

表 題 凍結肩の疼痛と関節可動域の関係

論文の区分 博士課程

著 者 名 倉品 渉

担当指導教員氏名 竹下 克志 教授

所 属 自治医科大学大学院医学研究科  
専攻 地域医療学系  
専攻分野 精神・神経・筋骨格疾患学  
専攻科 整形外科学

2024年1月10日申請の学位論文

## 目次

第1章	はじめに	2
1-1	凍結肩について	2
1-2	凍結肩の診断と治療に関する課題	5
1-3	本研究の目的	5
第2章	対象と方法	6
2-1	対象	6
2-2	測定方法と評価項目	6
2-3	統計解析	12
第3章	結果	13
第4章	考察	24
第5章	結論	28
第6章	おわりに	29
第7章	謝辞	30
第8章	引用文献	31

## 第 1 章

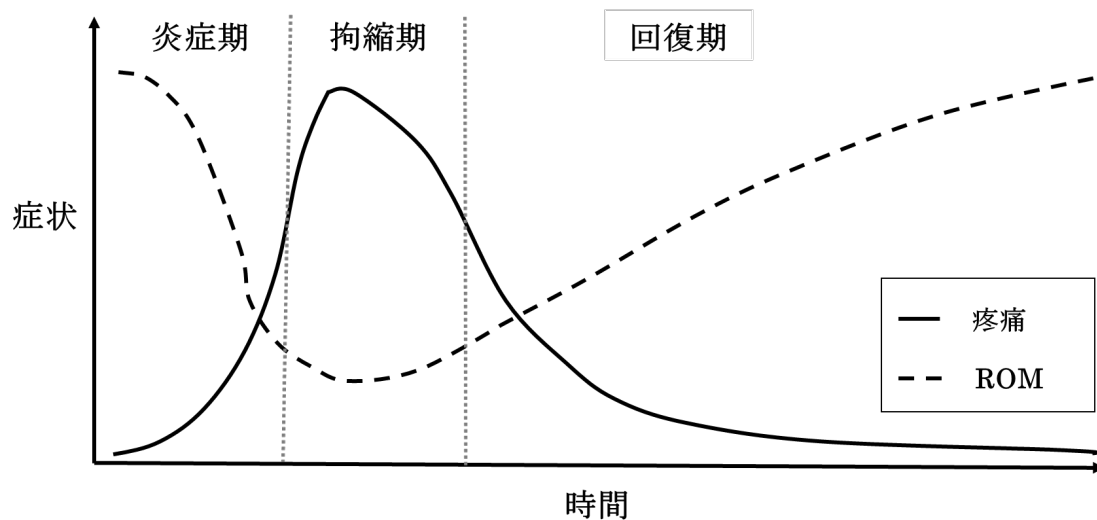
### 1-1 凍結肩について

2016 年の国民生活基礎調査の中で健康状態に関する自覚症状の質問が行われ、「肩こり」は男性の 2 位、女性の 1 位となった<sup>1</sup>。「肩こり」の中には肩痛も含まれると想像できるが、中高年者の有痛性肩関節疾患の代表に凍結肩(frozen shoulder ; FS)があげられる<sup>2</sup>。その主症状は頑固な肩痛と関節可動域(range of motion ; ROM) 制限である。「五十肩」や「肩関節周囲炎」と称されることもあるが、2015 年に International Society of Arthroscopy Knee Surgery and Orthopaedic Sports Medicine (ISAKOS) は関節拘縮による ROM 制限を有する肩関節を「拘縮肩」とし、原因不明の一次性拘縮肩を「FS」と定義した<sup>3</sup>。日本整形外科学会は、この ISAKOS の提言を採用している<sup>4</sup>。

FS は全人口の約 2～5%が 40 歳から 60 歳の女性に最も多く発症する<sup>5-7</sup>。1000 人年あたり女性 3.38 人、男性 2.36 人が罹患していることが示されている<sup>8</sup>。FS の発生機序は不明であるが、糖尿病、甲状腺疾患、心疾患などに合併することが多く、軽微な外傷で発症することも報告されている<sup>9,10</sup>。その病態は肩甲上腕関節の滑膜炎と線維化であり、臨床症状は全方向性の ROM 制限が特徴である<sup>5,11</sup>。FS の病期は、炎症期、拘縮期、回復期の 3 つに分けられる<sup>3,12,13</sup> (図 1)。炎症期は疼痛が主症状で ROM 制限は軽度な時期であり、一般的に発症から 2～9 か月

間続く。拘縮期は疼痛が軽減し全方向性の ROM 制限が出現する時期で 4～12 か月間続く。回復期はこれらの症状が徐々に改善する時期で 5～26 か月間続く。FS の自然経過は 1～3 年の経過をたどるが、疼痛と ROM 制限が残存する症例が潜在的に多数存在する<sup>14</sup>。よって、早期に適切な FS の治療を行うことは生活の質を維持するために重要である<sup>15, 16</sup>。

FS の治療は薬物療法、理学療法と手術治療である。保存治療は除痛目的に鎮痛剤内服や関節内注射を行う薬物治療と ROM 改善を目的に行う理学療法に分類される。保存治療に奏功しない症例や拘縮期で生活に大きな支障を呈する症例では非観血的関節授動術や観血的関節授動術が選択されている<sup>10, 17</sup>。



(引用文献番号 13 の Figure 2 を参考にして作成)

図 1. FS の病期

FS は疼痛の強さと ROM 制限の重症度に基づいて 3 つの病期に分類される。

炎症期では、疼痛が徐々に悪化するが ROM 制限は少ない。拘縮期では疼痛は

徐々に軽減するが、ROM 制限が顕著となる。回復期では疼痛がさらに軽減し、

ROM が徐々に改善していく。 FS, frozen shoulder; ROM, range of motion

## 1-2.凍結肩の診断と治療に関する課題

FS の診断は画像検査と肩関節の臨床所見に基づいて行われる<sup>3</sup>。単純 X 線撮影と磁気共鳴画像法（Magnetic Resonance Imaging ; MRI）は石灰性沈着炎、変形性肩関節症、腱板断裂や関節リウマチなどの除外診断として主に使用される<sup>18, 19</sup>。肩関節の ROM と疼痛強度の評価は、病期を判断するために大切な検査である<sup>7</sup>。ISAKOS による拘縮期の定義では ROM が重視されており、「他動での肩関節 ROM が前方屈曲 100 度未満、下垂位外旋 10 度未満、結帯レベル第 5 腰椎未満をみたす期間」とされる<sup>3</sup>。しかしながら、ROM 測定の際に、肩関節の自動 ROM と他動 ROM が大きく異なる症例や疼痛や筋性防御の影響で ROM 測定が困難な症例を経験する<sup>20-22</sup>。ゆえに ROM の評価方法の統一と、炎症期と拘縮期の明確な区別が困難である<sup>5, 20, 23</sup>。これらの問題を解決するために、疼痛と筋性防御が ROM に与える影響を調査することは臨床上の重要な課題である。

## 1-3. 本研究の目的

本研究の目的は、FS の疼痛を除去した肩関節 ROM を測定し、疼痛と ROM の関係を調査することである。

## 第2章 対象と方法

### 2-1 対象

本研究は横断的研究である。対象は、2020年4月から2022年8月に非観血的肩関節授動術を予定したFS患者54人（男性17人、女性37人）である。平均年齢は55.6歳（41～80歳）、平均罹病期間は6.6(2～24)ヶ月であった。対象者の取り込み基準は、年齢が30歳以上であることとした。FSの診断は、下垂位外旋（external rotation ; ER）角度が健側の50%未満とし<sup>23</sup>、単純レントゲンとMRIで変形性肩関節症、関節リウマチ、石灰性腱炎、腱板断裂と骨折のない症例とした。FSの診断は20年以上の経験を持つ一人の整形外科医（H.S.）によって行われた。除外基準は、4週間以内の罹患側への外傷歴と手術歴、脊椎疾患による肩痛、炎症性疾患や神経疾患の併発があるものとした<sup>24</sup>。対象者のFS病期については、ISAKOSが定義した拘縮期を満たす症例は54名中31人で<sup>3</sup>、それ以外の23名は炎症期と推定された。なお、この研究はとちぎメディカルセンターしもつが倫理審査委員会の承認を受けて行われた（No.188）。また、患者からこの研究に対するインフォームドコンセントが得られた。

### 2-2 測定方法と評価項目

近年、FSに対して超音波ガイドを用いた頸椎神経根伝達麻酔下での非観血的

肩関節授動術が行われており、良好な治療成績が報告されている<sup>24,25</sup>。この手技は外来診療において容易に行えることから年々増加している。これまでは、FSは90%が保存療法で対応できることから麻酔下でのROM評価は容易ではなかった<sup>17</sup>。この頸椎神経根伝達麻酔により患者の覚醒状態で、疼痛や筋性防御を軽減したROM測定が可能になり、本研究ではこの伝達麻酔を用いて麻酔前後のROMを計測した。

伝達麻酔前のROM（前方屈曲[Forward flexion ; FF]、外転[Abduction ; AD]、ER）は、ゴニオメーター（GS11-002、オージー技研、岡山県）を使用して背臥位で測定した<sup>12, 20, 26, 27</sup>。ROMの測定は疼痛の誘発を招く可能性があるため、運動器リハビリテーションの分野で15年以上の経験を持つ1名の理学療法士(W.K.)によって1回だけ測定した<sup>28</sup>。伝達麻酔は20年以上の経験を持つ1人の整形外科医(H.S.)によって行われた。超音波診断装置 (SONIMAGE HS; コニカミノルタ、東京、日本) を使用してC5およびC6神経根を特定し、アナペイン10 mL、生理食塩水10 mL、1%リドカイン10 mLの混合液を神経根の周囲に注射した<sup>24, 29, 30</sup>。伝達麻酔後15分後に肩および肘関節の自動運動が行えないことを確認し、麻酔後のROMは、麻酔前にROMを測定した同じ理学療法士によって測定された（図2A～E）。なお、最初の10人のFS患者の三角筋と上腕二頭筋に対して、伝達麻酔前後で針筋電図検査 (MEB-2300 シリーズ Neuropac X1、日本光

電、東京、日本) を実施した(図 3A、B)。麻酔 15 分後に第 5 と第 6 頸椎神経で支配される三角筋と上腕二頭筋の筋電図波形が平坦であり、筋収縮しても運動単位電位(motor unit potential)が観察されないことが確認できた(図 4A、B)。また、最初の 5 人の FS 患者については、運動器リハビリテーションの経験が 15 年以上ある 2 名の理学療法士(W.K, K.W)によって伝達麻酔後の各 ROM の検者内および検者間再現性を評価した。検者内再現性は 5 分の間隔で検査者 1 (W.K.)が 2 回測定した。検査者 2 (K.W)は、検査者 1(W.K)の 1 回目と 2 回目の測定間に実施した。年齢、性別、BMI、罹患側、罹病期間、糖尿病の有無など他の患者背景因子も収集した。夜間痛および運動時痛の評価には numerical rating scale(NRS)を使用して伝達麻酔を行う直前に聞き取りで調査した<sup>15</sup>。

(A) 麻酔前の前方屈曲



(B) 頸椎神経根ブロック



(C) 麻酔後の前方屈曲



(D) 麻酔前の下垂位外旋



(E) 麻酔後の下垂位外旋



図 2. 伝達麻酔前後の ROM の測定風景

ROM は背臥位で他動的に測定した。超音波ガイド下で伝達麻酔を行い、15 分後に他動的に ROM を再測定した。(A、D)伝達麻酔前の ROM 測定。(B)超音波ガイド下での伝達麻酔。(C、E)麻酔後の ROM 測定. ROM: range of motion.

(A)



(B)



図 3. 伝達麻酔後の針筋電図の検査風景

(A)三角筋への針筋電図検査

(B)上腕二頭筋への針筋電図検査

(A)



(B)

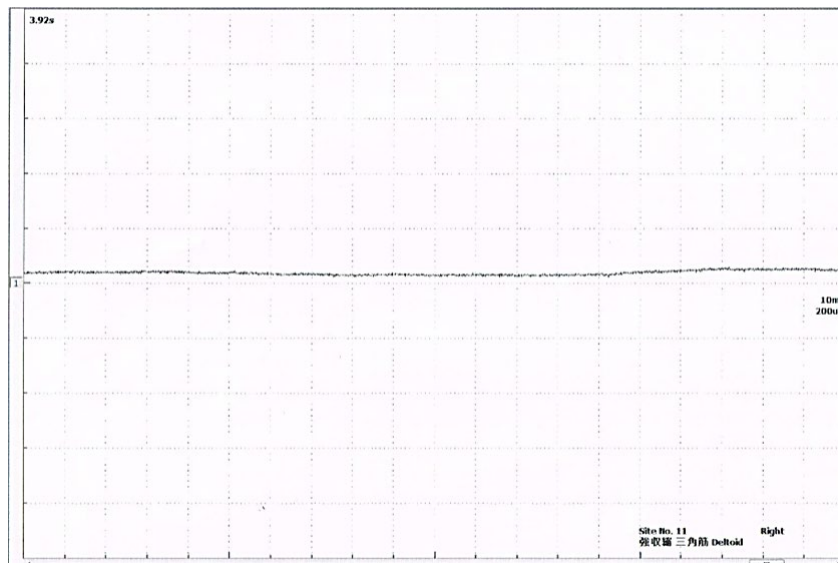


図 4. 三角筋の伝達麻酔前後の針筋電図

(A) 伝達麻酔前は筋収縮に伴い振幅が大きくなっていることが確認できた

(B) 伝達麻酔 15 分後は筋収縮しても運動単位電位(motor unit potential)が観察されないことが確認できた

### 2-3 統計解析

G\*Power 3.1 ソフトウェア (ハインリッヒ ハイネ大学、デュッセルドルフ、ドイツ) を使用して、主要項目を FS 患者の麻酔前後の ROM 変化として評価した。その結果、必要なサンプルサイズは 54 名であった(効果量=0.5、 $\alpha=0.05$ 、 $1-\beta=0.95$ )。伝達麻酔前後の ROM 変化に対して、対応のある t 検定または Wilcoxon 符号付き順位検定を行った。伝達麻酔前後の ROM に有意差があった場合、ピアソン相関係数とスピアマン相関係数を使用して、麻酔前後の ROM の変化量 ( $\Delta$  ROM)と ROM に影響を与える要因との相関関係を評価した。伝達麻酔後の ROM の検者内および検者間再現性は級内相関係数を用いて評価した。有意水準  $P < 0.05$  として、統計解析は SPSS ソフトウェアバージョン 25.0 (IBM Corp.、米国ニューヨーク州アーモンク) を使用した。

### 第3章 結果

患者背景と臨床的特徴を表1に示した。伝達麻酔後のFF、AD、ERのROMは伝達麻酔前よりも有意に増加し( $P < 0.001$ )、 $\Delta ROM$ はFFが $21.8^{\circ} \pm 21.8^{\circ}$ 、ADが $29.7^{\circ} \pm 28.4^{\circ}$ 、ERが $12.1^{\circ} \pm 12.5^{\circ}$ であった(表2)。FF、AD、ERの $\Delta ROM$ と夜間痛は有意な相関関係を認めた(各々 $r = 0.51$ 、 $P < 0.001$ 、 $r = 0.45$ 、 $P < 0.001$ 、 $r = 0.39$ 、 $P = 0.004$ )(図5A~C)。ERの $\Delta ROM$ は運動時痛と有意な相関関係を認めたが( $r = 0.31$ 、 $P = 0.023$ )、FFとADの $\Delta ROM$ と運動時痛では相関関係を認めなかった( $P > 0.05$ )(図6A~C)。なお、伝達麻酔前または伝達麻酔後のROMと疼痛スコアの間には相関関係を認めなかった( $P > 0.05$ )(表3)。罹病期間については、夜間痛とERの $\Delta ROM$ に有意な相関関係を認めた(各々 $r = -0.31$ 、 $P = 0.021$ 、 $r = 0.31$ 、 $P = 0.021$ )が、運動時痛や麻酔前後のROM、FFおよびADの $\Delta ROM$ には相関関係を認めなかった( $P > 0.05$ )(表4)。2人の理学療法士によって測定された麻酔後のFF、AD、ERのROMの検者内および検者間再現性は良好であった(各々級内相関係数[1.1]:0.99、0.95、0.93、[2.1]:0.97、0.98、0.93)。

表 1.患者背景

評估項目 (n=54)		
年齡(歲)		55.6±9.4
性別(女/男)		37/17
BMI		21.7±2.5
罹患側(右/左)		28/26
罹病期間(月)		6.6±3.4
糖尿病(有/無)		3/51
NRS	夜間痛	6.4±2.8
	運動時痛	7.7±2.8

BMI, body mass index; NRS, numerical rating scale

表 2.伝達麻酔前後での ROM の変化

	麻酔前	麻酔後	$\Delta$ ROM	P 値
ROM( $^{\circ}$ )				
FF	96.7 $\pm$ 19.7	117.7 $\pm$ 23.7	21.8 $\pm$ 21.8	<0.001
Abd	74.1 $\pm$ 23.5	103.8 $\pm$ 32.5	29.7 $\pm$ 28.4	<0.001
ER	13.4 $\pm$ 15.6	25.6 $\pm$ 21.1	12.1 $\pm$ 12.5	<0.001

ROM, range of motion; FF,前方屈曲; Abd,外転; ER,下垂位外旋

$\Delta$ ROM, 麻酔前後でのROMの変化量

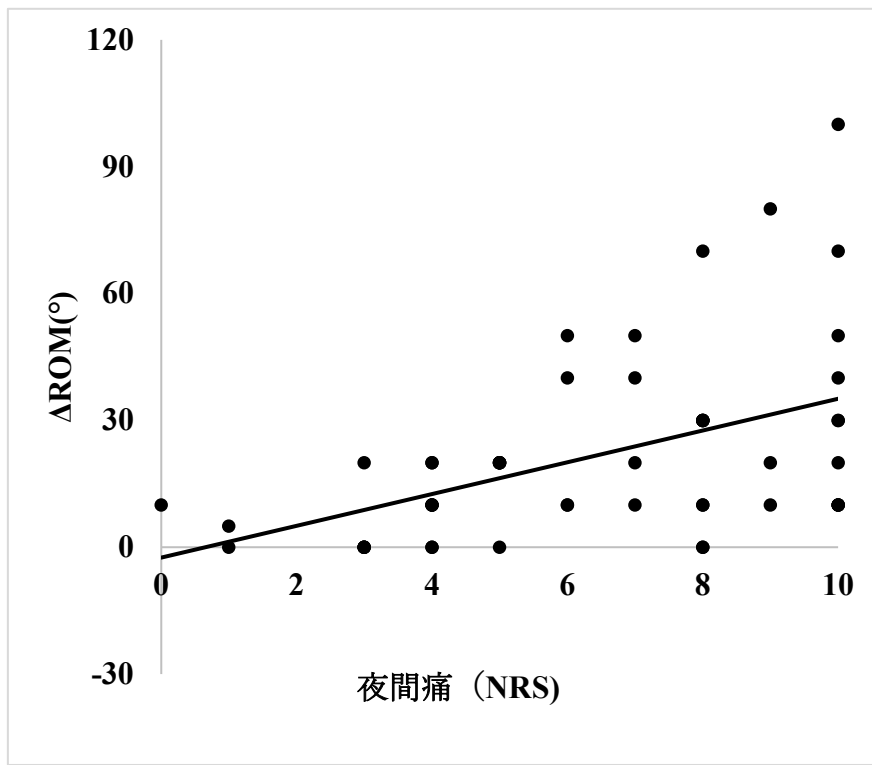


図 5A.伝達麻酔前後の前方屈曲 ROM の変化量と夜間痛の関係

前方屈曲の  $\Delta$ ROM と夜間痛に有意な相関関係を認めた( $P<0.001$   $r=0.51$ )

ROM, range of motion;  $\Delta$ ROM, 伝達麻酔前後での ROM の変化量;

NRS, numerical rating scale;  $r$ , 相関係数

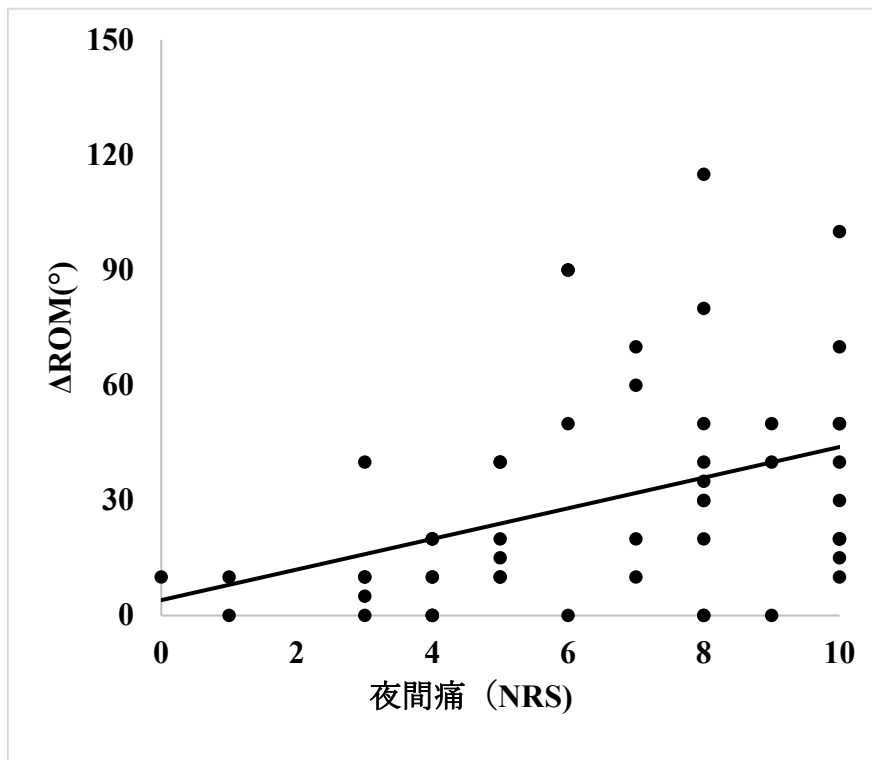


図 5B.伝達麻酔前後の外転 ROM の変化量と夜間痛の関係

外転の  $\Delta$ ROM と夜間痛に有意な相関関係を認めた( $P<0.001$   $r=0.45$ )

ROM, range of motion;  $\Delta$ ROM, 伝達麻酔前後での ROM の変化量;

NRS, numerical rating scale; r, 相関係数

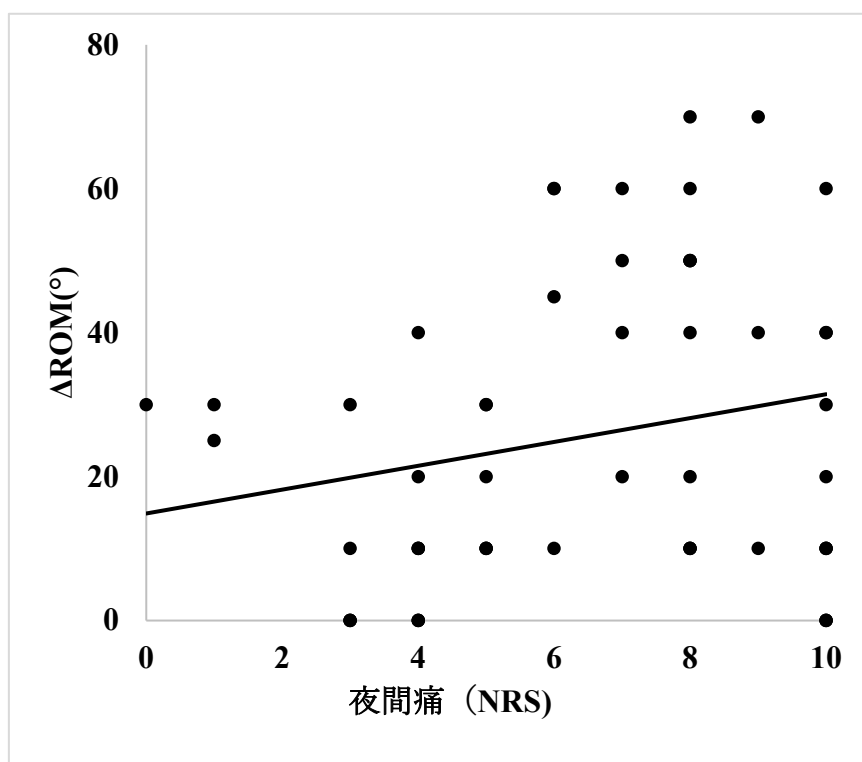


図 5C.伝達麻酔前後の外旋 ROM の変化量と夜間痛の関係

外旋の  $\Delta$ ROM と夜間痛に有意な相関関係を認めた( $P=0.004$   $r=0.39$ )

ROM, range of motion;  $\Delta$ ROM, 伝達麻酔前後での ROM の変化量;

NRS, numerical rating scale;  $r$ , 相関係数

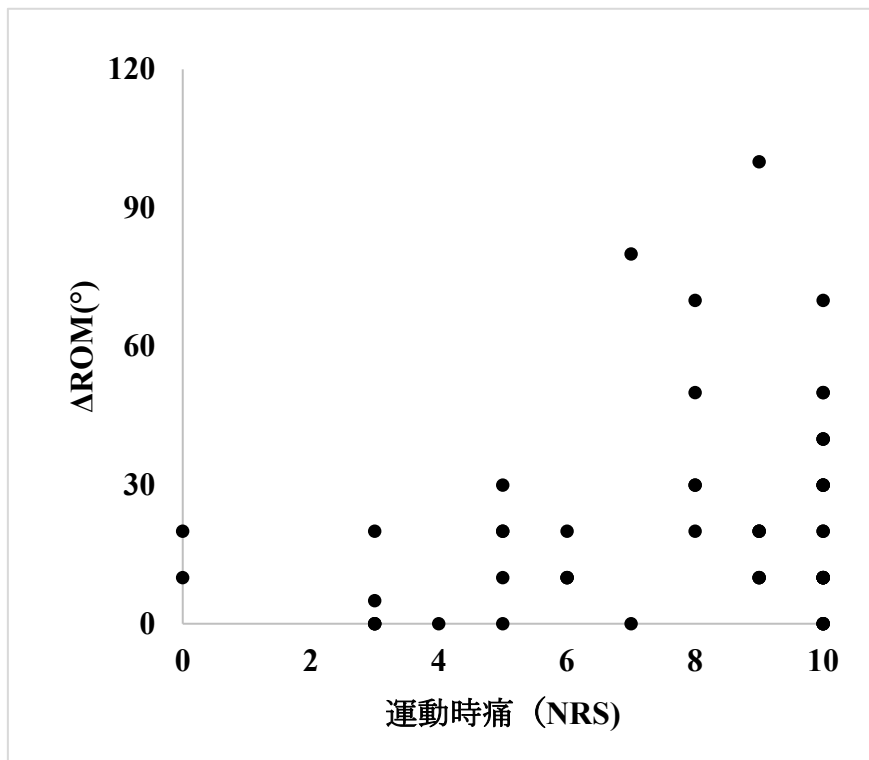


図 6A.伝達麻酔前後の前方屈曲 ROM の変化量と運動時痛の関係

前方屈曲の  $\Delta$ ROM と運動時痛に相関関係を認めなかった( $P=0.09$   $r=0.23$ )

ROM, range of motion;  $\Delta$ ROM, 伝達麻酔前後での ROM の変化量;

NRS, numerical rating scale;  $r$ , 相関係数

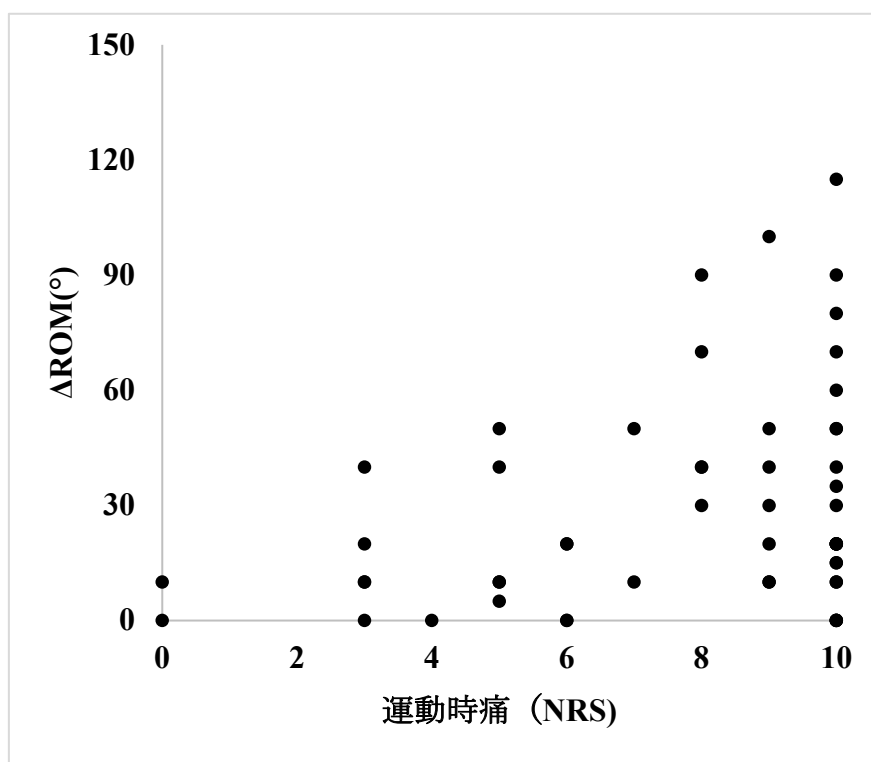


図 6B.伝達麻酔前後の外転 ROM の変化量と運動時痛の関係

外転の  $\Delta$ ROM と運動時痛には相関関係を認めなかった( $P=0.064$   $r=0.25$ )

ROM, range of motion;  $\Delta$ ROM, 伝達麻酔前後での ROM の変化量;

NRS, numerical rating scale;  $r$ , 相関係数

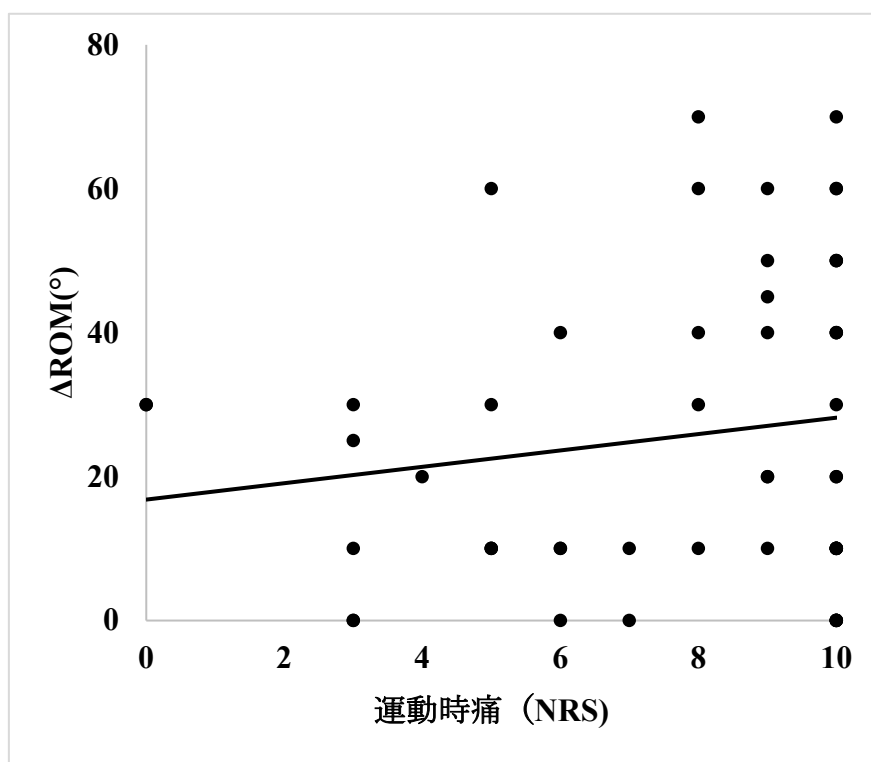


図 6C.伝達麻酔前後の外旋 ROM の変化量と運動時痛の関係

外旋の  $\Delta$ ROM と運動時痛に有意な相関関係を認めた( $P=0.023$   $r=0.31$ )

ROM, range of motion;  $\Delta$ ROM, 伝達麻酔前後での ROM の変化量;

NRS, numerical rating scale;  $r$ , 相関係数

表 3.伝達麻酔前および麻酔後の ROM と夜間痛および運動時痛の関係

評価項目(n=54)		夜間痛		運動時痛	
ROM		P 値	r	P 値	r
FF	麻酔前	0.051	-0.27	0.067	-0.25
	麻酔後	0.135	0.21	0.782	0.04
Abd	麻酔前	0.189	-0.19	0.059	-0.26
	麻酔後	0.193	0.18	0.973	0.01
ER	麻酔前	0.953	-0.01	0.486	-0.01
	麻酔後	0.14	0.20	0.541	0.09

ROM, range of motion; FF,前方屈曲; Abd,外転; ER,下垂位外旋; r, 相関係数

表 4.罹病期間と伝達麻酔前後の ROM および疼痛の関係

評価項目(n=54)			罹病期間	
			P 値	r
ROM	FF	麻酔前	0.988	-0.002
		麻酔後	0.283	-0.15
	Abd	麻酔前	0.214	-0.17
		麻酔後	0.233	-0.17
	ER	麻酔前	0.498	0.09
		麻酔後	0.403	-0.12
$\Delta$ ROM	FF		0.193	-0.18
	Abd		0.547	-0.08
	ER		0.021	-0.31
NRS	夜間痛		0.022	-0.31
	運動時痛		0.380	-0.12

ROM, range of motion; FF,前方屈曲; Abd,外転; ER,下垂位外旋;

$\Delta$  ROM, 伝達麻酔前後での ROM の変化量; NRS, numerical rating scale;

r, 相関係数

## 第4章 考察

リハビリテーション医学の分野で、運動器疾患の疼痛と拘縮には密接な関係があることが報告されている<sup>31,32</sup>。拘縮とは組織学的には皮膚、骨格筋、関節包といった関節周囲軟部組織のすべてに共通してコラーゲンの増生に伴う線維化が生じることである<sup>33,34</sup>。局所の疼痛により関節が不活動状態に陥ると炎症性サイトカインである interleukin-1 $\beta$  や多機能性サイトカインである transforming growth factor- $\beta$  を通して線維芽細胞が活性化し、コラーゲンの増生が起きる<sup>35,36</sup>。疼痛は局所の炎症を示すもので、炎症と線維化は混在しており、FS においても例外ではない。FS では局所の炎症がなぜ起こるかが不明であり、原因不明の一次性拘縮肩に分類される所以となる。そして、疼痛と拘縮は分けて考える方が病態を解明するのには理解しやすく、疼痛に伴って生じる ROM 制限と拘縮は区別すべきである。

本研究では、FS における肩関節の ROM が頸椎神経根に対する伝達麻酔で増加することを示した。また、麻酔前の疼痛スコアと麻酔前後の ROM 変化に有意な相関関係を示した。FS の ROM 制限に疼痛が影響することを示唆し、除痛後の ROM で拘縮を評価すべきであることが示唆された。

肩関節以外の運動器疾患において疼痛や筋性防御が ROM に影響することは報告されている<sup>37</sup>。Davis らは、特発性脊柱側弯症に対する脊椎後方インストゥ

ルメンテーション手術に前方除圧術の追加手術を決定する際に、全身麻酔下の脊柱の柔軟性が指標になると報告した<sup>37</sup>。肩関節においては、Hollmann らは全身麻酔下で関節授動術を受ける FS 患者 5 名の ROM を麻酔前後で調査し、AD が 55 度～110 度、ER が 15 度～40 度と増加し、疼痛がある場合の ROM 評価は精度が乏しいことを報告した<sup>21</sup>。本研究では、伝達麻酔前後での ROM の変化量は、AD、ER でそれぞれ約 30 度と約 12 度であった。AD で 50 度以上の増加を示し症例は 13 肩(24%)、ER で 15 度以上の増加を示した症例は 23 肩(43%) であり、疼痛が ROM に強く関与した症例が多数存在することが示された。疼痛やそれに伴う筋性防御を軽減した ROM は真の拘縮に近似できて、病期診断や治療方針の決定に重要な情報となりえる。

De Baets らは、FS の ROM と解剖学的変化の関係を調査した<sup>38</sup>。MRI を用いて計測された烏口上腕靱帯 (coracohumeral ligament; CHL) や下関節上腕靱帯の厚みが有意に ROM と関連したが、ROM と疼痛スコアの間に関係性はなかったと報告した。本研究においては、麻酔前後の ROM の差が疼痛スコアと有意な相関関係を示した。一方で、伝達麻酔前および麻酔後の ROM と疼痛スコアには有意な相関関係はなかった。本研究の結果を考慮すると疼痛が強いほど見せかけの ROM 制限が大きくなり、拘縮の正確な評価が困難になることが示唆された。その一方で、麻酔前後の ROM の差が僅かな時には、疼痛や筋性防御の影響は軽

減し、拘縮の評価は容易になる可能性が高い。本研究では、麻酔前後の ROM 変化は運動時痛より夜間痛で相関していた。夜間痛は睡眠時に発生する自発痛を示すために、関節内の炎症や疼痛の強度を運動時痛より正確に反映できた可能性がある。しかし、本研究結果のみではこの理由を明確に述べることはできないため、今後は疼痛評価をさらに詳細に調査していく必要がある。

本研究では、罹病期間が夜間痛と麻酔前後の ER 変化に有意な負の相関関係を示した。FS は経時的に疼痛が軽減することが報告されている<sup>10,13</sup>。本研究の対象者の罹病期間は平均 6.6 ヶ月であり、強い夜間痛や運動時痛と ROM 制限を認めることから病期は炎症期から拘縮期と推定された。本研究の結果を考慮すると、罹病期間が短い炎症期から拘縮期にかけては疼痛による見せかけの ROM 制限が増大する可能性があり、ROM 評価の際には十分な除痛が求められると考える。

FS に対する理学療法の治療目標は、除痛と ROM の改善である<sup>39,40</sup>。Binder らは、疼痛のある時期に積極的な ROM 改善を目的とした理学療法を行うと疼痛が悪化すると報告している<sup>41</sup>。したがって、疼痛をいかにして緩和し、ROM 改善を目的とした理学療法につなげるかが臨床上の課題である<sup>13</sup>。本研究は、非観血的肩関節授動術症例に対して頸椎神経根への伝達麻酔を行ったが、本麻酔を除痛目的に通常の外来診療で行うことは稀である。したがって、現段階では疼痛の

軽減に高い効果が報告されている肩関節内ステロイド注射による疼痛軽減後に、拘縮を評価するのが最善である<sup>42,43</sup>。疼痛と筋性防御の軽減で得られる ROM を基準に病期診断と治療方針の決定を行うことを推奨したい。

本研究にはいくつかの限界がある。1 つ目は対象を頸椎神経根伝達麻酔による非観血的授動術症例に限定したことであり、保存治療を選択した症例の評価を行っていない点がある。2 つ目は ROM の測定において高精度で特殊な機器は使用せずに、一般的なゴニオメーターを使用したことであった。しかし、運動器リハビリテーションの経験豊富な 2 名の理学療法士により、少ない被験者ながらも検者内および検者間再現性を評価し良好な結果を得た。また、過去の報告では、背臥位での ROM 測定は肩の疼痛がある場合でも再現性が高いことが示されていた<sup>27</sup>。3 つ目は筋性防御を完全に除去できなかった可能性がある。本研究は、肩関節の運動と知覚を支配する第 5 と 6 頸椎神経支配の筋収縮が針筋電図検査で消失していることを確認した。しかし、FS の ROM 制限には第 7 と 8 頸椎神経や胸椎神経によって支配される肋間筋、広背筋と大胸筋などの肩甲骨周囲筋が影響することも報告されている<sup>44-46</sup>。

## 第5章 結論

FS の ROM 制限は疼痛や筋収縮の影響を受けやすい。疼痛を軽減した後に ROM 評価を行うことで拘縮の評価し、理学療法介入を行っていく必要がある。

## 第6章 おわりに

本研究では、FS の疼痛強度が ROM 制限に関連している可能性を示した。故に、疼痛の強い時期に ROM 改善を目的とした理学療法を介入しても拘縮の程度を正確に判断できない可能性が高い。初期に関節内注射や内服治療で除痛を行い、疼痛が軽減した後に ROM を評価することで、拘縮が軽症な症例には理学療法を行い、重症な症例や治療に抵抗性を示す難治例には非観血的関節授動術を勧めるなどの治療選択肢が提示できる可能性がある。また、FS の真の拘縮に着目した臨床所見を再検討することが病態解明につながる可能性がある。

## 第7章 謝辞

本研究の測定および解析にあたり、自治医科大学整形外科学講座の先生方、とちぎメディカルセンターしもつが整形外科と同日ハビリテーションセンターのスタッフには多大なご協力をいただきましたことを感謝いたします。

## 第 8 章 引用文献

1. 厚生労働省.平成 28 年度国民生活基礎調査の概況,厚生労働省ホームページ(<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/index.html>) , 2017.  
(2024 年 1 月 3 日取得)
2. 高岸 憲, 星野 雄, 井出 淳, 杉原 隆, 畑 幸, 佐野 博, 濱田 純, 矢吹 省, 望月 由, 鈴木 克, 柳川 天, 玉井 和, 小川 清, 熱田 裕, 篠崎 哲. 肩こりに関するプロジェクト研究(平成 16-18 年). *日本整形外科学会雑誌* 82:901-911, 2008.
3. Itoi E, Arce G, Bain GI, Diercks RL, Guttman D, Imhoff AB, Mazzocca AD, Sugaya H, Yoo YS. Shoulder Stiffness: Current Concepts and Concerns. *Arthroscopy* 32:1402-1414, 2016.
4. Kobayashi T, Karasuno H, Sano H, Hamada J, Takase K, Tamai K, Kashiwagi K, Hayashida K, Gotoh M, Yamamoto N, Morihara T, Hata Y, Morisawa Y. Representative survey of frozen shoulder questionnaire responses from the Japan Shoulder Society: What are the appropriate diagnostic terms for primary idiopathic frozen shoulder, stiff shoulder or frozen shoulder? *J Orthop Sci* 24:631-635, 2019.
5. Hsu JE, Anakwenze OA, Warrender WJ, Abboud JA. Current review of adhesive

- capsulitis. *J Shoulder Elbow Surg* 20:502-514, 2011.
6. Manske RC, Prohaska D. Diagnosis and management of adhesive capsulitis. *Curr Rev Musculoskelet Med* 1:180-189, 2008.
  7. Neviaser AS, Neviaser RJ. Adhesive capsulitis of the shoulder. *J Am Acad Orthop Surg* 19:536-542, 2011.
  8. White D, Choi H, Peloquin C, Zhu Y, Zhang Y. Secular trend of adhesive capsulitis. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 63:1571-1575, 2011.
  9. Hand C, Clipsham K, Rees JL, Carr AJ. Long-term outcome of frozen shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 17:231-236, 2008.
  10. Neviaser AS, Hannafin JA. Adhesive capsulitis: a review of current treatment. *Am J Sports Med* 38:2346-2356, 2010.
  11. Dias R, Cutts S, Massoud S. Frozen shoulder. *Bmj* 331:1453-1456, 2005.
  12. Johnson AJ, Godges JJ, Zimmerman GJ, Ounanian LL. The effect of anterior versus posterior glide joint mobilization on external rotation range of motion in patients with shoulder adhesive capsulitis. *J Orthop Sports Phys Ther* 37:88-99, 2007.
  13. Millar NL, Meakins A, Struyf F, Willmore E, Campbell AL, Kirwan PD, Akbar M, Moore L, Ronquillo JC, Murrell GAC, Rodeo SA. Frozen shoulder. *Nat Rev*

*Dis Primers* 8:59, 2022.

14. Shaffer B, Tibone JE, Kerlan RK. Frozen shoulder. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 74:738-746, 1992.
15. Karcioglu O, Topacoglu H, Dikme O, Dikme O. A systematic review of the pain scales in adults: Which to use? *Am J Emerg Med* 36:707-714, 2018.
16. Brindisino F, Silvestri E, Gallo C, Venturin D, Di Giacomo G, Peebles AM, Provencher MT, Innocenti T. Depression and Anxiety Are Associated With Worse Subjective and Functional Baseline Scores in Patients With Frozen Shoulder Contracture Syndrome: A Systematic Review. *Arthrosc Sports Med Rehabil* 4:e1219-e1234, 2022.
17. Levine WN, Kashyap CP, Bak SF, Ahmad CS, Blaine TA, Bigliani LU. Nonoperative management of idiopathic adhesive capsulitis. *J Shoulder Elbow Surg* 16:569-573, 2007.
18. Merolla G, Bhat MG, Paladini P, Porcellini G. Complications of calcific tendinitis of the shoulder: a concise review. *J Orthop Traumatol* 16:175-183, 2015.
19. Dimitriou D, Winkler E, Zindel C, Grubhofer F, Wieser K, Bouaicha S. Is routine magnetic resonance imaging necessary in patients with clinically diagnosed frozen shoulder? Utility of magnetic resonance imaging in frozen shoulder. *JSES*

*Int* 6:855-858, 2022.

20. Kelley MJ, McClure PW, Leggin BG. Frozen shoulder: evidence and a proposed model guiding rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther* 39:135-148, 2009.
21. Hollmann L, Halaki M, Kamper SJ, Haber M, Ginn KA. Does muscle guarding play a role in range of motion loss in patients with frozen shoulder? *Musculoskeletal Sci Pract* 37:64-68, 2018.
22. Tariq H, Collins K, Tait D, Dunn J, Altaf S, Porter S. Factors associated with joint contractures in adults: a systematic review with narrative synthesis. *Disabil Rehabil*:1-18, 2022.
23. Rangan A, Brealey SD, Keding A, Corbacho B, Northgraves M, Kottam L, Goodchild L, Srikesavan C, Rex S, Charalambous CP, Hanchard N, Armstrong A, Brooksbank A, Carr A, Cooper C, Dias JJ, Donnelly I, Hewitt C, Lamb SE, McDaid C, Richardson G, Rodgers S, Sharp E, Spencer S, Torgerson D, Toye F, Ahrens P, Baldwick C, Bidwai A, Butt A, Candal-Couto J, Charalambous C, Crowther M, Drew S, Garg S, Hawken R, Kelly C, Kent M, Kumar K, Lawrence T, Little C, Macleod I, Malal JG, Matthews T, McClelland D, Millar N, Motkur P, Nanda R, Peach CP, Peckham T, Rai J, Ray R, Robinson D, Rosell P, Ruman A, Saithna A, Senior C, Shanker H, Sheridan B, Theivendran K, Thomas S,

- Venateswaran B. Management of adults with primary frozen shoulder in secondary care (UK FROST): a multicentre, pragmatic, three-arm, superiority randomised clinical trial. *The Lancet* 396:977-989, 2020.
24. Saito T, Sasanuma H, Iijima Y, Kanaya Y, Saito T, Watanabe H, Kikkawa I, Takeshita K. Short-term clinical results of frozen shoulder treated with shoulder manipulation under ultrasound-guided cervical nerve root block at outpatient setting: A case series. *J Orthop Sci* 22:275-280, 2017.
  25. Sasanuma H, Sugimoto H, Fujita A, Kanaya Y, Iijima Y, Saito T, Takeshita K. Characteristics of dynamic magnetic resonance imaging of idiopathic severe frozen shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 26:e52-e57, 2017.
  26. Kelley MJ, Shaffer MA, Kuhn JE, Michener LA, Seitz AL, Uhl TL, Godges JJ, McClure PW. Shoulder pain and mobility deficits: adhesive capsulitis. *J Orthop Sports Phys Ther* 43:A1-31, 2013.
  27. Muir SW, Corea CL, Beaupre L. Evaluating change in clinical status: reliability and measures of agreement for the assessment of glenohumeral range of motion. *N Am J Sports Phys Ther* 5:98-110, 2010.
  28. Sharma SP, Bærheim A, Kvåle A. Passive range of motion in patients with adhesive shoulder capsulitis, an intertester reliability study over eight weeks.

*BMC Musculoskelet Disord* 16:37, 2015.

29. Iijima Y, Sugimoto H, Sasanuma H, Saito T, Kurashina W, Kanaya Y, Takeshita K. Reduction of abnormal blood flow in frozen shoulder after shoulder manipulation under ultrasound-guided cervical nerve root block: semiquantitative analysis using dynamic magnetic resonance imaging. *JSES Int* 6:500-505, 2022.
30. Sasanuma H, Sugimoto H, Kanaya Y, Iijima Y, Saito T, Saito T, Takeshita K. Magnetic resonance imaging and short-term clinical results of severe frozen shoulder treated with manipulation under ultrasound-guided cervical nerve root block. *J Shoulder Elbow Surg* 25:e13-20, 2016.
31. Simons GD, Mense S. Understanding and measurement of muscle tone as related to clinical muscle pain. *Pain* 75:1-17, 1998.
32. Knutson GA. The role of the gamma-motor system in increasing muscle tone and muscle pain syndromes: a review of the Johansson/Sojka hypothesis. *J Manipulative Physiol Ther* 23:564-572, 2000.
33. Goto K, Sakamoto J, Nakano J, Kataoka H, Honda Y, Sasabe R, Origuchi T, Okita M. Development and progression of immobilization-induced skin fibrosis through overexpression of transforming growth factor- $\beta$ 1 and hypoxic conditions in a rat knee joint contracture model. *Connect Tissue Res* 58:586-596, 2017.

34. Sasabe R, Sakamoto J, Goto K, Honda Y, Kataoka H, Nakano J, Origuchi T, Endo D, Koji T, Okita M. Effects of joint immobilization on changes in myofibroblasts and collagen in the rat knee contracture model. *J Orthop Res* 35:1998-2006, 2017.
35. Honda Y, Sakamoto J, Nakano J, Kataoka H, Sasabe R, Goto K, Tanaka M, Origuchi T, Yoshimura T, Okita M. Upregulation of interleukin-1 $\beta$ /transforming growth factor- $\beta$ 1 and hypoxia relate to molecular mechanisms underlying immobilization-induced muscle contracture. *Muscle Nerve* 52:419-427, 2015.
36. Kraal T, Lubbers J, van den Bekerom MPJ, Alessie J, van Kooyk Y, Eygendaal D, Koorevaar RCT. The puzzling pathophysiology of frozen shoulders - a scoping review. *J Exp Orthop* 7:91, 2020.
37. Davis BJ, Gadgil A, Trivedi J, Ahmed el NB. Traction radiography performed under general anesthetic: a new technique for assessing idiopathic scoliosis curves. *Spine (Phila Pa 1976)* 29:2466-2470, 2004.
38. De Baets L, Matheve T, Dierickx C, Bijmens E, Jans D, Timmermans A. Are clinical outcomes of frozen shoulder linked to pain, structural factors or pain-related cognitions? An explorative cohort study. *Musculoskelet Sci Pract* 50:102270, 2020.
39. Page MJ, Green S, Kramer S, Johnston RV, McBain B, Chau M, Buchbinder R.

Manual therapy and exercise for adhesive capsulitis (frozen shoulder). *Cochrane Database Syst Rev*:Cd011275, 2014.

40. Vermeulen HM, Stokdijk M, Eilers PH, Meskers CG, Rozing PM, Vliet Vlieland TP. Measurement of three dimensional shoulder movement patterns with an electromagnetic tracking device in patients with a frozen shoulder. *Ann Rheum Dis* 61:115-120, 2002.
41. Binder AI, Bulgen DY, Hazleman BL, Roberts S. Frozen shoulder: a long-term prospective study. *Ann Rheum Dis* 43:361-364, 1984.
42. Bulgen DY, Binder AI, Hazleman BL, Dutton J, Roberts S. Frozen shoulder: prospective clinical study with an evaluation of three treatment regimens. *Ann Rheum Dis* 43:353-360, 1984.
43. van der Windt DA, Koes BW, Devillé W, Boeke AJ, de Jong BA, Bouter LM. Effectiveness of corticosteroid injections versus physiotherapy for treatment of painful stiff shoulder in primary care: randomised trial. *Bmj* 317:1292-1296, 1998.
44. 立原 久, 浜田 純, 小川 清, 山口 光. 特発性凍結肩における 2 種類の運動機能的病態 肩甲骨、大胸筋、腱板筋群からみた病態の相違. *肩関節* 36:695-699, 2012.
45. 立原 久, 浜田 純, 山口 光, 小川 清. 凍結肩にみられる 3 種類の病態.

肩関節 40:1012-1014, 2017.

46. Kurashina W, Iijima Y, Sasanuma H, Saito T, Takeshita K. Evaluation of muscle stiffness in adhesive capsulitis with Myoton PRO. *JSES Int* 7:25-29, 2023.