

2019 年度学位申請論文

腰部脊柱管狭窄症術後の QOL と運動機能に関する研究

Study on QOL and physical function after surgery for lumbar spinal canal stenosis

名古屋大学大学院医学系研究科

リハビリテーション療法学専攻

(指導教員：杉浦 英志 教授)

竹中 裕人

## 目次

1. 要旨 .....	3
2. 序論 .....	12
3. 研究	
3.1 目的 .....	16
3.2 方法 .....	16
3.3 結果 .....	21
3.4 考察 .....	23
3.5 追加検討	
3.5.1 方法 .....	29
3.5.2 結果 .....	31
3.5.3 考察 .....	31
3.6 表 .....	34
4. 総括 .....	42
5. 謝辞 .....	43
6. 参考文献 .....	44
7. 付録 .....	49

## 1. 要旨

### 【序論】

腰部脊柱管狭窄症(LSS:lumbar spinal stenosis)術後の QOL と運動機能に関する多くの研究では、患者立脚型アウトカムと客観的運動機能の 2 つの側面から評価がなされている。患者立脚型アウトカムは、本邦で開発された腰椎疾患特異的 QOL 尺度である JOABPEQ(JOA Back Pain Evaluation Questionnaire)が近年用いられるようになった。客観的運動機能評価は、トレッドミル歩行テストと自由歩行テストなどの歩行機能評価がよく用いられている。また、より簡便に評価可能な 6 分間歩行距離(6WD: 6 Minutes Walk Distance)を評価指標とした研究も報告されている。特に、LSS 術後歩行機能を予測することは、術前及び術後の介入戦略を考慮する上で必要であると考えられる。さらに、LSS 術後 QOL(JOABPEQ)と運動機能に関して、術後経過を調査することは、臨床において有用な情報になり得る。しかし、LSS 術後 6WD の予測因子を検討した報告は見当たらない。以上より本研究では、LSS 術後 QOL(JOABPEQ)と運動機能の術後経過を調査し、LSS 術後 6WD の客観的変数から予測因子を明らかにするとともに、術後 6WD の予測式を導き出すことを目的とした。

## 【研究】

<目的>LSS 術後 6WD の予測因子を客観的変数から検討し、術後 6WD の予測式を明らかにすることである。

<方法>術前、術後 6 ヶ月まで評価可能であった 78 例(69.7 ± 8.9 歳、男性 44 例、固定術 31 例)を対象とした。主要アウトカムは、術後 6 ヶ月の 6WD を評価した。予測式を作成するために、患者特性、手術関連要因、患者立脚型アウトカムと運動機能を評価した。術後 6WD の独立した予測因子を明らかにするために、単回帰分析と重回帰分析を行った。

<結果>重回帰分析の結果、年齢(標準化偏回帰係数( $\beta$ ): -0.45)、術前体重( $\beta$ : -0.20)、術式(0:除圧術、1:固定術)( $\beta$ : -0.32)、手術高位数(0 : 1 椎間、1 : 2 椎間以上)( $\beta$ : -0.28)、術前 6WD( $\beta$ : 0.31)、術前体幹伸展筋力( $\beta$ : 0.26)は、独立した予測因子であり、自由度調整済決定係数( $R^2$ )は 0.65 であった( $p < 0.01$ )。術後 6WD の予測式は、術後 6WD(m) = 549.5 - 5.3×年齢(歳) - 1.8×体重(kg) - 68.3×術式(0: 除圧術、1: 固定術) - 58.6×手術高位数(0: 1 椎間、1:2 椎間以上) + 3.5×体幹伸展筋力(kg) + 0.2×術前 6WD (m)となった。

<考察>本研究で明らかになった術後 6WD を良好にする予測因子は、年齢が若い、術前体重が少ない、除圧術、手術高位 1 椎間、術前体幹伸展筋力高値、術前 6WD 高値、であった。術前体重、術前体幹伸展筋力、術前 6WD は変化可能性のある

因子である。そのため、術前の減量、体幹筋力強化、歩行機能向上は、術後 6WD を更に改善させる可能性を示唆している。

#### <追加検討>

本研究の限界として、アウトカムのフォローアップ期間が術後 6 ヶ月に限られているため、追加検討として、LSS 術後の QOL(JOABPEQ)と運動機能(6WD、体幹筋力)の 12 ヶ月の術後経過を前向きに調査した。

<方法>対象は、LSS の手術をした 82 例とした(固定術 n=41、除圧術 n=41)。

JOABPEQ、6WD と体幹筋力を、術前、術後 6 ヶ月、術後 12 ヶ月に評価した。

<結果>両術式において、術後 JOABPEQ、6WD は、術前に比べ有意に改善した ( $p < 0.01$ )。しかし、術後 12 ヶ月では術後 6 ヶ月から有意な改善はなかった。固定術症例の体幹筋力は、術後 6、12 ヶ月では改善しなかった。一方、除圧術症例の体幹筋力は、術後 6 ヶ月に改善しており、術後 12 ヶ月まで継続していた。

<考察> LSS 術後の QOL(JOABPEQ)と運動機能(6WD、除圧術症例の体幹筋力)の術後経過は、術後 6 ヶ月に改善しており、その効果は術後 12 ヶ月まで継続することを明らかにした。一方で、固定術症例の体幹筋力は改善しなかった。これらの基礎情報は、術前及び術後に介入する際に有益な情報となると考えられる。

## 【総括】

本研究において、LSS 症例の術後 6WD の予測因子を客観的変数から検討し、術後 6WD の予測式を明らかにした。変化可能性のある予測因子を術前から改善させることで、術後成績向上に貢献できる可能性が示唆された。

追加検討により、LSS 術後の JOABPEQ と 6WD は改善するが、固定術症例の体幹筋力は改善しないことが明らかになった。

欧米において、術前および術後に理学療法、患者教育などのリハビリテーションの有用性が報告されている。今後、更なる検討により、LSS 術後の QOL と運動機能に関する理学療法及びリハビリテーションの有用性を明らかにしたいと考える。

## 1. Abstract

### 【Introduction】

Studies on QOL and physical function after surgery for lumbar spinal stenosis (LSS) have been evaluated from two aspects: patient-reported outcome and objective physical function. In recent years, JOABPEQ (JOA Back Pain Evaluation Questionnaire), which is a lumbar spinal disease-specific quality of life scale developed in Japan, has been used for patient-reported outcome. A walking function evaluation such as a treadmill walking test and a free walking test have used to the objective physical function. On the other hand, a study has been reported that uses a 6-minute walk distance (6WD), which can be more easily evaluated. In particular, predicting the postoperative walking function may be necessary in considering preoperative and postoperative intervention strategies. In addition, investigating the postoperative course of QOL (JOABPEQ) and physical function may be useful clinical information. However, there are no reports examining the predictors of 6WD after LSS surgery. Thus, in this study, we examined the course of postoperative QOL (JOABPEQ) and physical function, and we evaluated the predictors of postoperative 6WD from objective variables and to clarify the prediction equation of postoperative 6WD.

## 【Study】

<Purpose> This study aimed to clarify objective predictors of postoperative 6WD in patients with LSS and to develop prediction equations.

<Materials and Methods> Seventy eight patients with LSS were consecutively included and assessed preoperatively and 6-month postoperative ( $69.7 \pm 8.9$  years, men (n=47), fusion surgery (n=31)). As the primary outcome variable, we evaluated 6WD after 6-month surgery. In developing the prediction equation, parameters for patient characteristics, surgical related factors, patient reported outcomes, and physical function were examined. Simple and multiple linear regression analyses were performed with 6WD at 6-month post operation as the dependent variable.

<Results> Results of multiple regression analysis, age (standardized partial regression coefficient beta:  $\beta=-0.45$ ), body weight ( $\beta=-0.20$ ), surgery type (0: decompression or 1: fusion,  $\beta=-0.32$ ), operation segments (0: 1 segment or 1:  $\geq 2$  segments,  $\beta=-0.28$ ), preoperative trunk extensor strength ( $\beta=0.26$ ) and preoperative 6WD ( $\beta=0.31$ ) were associated with 6WD at 6-month. Total adjusted models explained 65% of the variance (adjusted  $R^2=0.65$ ). Therefore, the proposed prediction equation is: postoperative 6WD (m) =  $549.5 - 5.3 \times \text{age (yrs)} - 1.8 \times \text{body weight (kg)} - 68.3 \times \text{surgery type (0: decompression, 1: fusion)} - 58.6 \times \text{operation segment (0: 1 segment, 1: } \geq 2 \text{ segment)} +$



$3.5 \times \text{trunk extensor strength (kg)} + 0.2 \times \text{preoperative 6WD (m)}$ .

<Discussion> Younger age, lower body weight, one level operative segment, decompression surgery, and better preoperative scores for trunk extensor strength and 6WD predicted better scores for 6-month postoperative 6WD. Preoperative body weight, trunk extensor strength, and 6WD are changeable factors. Therefore, preoperative reduction in body weight and increase of trunk extensor strength might be associated with improved postoperative 6WD scores.

<Additional analysis>

The limitation of this study was that the follow-up period for outcomes was assessed by 6 months after surgery. We examined prospectively investigate the postoperative course of QOL (JOABPEQ) and physical function (6WD, trunk muscle strength) after 12 month LSS surgery.

<Materials and Methods> The subjects were 82 patients who underwent LSS surgery (fusion surgery n = 41, decompression surgery n = 41). JOABPEQ, 6WD and trunk muscle strength were evaluated before surgery, 6 months, and 12 months after surgery.

<Results> The postoperative JOABPEQ and 6WD significantly improved ( $p < 0.01$ ) in both surgery type. However, there was no significant improvement at 12 months postoperatively from 6 months postoperatively. Trunk muscle strength in patients with

fusion surgery did not improve at 6 and 12 months after surgery. On the other hand, the trunk muscle strength in patients with decompression surgery improved after 6 months, and continued until 12 months.

<Discussion> It is clear that the postoperative course of QOL (JOABPEQ) and physical function (6WD, trunk muscle strength in patients with decompression surgery) after LSS surgery improved at 6 months postoperatively and will continue until 12 months. On the other hand, the trunk muscle strength in patients with fusion surgery did not improve. This information is considered to be useful information when intervening before and after surgery.

### **【Conclusions】**

In the present study, we examined the predictors of postoperative 6WD from objective variables and clarified the prediction equation of postoperative 6WD. It was suggested that changeable predictive factors could contribute to improving postoperative results. Additional analysis revealed that JOABPEQ and 6WD improved after LSS, but trunk muscle strength in patients with fusion surgery did not improve. In Europe and the United States, the usefulness of rehabilitation such as physical therapy and patient education before and after surgery has been reported. In the future study, we would like to clarify the effectiveness of physical therapy and rehabilitation for improving QOL

and physical function after LSS surgery.

## 2. 序論

腰部脊柱管狭窄症(LSS:lumbar spinal stenosis)は下肢痛および間欠性跛行を主な症状とし、ADL 障害や QOL 低下が生じる<sup>1</sup>。40 歳から 79 歳の日本人の内、推定 365 万人が罹患しており、特に 70 から 79 歳の有病率は約 10%と推測されている<sup>2</sup>。症状が重度で保存療法が無効な場合は手術療法が選択される。LSS の手術療法には、狭窄部分の除圧術か、もしくは狭窄に加えて椎体間に不安定性を認めた場合の固定術のどちらかが選択され<sup>3</sup>、術後の下肢痛および間欠性跛行の改善は良好であると報告されている<sup>4</sup>。一方、LSS 術後の患者満足度は、除圧術では 18 から 81%<sup>5</sup>、固定術では 60%<sup>6</sup>との報告があり、患者間に差が発生している。LSS 症例は高齢者が多いため、術後アウトカムの改善は ADL や健康寿命にも影響を与える可能性が高いと推測される。そのため、LSS 術後の QOL と運動機能に着目した研究は臨床的意義が高いと考えている。

LSS 術後アウトカムは患者立脚型アウトカムと客観的運動機能の 2 つの側面から評価されている。患者立脚型アウトカムは、腰椎機能の ODI(Oswestry Disability Index)や RDQ(Roland–Morris Disability Questionnaire)が広く用いられており、これらのアウトカムは術後 3 ヶ月に改善し 5 年間継続するとの報告もある<sup>1,7</sup>。本邦では、2009 年に日本人に適した腰椎疾患特異的 QOL 尺度である

JOABPEQ(JOA Back Pain Evaluation Questionnaire)が開発された<sup>8</sup>。JOABPEQは、健康関連 QOL 尺度 SF-36 と RDQ を基に作成された患者立脚型アウトカムであり、再現性や妥当性はすでに確認されている<sup>8</sup>。しかし、LSS 術後成績については、ODI と RDQ を用いた研究が多く、JOABPEQ を用いて検証した研究は少ない<sup>9-13</sup>。

LSS 症例の客観的運動機能の評価には、トレッドミル歩行テストと自由歩行テストなどの歩行機能評価がよく用いられている<sup>14</sup>。しかし、トレッドミル歩行テストは大型機器を必要とし、自由歩行テストは 200m のトラックを必要とする。さらに、これらの検査時間は最大 30 分の時間を必要とするため、これらのテストの実施には、場所と時間により大きく制限を受ける。一方で、より簡便に評価可能な 6 分間歩行距離(6WD: 6 Minutes Walk Distance)を評価指標とした研究も、一部で報告されはじめている<sup>14</sup>。6 分間歩行試験は、運動耐容能の試験としてコンセンサスが得られており<sup>15</sup>、大型機器を使用しない上に検査時間も 6 分間と短時間である。さらに、6WD は日本語版チューリッヒ跛行質問票との高い相関が報告されている<sup>16</sup>。そのため、LSS 症例の歩行機能評価として、6WD は臨床的有用性が高いと考えられるが、現時点では 6WD を歩行機能評価として用いた研究は少ない<sup>14</sup>。

他の客観的運動機能として、体幹筋力があげられる。LSS の手術の多くは後

方侵入手術であり、腰部筋の侵襲による筋力の弱化が生じる<sup>17,18</sup>。そのため、術後体幹筋力の回復が重要である。しかしながら、手術侵襲が大きい固定術症例については、体幹筋力の回復に関する検討がなされている一方で、除圧術症例については、体幹筋力の回復に着目した研究は見当たらない<sup>19,20</sup>。

これらの背景より、LSS 術後の QOL(JOABPEQ)と運動機能(6WD、体幹筋力)に関する研究は、検討の余地があるといえる。特に、LSS 術後歩行機能を予測することは、術前及び術後の介入戦略を考慮する上で有用であると考えられる。これまでに、LSS 術後歩行機能の予測因子に関する先行研究が報告されている。1 つは、術後 24 ヶ月の自己報告式歩行距離の予測因子は、術前の自己報告式歩行距離、固定機器の癒合、収入と報告されている<sup>21</sup>。別のものでは、術後 12 ヶ月の自由歩行距離の予測因子は、術前腰椎機能障害(ODI)、自己報告式バランス障害、術後歩行時下肢痛と報告されている<sup>22</sup>。しかし、これらの予測因子は主観的指標が多く、客観的指標は少ない。さらに、自由歩行距離は、評価時間が平均 13 分、最大 30 分を要するため臨床場面で使用し難い。一方、6WD は大型機器を使用しない上に検査時間が 6 分であるため簡便である。そのため、術後 6WD の予測因子に関して客観的指標を含めて明らかにすることは、臨床的有用性が高いと考えられる。さらに、LSS 術後の QOL(JOABPEQ)と運動機能(6WD と体幹筋力)に関して、固定術と除圧術の術式別に術後経過を記述することは、術前

及び術後介入する際に役に立つ情報になり得ると考える。

以上より本研究では、①LSS 術後 6WD の予測因子を客観的変数から検討し、術後 6WD の予測式を明らかにすること、②追加検討として、LSS 術後 QOL(JOABPEQ)と運動機能の術後経過を前向きに調査することを目的とした。

### 3. 研究

#### 3.1 目的

本研究の目的は、LSS 術後 6WD に影響を与える予測因子を客観的変数から検討し、術後 6WD の予測式を明らかにすることである。

#### 3.2 方法

##### 研究デザイン、参加者、倫理委員会

本研究は名古屋大学大学院医学系研究科生命倫理委員会(No.16-519)とあさひ病院倫理委員会の承認を得た上で実施した(No. A-27)。本研究は、1 施設の前向きコホート研究である。2013 年 6 月から 17 年 12 月の期間で手術予定の LSS 症例 188 例を取り込んだ。術前と術後 6 ヶ月に症例を評価した。取り込み基準は次の基準である。1) 下肢の痛みやしびれをともなう重度な間欠性跛行、2) magnetic resonance imaging(MRI)、computerized tomography (CT) myelography、とレントゲン所見で LSS と説明できる、3) 保存療法(神経根ブロック、プロスタグランジン E1 や NSAIDS などの薬物療法)が無効。除外基準は次の基準である。

1) 重度な変形性膝・股関節症の合併、2) 中枢神経疾患の既往、3) 脊椎圧迫骨折の既往、4) 前額面アライメント不良による側方固定術の施行、5) 運動神経麻



痺(MMT2 以下)、6) 既術例 7) 質問紙に解答困難。

## 手術手順

理学療法士が手術前日に患者立脚型アウトカムと運動機能の評価をした。手術は、除圧術もしくは固定術が顕微鏡下手術で施行された。除圧術は、脊椎棘突起を縦割して侵入し、狭窄部分を黄色靭帯や椎間関節部分切除術により減圧した<sup>13</sup>。固定術の選択基準は、前屈後屈の腰椎側方レントゲン機能撮影において、1) 3mm 以上の腰椎すべり、2) 15°以上の腰椎後方不安定性、3) 前屈の腰椎側方レントゲン機能撮影において 5°以上の局所後弯のいずれかが認められる場合とした<sup>23</sup>。固定術は、全椎間関節切除の後 carbon-polyetheretherketone の椎体間ケージと椎弓根スクリーシステムを使用した(Posterior Lumbar Interbody Fusion)<sup>12</sup>。

## 術後理学療法

術後 2 日程で、患者は歩行器を使用し歩行開始する。術後 3 日程から退院日まで、1 日 40 分間程度の理学療法を実施した。理学療法の内容は、運動療法、ADL 動作の助言、自主運動の助言などを実施した。運動療法は、軽い運動(毎日歩くこと、踵上げ、つま先上げ、片足立ち、軽度のスクワット、腹部引き込み運動、背臥位臀部上げ)、ストレッチング(股関節屈曲、外転、ハムストリングス、

下腿三頭筋)を推奨した。ADL 動作の助言は、体幹の過度な屈曲と、重いものの持ち上げを避けるように助言した。除圧術の場合は、術後 6 日程で退院し、術後硬性コルセットは使用しない。固定術の場合は、術後 13 日程で退院し(休日 2 日は理学療法を実施していない)、硬性コルセットを 3 ヶ月使用した。そのため、ADL 動作において、腰椎可動性を使用しないように、胸椎・肩甲帯と股関節の可動性を利用できるようなストレッチングや動作の助言を実施した。

#### 主要アウトカム 6WD

主要アウトカムは、6WD とした。6WD は、ATS(アメリカ胸部学会)のステートメント(2002)で世界的なコンセンサスが得られている持久力テストである 6 分間歩行試験を用いて評価した<sup>24</sup>。LSS 症例に 6WD を計測する妥当性は報告されている<sup>15,16</sup>。また、6WD 中の痛みとしびれの評価には Numerical Rating Scale (NRS)を用いた(0-10、10 は症状が強い)。6WD 測定時は、できるだけ速く歩行してもらい、痛み痺れが強く歩行不能な場合はその時点で終了とした。

#### 予測因子の候補

予測式を作成するために、患者特性、手術関連要因、患者立脚型アウトカムと体幹筋力を評価した。

## 患者特性、手術関連要因

患者特性は年齢、身長、体重に加えて次の指標を評価した：症状の継続期間(自己申告)、合併症(糖尿病、心疾患、うつ、腎障害、不安症、脳卒中の既往)、現在の喫煙状況、服薬状況。合併症は薬物療法の実施の有無で判断した。手術関連要因は、手術時間、出血量、術式(固定術、除圧術)、手術高位数、硬膜管面積最小値を評価した。手術高位数は、除圧もしくは固定の処置をされた椎間数を記録した。硬膜管面積は、術前に施行された computerized tomography (CT) myelography で評価した。使用機器は、マルチスライス CT(Alexion, 東芝メディカルシステムズ株式会社, 栃木県大田原市)を使用した。画像は L1-2 から L5-S1 各椎間レベルを撮影し、手術高位で硬膜管面積を計測し、最小値を採用した。

## 患者立脚型アウトカムと痛み

疾患特異的運動機能と症状の尺度の RDQ を評価した<sup>25</sup>。RDQ は 24 問の質問指標で、はい/いいえで解答する(点数範囲 0-24、24 は症状が強い)。また、痛みについては、最近 1 週間で最も症状が強い時の腰痛、下肢痛、下肢しびれを Visual Analog Scale (VAS; 0-100, 100 は症状が強い)で評価した<sup>8</sup>。

## 体幹筋力

体幹筋力はひずみゲージ(Mobie<sup>®</sup>, SAKAI Medical, Japan)を用いて計測した。計測方法は Mobie<sup>®</sup>のマニュアルに沿って計測した。等尺性体幹伸展・屈曲の筋力を椅子座位で計測した。その時の膝関節と股関節は 90°屈曲、足関節は底屈 0°の姿勢とした。最大努力で 2 回計測し、2 回目の計測で 1 回目の 10%以上増加した場合にもう一度計測した。

## サンプルサイズの計算

G\*Power software (version 3.1; Faul, University Kiel, Germany)<sup>26</sup> を用いてサンプルサイズの計算を行い、 $\alpha = 0.05$ 、パワー80%、効果量  $f = 0.33$ (先行研究の調整済み  $R^2$ を参考にした<sup>22</sup>)、予測因子 15 の場合、最小サンプルサイズは 71 例であった。そのため、本研究は術後 6 ヶ月の症例を 71 例以上を取り込んだ。

## 統計解析

記述統計は 78 例の完全データを利用した。統計解析ソフトは EZR (Saitama Medical Center, Jichi Medical University)を用い、有意水準 5%とした<sup>27</sup>。運動機能と痛みの術前後の比較は Mann-Whitney U test を用いた。効果量の程度は Cohen's  $r$  を用いて評価し、先行研究に基づき、 $r \geq 0.1-0.3 =$ 小、 $r \geq 0.3-0.5 =$ 中、 $r \geq 0.5 =$ 大

と評価した<sup>28</sup>。

術後 6WD に関して、合併症の有無(心疾患、糖尿病)や喫煙の有無の比較は Mann-Whitney U test を用いた。相関分析は、術後 6WD と術前予測因子の変数間を Pearson's correlation analysis で解析した。単回帰分析と Akaike's Information Criterion(AIC)を基準にしたステップワイズ法(変数減増法)の重回帰分析は、術後 6WD の独立した予測因子を明らかにするために使用した。予測因子の候補は、性別、術式、手術高位、および、合併症の有無や喫煙の有無に群分けした術後 6WD で有意な差を認めた変数、そして術後 6WD と有意な相関を認めた変数 ( $p < 0.05$ )とした。多重共線性の評価は、variance inflation factor (VIF)を用いて 10 未満の場合を多重共線性なしと評価した。

### 3.3 結果

#### 患者特性

113 症例を術前に評価した。その内、22 症例は次の理由で脱落した：術後定期診察のキャンセル( $n=12$ )、再手術( $n=1$ )、重度の変形性膝関節症発症( $n=1$ )、要介護認定( $n=1$ )、転倒による大腿骨頸部骨折( $n=1$ )、認知症発症( $n=1$ )、そして理由不明( $n=5$ )。さらに 13 例は術後 6 ヶ月の診察時に運動機能評価を忘れたため除外した。その結果、我々は術後 6 ヶ月まで評価可能であった 78 例を解析対象とし

た。患者特性を表 1 に示す。性別は、男性 56.4%(44/78 症例)、女性 43.6%(34/78 症例)、術式は、固定術 39.7%(31/78 症例)、除圧術 60.3%(47/78 症例)、手術高位数は 1 椎間 56.4%(44/78 症例)、2 椎間以上 43.6%(34/78 症例)であった。術前症状の平均継続期間は  $1.6 \pm 2.2$  年であった。合併症は、糖尿病(9 症例、11.5%)、心疾患(6 症例、7.7%)、うつ(1 症例、1.3%)。なお、本研究の糖尿病症例は hemoglobin A1c <7.5% であった。喫煙者は 12 症例(15.4%)であった。

#### 運動機能、患者立脚型アウトカムと痛みの回復

運動機能と痛みの術前の水準からの回復を表 2 に示す。6WD(m)は、術前  $275.0 \pm 157.2$  から術後  $457.7 \pm 105.5$  と有意に改善し、効果量は 0.5 で大であった ( $p < 0.01$ )。さらに、6WD 中の痛みやしびれの NRS(0-10)は術前  $5.8 \pm 2.7$  から術後  $1.1 \pm 2.2$  と有意に改善し、効果量は 0.5 で大であった ( $p < 0.01$ )。術後 RDQ は術後有意に改善し、効果量は 0.7 で大であった ( $p < 0.01$ )。体幹伸展筋力(kg)は、術前  $19.6 \pm 8.0$  から術後  $23.2 \pm 7.5$  と有意に改善し、効果量は 0.2 で小であった ( $p < 0.01$ )。体幹屈曲筋力(kg)は、術前  $14.9 \pm 5.0$  から術後  $16.6 \pm 5.0$  と有意に改善し、効果量は 0.1 で小であった ( $p < 0.01$ )。痛みやしびれの VAS(0-100)は、全て有意に改善した ( $p < 0.01$ )。

### 術後 6WD の予測因子

術後 6WD と有意な相関であった変数は、年齢、身長、体重、硬膜管面積最小値、下肢しびれ、下肢痛、体幹屈曲筋力、体幹伸展筋力であった( $p < 0.05$ 、表 3)。

また、喫煙有りの 6WD( $513.8 \pm 81.8$  m)は喫煙無しの 6WD ( $447.5 \pm 106.6$  m)に比べ有意に高かった( $p < 0.04$ )。これらの解析を基に、次の 14 個の予測因子を重回帰分析に取り込んだ。術前 6WD、性別、年齢、身長、体重、喫煙の有無、術式(0 : 除圧術、1 : 固定術)、手術高位数(0:1 椎間、1:2 椎間以上)、硬膜管面積最小値、下肢痛、下肢しびれ、体幹伸展筋力、体幹屈曲筋力を単および重回帰分析の予測因子とした(表 4)。その結果、年齢(標準化偏回帰係数( $\beta$ ):  $-0.45$ )、術前体重( $\beta$ :  $-0.20$ )、術式(0:除圧術、1:固定術)( $\beta$ :  $-0.32$ )、手術高位数(0 : 1 椎間、1 : 2 椎間以上)( $\beta$ :  $-0.28$ )、術前 6WD( $\beta$ :  $0.31$ )、術前体幹伸展筋力( $\beta$ :  $0.26$ )は、独立した予測因子であった( $p < 0.01$ 、表 4)。重回帰分析の自由度調整済決定係数( $R^2$ )は  $0.65$  であった( $p < 0.01$ )。そして、全ての予測因子の VIF は 10 未満で、多重共線性をみとめなかった。そのため、予測式は術後 6WD(m) =  $549.5 - 5.3 \times$ 年齢(歳) -  $1.8 \times$ 体重(kg) -  $68.3 \times$ 術式(0: 除圧術、1: 固定術) -  $58.6 \times$ 手術高位数(0: 1 椎間、1:2 椎間以上) +  $3.5 \times$ 体幹伸展筋力(kg) +  $0.2 \times$ 術前 6WD (m)となった。

### 3.4 考察

本研究は、LSS 術後 6WD の予測因子を明らかにするため、患者特性(性別、年齢、身長、体重)、痛み(腰痛、下肢痛、しびれ)、手術関連要因 (手術高位数、術式 ; 除圧術と固定術、硬膜管面積最小値)、運動機能(歩行機能、体幹筋力)を総合的かつ客観的に評価した。多変量解析の結果、LSS の術後 6WD を良好にする予測因子は、年齢が若い、術前体重が少ない、除圧術、手術高位数単椎間、術前体幹伸展筋力が高値、術前 6WD が高値、であった。そして重回帰分析の自由度調整済決定係数( $R^2$ )は 0.65 の予測式を明らかにした。

患者特性の中では、年齢、体重が術後 6WD の予測因子となった。健常成人の 6WD の関連因子としては、年齢、身長、体重が報告されている<sup>29</sup>。また、加齢により健常日本人の 6WD は低下することも報告されている<sup>30</sup>。これらの報告は本研究の結果を支持している。また、体重増加により運動負荷が高くなり、歩行距離が短くなることも予測される。年齢は術前に変化不可能な変数であるが、体重は変化可能な変数であるため、術前の減量は、術後歩行機能にとって重要になる。

術後 6WD と症状の継続期間との相関関係は有意ではなかった。先行研究では症状の継続期間は、術後患者立脚型アウトカムに影響を与えるとの報告もあるが<sup>31,32</sup>、その一方で、他の先行研究においては、症状の継続期間は客観的歩行機能の予測因子ではないとも報告されている<sup>22</sup>。主観的アウトカムと客観的アウト



カムの相違に関して、症状の継続期間が長期化することで慢性痛が生じ、慢性痛による患者の認知バイアスが発生している可能性が考えられる。

手術関連要因の中で、術式(除圧術、固定術)、手術高位数が予測因子となった。固定術や、もしくは手術高位数が多い場合、手術時間は長くなり、出血量も多くなる<sup>33</sup>。さらに本研究においては、骨癒合を優先するため固定術例は術後3ヶ月間硬性コルセットを装着している。それらが影響したことで、固定術例では、術後6WDの回復が遅くなった可能性もあると考える。一方、術後24ヶ月の自己報告式臨床アウトカム(ODI、痛み)に関しては、除圧術と固定術の間に差はないことが報告されている<sup>34,35</sup>。そのため、術後24ヶ月の術後6WDに関しては、術式と高位数は予測因子とならない可能性があると考えられる。今後は、より長期的な追跡が必要であると考ええる。

運動機能のうち、術前6WDと術前体幹伸展筋力が術後6WDの予測因子となった。術前の自己報告式の歩行距離は、術後6ヶ月の自己報告式の歩行距離の予測因子の1つとなることが報告されている(表5)<sup>21</sup>。この研究と我々の研究は、術前の歩行機能から術後の歩行機能を予測可能であることを示唆している。また、Takahashi et al.<sup>36</sup>は、立位姿勢と体幹伸展姿勢は、硬膜外圧が高くなり疼痛が生じることを報告している。そのため、LSS症例は歩行時の体幹伸展姿勢により誘発される疼痛を避けて、体幹屈曲姿勢の座位などをとる傾向にあるため、

術前の体幹伸展筋力が低下していた可能性が高いと考えられる。これらのことから、術前歩行機能向上と術前体幹伸展筋力強化は、術後歩行機能をさらに改善できる可能性がある。LSS 症例の保存療法として、理学療法(脊椎と下肢への徒手療法、体幹筋力強化、体重免荷トレッドミル歩行)は、腰椎機能障害及び歩行機能の改善に有効であることが報告されている<sup>37</sup>。したがって、術前理学療法が術後歩行機能に影響を与える可能性について、更なる研究が必要である。

本研究の強みは術後 6WD の客観的予測因子を明らかにしたことである。これまでの術後歩行機能を予測した研究では、主観的予測因子から検討されており、その予測式の自由度調整済決定係数( $R^2$ )は 0.33<sup>21</sup> と 0.38<sup>22</sup> であった(表 5)。主観的予測因子は、思い出しバイアスや痛みによって妥当性が低くなったことが原因として推測される。本研究では、客観的指標を用いたことで、予測式の自由度調整済決定係数( $R^2$ )は 0.65 であり、精度の良い予測式を明らかにすることができた<sup>21,22</sup>。そして、この予測式は術前からの介入戦略に役立つ可能性があると考えられる。

#### 研究の限界

本研究にはいくつかの限界がある。1 つ目は、体幹筋力測定のスタンダードな方法がないことである。体幹筋力測定は、等速運動筋力計のような大型機器を

用いた研究が報告されているが、簡便ではない上に立位での計測法であるため、LSS 症例は症状悪化が予想され、正確な計測が難しい<sup>38</sup>。そのため、本研究は、簡便なひずみゲージを使用し、痛みが生じにくい座位姿勢で計測した。

2つ目は、アウトカムのフォローアップ期間が6ヶ月に限られているため、長期的な結果まで言及できない点である。しかしながら、LSS 術後の痛みや機能障害は、術後3ヶ月に改善し5年間継続するとの報告もあることから<sup>17</sup>、本研究の結果は術後6ヶ月以降にも適応できる可能性があると考えられる。

3つ目は、我々は術式別(除圧術、固定術)に検討できていないことがあげられる。本研究では、腰椎のすべり3mm以上と15°以上の局所不安定性の有無によって術式が決定されているため、それぞれの術式が適応された患者群間では、病態が異なる。そのため、術式別に解析した場合、術後6WDにどのような差が生じるか、さらなる研究が求められる。

最後に、31%(35/113 症例)が6ヶ月間の間に脱落した。そのため本研究は選択バイアスの可能性があり、本研究の術後6WDは過大評価されているリスクは否定できない。したがって、我々の結果をLSS 術後症例に適応する際には注意が必要になる。

## 結論

本研究は、LSS 症例の患者特性、痛み、手術関連要因、客観的運動機能を評価し、術後 6WD の予測因子と予測式を明らかにした。術後 6WD を良好にする予測因子は、年齢が若い、術前体重が少ない、除圧術、手術高位 1 椎間、術前体幹伸展筋力高値、術前 6WD 高値、であった。それらの内、術前体重、術前体幹伸展筋力、術前 6WD は変化可能性のある因子である。そのため、術前の減量、体幹筋力強化、歩行機能向上により、術後 6WD が更に改善される可能性が示唆された。

### 3.5 追加検討

本研究の限界として、アウトカムのフォローアップ期間が術後 6 ヶ月に限られているため、長期的な結果まで言及できない点がある。さらに、術後 QOL を含めた術後経過まで言及できていない。そこで、追加検討として、LSS 術後の QOL(JOABPEQ)と運動機能(6WD、体幹筋力)の 12 ヶ月の術後経過を前向きに調査した。

#### 3.5.1 方法

追加検討の倫理審査は本研究と一括して取得した。2013 年 10 月から 2017 年 6 月の間で、LSS 手術を実施した 182 名を対象とした。取り込み基準と除外基準は、3.の項で前述した研究と同様である(p15,16)。

182 症例の内、取り込み基準を満たした 120 症例を初回評価し、そのうち 82 例(68%)で術前と術後評価を実施できた。脱落した 38 症例の理由は、他の研究参加(21 症例)、評価キャンセル(13 症例)、他の疾患発症で評価困難(2 症例)、質問紙解答の拒否と再手術はそれぞれ 1 症例ずつであった。本研究の解析は、41 例の固定術例と 41 例の除圧術例ごとに実施した。全症例の平均年齢は  $68.8 \pm 8.7$  歳 (44–84 歳)、平均年齢は固定術 69.8 歳、除圧術 67.8 歳であった(表 6)。画像所見は、3.の項で前述した研究と同様な方法で計測した(p 15)。

## 患者立脚型アウトカム JOABPEQ と痛み

JOABPEQ はマニュアルに沿って評価した<sup>39</sup>。JOABPEQ は 5 因子 25 問の質問から成り立ち、腰椎機能障害、疼痛関連障害、社会生活障害、歩行機能障害、心理障害を評価できる。各ドメインの点数は 0-100 点で算出され、点数が低い程症状が強い。また、痛みについては、最近 1 週間で最も症状が強い時の腰痛、下肢痛、下肢しびれを、Visual Analog Scale (VAS; 0-100, 100 点症状が強い)により評価した<sup>8</sup>。

## 統計解析

術前の患者特性において、固定術症例と除圧術症例の比較は Mann-Whitney test もしくは Fisher's exact test を用いた。JOABPEQ 得点と運動機能の術後回復は、それぞれの術式で、one-way repeated measures analysis of variance (ANOVA)で術前、術後 6 ヶ月、12 ヶ月を比較し、事後検定は Bonferroni test を用いた。G\*Power software (version 3.1; Faul, University Kiel, Germany)<sup>26</sup> を用いたサンプルサイズの計算結果、 $\alpha = 0.05$ 、 $\beta = 0.80$ 、効果量  $f = 0.25$ 、測定回数 3 回の最小サンプルサイズは 28 例であった。統計解析ソフトは EZR (Saitama Medical Center, Jichi Medical University)を用いた<sup>27</sup>。有意水準は 5%とした。

### 3.5.2 結果

#### 患者立脚型アウトカム JOABPEQ と痛み

両術式において、術後 6、12 ヶ月ともに JOABPEQ のすべての項目と VAS (腰痛、下肢痛、下肢しびれ)は、術前に比べ有意に改善した( $p < 0.01$ )。しかし、術後 12 ヶ月では、術後 6 ヶ月からの有意な改善はなかった(表 7, 8)。

#### 12 ヶ月までの術後経過

両術式において、6WD と 6WD 中の痛みやしびれは術前と比較した場合に、術後 6、12 ヶ月ともに有意に改善した( $p < 0.01$ )。しかし、術後 12 ヶ月では術後 6 ヶ月からの有意な変化はなかった(表 7, 8)。

固定術症例の体幹筋力は、術後 6、12 ヶ月で改善しなかった。一方、除圧術症例の体幹筋力は術前と比較した場合に、術後 6、12 ヶ月ともに有意に改善した( $p < 0.05$ )。しかし、術後 12 ヶ月では術後 6 ヶ月からの有意な変化はなかった(表 7, 8)。

### 3.5.3 考察

LSS 術後の JOABPEQ 得点と腰痛、下肢痛と下肢しびれの VAS は術後 6 ヶ月

に改善したが、12ヶ月でさらなる改善はなかった。LSS術後のJOABPEQ経過について、牧野らは<sup>41</sup>、固定術症例の術後6ヶ月のJOABPEQ中央値を腰椎機能障害75点、疼痛関連障害86点、歩行機能障害79点、社会生活障害70点、心理障害63点と報告している。この値は、本研究の術後6ヶ月の値と同様であった。また、山下らは<sup>40</sup>、固定術と除圧術ともに痛みとしびれVASは術後3ヶ月で改善したと報告している。本研究も同様に痛みとしびれのVASは改善しており、これがJOABPEQの改善に寄与したものと考えられる。

6WDと6WD中の痛みやしびれは、術後6、12ヶ月で改善していた。メタアナリシスにおいて、Turner et al.<sup>41</sup>は、固定術と除圧術ともに、機能アウトカムは、平均65.2%の症例においてかなり良い回復であり、下肢痛は、平均76.2%の症例においてもかなり良い回復であると報告している。この結果は、本研究の結果を支持している。加えて、健常高齢者を対象とした6WDでの臨床的に意味のある最小の変化は17.8mと報告されている<sup>42</sup>。本研究の6WDの改善は、固定術で平均160m、除圧術で230mであり、その変化量は臨床的意義があると言える。

体幹屈曲・伸展筋力は、除圧術症例では術後に改善した。しかし、固定術症例では術後の改善は見られなかった。脊椎後方侵入手術では、腰部筋の侵襲により筋力の弱化が生じると報告されているが<sup>17,18,43</sup>、除圧術は固定術に比べ手術侵



襲が小さいため、術後有意に改善したと考えられる<sup>44</sup>。一方、固定術後の体幹筋力の経過について、Tarnanen et al.<sup>20</sup>は、女性は術後3ヶ月で有意に改善するが(24%増加)、男性は改善しないと報告している。また、Lee et al.<sup>45</sup>は女性を対象とした研究において、術後3ヶ月で有意に改善する(22%増加)と報告している。しかし、本研究の固定術例は、術後6ヶ月以降有意に改善しなかった。本研究の対象者の平均年齢69歳は先行研究の58から60歳よりも高く<sup>20,45</sup>、さらに、対象者に男性が46.3%(19/41名)含まれていた。以上より、先行研究の見解と一致しなかった理由として、本研究の固定術症例は加齢と性別の影響を受けた可能性が考えられる。

本追加調査の限界として、退院後の活動量や運動習慣について把握できていない点がある。そのため、活動量が多く、運動習慣がある症例は、術後経過が良好になるが想定できる。したがって、今後はこれらを把握した上で術後経過を検討する必要がある。

### 3.6 表

Table 1 Patients characteristics (n=78)

Sex, n (%)	
women	34(43.6)
men	44(56.4)
Age (yrs)	69.7(8.9)
Height (cm)	160.0(10.3)
Body weight (kg)	61.2(12.1)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.8(3.1)
Duration of symptoms (yrs)	1.6(2.2)
Comorbidity	
No, n (%)	63(80.8)
Yes, n (%)	15(19.2)
Diabetes mellitus, n (%)	9(11.5)
Heart disease, n (%)	6(7.7)
Depression, n (%)	1(1.3)
Current smoker, n (%)	12(15.4)
Pharmacological treatment	
No, n (%)	13(16.7)
Yes, n (%)	65(83.3)
Pregabalin, n (%)	47(60.3)
NSAIDs, n (%)	40(51.3)
Tramadol, n (%)	4(5.1)
Surgical related factors	
Blood loss (mL)	159.8(196.8)
Operation time (minutes)	99.2(41.1)
Surgery, n (%)	
fusion	31(39.7)
decompression	47(60.3)
Operation segments, n (%)	
1	44(56.4)
≥2	34(43.6)
Minimum area of the dural sac (mm <sup>2</sup> )	36.2(34.2)

Data are expressed as mean(SD) or number of patients(%). Abbreviations: BMI; body mass index, NSAIDs; non-steroidal anti-inflammatory drugs. Comorbidity was defined as treated with medication.

Table 2 Recovery of physical function and pain at baseline and at postoperative at 6-month

	Preoperative	Postoperative at 6-month	<i>P</i> value	effect size <i>r</i>
	mean (SD)	mean (SD)		
Patients reported outcome				
RDQ	8.8(4.9)	2.1(3.2)	<.001	0.7
Physical function				
6WD (m)	275.0(157.2)	457.7(105.5)	<.001	0.5
Gait time (sec)	264.3(119.3)	354.9(32)	<.001	0.4
Trunk extensor strength (kg)	19.6(8)	23.2(7.5)	<.01	0.2
Trunk flexor strength (kg)	14.9(5)	16.6(5)	<.01	0.1
Pain or numbness NRS during 6WD (0 to 10)	5.8(2.7)	1.1(2.2)	<.001	0.5
Pain or numbness VAS (0 to 100) (mm)				
LBP	57.5(30.5)	22.8(21.9)	<.001	0.5
Leg pain	66.8(27)	19.4(22.4)	<.001	0.6
Leg numbness	59.7(32.5)	16.6(23.2)	<.001	0.6

Abbreviations: RDQ; Roland-Morris Disability Questionnaire, 6WD; 6 minutes walking distance, NRS; Numerical Rating Scale, LBP; low back pain. Cohen's *r* was also used to evaluate the magnitude of the effect size, with  $r \geq 0.1$  to  $0.3$  = small effect size,  $r \geq 0.3$  to  $0.5$  = medium effect size and  $r \geq 0.5$  = large effect size.<sup>19</sup>

Table 3 Correlation matrix between the postoperative 6WD at 6 month and the preoperative predictive variables in patients with LSS (n=78)

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 6mo 6WD	1												
2 Preoperative 6WD	0.60*	1											
3 Age	-0.57*	-0.40*	1										
4 Height	0.51*	0.45*	-0.47*	1									
5 Body weight	0.34*	0.33*	-0.44*	0.72*	1								
6 Minimum area of the dural sac	0.43*	0.24*	-0.29*	0.18	0.07	1							
7 Duration of symptoms	-0.13	-0.05	0.13	-0.15	-0.14	-0.10	1						
8 LBP VAS	-0.07	-0.19	0.03	0.11	-0.09	-0.11	0.18	1					
9 Leg numbness VAS	-0.27*	-0.37*	0.15	-0.09	-0.20	-0.26*	0.07	0.44*	1				
10 Leg pain VAS	-0.26*	-0.44*	0.11	-0.39*	-0.38*	-0.06	0.27	0.32*	0.42*	1			
11 Trunk flexor strength	0.43*	0.40*	-0.27*	0.69*	0.72*	0.32*	-0.21*	-0.07	-0.15	-0.43	1		
12 Trunk extensor strength	0.36*	0.37*	-0.23	0.67*	0.65*	0.20	-0.06	-0.03	-0.23	-0.39*	0.81*	1	
13 RDQ	-0.13	-0.52*	0.16	-0.11	-0.16	-0.10	0.003	0.27*	0.28*	0.38*	-0.29*	0.11	1

\* P<.05, Abbreviations: 6WD; 6 minutes walking distance, LBP; Low Back Pain, VAS; Visual Analog Scale, RDQ; Roland-Morris Disability Questionnaire.

Table 4 Preoperative predictors of postoperative 6-month 6WD.

	Crude Estimates			Adjusted Estimates			VIF
	$\beta$	SE	<i>P</i> value	$\beta$	SE	<i>P</i> value	
Sex (0: women, 1:men)	0.35	0.11	<.01				2.9
Age (yrs)	-0.61	0.09	<.001	-0.45	0.09	<.001	2.0
Height (cm)	0.53	0.10	<.001				5.1
Body weight (kg)	0.36	0.11	<.01	-0.20	0.10	<.05	3.5
Current smoking (0: No, 1:Yes)	0.23	0.12	0.04				1.3
Surgery type (0: decompression, 1: fusion)	-0.33	0.11	<.01	-0.32	0.07	<.001	1.4
Operation segments (0:1, 1: $\geq$ 2)	-0.37	0.11	<.001	-0.28	0.07	<.001	1.3
Minimum area of the dural sac (mm <sup>2</sup> )	0.43	0.11	<.001				1.7
LBP VAS (0 to 100) (mm)	-0.10	0.12	0.42				1.4
Leg numbness VAS (0 to 100) (mm)	-0.21	0.11	0.08				1.7
Leg pain VAS (0 to 100) (mm)	-0.27	0.11	<.05				1.8
Preoperative 6WD (m)	0.61	0.09	<.001	0.31	0.08	<.001	1.6
Trunk flexor strength (kg)	0.44	0.10	<.001				4.8
Trunk extensor strength (kg)	0.40	0.11	<.001	0.26	0.11	<.05	3.8

Standardized partial regression coefficient beta ( $\beta$ ), standard error (SE), and *P* value given for crude and adjusted estimates in the multiple regression analyses. The total model explained 65% of variance at 6WD at 6-month follow up (adjusted  $R^2 = 0.65$ ). Abbreviation: VIF; variance inflation factor, LBP; Low Back Pain. Prediction equation is: postoperative 6WD (m) = 549.5 - 5.3×age (yrs)- 1.8×body weight (kg) - 68.3×surgery type (0:decompression, 1:fusion) - 58.6×operation segment (0:one segment, 1: $\geq$ 2 segments) + 3.5×trunk extensor strength (kg) + 0.2×preoperative 6WD (m).

Table 5 Comparison of previous study and the present study

Author	Mean age (yrs)	No. of patients	Outcome measures	Related factors	Adjusted R <sup>2</sup>
Katz JN et al. <sup>21</sup>	68.6	199	Questionnaire scales measuring walking ability	Self-rated health, Less cardiovascular comorbidity, Before walking ability, No instrumented fusion, Income	0.33
Tomkins-Lane CC et al. <sup>22</sup>	65.8	49	Self-Paced Walking Test	ODI, Self report balance problems, Post walking leg pain	0.38
The present study	69.7	78	6WD	Age, Body weight, Surgery type (0: decompression, 1: fusion), Operation segments (0:1, 1: $\geq 2$ ), Preoperative 6WD, Trunk extensor strength	0.65

Abbreviations: ODI; Oswestry Disability Index, 6WD; 6 minutes walking distance

Table 6 Additional analysis of patients characteristics (n=82)

	All	Fusion Surgery	Decompression Surgery	p values
Sex, N (%)				0.01
women	32 (39.0)	22 (53.7)	10 (24.4)	
men	50 (61.0)	19 (46.3)	31 (75.6)	
Age (yr), mean (SD)	68.8 (8.74)	69.76 (9.1)	67.80 (8.4)	0.2
BMI (kg/m <sup>2</sup> ), mean (SD)	23.9 (2.99)	23.52 (3.2)	24.26 (2.8)	0.4
Radiographic parameter				
Standing LL (°), mean (SD)	32.9 (14.1)	32.2 (15.7)	33.6 (12.5)	1
Flexion position LL (°), mean (SD)	14.3 (11.8)	14.7 (12.2)	14.0 (11.7)	0.9
Minimum area of the dural sac (mm <sup>2</sup> ), mean (SD)	39.6 (33.79)	33.02 (39.0)	45.98 (26.8)	0.09
Surgery related parameter				
Operation times (minutes), mean (SD)	104.3 (44.7)	134.55 (38.1)	73.31 (25.7)	<0.01
Blood loss (mL), mean (SD)	158.7 (185.7)	275.70 (197.6)	47.74 (71.3)	<0.01
Number of operation segments, N (%)				
1	44 ( 53.7)	23 ( 56.1)	21 (51.2)	
2	27 ( 32.9)	16 ( 39.0)	11 (26.8)	
3	9 ( 11.0)	1 ( 2.4)	8 (19.5)	
4	2 ( 2.4)	1 ( 2.4)	1 ( 2.4)	
Number of operation segments, mean (SD)	1.62 (0.8)	1.51 (0.7)	1.73 (0.9)	0.2

Abbreviations: BMI; body mass index, LL; lumbar lordosis angle. Differences were tested for using Mann-Whitney test and Fisher's exact test.

Table 7 Additional analysis of postoperative outcome in patients with fusion surgery

	pre ope	post ope 6M	post ope 12M	p values	pre vs 6M	pre vs 12M	6M vs 12M
<b>JOABPEQ</b>							
Lumbar spine dysfunction	59.3 (49.9 to 68.6)	73.1 (66.8 to 79.3)	76.3 (69.8 to 82.8)	0.001	0.002	0.004	0.30
Pain-related disorders	46.2 (35.8 to 56.6)	87.4 (80.6 to 93.9)	87.4 (79.7 to 95.0)	<0.001	<0.001	<0.001	0.95
Social life disturbance	37.1 (30.2 to 44.1)	70.3 (64.2 to 76.5)	73.0 (66.9 to 79.1)	<0.001	<0.001	<0.001	0.32
Gait disturbance	31.7 (23.9 to 39.4)	80.4 (73.2 to 87.5)	80.9 (73.8 to 87.9)	<0.001	<0.001	<0.001	0.83
Psychological disorders	47.0 (41.3 to 52.6)	65.0 (60.1 to 69.9)	65.5 (59.5 to 71.5)	<0.001	<0.001	<0.001	0.80
<b>VAS (mm)</b>							
Low back pain	50.3 (40.7 to 59.8)	23.7 (16.9 to 30.5)	18.4 (12.3 to 24.5)	<0.001	<0.001	<0.001	0.13
Leg pain	68.4 (60.2 to 76.6)	22.9 (14.3 to 31.4)	22.7 (14.7 to 30.8)	<0.001	<0.001	<0.001	0.92
Leg numbness	67.5 (58.4 to 76.7)	23.0 (14.2 to 31.9)	27.7 (19.1 to 36.3)	<0.001	<0.001	<0.001	0.16
<b>Physical function</b>							
6WD (m)	258.9 (196.2 to 321.6)	418.8 (383.3 to 454.2)	433.1 (403.2 to 463.1)	<0.001	<0.001	<0.001	0.45
Pain or numbness NRS during 6MWD	5.7 (4.4 to 7.1)	1.1 (0.07 to 2.0)	0.4 (-0.3 to 1.2)	0.001	0.003	0.003	0.30
Trunk extensor strength (kg)	19.0 (16.2 to 21.7)	21.3 (19.1 to 23.6)	20.4 (18.3 to 22.1)	0.15	NA	NA	NA
Trunk flexor strength (kg)	14.9 (13.2 to 16.6)	15.1 (13.5 to 16.8)	15.3 (13.5 to 17.1)	0.84	NA	NA	NA

Values are mean (95% CI). Abbreviations: JOABPEQ; Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation Questionnaire, 6WD; 6 minutes walk distance, NRS; numeriting rating scale, NA; not applicable. Differences between the groups tested by ANOVA, followed by bonferroni post hoc test for continuous variables.



Table 8 Additional analysis of postoperative outcome in patients with decompression surgery

	pre ope	post ope 6M	post ope 12M	p values	pre vs 6M	pre vs 12M	6M vs 12M
<b>JOABPEQ</b>							
Lumbar spine dysfunction	69.0 (61.4 to 76.5)	85.1 (79.2 to 91.0)	86.1 (80.4 to 91.7)	<0.001	0.001	0.001	0.72
Pain-related disorders	56.1 (45.7 to 66.5)	87.0 (80.5 to 93.5)	87.0 (78.8 to 94.2)	<0.001	<0.001	<0.001	0.99
Social life disturbance	44.9 (37.0 to 52.8)	78.9 (73.2 to 84.6)	77.8 (72.1 to 83.5)	<0.001	<0.001	<0.001	0.67
Gait disturbance	36.7 (28.6 to 44.8)	84.5 (77.4 to 91.6)	84.1 (76.6 to 91.5)	<0.001	<0.001	<0.001	0.87
Psychological disorders	54.9 (49.9 to 59.9)	70.4 (65.2 to 75.6)	69.7 (65.2 to 74.3)	<0.001	<0.001	<0.001	0.72
<b>VAS (mm)</b>							
Low back pain	54.6 (45.8 to 63.4)	21.5 (14.6 to 28.3)	21.0 (14.4 to 27.5)	<0.001	<0.001	<0.001	0.86
Leg pain	60.7 (52.2 to 69.2)	15.7 (9.2 to 22.1)	17.4 (9.9 to 24.8)	<0.001	<0.001	<0.001	0.66
Leg numbness	61.3 (51.1 to 71.5)	13.3 (6.9 to 19.6)	21.2 (12.3 to 30.2)	<0.001	<0.001	<0.001	0.01
<b>Physical function</b>							
6WD (m)	291.0 (241.6 to 340)	492.5 (463.7 to 521.3)	496.3 (468.3 to 524.3)	<0.001	<0.001	<0.001	0.64
Pain or numbness NRS during 6MWD	6.0 (5.1 to 6.9)	1.1 (0.2 to 2.0)	1.2 (0.4 to 2.1)	<0.001	0.001	0.001	0.65
Trunk extensor strength (kg)	21.3 (18.7 to 23.8)	25.4 (22.7 to 28.0)	24.9 (22.4 to 27.4)	<0.001	0.001	0.002	0.50
Trunk flexor strength (kg)	16.4 (14.7 to 18.0)	18.5 (16.9 to 20.2)	18.2 (16.7 to 19.7)	0.005	0.01	0.02	0.51

Values are mean (95% CI). Abbreviations: JOABPEQ; Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation Questionnaire, 6WD; 6 minutes walk distance, NRS; numeriting rating scale, NA; not applicable. Differences between the groups tested by ANOVA, followed by bonferroni post hoc test for continuous vari ables.

#### 4. 総括

本研究において、LSS 術後 6WD に影響を与える予測因子と予測式を明らかにした。術後 6WD を良好にする予測因子は、年齢が若い、術前体重が少ない、除圧術、手術高位 1 椎間、術前体幹伸展筋力高値、術前 6WD 高値、であった。術前体重、術前体幹伸展筋力、術前 6WD は変化可能性のある因子であり、これらを術前から改善させることで、術後成績向上に貢献できる可能性が示唆された。

また、追加検討により、LSS 術後の JOABPEQ と 6WD は術後 6 ヶ月で改善して 12 ヶ月まで継続するが、固定術症例の体幹筋力は改善しないことが明らかになった。

欧米において、術前および術後に理学療法、患者教育などのリハビリテーションの有用性が報告されている(付録)。今後、更なる検討により、LSS 術後の QOL と運動機能に関する理学療法及びリハビリテーションの有用性を明らかにしたいと考える。

## 5. 謝辞

本研究を実施するにあたり、ご指導ならびにご助言を賜りました名古屋大学大学院医学系研究科リハビリテーション療法学専攻杉浦英志教授に深く感謝申し上げます。杉浦教授からは、日々の診療を学術論文するために必要な考え方と心構えなど多くのことをご指導して頂きました。さらに、教授ご自身が研究フィールドを開拓し論文を書く姿そのものに、私は深い感銘を受けました。そして本博士論文の作成にあたり、ご指導ならびにご助言を賜りました名古屋大学大学院医学系研究科リハビリテーション療法学専攻内山靖教授、松井佑介准教授に深く感謝申し上げます。

杉浦研究室の皆様からは日頃よりご助言頂き、また、あさひ病院の皆様からは日頃の診療データから臨床研究実施にあたり多くの御協力頂き、深く感謝申し上げます。そして、私が脊椎疾患の研究を始めるきっかけとなったのは、あさひ病院院長神谷光広先生、リハビリテーション科科長西浜かすり先生と 2010 年から始めたミーティングです。現在も続くこのミーティングは私の出発点になりました。ここに深く感謝申し上げます。

最後に、日頃より研究活動を支援してくれている家族に感謝します。妻菜々からは研究者としても支えてもらい、長女日菜子と次女彩佳の存在は何よりの励みになりました。

6. 参考文献

1. Postacchini F. Management of lumbar spinal stenosis. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1996;78:154–64.
2. Yabuki S, Fukumori N, Takegami M, Onishi Y, Otani K, Sekiguchi M, et al. Prevalence of lumbar spinal stenosis, using the diagnostic support tool, and correlated factors in Japan: A population-based study. *J. Orthop. Sci.* 2013;18:893–900.
3. 日本整形外科学会, 日本脊椎脊髄病学会. 腰部脊柱管狭窄症診療ガイドライン. 南江堂; 2011.
4. Weinstein JN, Tosteson TTD, Lurie JD, Tosteson ANA, Blood E, Hanscom B, et al. Surgical versus Nonsurgical Therapy for Lumbar Spinal Stenosis. *N. Engl. J. Med.* 2008;358:794–810.
5. McGregor AH, Probyn K, Cro S, Dore CJ, Burton AK, Balague F, et al. Rehabilitation following surgery for lumbar spinal stenosis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;12:CD009644.
6. McGregor A, Jones F, Mullane J, Hurley M. Rehabilitation Following Lumbar Fusion Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Spine (Phila. Pa. 1976).* 2015;41:E28-36.
7. Fritsch CG, Ferreira ML, Maher CG, Herbert RD, Pinto RZ, Koes B, et al. The clinical course of pain and disability following surgery for spinal stenosis: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Eur. Spine J.* 2016;1–12.
8. Fukui M, Chiba K, Kawakami M, Kikuchi S, Konno S, Miyamoto M, et al. JOA Back Pain Evaluation Questionnaire (JOABPEQ)/ JOA Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire (JOACMEQ). *J. Orthop. Sci.* 2009;14:348–65.
9. Hikata T, Watanabe K, Fujita N, Iwanami A, Hosogane N, Ishii K, et al. Impact of sagittal spinopelvic alignment on clinical outcomes after decompression surgery for lumbar spinal canal stenosis without coronal imbalance. *J. Neurosurg. Spine.* 2015;23:451–8.
10. Arai Y, Hirai T, Yoshii T, Sakai K, Kato T, Enomoto M, et al. A Prospective Comparative Study of 2 Minimally Invasive Decompression Procedures for Lumbar Spinal Canal Stenosis. *Spine (Phila. Pa. 1976).* 2014;39:332–40.
11. Makino T, Kaito T, Fujiwara H, Ishii T, Iwasaki M, Yoshikawa H, et al. Does fusion status after posterior lumbar interbody fusion affect patient-based QOL outcomes? An evaluation performed using a patient-based outcome measure. *J. Orthop. Sci.* 2014;19:707–12.

12. Makino T, Kaito T, Fujiwara H, Honda H, Sakai Y, Takenaka S, et al. Risk Factors for Poor Patient-Reported Quality of Life Outcomes After Posterior Lumbar Interbody Fusion. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 2017;42:1502–10.
13. Kawakami M, Nakao SI, Fukui D, Kadosaka Y, Matsuoka T, Yamada H. Modified marmot operation versus spinous process transverse cutting laminectomy for lumbar spinal stenosis. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 2013;38:E1461-8.
14. Stienen MN, Ho AL, Staartjes VE, Maldaner N, Veeravagu A, Desai A, et al. Objective measures of functional impairment for degenerative diseases of the lumbar spine: a systematic review of the literature. *Spine J*. 2019;19:1276–93.
15. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS Statement. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 2002;166:111–7.
16. Suzuki W, Mamizuka N, Imoo Y. Evaluation and Validity Verification of the Japanese Version of Zurich Claudication Questionnaire and Six-minute Walking Test for Lumbar Spinal Canal Stenosis[In Japanese]. *J. spine Res. Off. J. Japanese Soc. Spine Surg. Relat. Res*. 2013;4:63–7.
17. Gejo R, Kawaguchi Y, Kondoh T, Tabuchi E, Matsui H, Torii K, et al. Magnetic resonance imaging and histologic evidence of postoperative back muscle injury in rats. In: *Spine*. 2000. p. 941–6.
18. Gejo R, Matsui H, Kawaguchi Y, Ishihara H, Tsuji H. Serial changes in trunk muscle performance after posterior lumbar surgery. In: *Spine*. 1999. p. 1023–8.
19. Lee C-S, Kang K-C, Chung S-S, Park W-H, Shin W-J, Seo Y-G. How does back muscle strength change after posterior lumbar interbody fusion? *J. Neurosurg. Spine*. 2017;26:163–70.
20. Tarnanen S, Neva MH, Kautiainen H, Ylinen J, Pekkanen L, Kaistila T, et al. The early changes in trunk muscle strength and disability following lumbar spine fusion. *Disabil. Rehabil*. 2013;35:134–9.
21. Katz JN, Stucki G, Lipson SJ, Fossel AH, Grobler LJ, Weinstein JN. Predictors of surgical outcome in degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 1999;24:2229–33.
22. Tomkins-Lane CC, Battie MC. Predictors of objectively measured walking capacity in people with degenerative lumbar spinal stenosis. *J. Back Musculoskelet. Rehabil*. 2013;26:345–52.
23. Ito Z, Matsuyama Y, Sakai Y, Imagama S, Wakao N, Ando K, et al. Bone union rate with autologous iliac bone versus local bone graft in posterior lumbar interbody fusion. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 2010;35:E1101-5.

24. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, MacIntyre NR, McKay RT, et al. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2002;166:111–7.
25. Suzukamo Y. Outcome Assessment by Roland-Morris Disability Questionnaire (RDQ). *J. Japanese Soc. Lumbar Spine Disord.* 2009;15:17–22.
26. Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav. Res. Methods.* 2007;39:175–91.
27. Kanda Y. Investigation of the freely available easy-to-use software “EZ” for medical statistics. *Bone Marrow Transplant.* 2013;48:452–8.
28. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences* [Internet]. 2nd ed. L. Erlbaum Associates; 1988.
29. Enrichi PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1998;158:1384–7.
30. e-Stat 政府統計の総合窓口 平成28年度体力・運動能力調査. [2018 Aug 28];  
<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&tstat=000001088875&cycle=0&tclass1=000001107355&second2=1>
31. Aalto T, Sinikallio S, Kröger H, Viinamäki H, Herno A, Leinonen V, et al. Preoperative Predictors for Good Postoperative Satisfaction and Functional Outcome in Lumbar Spinal Stenosis Surgery — A Prospective Observational Study with a Two-Year Follow-up. *Scand. J. Surg.* 2012;101:255–60.
32. Sigmundsson FG, Kang XP, Jönsson B, Strömqvist B. Prognostic factors in lumbar spinal stenosis surgery. *Acta Orthop.* 2012;83:536–42.
33. Chang W, Yuwen P, Zhu Y, Wei N, Feng C, Zhang Y, et al. Effectiveness of decompression alone versus decompression plus fusion for lumbar spinal stenosis: a systematic review and meta-analysis. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2017;137:637–50.
34. Försth P, Michaëlsson K, Sandén B. Does fusion improve the outcome after decompressive surgery for lumbar spinal stenosis? A two-year follow-up study involving 5390 patients. *Bone Jt. J.* 2013;95 B:960–5.
35. Chang W, Yuwen P, Zhu Y, Wei N, Feng C, Zhang Y, et al. Effectiveness of decompression alone versus decompression plus fusion for lumbar spinal stenosis: a systematic review and meta-analysis. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2017;137:637–50.
36. Takahashi K, Miyazaki T, Takino T, Matsui T, Tornita K. Epidural pressure

- measurements: Relationship between epidural pressure and posture in patients with lumbar spinal stenosis. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 1995;20:650–3.
37. Whitman JM, Flynn TW, Childs JD, Wainner RS, Gill HE, Ryder MG, et al. A comparison between two physical therapy treatment programs for patients with lumbar spinal stenosis: A randomized clinical trial. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 2006;31:2541–9.
  38. Nava-Bringas TI, Ramírez-Mora I, Coronado-Zarco R, Macías-Hernández SI, Cruz-Medina E, Arellano-Hernández A, et al. Association of strength, muscle balance, and atrophy with pain and function in patients with degenerative spondylolisthesis. *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 2014;27:371–6.
  39. Kasai Y, Fukui M, Takahashi K, Ohtori S, Takeuchi D, Hashizume H, et al. Verification of the sensitivity of functional scores for treatment results – Substantial clinical benefit thresholds for the Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation Questionnaire (JOABPEQ). *J. Orthop. Sci.* 2017;22:665–9.
  40. Yamashita K, Ohzono K, Hiroshima K. Five-year outcomes of surgical treatment for degenerative lumbar spinal stenosis: A prospective observational study of symptom severity at standard intervals after surgery. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 2006;31:1484–90.
  41. Turner JA, Ersek M, Herron L, Deyo R. Surgery for lumbar spinal stenosis. Attempted meta-analysis of the literature. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 1992;17:1–8.
  42. Kwok BC, Pua YH, Mamun K, Wong WP. The minimal clinically important difference of six-minute walk in Asian older adults. *BMC Geriatr.* 2013;13:23.
  43. Suwa H, Hanakita J, Ohshita N, Gotoh K, Matsuoka N, Morizane A. Postoperative changes in paraspinal muscle thickness after various lumbar back surgery procedures. *Neurol. Med. Chir. (Tokyo)*. 2000;40:151–5.
  44. Hu ZJ, Zhang JF, Xu W Bin, Zhao FD, Wang JY, Fan SW, et al. Effect of pure muscle retraction on multifidus injury and atrophy after posterior lumbar spine surgery with 24 weeks observation in a rabbit model. *Eur. Spine J.* 2017;26:210–20.
  45. Lee C-S, Kang K-C, Chung S-S, Park W-H, Shin W-J, Seo Y-G. How does back muscle strength change after posterior lumbar interbody fusion? *J. Neurosurg. Spine.* 2017;26(2):163-170
  46. McGregor AH, Doré CJ, Morris TP, Morris S. ISSLS Prize Winner : Function After Spinal Treatment, Exercise, and Rehabilitation (FASTER). *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 2011;36:1711–20.
  47. Aalto TJ, Leinonen V, Herno A, Alen M, Kröger H, Turunen V, et al.

- Postoperative rehabilitation does not improve functional outcome in lumbar spinal stenosis: A prospective study with 2-year postoperative follow-up. *Eur. Spine J.* 2011;20:1331–40.
48. Mannion AF, Denzler R, Dvorak J, Müntener M, Grob D. A randomised controlled trial of post-operative rehabilitation after surgical decompression of the lumbar spine. *Eur. Spine J.* 2007;16:1101–17.
  49. Christensen FB, Laurberg I, Bünger CE. Importance of the back-café concept to rehabilitation after lumbar spinal fusion: a randomized clinical study with a 2-year follow-up. *Spine (Phila. Pa. 1976).* 2003;28:2561–9.
  50. Abbott D, Tyni-Lenne R, Hedlund R. Early rehabilitation targeting cognition, behavior, and motor function after lumbar fusion: a randomized controlled trial. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35:848–57.
  51. Monticone M, Ferrante S, Teli M, Rocca B, Foti C, Lovi A, et al. Management of catastrophising and kinesiophobia improves rehabilitation after fusion for lumbar spondylolisthesis and stenosis. A randomised controlled trial. *Eur. Spine J.* 2014;23:87–95.
  52. Nielsen PR, Andreasen J, Asmussen M, Tønnesen H. Costs and quality of life for prehabilitation and early rehabilitation after surgery of the lumbar spine. *BMC Health Serv. Res.* 2008;8:1–7.
  53. Louw A, Diener I, Landers MR, Puentedura EJ. Preoperative pain neuroscience education for lumbar radiculopathy: A multicenter randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Spine (Phila. Pa. 1976).* 2014;39:1449–57.
  54. Rolving N, Sogaard R, Nielsen CV, Christensen FB, Bungler C, Oestergaard LG. Preoperative cognitive-behavioral patient education versus standard care for lumbar spinal fusion patients: Economic evaluation alongside a randomized controlled trial. *Spine (Phila. Pa. 1976).* 2016;41:18–25.



## 7. 付録

### 付録 1 術後リハビリテーションの先行研究

no	著者	対象	比較	介入頻度	介入内容	追跡	検討項目	結果
1	Alison Mcgreg or et al. <sup>5</sup>	除圧術	リハビリ テーショ ン群とケ ア群		no2-4 の RCT のシステマティックレビ ュー。メタアナリシス。		ODI もしくは RDQ、 下肢痛、腰痛、一般的 健康感。	除圧術後の能動的リハ ビリテーションは通常 ケアより有効である。  ODI もしくは RDQ、腰 痛 VAS、下肢痛 VAS は術後 1 年において、 有効であった。
2	Alison Mcgreg or et al. <sup>46</sup>	除圧術	リハビリ テーショ ンとパン フレット 有無で 4 群に分類 (各 70～ 90 症例)	術後 6W～8W から開 始、60 分/1 回、2 回/ 週、合計 12 回、6 週間。	リハビリテーションは、有酸素運動、 ストレッチング、安定化運動、体幹と 下肢の筋力強化、持久力強化、ADL 動 作指導、患者同士の交流。  パンフレットはリハビリテーション の内容が記載。  通常ケアは積極的に動くことを指導。	術前、術 後 6 週、3、 6、9、12 ヶ月	ODI、VAS(腰痛、下肢 痛)、HADS、FABQ、 EQ5D。	全ての群で術後改善し ている。リハビリテー ション群が下肢痛改善 した。

3	Timo Aalto et al. <sup>47</sup>	除圧術 固定術 n=83 と n=19	リハビリ テーショ ン群 48 例 と通常ケ ア群 49 例	術後 3M から開始、90 分/1 回、1 回/週、合計 12 回、12 週間。術後 12M から 24M まで PT ガイダンスを 1 回/月 で行った。	リハビリテーションは、筋力強化、ス トレッチング。通常ケアは積極的に動 くことを指導。	術後 3、6、 12、24 ケ 月	ODI、VAS(腰痛、下肢 痛)、満足度、トレッ ドミル歩行距離。	群間で差はない。
4	Anne Mannion et al. <sup>48</sup>	除圧術	安定化運 動群 56 例 と混合運 動群 49 例 と自己管 理群 54 例	術後 2M から開始、30 分/1 回、2 回/週、合計 24 回、12 週間。	安定化運動群は深部体幹筋(腹斜筋や 多裂筋)の協調活動の改善を目指す。 混合運動群は筋力強化、筋持久力強 化、ストレッチング等。 自己管理群は積極的に動くことを指 導。	術前、術 後 2、5、 12、24 ケ 月	RDQ、VAS(腰痛、下 肢痛)、FABQ、MSPQ、 ZUNG。	全ての群で術後改善し ている。群間で差はな い。
5	Alison Mcgregor et al. <sup>6</sup>	固定術	理学療法 と認知行 動療法の 複合的リ ハビリテ ーション 群と通常 ケア群		no6-8 の RCT のシステマティックレビ ュー。メタアナリシス。		ODI もしくは RDQ、 下肢痛や腰痛 VAS、 TSK。	固定術後の複合的リハ ビリテーションは短期 的(術後 6 ヶ月)かつ長 期的(術後 1 年以上)に みて機能障害と恐怖回 避行動において有効で ある。

6	Finn Christensen et al. <sup>49</sup>	固定術	通常ケア(n=30)群と Back Café(n=30)群とトレーニング群(n=30)群	術後3ヶ月から開始。Back Café群は通常ケアに加えて、90分×3回のピアサポート。トレーニング群は通常ケアに加えて90分/回のアドバイスによる運動療法を2回/週×8週の合計16回。	通常ケア群は入院中に一度PTから術後運動療法についてのビデオを解説され、それを自宅に持ち帰り運動を続けた。段階的に運動強度を強くしていくが、術後3ヶ月まではランニングなど高強度のことをしない。Back Café群はピアサポートを1人10分程度発言して90分程行った。トレーニング群は、ウォーミングアップ、コンディショニング、ダイナミクス、筋持久性運動、最後にストレッチングという順に90分を行った。	術前、術後3、6、12ヶ月、2年	LBPRS(VAS)、仕事の状況(主に腰部に関連する健康ケアに役立つような)。	Back Café群は、通常ケア群よりも良い状態で、下肢痛は軽減した。また、ADL動作が良い状況であった。
7	Allan Abbott et al. <sup>50</sup>	固定術	通常ケア(n=54)と心理療法(n=53)群	心理運動療法群は、術後3、6、9週の時点で、90分の心理運動療法を行う。	通常ケア群の運動指導は筋力強化、ストレッチング、有酸素運動。心理運動療法は、通常ケア群の内容に加えて、教育、コーピング戦略、リラクゼーション技法、ゴール設定、動機、オペラント行動療法、回復過程の管理を援助するなど、運動療法に加え心理療法の技法を取り入れる。	術前、術後3、6、12ヶ月、2-3年	ODI、TSK、EQD、VAS、SF36、BBQ、CSQ。	ODI 術後3、12、24-36ヶ月において心理運動療法群は通常ケア群よりも良好であった。

8	Marco Monticone et al. <sup>51</sup>	固定術後 12 ヶ月以上経過した症例	運動+認知行動療法群 (n=65) と運動療法群 (n=65)	認知行動療法 60 分/1 回、2 回/週。運動 90 分/1 回、5 回/週、4 週間。	運動療法は、深部筋の再学習、姿勢コントロール、歩行運動、ADL 動作指導を行った。認知行動療法は、臨床心理士による破局的思考と運動恐怖を改善する目的で行った。全例パンフレットを渡し自宅で実施できるように指導された。	介入前、介入後 1、12 ヶ月	RDQ、VAS(腰痛、下肢痛)、TSK、PCS、SF-36。	群と時期の交互作用、主効果ともにもあり。運動群は改善するが、運動+認知行動療法群はさらに改善する。
---	--------------------------------------	--------------------	---------------------------------	---	---	-----------------	--------------------------------	---

HADS, Hospital Anxiety and Depression Scale; FABQ, Fear Avoidance Beliefs Questionnaire; EQ5D, EuroQol 5 Dimension; MSPQ, Modified Somatic Perception Questionnaire; ZUNG, Zung Self-Rating Depression Scale; TSK, Tampa Scale for Kinesiophobia; LBPRS, Low Back Pain Rating Scale (VAS); BBQ, Back Beliefs Questionnaire; CSQ, Coping Strategies Questionnaire; PCS, Pain Catastrophising Scale; TUG, Timed Up and Go test; 15D-HRQOL, 15-dimensional health-related quality of life; NRS, Numerical Rating Scale; CSQ-CAT, Coping Strategies Questionnaire—Catastrophizing scale; FABQ PA, Fear Avoidance Belief Questionnaire physical activity subscale.

## 付録 2 術前リハビリテーションの先行研究

no	著者	対象	比較	介入頻度	介入内容	追跡	検討項目	結果
1	Per Nielsen et al. <sup>52</sup>	除圧術 50%、固定術 50%	術前リハビリテーション群 n=28、対照群 n=32	手術 6-8 週間前に 1 度、手術 2 週前に 1 度、理学療法士による患者教育、合計 2 回。	対照群の患者教育は、外科医による禁煙、飲酒の害、麻酔、痛みの管理の指導、看護師による入院スケジュール、痛みの経過、減量、術後理学療法に関する説明 介入群の患者教育は、対照群のプログラムに加え、さらに、理学療法士が手術 2 週間前に、手術に関する情報提供と術後リハビリテーションの説明を指導した。 また、理学療法士が、毎日自宅で実施するための有酸素運動と筋力強化の指導。 看護師による毎週禁煙プログラム。毎日減量のサプリメント摂取。	開始前、術前、退院時、術後 1、3、6 ヶ月	RDQ、Sit to stand test、TUG、VAS(腰、下肢)、15D-HRQL、退院日数、満足度。	術前リハビリテーション群は RDQ が有意に改善した。また、早期退院と満足度が高かった。
2	Adriaan Louw et al. <sup>53</sup>	除圧術	術前神経科学教育群 n=32、通常ケア n=35	30 分 1 回	通常ケア群は、通常外科医各自が実施する患者教育。 神経科学教育群は、通常外科医各自が実施する患者教育に加え、神経科学教育に関して体系化された内容のパンフレットを使用して説明。	開始前、術後 1、3、6、12 ヶ月	ODI、NRS(腰痛、下肢痛)、医療費、術後の思考/信念。	神経科学教育群は、手術をより好意的に感じており、医療費が抑制されていた。しかし、痛みや機能は通常ケア群と同様な経過であった。

3	Nanna Rolving et al. <sup>54</sup>	固定術	認知行動療法群 n=59、対照群 n=31	術前に3時間を4回、術後に2時間を2回	通常ケア群は、手術、麻酔、服薬、術後理学療法と運動制限に関する説明をし、術後12週から8週間運動指導を実施した。認知行動療法群は、対照群のプログラムに加え、術前に認知行動療法をチームで実施した。チーム構成は、臨床心理士、作業療法士、理学療法士、ソーシャルワーカー、外科医、手術経験した患者であった。	開始前、術後3、6、12ヶ月	ODI、NRS(腰痛、下肢痛)。	術前認知行動療法群は、通常ケア群に比べ、術後ODIが早期に改善し、QALY(quality-adjusted life years)が高かった。
---	------------------------------------	-----	--------------------------	---------------------	---	----------------	------------------	--

