研究報告

頚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】頚椎椎弓形成術術後3ヵ月時の軸性疼痛が及ぼす日本整形外科学会頚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】頚椎症性脊髄症および後縦靭帯骨化症と診断され，頚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の頚椎機能および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，頚椎機能およびQOLを低下させることが明らかとなった．頚椎椎弓形成術後の運動療法を行う際は，術後早期より頚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：頚椎椎弓形成術，軸性疼痛，JOACMEQ

はじめに

頚椎症性脊髄症（Cervical Spondylotic Myelopathy：以下，CSM）は，頚椎脊柱管の狭い状態に経年的な頚椎の変化（後方骨棘，椎間板狭小と後方膨隆）と頚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．

頚椎椎弓形成術（Cervical laminoplasty：以下，LP）は，CSMや頚椎後縦靭帯骨化症（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，脊椎由来の頚部から肩関節に及ぶ痛みと定義される[9)]．近年では特に頚椎後方術式に関連した術後頚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

（受付日　2021年12月8日／受理日　2022年4月18日）

も及ぶ[12]される．

術後軸性疼痛発生ついて，植松ら[13]は，傍脊柱筋損傷，項靭帯・棘間靭帯不全，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，術後頚椎可動域制限，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頚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．

除外基準は頚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頚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頚部伸展筋群の等尺性筋力強化運動，疼痛自制内での自動介助による頚部可動域（ROM）運動を開始している．また，背臥位あるいは側臥位で頚部傍脊柱筋，頚部屈筋群，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．頚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頚部伸展方向に 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．頚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，自動介助運動を行っている．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．頚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，頚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

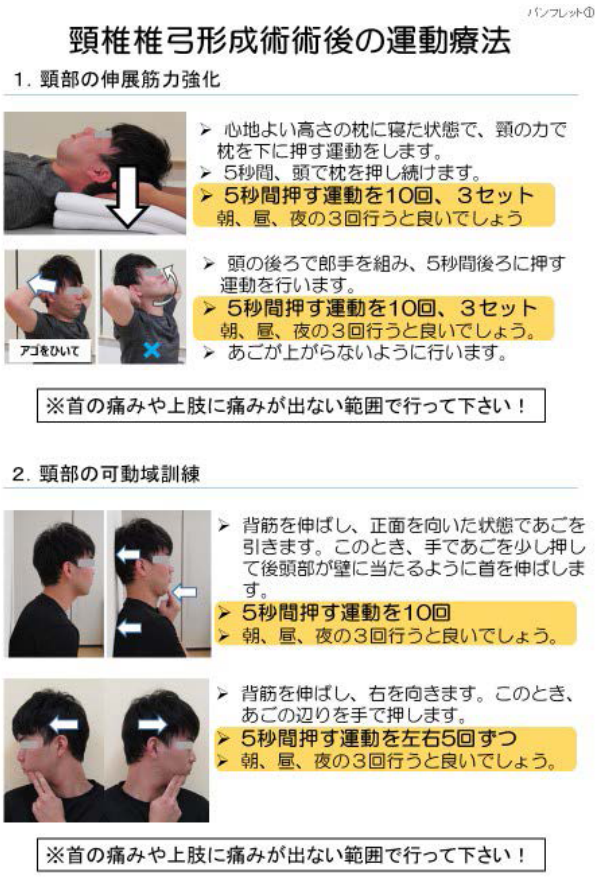

図 1．自主トレーニングのパンフレット

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2-2　き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3-3　あなたは、からだのぐあいが悪いことから、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3-4　あなたは、からだのぐあいが悪いことから、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3-5　あなたは、からだのぐあいが悪いことから、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) くしゃみや気張ったときに漏れる　5) まったくない

問4-2　夜中に、トイレ（おしっこ（排尿））に起きますか
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) たいていのときにある　2) あるときとないときがある　3) ほとんどのときにない

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) たいていのときすぐには出ない　2) すぐに出るときとすぐには出ないときがある
3) ほとんどのときすぐに出る

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したか
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) ときどきできないことがあった　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) かろうじて「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）

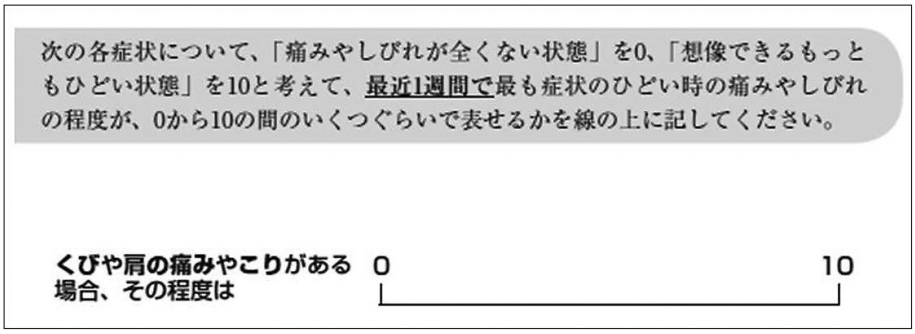

図3. 日本整形外科学会頸部脊髄症評価質問票（Japanese Orthopaedic Association Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire：JOACMEQ）のvisual analogue scale（VAS）項目

に付けるように頚部を伸展させる頚部伸展可動域運動（5秒間×10回，3回／日），頚部回旋可動域（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，JOACMEQ[26]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：頚椎機能，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）頚椎アライメントの評価（図4）

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

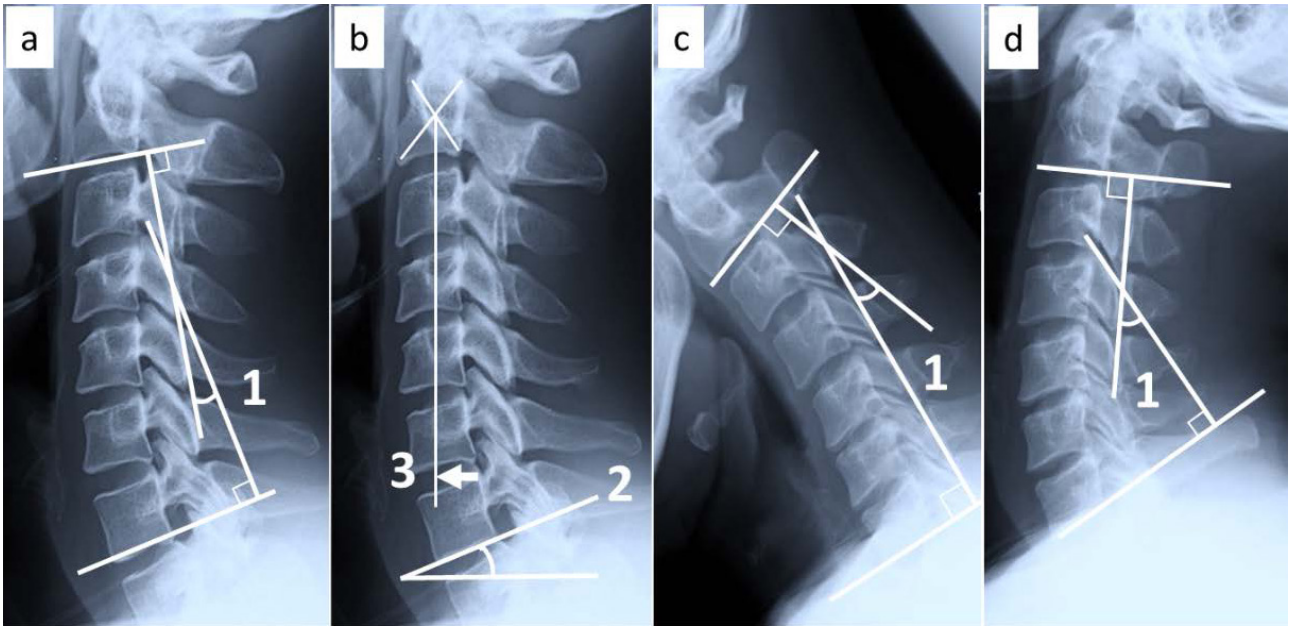

図 4．頚椎アライメントの評価（X 線）

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．頚椎前後屈可動域（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，頚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，および頚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 ≧ 10 × 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 $p > 0.25$ となった頚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 ヵ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 ヵ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，頚椎機能は NP 群 86.1 ± 19.1，P 群 48.0 ± 31.1 であり，P 群で有意に頚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．

頚椎アライメントは，C2-7 前弯角が NP 群 6.9 ± 18.1°，P 群 7.3 ± 14.8°，C7slope は，NP 群 23.5 ± 10.6°，P 群 28.0 ± 10.4°，C2-7SVA は，NP 群 28.0 ± 10.2mm，P 群 29.1 ± 20.4mm，前後屈 ROM は，NP 群 29.7 ± 12.4°（前屈 ROM：20.6 ±

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　頚椎機能	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§
膀脱機能	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 二乗検定
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ヵ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．頚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ヵ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ヵ月時の軸性疼痛に，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ヵ月時の軸性疼痛とJOACMEQ各ドメインの関係

JOACMEQ頚椎機能は，『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，足元を見ることができます

か』の 4 問（図 1）で構成されており，主に頚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，疼痛により頚椎機能，すなわち頚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 に付着する頚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 の頚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，頚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，頚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，頚椎機能に影響する．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）．頚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，頚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．

頚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，椎弓形成術後に頚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，軸性疼痛は頚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頚椎姿勢コントロールが十分に行えず，頚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，頚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報告しており，頚椎術後運動療法において，今後は，頚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．頚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)]による頚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年時の軸性疼痛と頚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，その要因として頚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頚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，頚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頚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，頚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．軸性症状と頚椎アライメントの関係性については，術後3ヵ月時の頚椎矢状面アライメントのみの検討であり，術後頚椎側屈角度[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，頚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頚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，頚椎機能および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，女性が関連していた．頚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，術後早期より頚椎可動性の向上を図ること，頚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，頚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・頚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：頚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：頚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, Nitanai 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：頚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.