

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）  
総合研究報告書

腰部脊柱管狭窄症 紹介指針の作成について

研究分担者 野原 裕 獨協医大整形外科教授  
種市 洋 同准教授

研究要旨：腰部脊柱管狭窄症診断サポートツールを用いたプライマリーケア医による診断と運動器専門医への紹介の実態調査を行った。脊柱管狭窄症典型例において、診断サポートツールはプライマリーケア医による病歴徴収と診察のみによる診断に有用であったが、神経学的診断をもとに評価される身体所見は運動器専門医による評価との一致率が低く問題である。ついで、腰部脊柱管狭窄症として大学病院に紹介された患者の健康関連QOLを調査し、内科を中心としたプライマリーケア医と整形外科開業医からの紹介患者の重症度の違いを調査した。疼痛関連障害と歩行機能障害の程度は整形外科開業医からの紹介患者がプライマリーケア医より有意に高度であった。これは運動器専門医である整形外科開業医はプライマリーケア医と比し、より徹底した保存療法を行った上で、手術患者を選択して大学病院へ紹介したことによると思われる。紹介指針として、プライマリーケア医は診断サポートツールを用いた診断に基づき、本症を運動器専門の診療所へ紹介し、そこで適切な保存療法を行う。難治例は手術目的に対応可能な病院に紹介するという2段階の診診連携、病診連携を構築すべきである。重症患者の評価には日本整形外科学会腰痛評価質問票（Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation Questionnaire: JOABPEQ）が有用である。

A. 研究目的

腰部脊柱管狭窄症診断サポートツール（以下、サポートツール）とは、プライマリーケア医が病歴と診察のみから腰部脊柱管狭窄症を大まかに診断するためのツールであり、画像診断などを行わないため、確定診断はでき

ないが、腰部脊柱管狭窄症と考えられる患者の大部分を見つけだすことが可能である。日本脊椎脊髄病学会の研究班で作成され、2006年に発表された。項目は大きく病歴、問診、身体所見の三項目からなる。病歴は年齢（60歳未満：0点、60-70

歳：1点。71歳以上：2点）、糖尿病の既往（あり：0点、なし：1点）、問診は間欠跛行（あり：3点、なし：0点）、立位で下肢症状悪化（あり：2点、なし：0点）、前屈で下肢症状が軽快（あり：3点、なし：0点）、身体所見は前屈による下肢症状出現（あり：-1点、なし：0点）、後屈による下肢症状出現（あり：1点、なし：0点）、ABI（Ankle Brachial pressure Index）（0.9以上：3点、0.9未満：0点）、ATR（Achilles Tendon Reflex）低下・消失（あり：1点、正常：0点）、SLR（Straight Leg Raising）テスト（陽性：-2点、陰性：0点）となっている。

サポートツール使用上の留意点としては、感度は93%（脊柱管狭窄症を見逃す可能性は10%以下）であり、得意度は72%（7点以上でも腰部脊柱管狭窄症ではない可能性が30%程度ある）ということである。除外診断が必要な疾患として、腫瘍性疾患（悪性腫瘍の転移など）、感染性疾患などの重篤な病態がある。本研究では第1段階として、プライマリーケア医から運動器専門医への腰部脊柱管狭窄症の紹介指針を作成するために、プライマリーケア医による脊柱管狭窄症の診断に際してのサポートツールの有用性や問題点を検証する。

腰部脊柱管狭窄症に対する治療は薬物療法、理学療法などの保存治療と神経除圧を主目的とした手術治療に分けられる。第2段階の研究目的は、一般診療所（プライマリーケアまたは整形外科）から主に手術を目的として大学病院に紹介された腰部脊柱管狭窄症患者の健康関連QOLを調査し、紹介元の専門診療科の違いにより患者の重症度に差があるかどうかを明らかにすることである。

## B. 研究方法

第1研究で対象とした医師会は、研究機関（獨協医大整形外科）に隣接する4医師会（宇都宮市医師会 上都賀郡市医師会、下都賀群市医師会、小山地区医師会）である。

紹介元となる医師会に依頼し、医師会での説明会および文書での説明（腰部脊柱管狭窄症の概要、サポートツールの概要）を行う。ついで医師会所属のプライマリーケア医を対象に参加可否のアンケートを行い、「可」の医療機関にサポートツール送付する。参加可否のアンケートには、プライマリーケア医が対象とする患者のうち腰部脊柱管狭窄症に関連のある症状を有する患者の割合を概数で回答してもらうアンケートも同時に実施した。協力医療機関では、プライマリーケア医がサポートツールで患者を評価し、運動器専門医の診断・治療が必要と判断した場合、サポートツールを添付し、専門医への紹介を行う。この紹介は日常の病診連携の一環として行われるものとした。

プライマリーケア医によりサポートツールで評価を受け紹介された患者は、紹介先病院（獨協医大・整形外科）にて画像診断を含めた総合的診断を受ける。同時に運動器専門医（整形外科医）によるサポートツールでの評価を行い、プライマリーケア医による評価との違いや、プライマリーケア医が評価不能であった項目（未記載項目）等を検討する。

研究期間は1年間（2010年4月～2011年3月）とする。通常病診連携の一環として行われるため、診察・検査結果などはプライマリーケア医へフィードバックされる。倫理面では日常臨床の一環として行われるため

特段の問題はなく、また、調査結果の公表には患者のプライバシー保護には十分な配慮がされる。

第2研究では、2011年1月1日から6月30日までの6ヶ月間に、病診連携として一般診療所から獨協医科大学病院整形外科に紹介された患者は246例のうち腰部脊柱管狭窄症と診断された47例(19.1%)を対象とした。紹介時年齢は平均47歳(41~87歳)、性別は男:27例、女20例であった。紹介元は整形外科診療所(0群):23例(48.9%)、内科を中心としたプライマリーケア医の診療所(P群):24例(51.1%)であった。これらの患者の健康関連QOLを日本整形外科学会腰痛評価質問票(Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation Questionnaire: JOABPEQ)およびOswestry Disability Index(ODI)を用いて評価し、紹介元の専門診療科別に比較検討した。また、腰痛、下肢痛、下肢しびれの程度はVisual Analogue Scale(VAS:フルスコア10cm)で調査し、同様に比較検討した。統計検定にはWilcoxonの順位和検定を用い、 $p<0.05$ を有意差ありとした。

### C. 研究結果

第1研究:アンケート送付総計631件(承諾:107、否:64、未回収:460)、宇都宮224件(承諾:27、否:13、未回収:184)、小山地区164(承諾:28、否:24、未回収:112)、下都賀地区124(承諾:35、否:19、未回収:70)、上都賀地区119(承諾:17、否:8、未回収:94)、科別には内科70%、外科8%、その他22%であった。外来患者のうち症状を有するのは内科(腰痛15%、下肢痛しびれ6%、

歩行障害4%)、外科(腰痛17%、下肢痛痺れ8%、歩行障害4%)、その他(腰痛、20%、下肢痛痺れ9%、歩行障害4%)、合計(腰痛16%、下肢痛しびれ8%、歩行障害4%)であった。

平成22年6月~12月における腰部脊柱管狭窄症の開業医からの紹介は整形外科が65件、内科が25件(うち協力施設12件)、その他5件(うち協力施設2件)であり、そのうち診断サポートツールを添付していたのは9件(64%)であった。これは研究協力施設107施設中9施設(8.4%)からの紹介となっていた。

診断サポートツール点数は、プライマリーケア医は平均12.5点、整形外科医は平均13.7点と近い点数となっていたが整形外科医の方が点数が高い結果となった。腰部脊柱管狭窄症の確定診断は9例中8例の89%だった。腰椎椎間板ヘルニアの合併を2例に認めた。

プライマリーケア医との診断の一致率をみると多くの項目が100%であったが、問診の項目の「立位で下肢症状悪化」が一致率78%、「前屈で下肢症状が軽快」が一致率89%、身体所見の項目で「前屈による下肢症状出現」は一致率89%、「ATR低下・消失」は一致率57%、「SLRテスト」は一致率33%であった。回答率が不良であった項目はABI、ATR、SLRテストであり、70~80%台という結果となった。

第2研究:紹介元の専門科別のJOABPEQ各ドメインのポイント(中央値)を示す。疼痛関連障害はP群:71ポイント、0群:21.5ポイントと0群で有意に低値(重症)であった( $p=0.0209$ )。歩行機能障害はP群:43ポイント、0群:21ポイントと0群が有意に低値

であった ( $p=0.0457$ )。一方、腰椎機能障害は P 群、O 群ともに 50 ポイント、社会生活障害は P 群 : 43 ポイント、O 群 : 32 ポイント、心理的障害は P 群 42 ポイント、O 群 : 29 ポイントと各群間に有意差はなかった。次に ODI (中央値) をみると P 群 : 55.6%、O 群 : 37.8% と O 群が低い (重症) の傾向はあったものの統計学的有意差には至らなかった ( $p=0.2118$ )。一方、VAS (中央値) は腰痛で P 群 : 5.0cm、O 群 : 5.8cm、下肢痛では P 群 : 6.4cm、O 群 : 6.7cm、下肢しびれでは P 群 : 7.0cm、O 群 : 6.7cm とそれぞれ有意差はなかった。

#### D. 考察

プライマリーケア医と整形外科医の一致率が不完全 (80~90%台) な項目は問診の「立位で下肢症状悪化」と「前屈で下肢症状が軽快」であった。これは運動器専門医は患者にわかりやすい状況などを例示しながら問診を行い、より高い確率で患者から症状を聞き出せたことによると考えられる。また、身体所見の「前屈による下肢症状出現」「ATR」「SLR テスト」が一致率が低かった (30~50%台) が、これは多くのプライマリーケア医にとってこれらの神経学的診察項目がなじみの薄いものであって、正確に所見がとれなかったことが原因と考えた。

プライマリーケア医からの紹介患者は整形外科開業医からの紹介患者より、健康関連 QOL のうち、腰部脊柱管狭窄症の主症状である疼痛関連および歩行機能の障害が有意に軽度であることが明らかとなった。これは運動器疾患が専門である整形外科診療所からは、徹底した保存療法にもかかわらず症状の

改善がなかった症例が手術適応患者として紹介されたのに対し、プライマリーケア医からは本症が疑われた時点で紹介されたことによる差と考えられる。このことから、プライマリーケア医で本症を診断し、運動器疾患専門である整形外科診療所へ紹介 (診診連携) を行い、そこで徹底的な保存療法が施行し、なお、治療効果の現れない重症患者を大学病院等の手術治療を行う施設へ紹介 (病診連携) するのが本症治療の基本的パターンであることが示唆された。

#### E. 結論

脊柱管狭窄症典型例において、診断サポートツールはプライマリーケア医による病歴徴収と診察のみによる診断に有用であった。しかしながら、プライマリーケア医と整形外科医間で、神経学的所見の一致率は低かった。特に腰部脊柱管狭窄症とヘルニアとの鑑別を目的とした SLR テストの一致率は 3 割程度であることからサポートツールの項目としては不適當な可能性があると考えられた。

腰部脊柱管狭窄症は少なからぬ症例がプライマリーケア医を受診している実態がある。プライマリーケア医は診断サポートツールを用いて本症を適切にスクリーニングし、整形外科診療所へ保存治療目的で紹介する。そこで専門的な保存療法を行い、保存治療抵抗性の患者を手術目的に大学病院などの専門施設で紹介するという診診連携、病診連携を活用した 2 階建ての紹介指針を提案する。

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

1. 種市 洋、稲見 聡、並川 崇、竹内

大作、岩井智守男、加藤仲幸、野原裕：Mini-Open TLIF-術後背筋障害軽減を可能とした新しい腰椎後方再建術-日本腰痛会誌 15：73-78, 2009

腰椎すべり症 (Grade 2 以上) に対する矯正固定術の手術成績。日整会誌 85：S483

2. 種市 洋：Mini-open TLIF の術後背筋障害に関する臨床研究 J MIOS 53：21-25, 2009
3. 森平 泰、須田浩太、楫野知道、種市 洋：腰椎椎間孔狭窄に対する傍脊柱筋間アプローチを用いた mini-open TLIF。脊椎脊髄 23：533-538, 2010
4. 並川 崇、種市 洋：腰痛の検査 ② 画像診断。からだの科学 266：44-49, 2010
5. 種市 洋：腰椎変性後弯症に対する脊椎骨切りまたは椎体間解離を併用した矯正固定術。整・災外 53：1015-1022, 2010
6. 種市 洋、加藤仲幸：変性すべり症に対する Mini-open TLIF。低侵襲脊椎固定術のための傍脊柱筋間アプローチと正中アプローチの併用。整形外科 Surgical Technique 1：15-27, 2011
7. 種市 洋、竹内大作：脊椎手術後感染症。[整形外科治療と手術の合併症 富士武史編] 金原出版、東京、2011：242-247

## 2. 学会発表

1. 種市 洋、稲見 聡、並川 崇、竹内大作、岩井智守男、加藤仲幸、野原 裕：腰椎変性後・側弯症に対する治療戦略。J. Spine Res. 2：433
2. 稲見 聡、種市 洋、並川 崇、竹内大作、岩井智守男、加藤仲幸、野原 裕：

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）  
総合研究報告書

腰部脊柱管狭窄症に対する運動療法に関する研究

中間季雄，萩原 秀，乗松祐佐，小島隆治， 下都賀総合病院整形外科  
高野智秀 同 リハビリテーション部  
星野雄一 自治医科大学大学整形外科教授

研究要旨 腰部脊柱管狭窄症(LSS)に対する運動療法を探る目的で、健常若年者、健常高齢者、LSS 症例を対象に、近赤外線分光法、表面筋電図を用い、腰部傍脊柱筋の動作時の筋活動、血流動態を検討した。健常者では、体幹前屈動作では脊柱筋に鬱血を生じ、歩行時の腰背筋の血流動態は一定である。一方、LSS 症例においては、体幹前屈動作で腰背筋の鬱血が強くなる例、虚血が強くなる例が観察され、歩行時の血流動態も健常者と同じパターンを示す例、徐々に虚血を生じる例、血流動態が不安定な例が観察された。その原因としてLSS 症例ごとの姿勢や脊柱アライメントの違い、LSS 特有の歩行時の体幹前傾による両側腰背筋の交互収縮の低下が関与している。LSS では、症例ごとに脊柱アライメントや姿勢が異なり、腰背筋の筋活動、血流動態は一様ではない。LSS の運動療法を考えるには、脊柱筋の変性を防止するためにも早期から脊柱筋の筋活動、筋血流動態の解析と個々の症例に応じた運動処方重要である。

A. 研究目的

腰部脊柱管狭窄症（lumbar spinal stenosis, LSS, 以下LSS）は、安静時には症状がないため見逃される可能性があり、また症状の発現を嫌がるため運動不足になるなど高齢者の運動機能低下を招く重大な疾患である。保存療法、手術療法も確立されつつあるが、LSS に対する運動療法については今まで注目されることは少なく、LSS における体幹筋の筋活動、筋血流など、基礎的なデータに乏しいのが現状である。

一般にLSS においては、体幹を伸展させると症状が悪化するため、患者は体幹を前傾して歩くことが多く、体幹前屈での歩行指導や体幹前屈位を保持するコルセットなどが処方されている。しかし脊柱の後弯変形は、後弯に伴い脊柱筋内圧の上昇を来た

して強い腰痛と間欠性跛行が出現するなど体幹の前傾は必ずしも良好な姿勢とは言えない。様々な姿勢や歩行運動に伴う脊柱筋の筋活動、血流動態を知ることは、LSS に対する運動療法を考えていく上では極めて重要な課題であるといえる。

近赤外線分光法（near-infrared spectroscopy, NIRS）は、低侵襲で局所のヘモグロビン量の測定が可能で<sup>1)</sup>、近年体幹筋の評価にも応用されている。本研究の目的は、NIRS と表面筋電図を用いて、健常者、LSS 症例における姿勢や歩行と脊柱筋の筋活動、血流動態について検討し、LSS に対する運動療法の基礎を探ることである。

## B. 研究方法

### 【対象と方法】

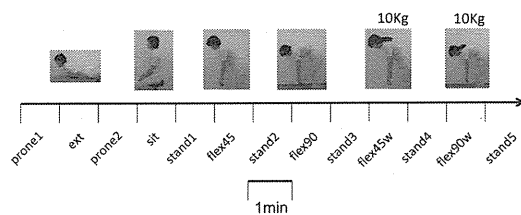
対象は若年健常男性 14 名（平均年齢 24 歳）、健常高齢女性 6 名（平均年齢 63 歳）、LSS 症例 17 名（男 8 名、女 9 名、平均年齢 70 歳）である。表面筋電計は Myo System 1400（NORAXON 社、USA）、NIRS は TOS-96（トステック社、東京）を使用した。血流動態の指標としてヘモグロビンインデックス（hemoglobin index, HbI、測定部位の総ヘモグロビン量の変化率）を用い<sup>2)</sup>、被検筋は第 3～4 腰椎傍脊柱筋を選んだ。

連続動作負荷テストとして、安静腹臥位（prone1）、腹臥位での体幹背屈（ext）、安静腹臥位（prone2）、座位（sit）、立位（stand1）、立位体幹 45 度前屈（flex45）、立位（stand2）、立位体幹 90 度前屈（flex90）、立位（stand3）、立位体幹 45 度前屈+10kg 重量物負荷（重錘を両肩甲部に置く）（flex45w）、立位（stand4）、立位体幹 90 度前屈+10kg 重量物負荷（flex90w）、立位（stand5）の各動作を連続で行わせた。（図 1）。

立位・歩行連続運動負荷テストは、トレッドミル上に立たせ、はじめに安静立位、体幹前屈 45 度、立位、体幹前屈 90 度、立位とし、続いてトレッドミル上歩行を行わせた。歩行速度は時速 1.5km とし、最後に安静立位とした（図 2）。

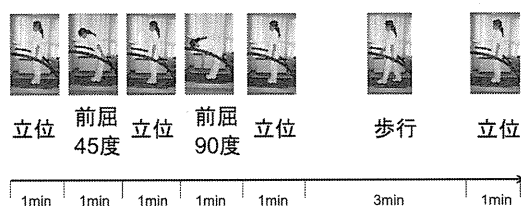
以上の負荷動作時の筋活動、HbI を連続的に測定した。

なお、本研究の施行にあたっては、自治医科大学倫理委員会の規定に従い、被検者に検査の内容、重要性、危険性などを十分に説明、全員より同意を得たうえで行った。



【図 1】連続動作負荷テスト

はじめに安静腹臥位からスタートし、各動作は 1 分間とした



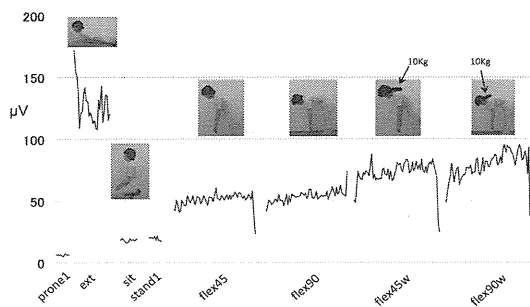
【図 2】立位・歩行連続運動負荷テスト

立位から始め、体幹前屈動作の後、トレッドミル歩行を 3 分間行わせる。歩行以外の動作は各 1 分間である。

## C. 研究結果

### 【姿勢と筋活動】

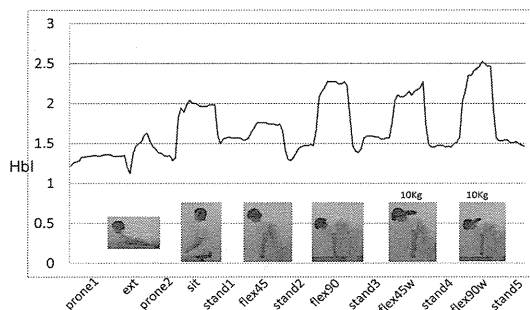
健常者の様々な姿勢における腰背筋の筋活動を示す（図 3）。安静腹臥位ではまったく収縮はないが、腹臥位体幹伸展動作（求心性収縮）が最も筋活動は高く、座位、立位、体幹 45 度前屈、体幹 90 度前屈、体幹前屈+重量物負荷と負荷が増えるにつれて筋活動量は増大していく。この傾向は高齢者、LSS 症例においても同様である。



【図3】姿勢と筋活動. 23歳健常男性.

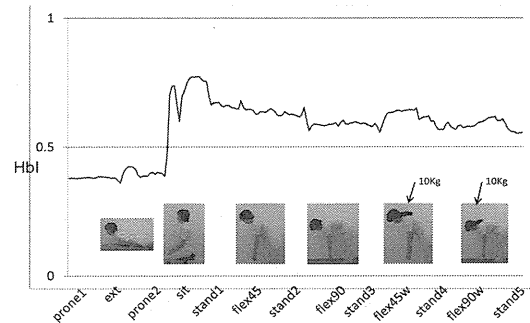
【姿勢と腰背筋の血流動態】

健常者における HbI の変化は、腹臥位体幹伸展では全体的に変化は軽度であるが、座位、前屈動作、前屈動作+負荷時において HbI は急激に上昇してほぼ平衡に達し、立位をとると急激に低下した (図4)。この傾向は健常高齢者においても同様であった。他の循環動態が一定の条件下で体幹の前屈、負荷の増大に伴い HbI が急激に上昇するという事実は、脊柱筋の遠心性収縮で最初におきる現象は腰背筋の鬱血と考えられる<sup>3)</sup>。鬱血の増大が筋内圧の上昇を来し結果的に筋血流の低下、すなわち虚血を起こすと考えられる。



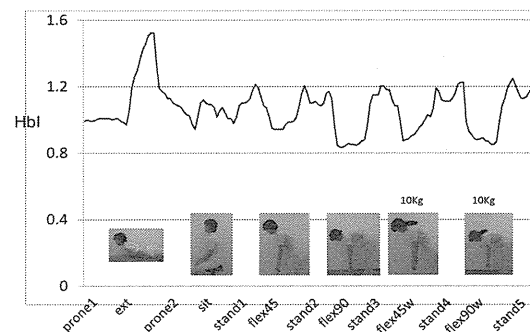
【図4】各姿勢における HbI の変化. 23歳健常男性. 特に体幹前屈時 (腰背筋の遠心性収縮) には HbI が急上昇し、立位になると元に戻る。

一方、LSS 症例では、健常者に近いパターンを示す例もあるが、ほとんどの例において顕著な違いを示した (図5)。



【図5】HbI の変化. LSS 症例. 79歳女性. 本例では、座位から HbI が上昇したままでその後の動作でも徐々に低下するのみで全体に高い値を維持している。

一方、健常者と全く逆のパターンを示す例もあった (図6)。



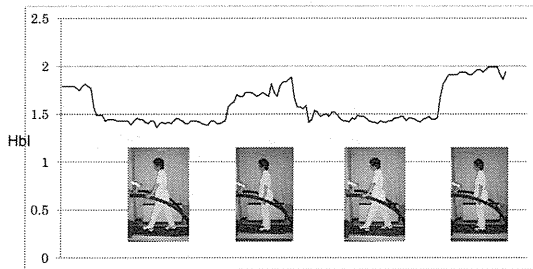
【図6】HbI の変化. LSS 症例. 70歳女性. 体幹前屈時は HbI が急激に低下し、健常者と全く逆パターンを示している。

すなわち、LSS などの腰椎が後弯傾向となる例では、腰背筋に慢性鬱血が存在している場合と筋の虚血が強い例が存在することが考えられる



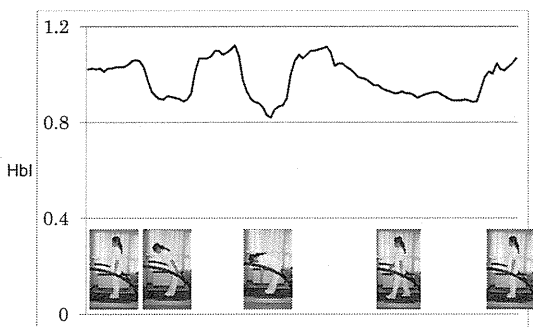
### 【歩行と腰背筋の血流動態】

健常男性では歩行開始とともに HbI はすぐに低下し、ほぼ一定の値を維持する。歩行を中止すると再び上昇して一定の値をとる (図 7)。



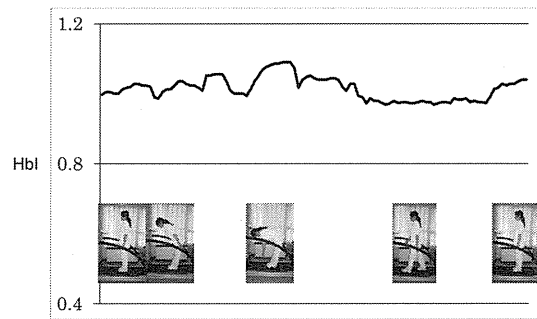
【図 7】歩行時の HbI の変化. 健常者. 26 歳男性.

一方, LSS 症例では, 体幹前屈動作では HbI が低下し立位で上昇するが, 歩行負荷を加えても HbI はすぐに変化せず, 徐々に低下していき, 歩行を中止すると HbI は上昇するパターンが認められた (図 8). この傾向は特に体幹が前傾した患者にみられる. また, これらの症例では術中所見でも脊柱筋の萎縮が強く, 歩行時の前傾姿勢が強い.



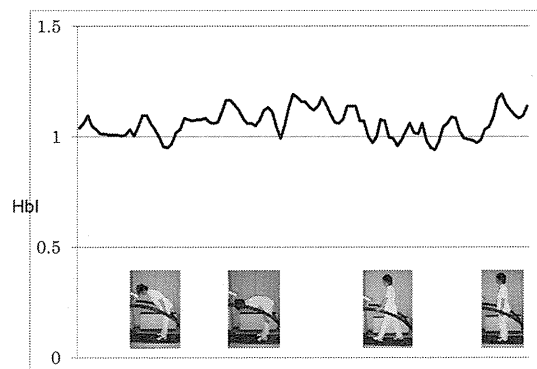
【図 8】歩行時の HbI の変化. LSS 症例. 79 歳女性.

一方, 健常者と同じパターンを示す例も存在した (図 9). このような正常パターンに近い症例は脊柱の萎縮もなく, 姿勢も良好な例に多かった.



【図 9】歩行時の HbI 変化. LSS 症例. 73 歳女性. 歩行開始とともに HbI はすぐに定常値をとる. 体幹前屈でも HbI は上昇するなど健常若年男子と同じパターンである.

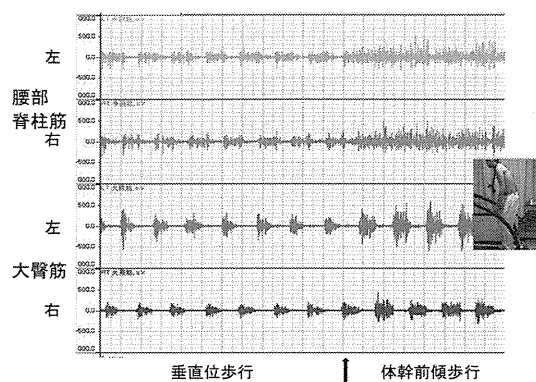
さらに歩行時 HbI が不安定な動きを示した例もあった (図 10). 本例では歩行時の姿勢も左右にぶれ, 歩行時は常に腰痛を訴えていた.



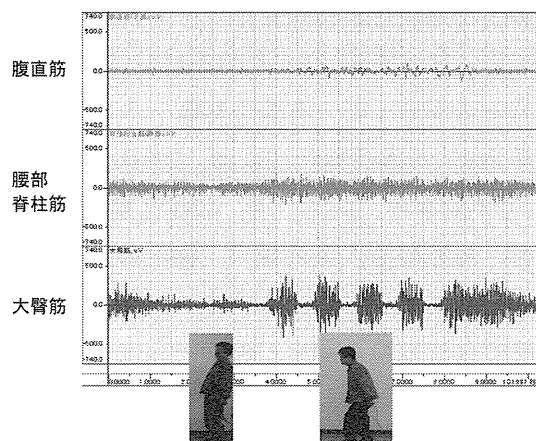
【図 10】歩行時の HbI 変化. LSS 症例. 70 歳男性. 歩行時も HbI の動きは不安定で, 歩行中も腰痛の訴えが強い.

#### D. 考察

以上のように、同じ LSS 症例においても、姿勢や脊柱のアライメントにより腰背筋の収縮度合いや血流動態は異なると考えられる。正常では歩行時の脊柱筋は左右交互に収縮するが、体幹前傾に伴い脊柱筋は持続収縮、すなわち鬱血を強いられる(図 11)。特に体幹前傾が強い例ではこの持続収縮(図 12)のために筋の pumping 作用が減少して図 8 のようなパターンを示すと考えられ<sup>4)</sup>、また歩行時の体幹のぶれが強いと図 10 のようなパターンを示すと推定される。



【図 11】健康者の歩行時筋活動. 26 歳男性. 中間位姿勢での歩行では脊柱筋は交互に収縮するが体幹前傾時は持続収縮する.



【図 12】歩行時の体幹前傾が強い例. 84 歳女性. 歩行時は脊柱筋が持続収縮している.

先述したように、LSS 症例においても健康者と同じ血流パターンを呈した症例は姿勢が良好で、脊柱筋も比較的筋量を保っている例が多いことから、このような例には腰背筋の左右交互収縮を促すような腰背筋の運動療法は、筋力強化のみならず筋の pumping による血流改善のためにも重要なエクササイズといえる。一方、最も問題となるのは、脊柱筋の萎縮が著しい例に対する運動療法であろう。このような例では脊柱アライメントを矯正しても筋力の回復を促すのは不可能に近い。脊柱筋がいったん変性に陥るとすでに運動療法の効果を上げることは極めて困難であり、脊柱筋の変性を防止するためにも治療早期から脊柱筋へのアプローチ、すなわち筋活動、筋血流動態の解析が極めて重要である。

#### E. 結論

LSS では、症例ごとに姿勢や脊柱アライメントが異なり、腰背筋の筋活動、血流動態は様々ではない。LSS の運動療法を考えるには、脊柱筋の変性萎縮を防止するためにも早期から脊柱筋の筋活動、筋血流動態の解析と個々の症例に応じた運動処方が重要である。

#### 【参考文献】

- 1)Hamaoka T. et al: Noninvasive measures of oxidative metabolism on working human muscles by near infrared spectroscopy. J Appl Physiol 81(3):1410-1417, 1996.
- 2)Nakagawa E. et al: A new system for noninvasive measurement of cerebral regional oxygen supply. In Proc. 18<sup>th</sup> Ann. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol.

Soc. :1072-1073, 1996.

3) 中間季雄, 吉田直幸, 寺門大輔, 金子 操, 吉川一郎, 星野雄一: 体幹前屈動作は腰背筋の鬱血を生じる—表面筋電図と近赤外線分光法を用いた腰背筋での検討— 運動療法と物理療法 18(3):215-219, 2007.

4) 大武真紀, 金子 操, 中間季雄, 星野雄一: 近赤外線分光法を用いた局所筋血流動態の検討 運動療法と物理療法 16(3):219-223, 2005.

#### F. 健康危険情報 なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

1) 大武真紀, 金子 操, 中間季雄, 星野雄一: 近赤外線分光法を用いた局所筋血流動態の検討. 運動療法と物理療法 16(3):219-223, 2005

2) 篠原光正, 中間季雄, 星野雄一, 似内希久子: 首下がりの臨床的特徴の研究. 整形・災害外科 49(11):1327-1330, 2006

3) 中間季雄, 吉川一郎, 渡邊英明, 大上仁志, 山室健一, 星野雄一: 体幹筋の筋活動と筋血流動態に関する研究 —高齢者の脊椎後弯に伴う腰背部痛の発生機序—. 厚生労働科学研究 研究費補助金 長寿科学総合研究事業 高齢者の運動機能低下評価法と回復運動療法開発研究 平成 17 年度総括・分担研究報告書 (主任研究者越智隆弘): 122-124, 2006

4) 中間季雄, 吉田直幸, 寺門大輔, 金子 操, 吉川一郎, 星野雄一: 体幹前屈動作は腰背筋の鬱血を生じる—表面筋電図と近赤外線分光法を用いた腰背筋での検討— 運動療法と物理療法 18(3):215-219, 2007

5) 中間季雄, 吉川一郎, 渡邊英明, 山室健一, 星野雄一: 体幹筋の筋活動と筋血流動態に関する研究 —高齢者の脊椎後弯に伴う腰背部痛の発生機序—. 厚生労働科学研究費補助金 長寿科学総合研究事業 高齢者の運動機能低下評価法と回復運動療法開発研究 平成 17 年度~18 年度 総合研究報告書 (主任研究者 越智隆弘): 161-170, 2007

6) 中間季雄, 加藤征樹, 遠藤 実, 原田 亮, 高野智秀, 星野雄一: 腰部脊柱管狭窄症の運動療法に関する研究 —表面筋電図と近赤外線分光法を用いた腰背筋の検討— 厚生労働科学研究費補助金長寿科学総合研究事業 腰痛の診断, 治療に関する研究「腰部脊柱管狭窄症の診断・治療法の開発」平成 21 年度総括・分担研究報告書 (主任研究者 高橋和久): 39-46, 2010

7) 遠藤照頭, 井上泰一, 木村 敦, 安食孝士, 中間季雄, 森田光哉, 関矢 仁, 星野雄一: 脊髄損傷ラットにおける補助歩行訓練後の神経原性疼痛と発症機序の検討. 運動・物理療法 21(3):279-284, 2010

8) 星野雄一, 篠原光正, 星地亜都司, 中間季雄: 特発性頸椎後弯症 —いわゆる首下がり. J. Spine Res. 1:147-153, 2010

9) 中間季雄: 筋・筋膜性腰痛. からだの科学 266. 日本評論社:21-26, 2010

10) 中間季雄, 萩原 秀, 加藤征樹, 金谷裕司, 高野智秀, 星野雄一: 腰部脊柱管狭窄症の運動療法に関する研究 —歩行と腰背筋の血流動態に関する検討— 厚生労働科学研究費補助金長寿科学総合研究事業 腰痛の診断, 治療に関する研究「腰部脊柱管狭窄症の診断・治療法の開発」平成 22 年度総括・分担研究報告書 (主任研究者 高橋

和久), 平成 23 年 4 月 ; 41-48, 2011  
11) 杉本直哉, 萩原佳代, 関矢 仁, 星地亜都司, 吉川一郎, 星野雄一, 中間季雄 : 大腿骨近位部骨折は減少しているのか. Osteoporosis Japan, 19(2);59(187)-62(190), 2011  
12) Amemiya M, Yashiro T, Kikuchi M, Kouki T, Nakama S, Hoshino Y, Scanning and transmission electron microscopic observation of femoral head feeding vessels in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. Med Mol Morphol 44:139-145, 2011  
13) 中間季雄 : 腰部脊柱管狭窄症の問題点とその対策 運動療法の問題点とその対策. 整・災外 54; 1039-1047, 2011

## 2. 学会発表

- 1) 中間季雄, 吉田直幸, 寺門大輔, 金子操, 星野雄一 : 体幹筋の血流動態. 第 35 回日本脊椎脊髄病学会, 平成 18 年 4 月 21, 22 日 横浜市, 日本脊椎脊髄病学会雑誌 17(1), 439, 2006  
2) 中間季雄, 吉田直幸, 寺門大輔, 金子操, 吉川一郎, 星野雄一 : 体幹筋の筋収縮と筋血流. 第 31 回日本運動療法研究会 平成 18 年 7 月 1 日 慶応大学病院, 東京  
3) 吉田直幸, 寺門大輔, 金子操, 中間季雄 筋活動と血流動態 一体幹筋での検討 - 第 18 回日本運動器リハビリテーション学会 平成 18 年 7 月 15 日 岡山市  
4) Nakama S, Yoshida N, Terakado D, Kaneko M, Hoshino Y Assessment of lower-back muscle using surface electromyography and near-infrared spectroscopy. Spine Across the Sea 2006, Kapalua, Maui, Hawaii, USA, July 23-27, 2006  
5) 中間季雄, 吉田直幸, 寺門大輔, 金子操, 篠原光正, 山室健一, 小島正博, 渡邊英明, 吉川一郎, 星野雄一 : 頸部伸展筋の血流動態 - 腰椎との比較検討 - 第 37 回日本脊椎脊髄病学会 平成 20 年 4 月 24 日, 京王プラザホテル, 東京都 日本脊椎脊髄病学会雑誌 19(1) pp163, 2008  
6) 中間季雄, 吉田直幸, 寺門大輔, 金子操, 渡邊英明, 山室健一, 篠原光正, 吉川一郎, 星野雄一 : 頸部伸展筋の血流動態 - 腰椎との比較検討 - 第 81 回日本整形外科学会 平成 20 年 5 月 22-25 日, 札幌市, 日整会誌 82(3) ppS639, 2008  
7) Nakama S, Yoshida H, Terakado D, Kaneko M, Hoshino Y In task of forward flexion of the upper body, the back muscles are in a congestive condition. Spine Week 2008, Geneva, 26-31 May, 2008  
8) 中間季雄, 星野雄一 : 腰部脊柱管狭窄症の運動療法に関する研究 - 表面筋電図と近赤外線分光法を用いた腰背筋の検討 - 厚生労働科学研究費補助金長寿科学総合研究事業 「腰部脊柱管狭窄症の診断・治療法の開発」 第 3 回班会議 平成 22 年 1 月 22 日, ホテル日航東京, 東京  
9) 中間季雄, 星野雄一 : 腰部脊柱管狭窄症の運動療法に関する研究 - 表面筋電図と近赤外線分光法を用いた腰背筋の検討 - 厚生労働科学研究費補助金長寿科学総合研究事業 「腰部脊柱管狭窄症の診断・治療法の開発」 研究成果報告会 平成 22 年 1 月 30 日, 慶応大学医学部, 東京  
10) 渡邊英明, 関矢 仁, 高德賢三, 高田 尚, 星地亜都司, 吉川一郎, 中間季雄, 刈谷裕

成, 星野雄一:人工膝関節全置換術 術前後のMD-CTによるVTE発生率. 第83回日本整形外科学会学術総会. 平成22年5月27~30日, 東京国際フォーラム, 東京

11) 杉本直哉, 関矢 仁, 星地亜都司, 星野雄一, 中間季雄:3回骨折を生じた大腿骨単純性骨嚢腫の1例. 第43回日本整形外科学会骨・軟部腫瘍学術集会. 平成22年7月15, 16日, 京王プラザホテル, 東京, 日整会誌 84(6):S922, 2010

12) Nakama S, Kato M, Endo M, Harada R, Kohno T Blood volume change in lower back muscles in healthy males and patients with lumbar spinal stenosis. SICOT 2010, Gothenburg, Sweden, Abstract:pp34, 2010

13) 井上泰一, 中間季雄, 木村 敦, 遠藤照頭, 星地亜都司, 星野雄一:胸椎黄色靭帯骨化症における血管新生と低酸素誘導因子の関連について. 第25回日本整形外科学会基礎学術集会 平成22年10月14, 15日 京都国際会館, 京都市, 日整会誌 84(8), ppS1131, 2010

14) 加藤征樹, 菊池元史, 中間季雄, 星野雄一, 屋代 隆: S100-GFP トランスジェニックラットを用いた骨格筋における神経筋接合部・神経分枝の形態学的検討 -速筋, 遅筋での新たな形態的違いの発見- 第25回日本整形外科学会基礎学術集会 平成22年10月14, 15日 京都国際会館, 京都市, 日整会誌 84(8), ppS1321, 2010

15) Nakama S, Kohno T, Hagiwara S, Kato M, Harada R, Hoshino Y Blood volume change in lower back muscles in healthy males and patients with lumbar spinal stenosis. 7<sup>th</sup> Combined Meeting of the Orthopaedic

Research Societies (CORS) 2010, October 16-20, 2010, Kyoto, Japan

16) 中間季雄:腰背筋の筋収縮と血流動態 第18回日本腰痛学会シンポジウム「体幹筋からみた腰痛へのアプローチ」平成22年10月30日, 札幌プリンスホテル, 札幌市, 抄録集 pp39, 2010

17) 中間季雄, 萩原 秀, 加藤征樹, 金谷裕司:腰背筋の筋収縮と血流動態 -健康者と腰部脊柱管狭窄症における検討- 第49回栃木県農村医学会, 平成22年11月6日, コンセーレ, 宇都宮市

18) 中間季雄, 星野雄一:腰部脊柱管狭窄症の運動療法に関する研究 -歩行と腰背筋の血流動態- 平成22年度厚生労働科学研究費補助金長寿科学総合研究事業研究成果合同報告会 平成23年1月8日, 東京医科歯科大学, 東京都

19) 金谷裕司, 加藤征樹, 萩原 秀, 中間季雄, 松村福広:大腿骨転子部骨折(AO分類31-A2)における遠位横止めスクリーンの必要性に関する前向き検討. 第37回日本骨折治療学会, 平成23年7月1, 2日, パシフィコ横浜, 横浜市, 骨折 33(Suppl.) S144, 2011

20) Nakama S, Hagiwara S, Kato M, Kanaya Y, Watanabe H Surgical intervention for spinal deformity associated with galactosialidosis. SICOT 2011 XXV Triennial World Congress, September 6-9, Prague, Czech Republic

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）  
総合研究報告書

腰部脊柱管狭窄症の新しい保存療法開発に関する研究

研究分担者 谷 俊一（高知大学整形外科教授）  
木田 和伸（高知大学整形外科講師）  
公文 雅士（高知大学整形外科）  
中島 紀綱（高知大学整形外科）

**研究要旨** 馬尾性間欠跛行を呈する中心型腰部脊柱管狭窄症（以下 LSS）に対する新しい保存療法として足関節部脛骨神経に対する低電流反復刺激法（運動閾値の 1.2 倍の強度で 5 分間）を開発した。claudication distance が有意に改善し F 波の平均潜時が有意に短縮した。一方、PGE1 製剤と生理食塩水との間でクロスオーバー臨床試験を行った結果、PGE1 製剤の即時効果は確認できなかった。低電流反復刺激法については、電気生理学的手法を用いて治療効果のメカニズムをさらに解明し、簡便でハンディな新しい保存的治療デバイスを開発中である。

**A. 研究目的**

LSS 重症例には手術療法が適用されるが、高齢に伴う全身合併症のために手術リスクが高い症例が増加し、有効な保存療法の開発が望まれている。現在、LSS に対して最も広く用いられている保存療法は PGE1 製剤の内服であるが、PGE1 との併用、あるいは PGE1 無効例や副作用により内服できない場合に有効な保存療法の選択肢として末梢神経低電流反復刺激法（以下 RNS）を開発することである。

**B. 研究方法**

(1) 中心型 LSS 症例 15 例と健常例 10 例を対象に末梢神経 RNS 法の臨床的効果と電気生理学的效果を評価した。臨床評価は claudication distance（以下 CD）、電気生理学的评价是 F 波を用いた。足関節部脛骨

神経に対して皿電極により低電流 RNS（運動閾値の 1.2 倍の強度で 1Hz、5 分間）を行い、その前後で CD と母趾外転筋 F 波（100 回記録）を評価した。刺激と記録はともに皿電極を用いた。

(2) 中心型 LSS 患者 5 例を対象に PGE1 製剤と生理食塩水との間でクロスオーバー臨床試験をダブルブラインドにておこなった。まず生理食塩水の点滴を受け次に 1 週間以上の間隔で PGE1 製剤の点滴を受ける A 群と、逆にまず PGE1 製剤の点滴を受け次に生理食塩水の点滴を受ける B 群に分類した。点滴の前後で CD と母趾外転筋 F 波（100 回記録）を評価した。

**C. 研究結果**

(1) F 波伝導速度は健常例の平均 58.8 m/s と比較して LSS 群で平均 53.3 m/s で有意に

遅延しており ( $p < 0.03$ )、それは脛骨神経低電流 RNS 後には、健常例では変化がなかったが (平均 58.8 m/s)、LSS 群では有意に改善した (55.5 m/s;  $p < 0.009$ )。健常例では脛骨神経低電流 RNS 前後で F 波の出現率、F/M 振幅比、最短潜時、平均潜時に有意差はなかった。一方、LSS 群では 15 例中 12 例で RNS 後に CD が改善した ( $65 \pm 19$  m vs  $133 \pm 37$  m;  $p = 0.003$ )。CD が改善した 12 例 (68~84 歳、平均 75 歳) における RNS 前後の F 波は、出現率 ( $72 \pm 5\%$  vs  $68 \pm 6\%$ ;  $p = 0.41$ ) と F/M 振幅比 ( $2.9 \pm 0.6\%$  vs  $2.6 \pm 0.7\%$ ;  $p = 0.4$ )、平均潜時では有意差はなかったが、最短潜時 ( $48.3 \pm 1.7$  ms vs  $46.5 \pm 1.4$  ms;  $p = 0.007$ ) では有意差が認められ RNS 後に F 波潜時は有意に短縮した。

(2) 生理食塩水点滴の場合 ( $n=5$ )、CD : 注射前  $154$  m  $\pm$   $104$  m、注射後  $161$  m  $\pm$   $107$  m、F 波出現率 : 注射前  $96\%$   $\pm$   $3\%$ 、注射後  $96\%$   $\pm$   $3\%$ 、F/M 振幅比 : 注射前  $2.3\%$   $\pm$   $0.8\%$ 、注射後  $2.3\%$   $\pm$   $0.6\%$ 、F 波平均潜時 : 注射前  $53.4$  ms  $\pm$   $4.5$  ms、注射後  $52.9$  ms  $\pm$   $3.9$  ms、F 波最短潜時 : 注射前  $49.9$  ms  $\pm$   $3.8$  ms、注射後  $48.6$  ms  $\pm$   $5.0$  ms であった。一方、PGE1 製剤点滴の場合 ( $n=5$ )、CD : 注射前  $134$  m  $\pm$   $90$  m、注射後  $145$  m  $\pm$   $78$  m、F 波出現率 : 注射前  $97\%$   $\pm$   $6\%$ 、注射後  $96\%$   $\pm$   $1\%$ 、F/M 振幅比 : 注射前  $2.5\%$   $\pm$   $0.8\%$ 、注射後  $2.4\%$   $\pm$   $0.5\%$ 、F 波平均潜時 : 注射前  $53.5$  ms  $\pm$   $3.5$  ms、注射後  $52.7$  ms  $\pm$   $3.0$  ms、F 波最短潜時 : 注射前  $49.1$  ms  $\pm$   $4.6$  ms、注射後  $48.8$  ms  $\pm$   $4.7$  ms であった。生理食塩水と PGE1 製剤の効果を比較すると、CD や F 波パラメータに有意差は認められなかった。

#### D. 考察

脛骨神経低電流 RNS により CD が有意に改善し、このとき母趾外転筋 F 波の最短潜時が有意に短縮した。F 波の平均潜時は短縮しなかったことを考え合わせると、RNS により伝導速度の速い軸索をもつ大型の前角細胞が動員された可能性が考えられる。そのメカニズムに関しては経頭蓋磁気刺激法による運動誘発電位による評価など更なる電気生理学的検査が必要であるが、LSS の重要な臨床症状である IC が改善したことは LSS の新しい保存的治療法となる可能性が高く、LSS の高齢患者数が急増する社会状況を考えるとその意義はきわめて大きい。現在、RNS 刺激装置をリチウム電池内蔵の電極と無線による操作が可能な簡便でハンディな新しい保存的治療デバイスとして製品化に向け検討している。

#### E. 結論

馬尾性間欠跛行を呈する中心型 LSS に対する新しい保存療法として足関節部脛骨神経に対する低電流 RNS 法を開発した。CD が有意に改善し F 波の最短潜時が有意に短縮した。一方、PGE1 製剤と生理食塩水との間でクロスオーバー臨床試験を行った結果、PGE1 製剤の即時効果は確認できなかった。脛骨神経低電流 RNS については、電気生理学的手法を用いて治療効果のメカニズムをさらに解明し、簡便でハンディな新しい保存的治療デバイスを開発中である。

#### F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) 谷 俊一, 他. 臨床神経生理学 37 (2), 60~71, 2009, 4.
- 2) 谷 俊一. 今日の診断指針 第6版, 1508~1509, 2010, 3.
- 3) 谷 俊一. 日本老年医学会雑誌 47 (2), 127~130, 2010, 3.
- 4) Izumi M, et al. Eur J Vasc Endovasc Surg 39 (5), 642~645, 2010, 5.
- 5) 谷 俊一, 他. 整形外科臨床パサージュ1 腰痛のクリニカルプラクティス, 55~59, 2010, 6.
- 6) Kawasaki M, et al. Journal of Spine Research 2 (2), 264~267, 2011, 2.
- 7) 喜安克仁, 他. 中部日本整形外科災害外科学会雑誌 54 (3), 479~480, 2011, 5.
- 8) 木田和伸, 他. 中部日本整形外科災害外科学会雑誌 54 (4), 813~814, 2011, 7.
- 9) Fujisawa R, et al. Clin Neurophysiol. 2011 Jul ; 122 (7) : 1405~1410.
- 10) Kohno S, et al. J Orthop Surg. 2011 Aug ; 19 (2) : 141~144.

### 2. 学会発表

(国際学会)

- 1) Izumi M, et al. 5th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine (ISPRM), Istanbul, Turkey, 2009, 6.
- 2) Kida K, et al. Global Spine Congress, San Francisco, USA, 2009, 6.
- 3) Izumi M, et al. 56th Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society, New Orleans, Louisiana, 2010, 3.
- 4) Izumi M, et al. ORS 2012 Annual Meeting,

San Francisco, California, 2012, 2

(国内学会)

- 1) 公文雅士, 他. 第39回日本臨床神経生理学会, 北九州市, 2009, 11.
- 2) 公文雅士, 他. 第83回日本整形外科学会, 東京都, 2010, 5.
- 3) 公文雅士, 他. 第25回日本整形外科学会基礎学術集会, 京都市, 2010, 10.
- 4) 榎 勇人, 他. 第84回日本整形外科学会(Web開催:横浜市), 2011, 5.
- 5) 公文雅士, 他. 第20回日本脊椎インストラクターメンテーション学会, 久留米市, 2011, 10.

## H. 知的財産権の出願・登録状況

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし



厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）  
総合研究報告書

腰部脊柱管狭窄症に対する低侵襲手術法の開発に関する研究

研究分担者 千葉一裕 慶應義塾大学整形外科

研究要旨：腰部脊柱管狭窄症の重症例に対して行われる従来の後方除圧術では、手術侵襲に起因した術後の腰椎部傍脊柱筋の萎縮が高頻度に認められ、術後成績不良因子の一つとして考えられてきた。そのため、われわれは正中で棘突起を縦割して傍脊柱筋を極力温存して神経組織の除圧を行う「腰椎棘突起縦割式椎弓切除術（縦割法）」を開発した。本研究ではラット縦割術動物モデルを作製し、術後の組織学的変化、そしてreal time polymerase chain reaction (real time PCR)を用いて、筋組織萎縮の進行と回復過程を検討した。組織評価とreal time PCR の検討の結果、筋萎縮は縦割群で有意に低下しており、縦割法は術後筋組織の筋萎縮を軽減できる手術手技の一つであることが示唆された。

A. 研究目的

中高齢者になると、腰部脊柱管が狭窄し神経組織障害を引き起こす、いわゆる腰部脊柱管狭窄症の発症頻度が増加する。その重症例に対して腰椎後方除圧術が広く行われてきた。しかし、術後に手術侵襲に起因した腰椎部傍脊柱筋の萎縮が高頻度に認められ、遺残性腰痛など術後成績不良因子の一因として考えられてきた。そのため、当科では腰椎棘突起に傍脊柱筋を付着させたまま、正中で棘突起を縦割して椎弓を展開する「腰椎棘突起縦割式椎弓切除術（縦割法）」を開発した（図

1）。本方法により、傍脊柱筋の温存が可能になり、さらに良好な臨床成績を残してきた。

本研究の目的は、ラットを用いた縦割法動物モデルを作製し、傍脊柱筋の術後組織変化を詳細に検討し、さらに、real time PCRを用いて、筋萎縮の進行と回復過程を検討した。

B. 研究方法

組織学的検討：棘突起付着部を温存した縦割法群（N=45）と棘突起より傍脊柱筋を剥離した従来法群（N=35）を作製した。術後1、3、5日、1、2、3週で傍脊柱筋横断面のパラフィン切片を作製し、HE染色を行って多裂筋の筋占拠率（多裂筋の組織全体に対する割合）を両群間で比較検討した。さらに凍結切片を用いて、術後1日、1週でIba-1抗体を用いた免疫染色を行い、両群における炎症細胞の浸潤についても部位別に比較検討した。

Real time PCRでの検討：ラットの棘突起を傍脊柱筋の付着させたまま縦

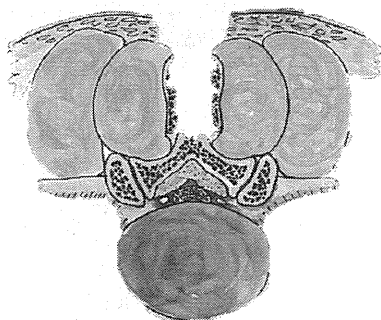


図1

割して展開した縦割法群 (N=4) と、棘突起から傍脊柱筋を剥離して棘突起を切除して展開した従来法群 (N=4) を作製した。30 分の展開の後、閉創した。さらに皮切のみ加えたコントロール群 (N=3) を用意した。そして、展開後 1 日、4 日、7 日で傍脊柱筋 (多裂筋) より mRNA を抽出し、real-time PCR を用いて筋萎縮マーカーである MuRF1, Atrogin を定量的に評価した。

### C. 結果

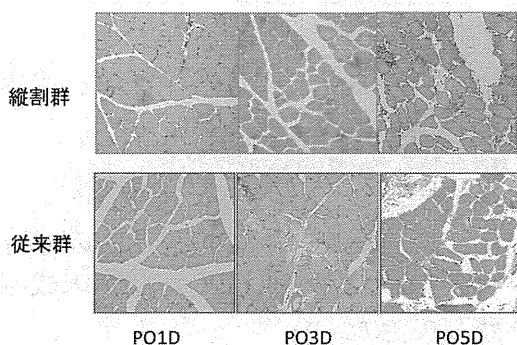


図 2

HE 染色による検討では、術後 1 日-3 週のいずれにおいても従来法群では大小不同、円形化や角状化など、筋細胞の変形が多い傾向にあり、筋組織の細胞外液量の増加も多い傾向にあった (図 2)。また術後 1 週・2 週のいずれにおいても単核細胞の浸潤が多

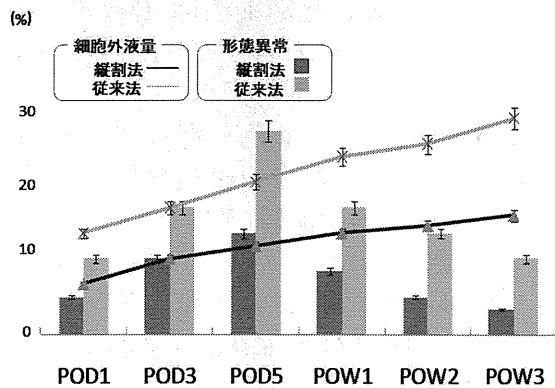
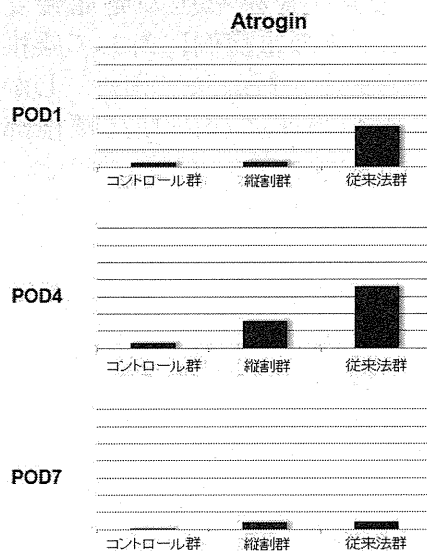


図 3

い傾向にあった。一方、縦割法群では

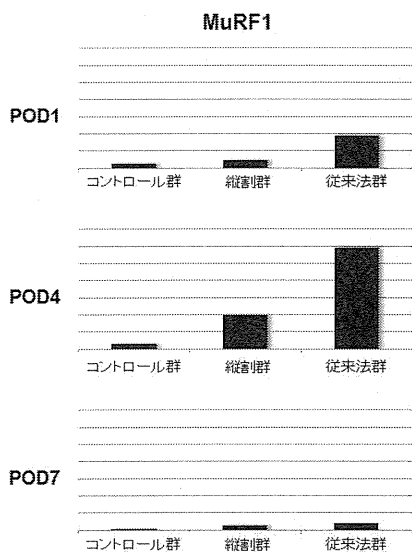
筋細胞の変形は少なく、細胞外液量の増加も従来群と比較して少ない傾向にあった (図 3)。筋残存率は、縦割法群では術後 1 週で  $37.7 \pm 6.51\%$ 、術後 2 週で  $28.5 \pm 3.46\%$  であった。一方、従来群では術後 1 週で  $13.3 \pm 0.35\%$ 、術後 2 週で  $13.5 \pm 0.55\%$  であった。術後 1 週・2 週ともに筋残存率は従来法群で有意に低く、経時的な筋萎縮の進行は縦割法群で大きい傾向にあった。Iba-1 陽性細胞の密度は、術後 1 週では縦割法群  $0.346(\text{cells}/\mu\text{m}^2 \times 10^3)$ 、従来法群  $0.952(\text{cells}/\mu\text{m}^2 \times 10^3)$  であり、従来法群で有意に高かった ( $p < 0.05$ )。

Atrogin: 術後 1 日目には従来法群だけで発現の上昇が認められたが、術後 4 日目には縦割法群でも上昇が認められた。しかし、術後 7 日目には、従来法群、縦割法群ともコントロールと同様のレベルまで発現が低下していた。



MuRF1: Atrogin と同様の傾向を認めた。すなわち、術後 1 日目には従来法法群だけで発現の上昇が認められたが、術後 4 日目には縦割法群でも上昇が認められた。しかし、術後 7 日目には、従来法群、縦割法群と

もコントロールと同様のレベルまで発現が低下していた。



#### D. 考察

ラット縦割法群は従来法群と比較して術後1日-3週での傍脊柱筋萎縮は有意に少なく、この結果は、我々が過去に行った臨床研究と同様であり、ラット縦割モデルは臨床における縦割法を再現していると考えられた。従来法群では、脱神経された筋組織に特徴的な筋細胞の大小不同化・円形・角状化あるいは細胞外液量の増加などを認めたことから術後筋萎縮の一つの要因として筋組織の剥離に伴う脱神経の関与が示唆された。また、縦割法群は従来法群と比較して術後早期の炎症細胞の浸潤が少なかったことより、術後筋萎縮と炎症細胞浸潤との関与が示唆された。

Real-time PCR を用いた実験では、縦割法群で筋萎縮マーカーである Atrogin と MuRF1 の発現が術後1日目、4日目で従来群と比較して低下していたことより、縦割法群では筋萎縮が従来法群より少ないことが裏付けられた。さらに、これら二つの萎縮マーカー

は発現が術後4日で最も高いことより、これ以降は筋の萎縮進行は鈍化すると考えられた。筋萎縮とともに、筋の再生が始まることも予測され、今後は、筋再生のマーカーを用いた局所での発現の違いの検討、そして、局所の組織学的な検討を考慮する必要があると考えられた。今後はこのラット縦割式椎弓切除モデルを用いてさらに長期の術後経過を観察し、筋組織の萎縮・変性・再生の評価を行う必要があると考えている。

#### E. 結論

傍脊柱筋の棘突起付着部を温存する縦割法は、術後筋組織の筋萎縮を軽減できる手術手技の一つであることが示唆された。今後はさらに詳細な術後経過を観察し、筋組織の萎縮・変性・再生の評価を行う予定である。

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

渡辺航太, 千葉一裕. 透析患者さんと腰椎疾患 -腰部脊柱管狭窄症と破壊性脊椎関節症-. 腎不全を生きる. 2010 10月25日;42:42-49.

渡辺航太, 戸山芳昭, 千葉一裕, 松本守雄. 脊柱管狭窄症に対する棘突起縦割式椎弓切除術. OS NOW Instruction. 2011:17-27.

渡辺航太, 戸山芳昭, 千葉一裕, 松本守雄. 腰部脊柱管狭窄症に対する腰椎棘突起縦割式椎弓切除術の有効性. 別冊 整形外科59 運動器疾患に対する最小侵襲手術. 2011; 59:103-107.

渡辺航太, 千葉一裕. 腰椎棘突起縦割式椎弓切除術. 臨床整形外科. 東京: 株式会社 医学書院; 2011. p. 507-513.

渡辺航太, 戸山芳昭, 千葉一裕, 松本守雄. 腰部脊柱管狭窄症に対する低侵襲除圧術の問題点とその対策. 整形・災害外科. [特集]. 2011 8月;54(9):1059-1065.

石井賢, 千葉一裕. 内科医のための腰部脊柱管狭窄症の必須知識 2. 保存的治療: プライマリ・ケア医と

- しての薬物療法. *Modern Physicia*  
n. 2011;1063-1066.
- 渡辺航太, 細金直文, 辻崇, 石井賢,  
中村雅也, 千葉一裕, 戸山芳昭,  
松本守雄. 腰椎変性すべり症に対  
する棘突起縦割式椎弓切除術の治  
療成績. *東日本整形災害外科学会  
雑誌*. 2011;23(1):9-14.
- Matsumoto M, Watanabe K, Tsuji T,  
Ishii K, Takaishi H, Nakamura  
M, Toyama Y, Chiba K, Michikawa  
T, Nishiwaki Y. Nocturnal leg  
cramps: a common complaint in p  
atients with lumbar spinal cana  
l stenosis. *Spine (Phila Pa 197  
6)* 2009;34-5:E189-94.
- Watanabe K, Matsumoto M, Ikegami  
T, Nishiwaki Y, Tsuji T, Ishii  
K, Ogawa Y, Takaishi H, Nakamur  
a M, Toyama Y, Chiba K. Reduced  
postoperative wound pain after  
lumbar spinous process-splitti  
ng laminectomy for lumbar canal  
stenosis: a randomized control  
led study. *Journal of Neurosurg  
ery: Spine*. 2011 Jan;14(1):51-5  
8.
- Miyamoto M, Fukui M, Kanamori M,  
Chiba K, Kawakami M, Nakai S, S  
himamura T, Taguchi T, Takeshit  
a K, Tanaka Y, Tani T, Taniguch  
i S, Wada E, Yonenobu K. Japane  
se orthopaedic association back  
pain evaluation questionnaire  
(JOABPEQ): an association study  
in patients with lumbar disc h  
erniation and lumbar spinal cana  
l stenosis. *Journal of Spine R  
esearch*. 2011;2(2):278-281.
- Cui G, Watanabe K, Miyauchi Y, Ho  
sogane N, Tsuji T, Ishii K, Nak  
amura M, Toyama Y, Chiba K, Miy  
amoto T, Matsumoto M. Matrix me  
talloproteinase 13 in the ligam  
entum flavum from lumbar spinal  
canal stenosis patients with a  
nd without diabetes mellitus. *J  
ournal of Orthopaedic Science*.  
2011;16:785-790.
2. 学会発表
- 渡辺航太, 松本守雄, 西脇祐司, 池  
上健, 辻崇, 石井賢, 高石官成,  
中村雅也, 戸山芳昭, 千葉一裕.  
腰部脊柱管狭窄症に対する腰椎棘  
突起縦割式椎弓切除術の術後疼痛  
の検討(前向きランダム化比較試  
験). 第38回日本脊椎脊髄病学会. 2  
009年4月23日-25日、神戸市.
- 渡辺航太, 松本守雄, 池上健, 辻崇,  
石井賢, 高石官成, 中村雅也, 戸  
山芳昭, 千葉一裕. 腰部脊柱管狭  
窄症に対する腰椎棘突起縦割式椎  
弓切除術の術後疼痛の検討 前向  
きランダム化比較試験. 第49回関  
東整形災害外科学会. 2009年3月20  
日-21日、東京都.
- 飯塚慎吾, 渡辺航太, 松本守雄, 宮  
本健史, 戸山芳昭, 千葉一裕. ラ  
ット棘突起縦割式椎弓切除モデル  
を用いた術後傍脊柱筋の組織学的  
検討. 第24回日本整形外科学会基  
礎学術集会. 2009年11月5日-6日、  
横浜市.
- 許斐恒彦, 渡辺航太, 辻崇, 高石官  
成, 中村雅也, 松本守雄, 千葉一  
裕, 戸山芳昭. 術後傍脊柱筋筋委  
縮と腰痛 -腰椎変性所見のない馬  
尾腫瘍手術例での検討-. 第39回日  
本脊椎脊髄病学会; 2010 4月22日-  
24日; 高知市.
- 渡辺航太, 松本守雄, 辻崇, 石井賢,  
高石官成, 中村雅也, 戸山芳昭,  
千葉一裕. 高齢者腰部脊柱管狭窄  
症に対する棘突起縦割式椎弓切除  
術の治療成績. 第39回日本脊椎脊  
髄病学会; 2010 4月22日-24日; 高  
知市.
- 渡辺航太, 松本守雄, 辻崇, 石井賢,  
中村雅也, 戸山芳昭, 千葉一裕.  
腰部脊柱管狭窄症に対する腰椎棘  
突起縦割式椎弓切除術の治療成績  
(術後2年). 第83回日本整形外科  
学会学術総会; 2010 5月27日-30  
日; 東京.
- 渡辺航太, 細金直文, 辻崇, 石井賢,  
中村雅也, 千葉一裕, 戸山芳昭,