新吾¹⁾・薩川裕也¹⁾
吉原 彬¹⁾・稲田 充³⁾・早川高志³⁾

【要 旨】

【目的】頸椎椎弓形成術術後3ヵ月時の軸性疼痛が及ぼす日本整形外科学会頸部脊髄症評価質問票（Japanese Orthopaedic Association Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire：以下、JOACMEQ）への影響、および軸性疼痛に関連する因子について明らかにする。【方法】頸椎症性脊髄症および後縦靱帯骨化症と診断され、頸椎椎弓形成術を施行した患者42例を対象とした。術後3ヵ月時に軸性疼痛が visual analogue scale：（以下、VAS）30 mm 以下（NP 群）、30 mm 以上（P 群）に分け、各項目別の単変量解析を行った。また NP 群 P 群を従属変数をとした多重ロジスティック回帰分析を行い、術後3ヵ月時の軸性疼痛に影響する因子を解析した。【結果】P 群は NP 群と比べ、JOACMEQ の頸椎機能および QOL が有意に低下していた。術後3ヵ月時の軸性疼痛に影響する因子として、C7slope、前後屈 ROM、女性が選択された。【結論】術後3ヵ月時の軸性疼痛は、頸椎機能および QOL を低下させることが明らかとなった。頸椎椎弓形成術後の運動療法を行う際は、術後早期より頸椎可動性の向上を図り、C7slope を減少させ、前後屈 ROM を拡大する運動療法を行う必要性がある。

キーワード：頸椎椎弓形成術、軸性疼痛、JOACMEQ

はじめに

頸椎症性脊髄症（Cervical Spondylotic Myelopathy：以下、CSM）は、頸椎脊柱管の狭い状態に経年的な頸椎の変化（後方骨棘、椎間板狭小と後方膨隆）と頸椎の前後屈不安定性や軽微な外傷が加わって脊髄麻痺を呈する疾患の総称である¹⁾。外科的治療が行われない CSM の場合、その半数に近い症例で、時間とともに神経症状が悪化する²⁾。時にそれは不可逆的となり³⁾、日常生活動作能力の低下につながる。

頸椎椎弓形成術（Cervical laminoplasty：以下、LP）は、CSM や頸椎後縦靱帯骨化症（Ossification

of the Posterior Longitudinal Ligament：以下、OPLL）に対する手術の代表的な後方侵襲手技であり、良好な治療成績が報告されている⁴⁻⁶⁾。一方で、術後合併症として C5 麻痺の発生と軸性疼痛が問題となる^{7) 8)}。術後軸性疼痛は、脊椎由来の頸部から肩関節に及ぶ痛みと定義される⁹⁾。近年では特に頸椎後方術式に関連した術後頸部痛として認識されており、術後3ヵ月から6ヵ月経過しても軽減せず、持続する¹⁰⁾。術後軸性疼痛の残存は、健康関連 QOL および患者満足度に重大な悪影響を及ぼし¹¹⁾、術後1年での有病率は約3割に

* Examination of the effects of axial pain in the early postoperative period after cervical laminoplasty on JOACMEQ and factors related to axial pain

1) 名古屋市立大学医学部附属西部医療センター
リハビリテーション科
(〒462-8508 愛知県名古屋市北区平手町1丁目1-1)
Toru Uehara, PT, Ph.D, Shota Yamada, PT, Ph.D, Shingo Kimura, PT, Yuya Satsukawa, PT, Akira Yoshihara, PT:
Department of Rehabilitation, Nagoya City University
West Medical Center, Nagoya, Japan

2) 弘前大学大学院 保健学研究科
Eiki Tsushima, PT, PhD: Graduate School of Health
Sciences, Hirosaki University, Hirosaki, Japan

3) 名古屋市立大学医学部附属西部医療センター
整形外科
Atsushi Inada, MD, Takashi Hayakawa, MD: Department
of Orthopedic Surgery, Nagoya City University West
Medical Center, Nagoya, Japan

E-mail: toru8toru22@gmail.com

も及ぶ¹²⁾される。

術後軸性疼痛発生について、植松ら¹³⁾は、傍脊柱筋損傷、項靱帯・棘間靱帯不全、C2またはC7棘突起付着筋剥離による筋機能不全、椎間関節損傷、術後後弯変形、術後頸椎可動域制限、長期間の外固定が要因であると述べている。近年では軸性疼痛と頸椎アライメントの関連についての報告¹⁴⁻¹⁹⁾が数多くみられるが、軸性疼痛の遷延が問題視される術後3ヵ月から6ヵ月時の要因について検討された報告は少ない。

CSMおよびOPLLに対してLPが行われ始めた当初より術後早期から運動療法の介入が推奨されているにも関わらず^{4) 17) 20-23)}、運動療法の効果に関する報告は少なく²⁴⁾、軸性疼痛に関連する報告の大半は、術後1年以上経過した時点での軸性疼痛に関連する因子を検討した報告が多い。一方で、軸性疼痛は術後早期と晩期では、その性質や要因が異なる^{8) 25)}とされ、術後早期の軸性疼痛とQOLの関係、および軸性疼痛に影響する因子については不明な点が多い。以上のことから、術後早期における軸性疼痛の要因を検討することは、術直後から推奨される適切な運動療法の選択において必要不可欠である。

本研究の目的は、LP術後3ヵ月時の軸性疼痛とQOLの関係、LP術後3ヵ月時の軸性疼痛に影響する因子について明らかにすることである。

対象および方法

1. 対象

対象は2016年6月～2019年12月に筆頭著者所属施設にて、整形外科医によりCSMおよびOPLLと診断され、LPを施行された患者とした。このうち術後3ヵ月時の追跡調査が可能であった42例(男性25例、女性17例、平均年齢66.4±12.3歳)を本研究の対象とした。

除外基準は頸椎手術および脳血管障害の既往のある者、神経内科系疾患を有する者、術直後より医師から頸椎カラーの継続的な装着を指示された者は除外した。なお、本研究は弘前大学大学院保健学研究科倫理委員会の承認を得て実施した(整理番号2019-025)。ヘルシンキ宣言に基づき対象者における個人情報の保護など十分に留意し、匿名化した上で実施した。

2. 術後プロトコルについて

当院の術後プロトコルは、術翌日より離床許可(可能であれば歩行可)し、2日目に硬膜外腔ドレーンを抜去する。硬膜外腔ドレーン抜去後よ

り頸部伸展筋群の等尺性筋力強化運動、疼痛自制内での自動助動による頸部可動域(ROM)運動を開始している。また、背臥位あるいは側臥位で頸部傍脊柱筋、頸部屈筋群、僧帽筋の徒手的なストレッチおよび肩甲骨周囲の筋のリラクゼーションを図った。加えて、日常的に肩甲骨の各方向への可動を頻繁に行うよう指導している。頸部伸展筋群の等尺性筋力強化運動の方法は、仰臥位に寝た状態で、顎が上がらないよう注意し頸部伸展方向に5秒間枕を押して保持する運動を10回行う。疼痛に合わせて1～3セットまで徐々にセット回数を増やす。頸椎可動域運動の方法は、仰臥位で左右回旋方向に自動運動を行なわせ、疼痛自制内でセラピストが同方向に運動を介助する、自動助動運動を行っている。左右それぞれ10回行う。退院時(術後2週)には、自主トレーニングの内容を記載したパンフレット(図1)を提供し指導を行っている。頸部屈曲方向の可動については、積極的な運動は行わないよう指導し、日常生活上、疼痛自制内での無理のない範囲で許可している。自主トレーニングは、臥位での運動に加えて、座位で両手を頭の後ろで組み、頸部伸展方向に等尺性筋力強化を行う運動(5秒間×10回3セット、3回/日)と、壁にもたれた状態で、後頭部を壁

頸椎椎弓形成術術後の運動療法

1. 頸部の伸展筋力強化



- 心地よい高さの枕に寝た状態で、頭の力で枕を下に押す運動をします。
- 5秒間、頭で枕を押し続けます。
- 5秒間押す運動を10回、3セット朝、昼、夜の3回行うと良いでしょう。



- 頭の後ろで両手を組み、5秒間後ろに押す運動を行います。
- 5秒間押す運動を10回、3セット朝、昼、夜の3回行うと良いでしょう。
- あごが上がらないように行います。

※首の痛みや上肢に痛みが出ない範囲で行って下さい!

2. 頸部の可動域訓練



- 背筋を伸ばし、正面を向いた状態であごを引きます。このとき、手であごを少し押し、後頭部が壁に当たるように首を伸ばします。
- 5秒間押す運動を10回朝、昼、夜の3回行うと良いでしょう。



- 背筋を伸ばし、右を向きます。このとき、あごの辺りを手で押します。
- 5秒間押す運動を左右5回ずつ朝、昼、夜の3回行うと良いでしょう。

※首の痛みや上肢に痛みが出ない範囲で行って下さい!

図1. 自主トレーニングのパンフレット

最近1週間ぐらいを思い出して、設問ごとに、あなたの状態にもっとも近いものの番号に○をつけてください。日や時間によって状態が変わる場合は、もっとも悪かったときのものをお答えください。

問1-1	いすに腰掛けて、首だけを動かして、自分の真上の天井をみることができますか 1) できない 2) 無理をすればできる 3) 不自由なくできる	問4-1	おしっこ（尿）を漏らすことがありますか 1) いつも漏れる 2) しばしば漏れる 3) 2時間以上おしっこ（排尿）しないと漏れる 4) くしゃみや緊張したときに漏れる 5) まったくない
問1-2	コップの水を一気に飲み干すことができますか 1) できない 2) 無理をすればできる 3) 不自由なくできる	問4-2	夜中に、トイレ（おしっこ（排尿））に起きるか 1) 一晩に3回以上起きる 2) 一晩に1、2回起きる 3) ほとんど起きることはない
問1-3	いすに座って、後ろの席に座った人の顔を見ながら話をすることが出来ますか 1) できない 2) 無理をすればできる 3) 不自由なくできる	問4-3	おしっこ（排尿）の後も、尿の残った感じがありますか 1) たいいていのあるときがある 2) あるときないときがある 3) ほとんどのときない
問1-4	階段を下りるときに、足元を見ることができますか 1) できない 2) 無理をすればできる 3) 不自由なくできる	問4-4	便器の前で（便器に座って）、すぐにおしっこ（尿）が出ますか 1) たいいていのあるときとすぐには出ない 2) すぐに出るときとすぐには出ないときがある 3) ほとんどのときとすぐに出る
問2-1	ブラウスやワイシャツなどの前ボタンを両手を使ってかけることができますか 1) できない 2) 時間をかければできる 3) 不自由なくできる	問5-1	あなたの現在の健康状態をお答えください 1) よくない 2) あまりよくない 3) よい 4) とてもよい 5) 最高によい
問2-2	さき手でスプーンやフォークを使って食事ができますか 1) できない 2) 時間をかければできる 3) 不自由なくできる	問5-2	あなたは、からだのぐあいが悪いことから、仕事や普段の活動が思ったほどできなかったことがありますか 1) いつもできなかった 2) ほとんどいつもできなかった 3) ときどきできなかったことがあった 4) ほとんどいつもできた 5) いつもできた
問2-3	片手をあげることができますか（左右の手のうち悪いほうで答えてください） 1) できない 2) 途中まで（肩の高さぐらいまで）ならあげることができる 3) すこし手が曲がるが上にあげることができる 4) まっすぐ上にあげることができる	問5-3	痛みのために、いつもの仕事はどのくらい妨げられましたか 1) 非常に妨げられた 2) かなり妨げられた 3) 少し妨げられた 4) あまり妨げられなかった 5) まったく妨げられなかった
問3-1	平らな場所を歩くことができますか 1) できない 2) 支持（手すり、杖、歩行器など）を使ってもゆっくりとしか歩くことができない 3) 支持（手すり、杖、歩行器など）があれば、歩くことができる 4) ゆっくりとならば歩くことができる 5) 不自由なく歩くことができる	問5-4	あなたは落ち込んでゆううつな気分を感じましたか 1) いつも感じた 2) ほとんどいつも感じた 3) ときどき感じた 4) ほとんど感じなかった 5) まったく感じなかった
問3-2	手で支えずに片足立ちができますか 1) どちらの足もほとんどできない 2) どちらかの足は10秒数えるまではできない 3) 両足とも10秒数える間以上できる	問5-5	あなたは疲れ果てた感じでしたか 1) いつも疲れ果てた感じだった 2) ほとんどいつも疲れ果てた感じだった 3) ときどき疲れ果てた感じだった 4) ほとんど疲れを感じなかった 5) まったく疲れを感じなかった
問3-3	あなたは、からだのぐあい悪いことから、階段で上の階へ上ることをむずかしいと感じますか 1) とてもむずかしいと感じる 2) 少しむずかしいと感じる 3) まったくむずかしいとは感じない	問5-6	あなたは楽しい気分でしたか 1) まったく楽しくなかった 2) ほとんど楽しくなかった 3) ときどき楽しい気分だった 4) ほとんどいつも楽しい気分だった 5) いつも楽しい気分だった
問3-4	あなたは、からだのぐあい悪いことから、体を前に曲げる・ひざまずく・かがむ動作をむずかしいと感じますか。どれかひとつでもむずかしく感じる場合は「感じる」としてください 1) とてもむずかしいと感じる 2) 少しむずかしいと感じる 3) まったくむずかしいとは感じない	問5-7	あなたは、自分は人並みに健康であると思いますか 1) 「人並みに健康である」とはまったく思わない 2) 「人並みに健康である」とはあまり思わない 3) ちょうど「人並みに健康である」と思う 4) ほぼ「人並みに健康である」と思う 5) 「人並みに健康である」と思う
問3-5	あなたは、からだのぐあい悪いことから、15分以上つづけて歩くことをむずかしいと感じますか 1) とてもむずかしいと感じる 2) 少しむずかしいと感じる 3) まったくむずかしいとは感じない	問5-8	あなたは、自分の健康が悪くなるような気がしますか 1) 悪くなるような気が大いにする 2) 悪くなるような気が少しする 3) 悪くなるような気がするときもしないときもある 4) 悪くなるような気はあまりしない 5) 悪くなるような気はまったくしない

図2. 日本整形外科学会頸部脊髄症評価質問票（Japanese Orthopaedic Association Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire: JOACMEQ）

次の各症状について、「痛みやしびれが全くない状態」を0、「想像できるもっともひどい状態」を10と考えて、最近1週間で最も症状のひどい時の痛みやしびれの程度が、0から10の間のいくつぐらいで表せるかを線の上に記してください。

くびや肩の痛みやこりがある 0 10
場合、その程度は

図3. 日本整形外科学会頸部脊髄症評価質問票（Japanese Orthopaedic Association Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire: JOACMEQ）の visual analogue scale (VAS) 項目

に付けるように頸部を伸展させる頸部伸展可動域運動（5秒間×10回，3回／日），頸部回旋可動域（左右5秒間×5回，3回／日）を指導している。

3. 評価項目

1) 基本情報

性別，年齢，身長，体重，BMI，疾患，術式をカルテより抽出した。

2) 軸性疼痛と疾患特異的 QOL の関係

軸性疼痛および術後 QOL の評価には，JOACMEQ²⁶⁾ の QOL ドメインを用いた（図2）。

JOACMEQ は，5つの重症度スコア（ドメイン：頸椎機能，上肢機能，下肢機能，膀胱機能，QOL），24問の患者立脚型質問票である。評価時期は術後3ヵ月時とした。軸性疼痛の評価は JOACMEQ の VAS 項目（図3）を用いて評価した。術後3ヵ月時に軸性疼痛が VAS30 mm 以下のものを良好群（NP 群），30 mm 以上のものを遷延群（P 群）に分けた¹⁵⁾。

3) 頸椎アライメントの評価（図4）

単純 X 線頸椎立位側面像 [a] [b]，機能撮像（前屈 [c]・後屈 [d]）から，1. C2-7 前弯角（C2

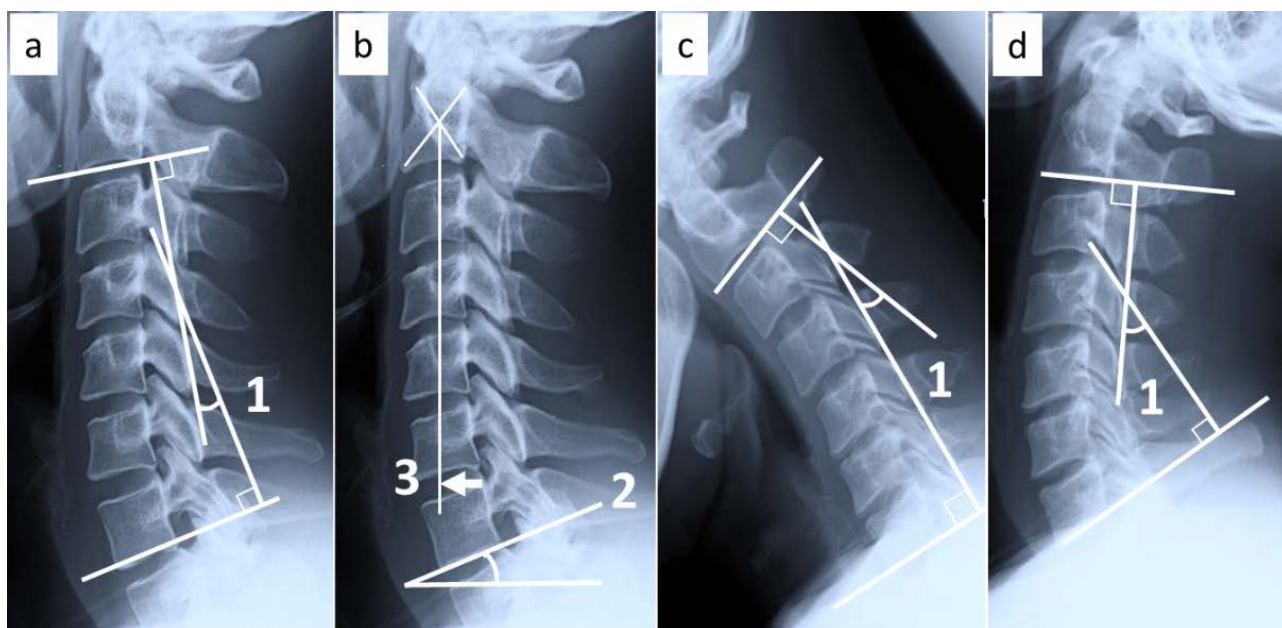


図4. 頸椎アライメントの評価 (X線)

- a : (立位側面像) 1. C2-7 前弯角 (C2 椎体下縁と C7 椎体下縁とのなす角)
 b : (立位側面像) 2. C7 slope (C7 椎体下縁と水平面の成す角)
 3. C2-7 SVA (C2 椎体中心から垂直に尾側におろした線までの C7 椎体尾側後縁からの水平距離)
 c : (機能撮像 / 前屈位) C2-7 前弯角
 d : (機能撮像 / 後屈位) C2-7 前弯角

椎体下縁と C7 椎体下縁とのなす角), 2. C7 slope (C7 椎体下縁と水平面の成す角), 3. C2-7 SVA (sagittal vertical axis : C2 椎体中心から垂直に尾側におろした線までの C7 椎体尾側後縁からの水平距離) を計測した¹⁹⁾. 計測は同一検者が行い, 測定値はそれぞれ 3 回計測した平均値を採用した. また前屈位と後屈位 C2-7 前弯角の差から, 4. 頸椎前後屈可動域 (前後屈 ROM) を算出した.

4. 統計解析

統計解析は, 良好群 (NP 群) および遷延群 (P 群) と疼痛 VAS, 年齢, 性別, 体重, BMI, 疾患, 術式, JOACMEQ の各ドメイン, 頸椎各パラメータの単変量解析を行った. また, 従属変数を NP 群, P 群とする AIC による stepwise 多重ロジスティック回帰分析を行った. 独立変数は, 多重共線性を考慮したうえで, 性別と BMI, および頸椎アライメントの各項目とした. 多重ロジスティック回帰分析の独立変数 (i) の適切な数 ($n \geq 10 \times i$) を考慮すると, 対象者数に対して解析に投入する独立変数が多いため, 事前に単変量解析を行い, 明らかに有意水準を上回った変数, つまり $p > 0.25$ となった頸椎パラメータは除外した²⁷⁾. 統計解析には R3.6.3 (CRAN, freeware) を使用し, 有意水準は 5% とした.

結果

術後 3 ヶ月時の軸性疼痛の程度による群間比較の結果を表 1 に示す. NP 群は 22 例, P 群は 20 例であった. 術後 3 ヶ月時の軸性疼痛の程度は, NP 群 9.9 ± 8.8 , P 群 54.4 ± 23.0 で有意差を認めた. 性別は NP 群が男性 18 例, 女性 4 例, P 群が男性 7 例, 女性 13 例となり P 群で有意に女性が多かった. 年齢は両群間に有意差は認められなかった. 身長および体重は, NP 群で有意に大きい結果となったが, 身長および体重においては, NP 群で有意に大きい結果となったが, 人の肥満度を表す体格指数である BMI には有意差は見られなかった. 術式は, 両群間に差は見られなかった.

JOACMEQ の各ドメインを見ると, 頸椎機能は NP 群 86.1 ± 19.1 , P 群 48.0 ± 31.1 であり, P 群で有意に頸椎機能が低下していた. 上肢機能, 下肢機能, 膀胱機能については, 両群間に有意差は認められなかった. QOL は, NP 群 63.9 ± 16.9 , P 群 52.7 ± 16.9 であり, P 群で有意に QOL が低下していた.

頸椎アライメントは, C2-7 前弯角が NP 群 $6.9 \pm 18.1^\circ$, P 群 $7.3 \pm 14.8^\circ$, C7slope は, NP 群 $23.5 \pm 10.6^\circ$, P 群 $28.0 \pm 10.4^\circ$, C2-7SVA は, NP 群 $28.0 \pm 10.2\text{mm}$, P 群 $29.1 \pm 20.4\text{mm}$, 前後屈 ROM は, NP 群 $29.7 \pm 12.4^\circ$ (前屈 ROM : $20.6 \pm$

表 1. 群間比較の結果

	NP 群 (n = 22)	P 群 (n = 20)	P
疼痛 VAS (mm)	9.9 ± 8.8	54.4 ± 23.0	.00 [§]
性別 (男 : 女)	18 : 4	7 : 13	.00 [¶]
年齢 (歳)	65.3 ± 11	67.5 ± 13.9	.57 [†]
身長 (cm)	164.9 ± 8.3	158.1 ± 11.1	.03 [†]
体重 (kg)	68.6 ± 14.8	57.8 ± 10.7	.01 [†]
BMI	25.0 ± 3.8	23.1 ± 3.0	.08 [†]
疾患 (CSM:OPLL)	17 : 5	15 : 5	.87 [†]
術式 C3-6	16	15	.41 [†]
C4-6	2	4	
CZ laminectomy+ C3-6	0	1	
C3-7	3	1	
JOACMEQ 頸椎機能	86.1 ± 19.1	48.0 ± 31.1	.00 [§]
上肢機能	88.1 ± 20.1	80.8 ± 17.7	.08 [§]
下肢機能	77.5 ± 27.1	65.1 ± 31.8	.24 [§]
膀胱機能	81.7 ± 17.9	79.8 ± 21.1	.91 [§]
QOL	63.9 ± 16.9	52.7 ± 16.9	.03 [†]
C2-7 Lordosis (deg.)	6.9 ± 18.1	7.3 ± 14.8	.94 [†]
C7 Slope (deg.)	23.5 ± 10.6	28.0 ± 10.4	.17 [†]
C2-7 SVA (mm)	28.0 ± 10.2	29.1 ± 20.4	.81 [†]
前後屈 ROM (deg.)	29.7 ± 12.4	23.5 ± 9.1	.07 [†]

平均値 ± 標準偏差

† 二標本 t 検定 § マン・ホイットニー検定 ¶ χ^2 乗検定

Visual Analogue Scale : VAS

Cervical Spondylotic Myelopathy : CSM

Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament : OPLL

Japanese Orthopaedic Association Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire : JOACMEQ

表 2. 術後 3 ヶ月時の軸性疼痛に影響する因子

	オッズ比	95% 信頼区間		Wald 検定
		下限	上限	P
(Intercept)	0.194	0.005	3.259	0.298
女性	13.305	2.731	95.972	0.003
C7 Slope	1.090	1.007	1.215	0.060
ROM	0.936	0.863	1.002	0.076

モデル χ^2 検定 P < 0.01

Hosmer - Lemeshow 検定 P = 0.547

10.4°, 後屈 ROM : 9.1 ± 6.1°, P 群で 23.5 ± 9.1° (前屈 ROM : 16.5 ± 8.8°, 後屈 ROM : 7.1 ± 6.0°) であった。頸椎アライメントの項目に有意差は認められなかった。

LP 術後 3 ヶ月時の軸性疼痛に影響する因子の結果について表 2 に示す。多重ロジスティック回帰分析の結果、性別 [女性], C7 slope, 前後屈 ROM が選択され、術後 3 ヶ月時の軸性疼痛に、女性, C7Slope, 前後屈 ROM が影響した。モデル χ^2 検定は P < 0.01 であり、Hosmer-Lemeshow 検定は P = 0.547 で有意に適合しないとはいえない、という結

果であった。

考察

1. 術後 3 ヶ月時の軸性疼痛と JOACMEQ 各ドメインの関係

JOACMEQ 頸椎機能は、『いすに腰掛けて、首だけを動かして、自分の真上の天井をみることができますか』、『コップの水を一気に飲み干すことができますか』、『いすに座って、後ろの席に座った人の顔を見ながら話をすることが出来ますか』、『階段を下りるときに、足元をみることができます

か』の4問(図1)で構成されており、主に頸椎も可動性に関連した設問となっている。本研究の結果から、術後3ヵ月時に軸性疼痛が強い症例では、疼痛により頸椎機能、すなわち頸椎可動性に何らかの制限を来している可能性が高い。

軸性疼痛とQOLの関係についてKimuraら¹¹⁾は、軸性疼痛の強さは手術後にわずかに減少したが、6ヵ月の追跡調査時に軸性疼痛は健康関連QOL測定値と有意な負の相関を示し、術後6ヵ月時に身体機能が向上するにつれて、軸性疼痛の影響がより顕著になると報告した。本研究では、術後早期である3ヵ月時においても軸性疼痛が強い症例ではQOLが有意に低い結果となり、強い軸性疼痛は、術後早期の段階からQOL低下の要因となり得ることが明らかとなった。

2. 軸性疼痛と術式の関係

LP術後軸性疼痛を予防する目的で術式の開発や修正が盛んにおこなわれてきた。C2に付着する頸半棘筋を保存する椎弓形成術^{17) 28)}では、C2棘突起への筋肉の再付着を伴う椎弓形成術と比較して軸方向の痛みを軽減できる。Hosonoら²⁹⁾は、C7を手術範囲に含めると、C7棘突起付着筋である僧帽筋と小菱形筋の不全が軸性疼痛の発生に影響するため、手術範囲からのC7除外は、椎弓形成術後の軸頸部痛を予防するための最善策であると報告している。C2およびC7棘突起に付着した筋肉を維持するC3-6椎弓形成術は、術後の軸性頸部痛の頻度を大幅に減らすと報告されている^{30) 31)}。本研究では、C2およびC7が手術範囲に含まれた症例とC2およびC7の頸半棘筋に侵襲の無いC3-6椎弓形成術の両者の間で軸性疼痛の強さに有意な差は認められなかった。術後1年以降の調査では、術式の違いが軸性疼痛に影響を及ぼすが、術後早期の軸性疼痛は、切離した筋による影響、術式の違いなどの影響を受けにくい時期であると考えた。

3. 軸性疼痛と疾患の関係

Motosuneyaら³²⁾は、頸椎後方除圧術を施行した患者の10年以上の追跡調査でCSMの患者と比較して、OPLL患者は、ROMが少なく、術後の軸性頸部痛が多かったと報告している。OPLL患者においては、術後12ヵ月時の軸頸部痛は、頸椎機能に悪影響を及ぼす¹⁹⁾との報告もみられ、椎弓形成術後の軸性症状についての長期追跡調査ではCSMと比べ、OPLLで軸性疼痛が強く、頸椎機能に影響する。一方で術後1年時、頸部矢状面アライメントと臨床転帰は明確に関連してないとの報

告³³⁾も散見される。軸性症状と疾患の影響は少なからず存在する可能性が考えられるが、本研究では、術後早期の軸性疼痛について、CSMとOPLLと間で軸性疼痛の強さに有意な差は認められなかった。これは症例数が少なかったことにより、疾患と軸性疼痛の強度との関連を見いだせなかった可能性がある。

4. 軸性疼痛と関連する因子について

術後3ヵ月時の軸性疼痛に影響する因子として、C7 Slope、前後屈ROM、女性が選択された(表2)。頸椎矢状面アライメント測定で用いられるT1 slope (T1椎体上縁と水平面の成す角)は、頸椎から腰椎骨盤アライメントまでの脊椎の全体的な矢状バランスを予測でき³⁴⁾、頸椎前彎に影響する³⁵⁾重要なパラメータである。一方で、T1傾斜は特に胸部の太い体幹を持つ肥満患者では、肩の解剖学的位置が原因でT1傾斜の測定が困難な場合があり、放射線写真で、T1上縁終板の視覚化が不明瞭になる可能性がある。Yeら³⁶⁾は、C7上縁slopeとC7下縁slopeは、T1slopeと強く相関しており、T1の上部終板が十分に視覚化されていない場合に、T1slopeを推定するための代替として使用できると報告している。Tamaiら³⁷⁾も同様に、C7上縁slopeとT1slope、C7下縁slopeとT1slopeはそれぞれに高い相関関係にあり、C7下縁slopeでより高い相関関係が認められたと報告している。本研究においても、放射線写真にてT1が不明瞭である症例が存在したため、T1slopeの代わりに、C7下縁Slopeを採用した。

頸椎矢状面アライメントと軸性症状の関連について、Fujiwaraら¹⁹⁾は、術後1年のOPLL術後軸頸部痛は、C2 SVAおよびC7slopeと強い負の相関を示した。Fujibayashiら¹⁵⁾は、3ヵ月時点で、C2-7前弯角は疼痛の強い群で有意に大きかったと報告している。術後1年以上の追跡調査において、術前あるいは術後C2-7 SVAが大きい患者では、椎弓形成術後に頸椎後方要素に対する損傷を受けやすい可能性があり、QOL低下および頸部頸部痛を引き起こす^{17) 38)}。本研究では、術後3ヵ月時の軸性症状に程度にC2-7SVAは関連していなかったが、これは本研究の対象者のC2-7SVAが比較的小さかったことが影響している可能性がある。

一方で、鳥飼ら¹⁸⁾は、術後6ヵ月時の軸性疼痛50 mm以上群と以下群の比較で、C2-7前弯角、ROM、C2-7SVA、T1slopeに有意差は無いと報告している。また術後1年以上の追跡調査において、軸性疼痛は頸椎アライメントと関連しない

とする報告も数多くみられる^{14) 15) 17) 18) 33)}。本研究では、術後3ヵ月時に T1slope が大きく、前後屈 ROM が小さい症例で強い軸性疼痛を来していた。Kim ら³⁹⁾ は、T1slope が高い患者の場合、水平方向の注視を維持するために、より多くの頸椎前彎とより多くのエネルギー消費を必要とする報告している。本研究の結果から、術後3ヵ月時において、C7 Slope が大きく、前後屈 ROM が小さい症例では、疼痛を回避するための頸椎姿勢コントロールが十分に行えず、頸椎可動性が小さいゆえに同一姿勢が続いてしまうことで疼痛を惹起した可能性がある。海渡⁴⁰⁾ は、頸椎に過度の後弯が生じ水平視障害が生じた場合には、胸腰椎で胸椎の後弯減少、腰椎の前弯増大により T1slope を小さくする代償作用が働くとして報告しており、頸椎術後運動療法において、今後は、頸部のみならず胸腰椎のアライメントに着目した運動療法を展開する必要性がある。

軸性疼痛に関連する因子として女性が選択された。頸椎椎弓形成術後の軸性疼痛と性別の関連を検討した報告は少ない。Wang ら⁴¹⁾ による頸椎後方除圧術後の軸性疼痛のメタアナリシスは、調査対象集団における男性の割合が増加するにつれて、軸性症状の有病率が徐々に減少すると報告した。Nakama ら²⁵⁾ は、術後1年時の軸性疼痛と頸部伸展筋力の間に有意な負の相関関係を報告している。Fujibayashi ら¹⁵⁾ も、術後3・6・12ヵ月のいずれの時点でも女性のほうが男性より軸性疼痛を訴え、その要因として頸部筋力の関連を示唆している。本研究も過去の報告と同様、LP 術後、男性に比べて女性が軸性疼痛を来す結果となったことから、術後に軸性疼痛の軽減させる目的で頸部伸展筋の強化を行う必要性があることが確認できた。しかし、本研究では、頸部筋力の調査を行っていないため、明確にその要因を考察することは出来ないため、今後、術後早期の軸性疼痛と性別および頸部筋力の関連を検討する必要がある。

本研究の限界として、本研究は横断的調査であり、術後3ヵ月時の軸性症状に対して、術前の疼痛や身体特性、頸椎アライメントの影響が考慮されていない。また、疾患や術式の影響を考慮するには対象者が少なかった。軸性症状と頸椎アライメントの関係性については、術後3ヵ月時の頸椎矢状面アライメントのみの検討であり、術後頸椎側屈角度¹⁵⁾ や回旋可動性¹⁶⁾ が軸性症状と関連する報告もあることから、頸椎側屈および回旋可動性や胸椎、骨盤も含めたグローバルアライメントの影響など多面的な視点での検討の余地がある。

また、本研究では、軸性症状と筋力の関連を調査、解析していないため、術後3ヵ月時の軸性症状の因子については頸部筋力を加えた更なる検討を要する。

結論

術後3ヵ月時の軸性疼痛は、頸椎機能および QOL を低下させることが明らかとなった。軸性疼痛に関連する因子として、術後3ヵ月時の C7slope と ROM、女性に関連していた。頸椎椎弓形成術後の運動療法として、軸性疼痛の軽減を目的に、術後早期より頸椎可動性の向上を図ること、頸部のみならず胸腰椎のアライメントを考慮した介入により C7slope を減少させ、頸部伸展筋群の筋力強化を行う必要性がある。

【文 献】

- 1) 日本整形外科学会／日本脊椎脊髄病学会：CSM 診療ガイドライン2015 (改訂第2版)．日本整形外科学会診療ガイドライン委員会・頸椎症性脊髄層診療ガイドライン策定委員会 (編)，南江堂，東京，2015，pp. 1-5.
- 2) Karadimas SK, Erwin WM, et al.: Pathophysiology and natural history of cervical spondylotic myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013; 38 (22 Suppl 1): 21-36.
- 3) Takasawa E, Sorimachi Y, et al.: Risk Factors for Rapidly Progressive Neurological Deterioration in Cervical Spondylotic Myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2019; 44 (12): E723-E730.
- 4) Edwards CC 2nd, Heller JG, et al.: Corpectomy Versus Laminoplasty for Multilevel Cervical Myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002; 27 (11): 1168-1175.
- 5) Manzano GR, Casella G, et al.: A prospective, randomized trial comparing expansile cervical laminoplasty and cervical laminectomy and fusion for multilevel cervical myelopathy. *Neurosurgery*. 2012; 70 (2): 264-276.
- 6) Seng C, Tow BP, et al.: Surgically treated cervical myelopathy: a functional outcome comparison study between multilevel anterior cervical decompression fusion with instrumentation and posterior laminoplasty. *Spine J*. 2013; 13 (7): 723-731.
- 7) Hale JJ, Gruson KI, et al.: Laminoplasty: a review of its role in compressive cervical myelopathy. *Spine J*. 2006; 6 (6): 289-298.

- 8) Duetzmann S, Cole T, et al.: Cervical laminoplasty developments and trends, 2003–2013: A systematic review. *J Neurosurg Spine*. 2015; 23 (1) : 24–34.
- 9) 細野昇, 米延策雄・他: 頤椎症性脊髄症における軸性疼痛. *臨床整形外科*. 1993; 28: 405–411.
- 10) Hosono N, Yonenobu K, et al.: Neck and shoulder pain after laminoplasty. A noticeable complication. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996; 21 (17) : 1969–1973.
- 11) Kimura A, Endo T, et al.: Impact of axial neck pain on quality of life after laminoplasty. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015; 40 (24) : E1292–E1298.
- 12) Wang M, Luo XJ, et al.: Prevalence of axial symptoms after posterior cervical decompression: a meta-analysis. *Eur Spine J*. 2016; 25 (7) : 2302–2310.
- 13) 植松義直, 今田正人・他: 椎弓形成術と術後軸性疼痛. *関節外科*. 2013; 32 (5) : 34–44.
- 14) Kang SH, Rhim SC, et al.: Postlaminoplasty cervical range of motion: early results. *J Neurosurg Spine*. 2007; 6 (5) : 386–390.
- 15) Fujibayashi S, Neo M, et al.: Neck muscle strength before and after cervical laminoplasty: relation to axial symptoms. *J Spinal Disord Tech*. 2010; 23 (3) : 197–202.
- 16) Kawaguchi Y, Nagami S, et al.: Relationship between postoperative axial symptoms and the rotational angle of the cervical spine after laminoplasty. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2013; 23 (SUPPL. 1) : 53–58.
- 17) Kato M, Nakamura H, et al.: Effect of preserving paraspinal muscles on postoperative axial pain in the selective cervical laminoplasty. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008; 33 (14) : 455–459.
- 18) 鳥飼秀久, 井上雅俊: 頤椎椎弓形成術後の軸性疼痛と矢状面アライメントおよび臨床成績との関連. *整形・災害外科*. 2017; 60: 343–347.
- 19) Fujiwara H, Oda T, et al.: Impact of Cervical Sagittal Alignment on Axial Neck Pain and Health-related Quality of Life After Cervical Laminoplasty in Patients With Cervical Spondylotic Myelopathy or Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament: A Prospective Comparative Study. *Clin Spine Surg*. 2018; 31 (4) : E245–E251.
- 20) Yoshida M, Tamaki T, et al.: Does reconstruction of posterior ligamentous complex with extensor musculature decrease axial symptoms after cervical laminoplasty? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002; 27 (13) : 1414–1418.
- 21) Maeda T, Arizono T, et al.: Cervical alignment, range of motion, and instability after cervical laminoplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2002; Aug (401) : 132–138.
- 22) Kawaguchi Y, Kanamori M, et al.: Preventive measures for axial symptoms following cervical laminoplasty. *J Spinal Disord Tech*. 2003; 16 (6) : 497–501.
- 23) Machino M, Yukawa Y, et al.: Cervical alignment and range of motion after laminoplasty: radiographical data from more than 500 cases with cervical spondylotic myelopathy and a review of the literature. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012; 37 (20) : 132–138.
- 24) Riew KD, Raich AL, et al.: Neck Pain Following Cervical Laminoplasty: Does Preservation of the C2 Muscle Attachments and/or C7 Matter? *Evid Based Spine Care J*. 2013; 4 (1) : 42–53.
- 25) Nakama S, Nitani K, et al.: Cervical muscle strength after laminoplasty. *J Orthop Sci*. 2003; 8 (1) : 36–40.
- 26) Fukui M, Chiba K, et al.: JOA Back Pain Evaluation Questionnaire (JOABPEQ) /JOA Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire (JOACMEQ). The report on the development of revised versions. April 16, 2007. The Subcommittee of the Clinical Outcome Committee of the Japanese Orthopaedic Association on Low Back Pain and Cervical Myelopathy Evaluation. *J Orthop Sci*. 2009; 14 (3) : 348–365.
- 27) 対馬栄輝: SPSSで学ぶ医療系多変量データ解析. 東京図書. 東京. 2008, pp. 97–134.
- 28) Takeuchi K, Yokoyama T, et al.: Axial symptoms after cervical laminoplasty with C3 laminectomy compared with conventional C3–C7 laminoplasty: a modified laminoplasty preserving the semispinalis cervicis inserted into axis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005; 30 (22) : 2544–2549.
- 29) Hosono N, Sakaura H, et al.: The source of axial pain after cervical laminoplasty–C7 is more crucial than deep extensor muscles. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007; 32 (26) : 2985–2988.
- 30) Ono A, Tonosaki Y, et al.: The relationship between the anatomy of the nuchal ligament and postoperative axial pain after cervical

- laminoplasty: cadaver and clinical study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012; 37 (26) : 1607-1613.
- 31) Sakaura H, Ohnishi A, et al.: Differences in Postoperative Changes of Cervical Sagittal Alignment and Balance After Laminoplasty Between Cervical Spondylotic Myelopathy and Cervical Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament. *Global Spine J.* 2019; 9 (3) : 266-271.
- 32) Motosuneya T, Maruyama T, et al.: Long-term results of tension-band laminoplasty for cervical stenotic myelopathy: a ten-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2011; 93 B (1) : 68-72.
- 33) Lee CK, Shin DA, et al.: Correlation between cervical spine sagittal alignment and clinical outcome after cervical laminoplasty for ossification of the posterior longitudinal ligament. *J Neurosurg Spine.* 2016; 24 (1) : 100-107.
- 34) Knott PT, Mardjetko SM, et al.: The use of the T1 sagittal angle in predicting overall sagittal balance of the spine. *Spine J.* 2010; 10 (11) : 994-998.
- 35) Yang BS, Lee SK, et al.: The Use of T1 Sagittal Angle in Predicting Cervical Disc Degeneration. *Asian Spine J.* 2015; 9 (5) : 757-761.
- 36) Ye IB, Tang R, et al.: Can C7 Slope Be Used as a Substitute for T1 Slope? A Radiographic Analysis. *Global Spine J.* 2020; 10 (2) : 148-152.
- 37) Tamai K, Buser Z, et al.: Can C7 Slope Substitute the T1 slope?: An Analysis Using Cervical Radiographs and Kinematic MRIs. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018; 43 (7) : 520-525.
- 38) Roguski M, Banzel EC, et al.: Postoperative cervical sagittal imbalance negatively affects outcomes following surgery for cervical spondylotic myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014; 39 (25) : 2070-2077.
- 39) Kim TH, Lee SY, et al.: T1 slope as a predictor of kyphotic alignment change after laminoplasty in patients with cervical myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013; 38 (16) : 992-997.
- 40) 海渡貴司：頤椎と胸椎骨盤アライメントの相互作用. *臨床整形外科*. 2020; 55: 227-233.
- 41) Wang M, Luo XJ, et al.: Prevalence of axial symptoms after posterior cervical decompression: a meta-analysis. *Eur Spine J.* 2016; 25 (7) : 2302-2310.