

# 肩関節周囲炎の鍼灸治療に関する研究

平成23年度

筑波技術大学大学院修士課程技術科学研究科

保健科学専攻

水 出 靖

## 目次

第 1 章	序論	1
Ⅰ	肩関節周囲炎の概念	1
1.	歴史的経緯	2
2.	現在の一般的な概念	4
Ⅱ	肩関節周囲炎に対する鍼灸治療の現状	7
Ⅲ	本研究の目的	12
第 2 章	肩関節周囲炎に対する鍼治療の臨床的検討	14
Ⅰ	緒言	14
Ⅱ	分析 1 病期（拘縮の有無）による治療効果	15
1.	対象	15
2.	病期（拘縮の有無）の判定	16
3.	病変部位の鑑別	16
4.	鍼治療方法	17
5.	分析方法	17
5.	結果	18
	(1)疼痛の変化	18
	(2)可動域の変化	18
	(3)夜間痛と疼痛の変化	19
6.	小括	19
Ⅲ	分析 2 経過中に拘縮が明確になった症例の検討	20
1.	対象	20
2.	分析方法	20
3.	結果	21
	(1)患者プロフィール	21
	1)性別	21

2) 年齢	21
3) 罹病期間	21
(2) 病期	21
(3) 病変部位	21
(4) 夜間痛の有無	22
(5) 疼痛に対する治療効果	22
(6) 関節可動域	22
(7) 消炎鎮痛剤の服用量について	23
IV 考察	23
1. 関節拘縮の病態	23
2. 拘縮の判定について	24
3. 夜間痛の原因	25
(1) 関節内圧の上昇	25
(2) 骨内圧の上昇	26
(3) 肩峰下圧の上昇	26
4. 拘縮の発症と鍼治療の効果	27
第3章 回旋筋腱板 (rotator cuff) の基本事項	29
I 腱板の構造・機能と変性の要因	29
II 腱板に分布する動脈	31
III Hypovascular zone の存在	33
4章 灸様熱刺激による腱板血流変化の実験的検討	35
I 緒言	35
II 実験方法	36
1. 対象	36
2. 血流測定	37
3. 刺激方法	37

4 . 刺激条件	37
5 . 血管拡張物質の遮断	38
6 . 実験手順	38
7 . データー処理	38
8 . 動物の取り扱い	38
III 結果	38
1 . 棘下部刺激による腱板血流の反応	39
(1) 1 分間刺激による反応	39
(2) 3 分間刺激による反応	39
(3) 5 分間刺激による反応	39
(4) 刺激後 10 分間の平均増加率の比較	39
2 . CGRP の遮断条件下での反応	40
IV 考察	40
1 . 腱板血流増加反応の神経性機序について	40
2 . 刺激時間（量）による血流増加反応について	43
3 . ラットの利用	45
4 . 臨床への展望	46
第 5 章 結論	49
謝辞	52
参考文献	53
巻末図表	

筑波技術大学

修士（鍼灸学）学位論文

## 第 1 章 序論

### I 肩関節周囲炎の概念

肩関節は人体で最も大きな可動域を有する関節であり、肩甲上腕関節（狭義の肩関節）、肩鎖関節、胸鎖関節の 3 つの真の関節と、関節包をもたない肩甲胸郭関節と第二肩関節（肩峰下関節）の 2 つの機能的関節からなる複合体である。この 5 つの関節および関節様構造が、周囲の軟部組織と協調して機能することによって可動域は維持されている（信原 1987a; 松本ら 1995; 中川ら 1995）。肩関節を中心とし上腕を半径とする球の全表面積に対して、肩関節を最大に回転運動で囲まれた球の表面積の割合は、健常肩関節の自動運動では 40-50% であるのに対し、屍体は 20% 程度に過ぎず（中川 1995）、軟部組織の柔軟性が可動域に影響することが分かる。

ヒトは二足歩行を果たしたことで上肢の高度な機能を獲得した。手指の巧緻性を効率よく発揮するには、「必要なときに必要なところに手をもっていく」ことが重要である。体幹に対して上肢の運動の土台となっているのが肩関節であり（Codman 1934）、肩関節の機能障害は上肢全体の機能の低下にもつながり、日常生活に様々な支障をきたす。

肩関節の疼痛や可動域の制限の原因となる疾患には、関節炎、脱臼や骨折、腱の断裂、石灰沈着、腫瘍、頸椎症や胸郭出口症候群などの頸部疾患、肩甲上神経などの末梢神経障害、虚血性心疾患などの内臓疾患等々数多くある。野球や水泳などオーバーヘッド動作の多いスポーツでは肩に障害をきたしやすい。また、中高年では肩関節周囲炎や五十肩が好発する。この様に肩関節は若年者から高齢者までの幅広い年代にわたり障害をきたしやすい部位である。

本研究では、高齢社会を迎え、今後さらに増加することが予測される肩関節周囲炎に対する鍼灸治療について検討する。

## 1. 歴史的経緯

肩関節周囲炎という名称は、信原（1987b）によればフランスの整形外科医 Duplay（1872）が呼称した *periarthrite scapulothoracohumerale* の訳語である。Duplay は、外傷性肩関節脱臼後の病理所見を観察して関節外組織、特に肩峰下滑液包の炎症・変性・癒着などを認め、疼痛と関節挙上運動の制限のあるものを上のように命名し、当初は外傷後に起きるものとしたが、後に誘引なく発生するものもあると変更した。現在は、明らかな外傷による場合は肩関節周囲炎から除外される。また Duplay の用いた *periarthrite scapulothoracohumerale* という名称は、現在用いられている症候群としての肩関節周囲炎ではなく、関節拘縮のある、いわゆる五十肩に相当するものを指している点が異なる。Duplay の報告以降、同様の臨床像に対して、Codman（1934）は *frozen shoulder*（凍結肩）、Neviaser(1945)は手術時に関節滑膜の炎症と癒着を認めたことから *adhesive capsulitis*（癒着性関節包炎）と呼称した。

病因・病態については、肩峰下滑液包の炎症・癒着（Duplay1972；Codman 1934）、腱板の炎症・壊死・変性（Codman 1934；Simmonds 1949）。上腕二頭筋長頭腱の腱炎・腱鞘炎（Hitchcock 1948；DePalma 1952；奥平 1985）、肩甲上腕関節包の肥厚・収縮（Neviaser 1945）、関節包の滑膜炎（Wiley 1991；Uitvlugt 1993）、関節腔内のうっ血を主徴とする循環不全（市川 2004）、烏口上腕靭帯や腱板疎部の線維化（Nobuhara 1987；Ozaki 1989；池田 1986a,1986b）、腱板疎部の炎症細胞浸潤を伴う線維化（Hand et al. 2007）、免疫の異常（Rodeo 1997）など多様な見解が報告されている。

本邦では明確な原因疾患がなく肩関節の疼痛と可動域制限を呈する状態について、肩関節周囲炎や五十肩という名称が汎用される。五十肩の名称の由来については、1797年前後に太田全斎が編んだ俚諺集覧という俗語辞典の中で“凡、人五十歳ばかりの時、手腕、骨節痛むことあり、程過ぎれば薬せずして癒ゆるものなり、俗にこれ

を五十腕とも五十肩ともいう。また、長命病ともいう”という記載であるとされる（信原 1987b）。また、現在、五十肩に関連する文献で入手可能な最も古いもの瀬川（1896）の痲痺に関するものであるが、痲痺は古来肩から背部にかけての張り、痛み、はやうち肩（急性症）で運動障害はないとされており、これはむしろ肩凝りに関する文献である。

その後、神中（1937）が“五十肩は Duplay の言うように肩関節周囲炎というのが正しいが、病理解剖学的研究が不十分で十分解明されていない疾患であるので、しばらく五十肩という通俗的な病名によって記載する”とし、その門下の内田（1937）は神中が“疼痛性肩甲関節制動症”と命名したと紹介している。三木（1940）は五十肩を“初老期の、起因を証明しにくい疼痛性肩関節制動症”と定義し、これ以来、五十肩はなかば学術用語として用いられ現在に至っている。三木（1940）は五十肩の原因として、棘上、棘下、肩甲下筋腱およびその通路の変化（腱挫傷、腱板部分断裂、腱板肥厚、腱板石灰沈着、腱板炎（外傷性、アレルギー性を含む）、腱板部分侵蝕、大結節腱着床部の変形性変化、肩峰下滑液包炎）、肩鎖関節変形性関節症、上腕二頭筋長頭腱腱鞘炎、烏口突起炎、筋硬結を挙げた。

信原（1987b）は、用語の混乱を整理するため、肩関節周囲炎という名称のもと、烏口突起炎、上腕二頭筋長頭腱炎、肩峰下滑液包炎、変性性腱板炎（外傷性腱板炎・腱板不全断裂）、石灰沈着性腱板炎、白蓋上腕靭帯障害（不安定肩関節症）、いわゆる「五十肩」（疼痛性関節制動症）、関節拘縮に分類した。拘縮のあるものを、原因が明らかでない場合をいわゆる五十肩、骨折後などのように原因が明らかでない2次性の関節拘縮として分けて位置付けている。この分類の中には石灰沈着性腱板炎や白蓋上腕靭帯障害のように、現在では除外すべき疾患を含んでいるが、以来肩関節周囲炎は Duplay が狭義に用いた名称ではなく、複数の病態を包括した症候群として用いられるようになった。

安達（1972）は、五十肩という名称を広義に用い、その病態を(1)biceps tendon-tendon sheath mechanism の障害、(2)suprahumeral gliding mechanism の障害、(3)frozen shoulder に分類し、(3)を(1)(2)の終末像のものと特発性のものとに分けた。

三笠（1983）は、五十肩を原因と病期の観点より整理した。原因を腱炎・肩峰下滑液包炎と上腕二頭筋長頭腱腱鞘炎に分け、病期を拘縮の有無から freezing type と frozen type に分けた。また三笠（1983）は肩峰下滑液包への局麻剤注入による症状の改善から 85% が肩峰下滑液包の問題であるとした。信原が肩関節周囲炎として整理した多彩な病態は、関節拘縮を呈するいわゆる五十肩との時間軸の観点から再整理されたのである。

## 2. 現在の一般的な概念

肩関節周囲炎や五十肩の病因や病態は未だ不明な部分が多く、その名称は必ずしも統一された定義がないまま用いられているのが現状である。一般的には、明確な原因がなく、肩関節の疼痛と可動域制限を主徴とする疾患群を肩関節周囲炎や広義の五十肩と総称し、特に中年以降に発症し関節拘縮を呈する場合を「いわゆる五十肩」や「狭義の五十肩」と呼称する傾向にある（信原 1987；山本 1996）。

いわゆる五十肩に至る経過は以下のように考えられている。退行性変化を基盤に腱板滑動機構（腱板や肩峰下滑液包）、長頭腱滑動機構（上腕二頭筋長頭腱）、腱板疎部に炎症を生じる。この状態には腱板炎や上腕二頭筋長頭腱炎などの独立した診断がなされるが、炎症が増悪・拡大すると、肩峰下滑液包や関節包の癒着、烏口上腕靭帯の短縮などによる関節拘縮をきたす。この状態がいわゆる五十肩であり、凍結肩・frozen shoulder・adhesive capsulitis などの名称が同義に用いられている（三笠 2001；岩堀 2011）。その後、この状態は次第に軽快する。可動域制限の原因から病期を、疼痛や筋 spasm によって可動域が制限される freezing phase、疼痛や筋 spasm に加

え関節拘縮によって制限される frozen phase、拘縮が改善し症状の回復段階の thawing phase に分類する (Endres 2009)。

関節拘縮は様々な要因で生じるが、現在一般的に用いられているのは、American Academy of Orthopaedic Surgeons(AAOS)の分類である(Zuckerman 1992)。ここでは、関節拘縮を原因が明らかでない一次性(特発性)と原因が明らかな二次性に大別し、更に二次性を、内分泌疾患などの「全身性(systemic)」、肩近傍の臓器由来の「関連性(extrinsic)」、③肩関節自体に原因がある「肩関節性(intrinsic)」の3つに分類している。原因として、「全身性」は糖尿病、甲状腺機能亢進症・低下症など、「関連性」は頸椎疾患、Neuralgic amyotrophy、心疾患、肺疾患、腹部内臓疾患など、「肩関節性」は腱板断裂、石灰沈着性腱炎、変形性肩関節症、関節炎、上腕骨頭壊死症、腫瘍、先天性奇形、外傷、手術などである。

一方、いわゆる五十肩に相当するのが一次性拘縮(primary frozen shoulder)である。この primary frozen shoulder の定義は「a condition of uncertain etiology characterized by significant restriction of both active and passive shoulder motion that occurs in the absence of a known intrinsic shoulder disorder.」、つまり「内因性の肩関節性疾患がなく発症する、病因の不明な肩の自動・他動両方の運動制限」である。この分類については、211名の整形外科医に行ったアンケート調査の結果から、ほぼコンセンサスが得られていることが判っている(Zuckerman et al. 2011)。

Primary frozen shoulder(いわゆる五十肩)の発症頻度は、海外では医療機関を受診した患者を母集団としたデータで人口の2~5%との報告がある(Hand et al. 2008; Hsu J.E. et al. 2011)。本邦では地方都市の住民調査から年間発症率を2.1~3.2%と推定するとの報告がある(小松原 1983)。年齢は40~50歳代に好発して女性が男性より多く(Hand et al. 2008)、約10%の患者で両側に発症するが同時に生じることは比較的少ない(Shaffer 1992)。

また、同側の肩での再発はほとんどない (Comeron R.I. et al. 2000)。frozen shoulder 以外の病態に関する疫学調査は見当たらないが、信原 (1987b) は自験例から肩関節周囲炎における各病態の頻度について、烏口突起炎 5%、上腕二頭筋腱炎 12%、肩峰下滑液包炎 2%、変性性腱板炎 41%、石灰沈着性腱板炎 4%、臼蓋上腕靭帯障害 3%、いわゆる五十肩 25%、肩関節拘縮 8%と報告している。

予後については、一般に、frozen shoulder の予後は良好であり自然治癒するといわれる。これは Codman(1934)が、症状が強くとも2年以内に大部分は治癒すると記載したことや、Grey (1978) が理学療法を行った idiopathic frozen shoulder の 21例 25肩の観察により、わずかな肩の痛みと外転可動域に 20° の制限を残した 1例を除き、他はすべて 2年以内に軽快したことから、frozen shoulder は長くても発症後 2年以内に自然回復すると報告したことに端を発すると思われる。

一方、Handら (2008) は primary frozen shoulder 223例 (269肩) の発症から 2~20年 (平均 4.4年) の経過を観察したところ、59%の症例は正常またはほぼ正常な状態に改善し、41%の症例は何らかの症状が残った。この症状の 94%は軽度な疼痛であり、6%が強い疼痛や機能障害だった。Shafferら (1992) は 62例 (68肩) の idiopathic frozen shoulder を平均 7年間経過観察し、主観的・客観的に評価したところ、31例 (50%) に軽度の疼痛と可動域制限のいずれか、もしくは両方を認めたと報告している。しかし、この中で患者自らが機能的制限を訴えたのは 7例 (11%) のみであった。平均可動域は、屈曲 161°、外転 149°、外旋 65°、内旋は第 5胸椎棘突起レベルであり、外旋制限が最も大きかったと報告している。同様に Meulengracht (1952) は 3年間の経過観察で 23%、Reevesら (1966) は 4年以上の経過観察で、60%以上の症例が軽度の疼痛や違和感、可動域制限が残存したと報告しており、必ずしも完全に治癒するとは限らない。

frozen shoulder 以外の病態の予後については明確な報告がなく、例えば腱板炎がどの程度の割合で治癒し、どの程度が frozen shoulder に移行するのかといったことは不明である。

治療は保存療法が主体であり、日常生活指導、薬物療法、理学療法が行われる。拘縮の難治例では手術療法が適応される。

治療は病期によって目的が異なり、freezing phase は疼痛の軽減および frozen phase への移行（拘縮の発生）の予防、frozen phase は疼痛の軽減と拘縮の改善を目的として、薬物療法、物理療法、運動療法などが行われている（岩堀 2011）。freeing phase は安静、消炎鎮痛剤あるいはステロイド剤の服用または局所注射、疼痛や筋スパズム軽減のための物理療法、拘縮予防のための運動療法が行われる。frozen phase～thawing phase は、可動域訓練が主体であるが、その妨げになる疼痛に対する治療は freezing phase と同様である。また拘縮に対してはマニピュレーション（中村 2010）、joint distension（橋本 2008）などが行われる。

## II 肩関節周囲炎に対する鍼灸治療の現状

医学中央雑誌 web 版を用いて 1983 年より 2011 年 11 月の期間における関連論文を検索すると、「肩関節周囲炎または五十肩」と「鍼療法」は 88 件、「灸療法」は 60 件の文献が抽出された。ただ、これらの大部分は解説や症例報告であり、研究デザインがメタアナリシス、ランダム化比較試験、準ランダム化比較試験、比較研究であったのは、「鍼療法」が 5 件、「灸療法」は 0 件であった。さらに鍼療法の 5 件には、肩以外の疾患も対象としたり、漢方製剤と鍼灸の効果の比較や作用機序の検討をしたものが 3 件あり、実際に肩関節周囲炎や五十肩に対する効果を検討しているのは 2 件のみ（片山 2008; 水出 2008）で、いずれも比較研究であった。本邦における肩に関する鍼灸の臨床研究は十分でないことが伺えた。特に灸については臨床現場で用いられる度合いの印象に比べ、臨床研究が進ん

でないことが判った。

ハンドサーチにより入手できた文献から、鍼治療が医師向けの成書に記載されたのは安部ら（1983）であると思われる。安部らは五十肩の症例を対象に、上肢末梢の合谷穴、肘関節外側直下の手三里穴への鍼刺激により、腱板の病変や関節硬着症は効果が得られにくい、上腕二頭筋長頭腱やその他の病変は効果が得られやすいと報告している。

国外文献について Pub Med を用いて 1966 年～2011 年 10 月の期間で「shoulder pain」と「acupuncture」のキーワードで検索すると、82 件が抽出された。このうち、言語を「English」、研究デザインを「Clinical trial」に限定して抽出されたのは 24 件であり、この中から、いわゆる肩こりや脳血管障害後遺症による肩関節痛など、肩関節周囲炎とは病態が異なるものを除外すると 13 件が残った。同様に「moxibustion」は 0 件であった。

鍼の効果を証明するためには厳密な比較試験が必要であることが指摘されている（Richardson 1986; Vincent 1986）。肩関節痛を対象とした鍼治療についても、ランダム化比較試験による報告が散見される。

世界で最初に行われた肩関節痛に対する鍼治療のランダム化比較試験は、1976 年に Moore らによって報告された。Moore ら（1976）は、明らかな原因疾患のない肩関節痛 42 例を①古典的中国鍼、② sham 鍼の 2 群に分けて、週 1 回の介入を 3 週間行った。sham 鍼は、①と同じ部位の皮膚を圧迫するだけで刺入しない方法を用いた。結果は両群とも大部分の症例で肩の不快感が改善したが可動域は改善しなかったことから鍼の効果はプラセボによるものであると結論している。

Berry ら（1980）は、腱板に障害のある 60 例を①鍼灸、②ステロイド関節注射・偽非ステロイド消炎鎮痛剤（以下 NSAID）の内服、③ステロイド関節注射と NSAID 内服、④超音波、⑤偽 NSAID と偽

超音波の5群で比較したところ、すべての群で症状の改善が認められたが各群に有意な差はなかったことから、これらの変化は自然経過によるものであると結論している。

Kleinhentzら(1999)は、腱板のスポーツ障害52例を、①実際に刺入する鍼と、②Streitberger式sham鍼に割り付け、刺激部位は肩周囲のポイント、上肢や下肢のポイント、中医学的診断に基づくポイントの19か所の中から、患者の状態に応じて12か所を選択し、4週間の介入を行った。評価は修正したConstant Murley scoreをprimary endpointとして用いて、ブラインド化された整形外科医が行った。介入後において、刺入する鍼がsham鍼より効果的であった。また6か月後においてもスコアには統計学的な有意差が認められたが、臨床的には有意とはいえなかった。Streitberger鍼は、患者の期待に起因するプラセボ効果を除去することを目的に考案されたものである(Streitberger et al. 1998)。皮膚を圧迫するだけの非刺入鍼であるが、鍼の先端を遮蔽するとともに、刺入操作時に鍼体が鍼柄に滑り込むことで、患者が実際に刺入しているか否かが判らない仕組みになっている。

Sunら(2001)は、frozen shoulder 35例を①エクササイズ群、②エクササイズに鍼を加えた群の2群に分け、6週間の介入を行った。評価はベースライン、6週間後と20週後にConstant Shoulder Assessmentを用いてブラインド化された査定者が行った。その結果、エクササイズに鍼を加えた群の方がエクササイズだけの群より大きな改善を示した。

Gilbertsonら(2003)は、鏡視で肩峰形成術を施行したインピンジメント症候群40例を、①真の鍼、②sham鍼とでUCLA shoulder scaleを用いて比較した。真の鍼片側または両側の上下肢と体幹部、耳に刺入した鍼に2.5-150Hzの通電を行った。sham鍼は同様の部位に刺入した鍼に、電極を繋ぎあたかも通電しているかの様に機器のランプは点滅するものの実際には通電されない方法をとっている。

術後 3-8 日より開始し、週 3 回の介入を 4 週間行った。この結果、真の鍼の方が疼痛の程度、鎮痛剤の服用量、関節可動域、患者の満足度においてより高い改善が認められた。

Hoyos ら (2004) は、軟部組織に起因する肩関節の疼痛と機能障害を有する 130 例を対象に、①低周波鍼通電と② Streitberger 式 sham 鍼と偽低周波鍼通電を週 1 回、8 週間行った。この結果、介入終了後、3 ヶ月後、6 ヶ月後で真の鍼通電群において VAS、Lattinen Index、ROM、NSAID の消費量、SPADI、COOP-WONCA チャートの有意な改善が得られた。満足度には有意差は得られなかった。

Kajsa ら (2005) は、インピンジメント症候群 85 例を、①鍼治療群と②超音波治療群に割り付け、両群にホームエクササイズを併用して比較した。介入は週 2 回、5 週間行った。評価は Constant Murley score, Adolfsson-Lysholm shoulder Score, UCLA scale を用いた。この結果、鍼治療の方がより高い score の改善を示した。

Vas ら (2009) らは、肩に疼痛を有する 425 例を対象に、3 週間に 15 回の理学療法に加え、①下腿外側部の条口穴刺鍼、②患側下腿偽低周波通電の 2 群に割り付け週 1 回の介入を 3 週間行った。この結果、両群とも Constant Murley score の改善がみられたが、偽低周波に比べ鍼群の方が有意な症状の改善と鎮痛剤の服用量の減少がみられた。

Amanda ら (2009) は、肩に疼痛を有する 131 例を①中国伝統医学理論に基づき個々の状態に応じた取穴、②固定された標準的取穴、③ sham 鍼 (streitberger 鍼) の 3 つの介入で比較した。この結果、6 週間後において、中国伝統医学理論に基づく取穴と固定された標準的取穴の方が sham 鍼よりも有意な SPAD score の改善が得られた。中国伝統医学理論に基づく取穴と固定された標準的取穴の間には有意な差はみられなかった。

Orest ら (2009) は腱板炎患者 85 例を、食事指導、鍼、サプリメントを服用する然療法群 (NC) 43 例と、可動域・筋力増強訓練、偽

サプリメントを服用する運動療法群(PE)42例の2群にランダムに割り付け、週1回の介入を12週間実施した。鍼治療は肩周囲から背部から4か所の圧痛点を選択し得気が得られた後最低10分間の置鍼を行った。サプリメント・偽サプリメントは毎日服用させた。評価はSPAD scoreと疼痛のVASについて介入前から4週間ごとに行った。この結果、両群ともに改善が得られ、特にNC群が8週目と12週目においてPE群より高い改善を示した。

Algrechtら(2010)は、6週間以上疼痛が継続しておりVASが50mm以上の慢性肩関節痛患者424例を①中国鍼、②sham鍼、③一般的治療の3群にランダムに割り付け6週間に15回の介入を実施した。sham鍼には下腿内側部への刺鍼を用いた。評価は各グループでVASが50%以下に減少した症例数の割合についてprimary endpointを介入終了3ヶ月後、secondary endpointを介入終了直後として行った。結果はprimary endpointが①65%、②24%、③37%、secondary endpointが①68%、②40%、③28%であり、①中国鍼群が他群と比較して有意に高い改善を示した

この様に肩関節周囲炎に相当する肩関節痛に対する鍼治療のランダム化比較試験は、比較対照に用いているのが、shamの鍼や通電(Moore et al 1976; Kleinhentz et al. 1999; Gilbertson et al. 2003; Hoyos et al. 2004; Vas et al. 2009; Amanda et al. 2009; Orest et al. 2009; Algrecht et al. 2010)、shamを含む一般的治療(Berry et al. 1980; Sun et al. 2001; Kajsa et al. 2005; Algrecht et al. 2010)など様々である。この中には鍼の効果よりも通電の効果を比較するデザイン(Gilbertson et al. 2003)や鍼の刺激部位の違いを比較するデザイン(Amanda et al. 2009)もあり、このような結果は、臨床の場で鍼治療の方法を決定する根拠にはなるが、有効性を示す根拠にはならない。木下(1974)はMooreら(1976)の報告の2年前にランダム化比較試験により、五十肩に対して標準的な治療ポイントと、これに病態局所への治療として腱板部付近のポ

イントを加えた場合、病態局所の治療を用いた方が良好な効果が得られたと報告しており、病態局所に対する刺激の重要性を示唆している。sham 鍼はプラセボ効果を除去するためには必要な方法ではあるが、刺入しない鍼でも皮膚への刺激は加えられているため何らかの生体反応が生じて治療効果につながる可能性は否定できず、問題は残る。

また、これらの研究では対象の病態がある程度限定されているのは腱板 (Berry et al. 1980; Kleinhentz et al. 1999; Orest et al. 2009)、インピンジメント症候群 (Gilbertson et al. 2003; Kajsa et al. 2005)、frozen shoulder (Sun et al. 2001) などがあるが、他は肩関節痛の患者 (Moore et al. 1976; Hoyos et al. 2004; Vas et al. 2009; Amanda et al. 2009; Algrecht et al. 2010) であり、複数の病態が含まれていることが予想される。病態の違いによって鍼治療効果が異なる場合には、これらを一括して評価することで真の効果がマスクされてしまう危険性がある。病態を絞った臨床試験の実施とともに、症例検討や症例集積検討によって臨床試験で検討すべき仮説を作る必要があると思われる。肩関節痛の鍼治療のメタアナリシスでは、サンプルサイズの小さいことや、報告によって対象、介入方法、評価方法が異なることから、現時点では必ずしも鍼治療が肩関節痛に有効とはいえないと結論している (Green et al. 2005)。

### III 本研究の目的

このように、肩関節周囲炎に対する鍼灸治療の効果については、ランダム比較試験によって有効であるとの報告が散見されている。ただ、特定の病態を対象とした研究が少ないため、鍼灸が肩関節周囲炎に含まれるどのような病態に対してより効果が期待できるのかは明確にされていない。また、治療効果の機序について検討した研究は見当たらない。

本研究では、鍼治療による効果が期待できるのはどのような状態

なのかを明らかにすることを目的に、過去の症例データをもとに症例の臨床像と鍼治療の効果について分析する（第 2 章）。次に、治療効果の機序を明らかにする目的で、棘下筋相当部の体表への灸刺激が、肩病変の好発部位である腱板の血流に及ぼす影響について、麻酔ラットを用いた実験により検討する（第 4 章）。

## 第 2 章 肩関節周囲炎に対する鍼治療の臨床的検討

### I 緒言

肩関節周囲炎や五十肩は鍼灸臨床で遭遇する機会が多いが、これらの名称は一定の定義がないまま用いられているのが現状である。一般に、骨折や脱臼、関節炎、腫瘍、腱板の断裂・石灰沈着などといった明確な原因がなく、肩関節の疼痛と可動域制限を主徴とする疾患群を肩関節周囲炎や広義の五十肩と総称し、この中で中年以降で関節拘縮を呈する場合をいわゆる五十肩や狭義の五十肩と呼ぶ傾向にある（山本 1996）。いわゆる五十肩を中心にとらえその経過をみると、退行性変化を基盤に腱板滑動機構（腱板や肩峰下滑液包）、長頭腱滑動機構（上腕二頭筋長頭腱）、腱板疎部に炎症を生じる。この状態が進展しなければ腱板炎や上腕二頭筋長頭腱炎などの独立した診断がなされるが、炎症が増悪・拡大すると、肩峰下滑液包や関節包の癒着、烏口上腕靭帯の短縮などによる関節拘縮をきたす。この状態がいわゆる五十肩であり、凍結肩・frozen shoulder・adhesive capsulitis などの名称がこれと同義に用いられている（三笠 2001）。この状態はその後、次第に軽快する。この経過について、可動域制限の原因から病期として、疼痛や筋 spasm によって可動域が制限される freezing phase、疼痛や筋 spasm に加え関節拘縮によって制限される frozen phase、拘縮が改善し症状の回復がみられる段階の thawing phase に分類する（Endres 2009）。

肩関節周囲炎の治療は保存療法が中心であり、freezing phase は疼痛の軽減と frozen phase への移行（拘縮の発生）の予防、frozen phase は疼痛の軽減と拘縮の改善が主な目的であり（三笠 1983）、薬物療法、物理療法、運動療法などが行われている。その 1 つとして鍼灸は主に疼痛の軽減とこれによる関節機能の改善を目的に行われている。近年はランダム化比較試験によって鍼治療の有効性が報告されているが特定の病態を対象とした研究が少ない。また他の研

究デザインによる臨床研究においても、鍼灸治療の効果について病期や病態の観点からの検討は十分にはなされていない。このため、どのような病態に対して効果が期待でき、あるいは期待できないのかということは十分には明確になっていない。鍼灸を現代医学の一手段として位置付けていくためには、より効果が得られる病態を明らかにする必要があると考える。

このようなことから本研究では、肩関節周囲炎の病態や病期の観点から、鍼治療の有効性について過去の患者データをもとに *retrospective* に検討した。

## II 分析 1 病期（拘縮の有無）による治療効果

### 1. 対象

対象は 1992 年～2008 年の間に東京大学医学部附属病院物療内科物理療法室、筑波大学附属視覚特別支援学校治療室において、同一施術者が鍼治療と評価を行った肩関節の疼痛や可動域制限を有する 124 例の中で、以下の要件を満たすものとした。

① 医療機関にて、外傷、腱板の石灰沈着・断裂、関節炎、頸部や内臓疾患など明確な原因が除外されている。

② 重篤な合併症がない。

③ 1 ヶ月以上鍼治療または経過観察を行った。

この結果対象とした、36 歳～79 歳（平均 54.5 歳）、罹病期間 3 日～24 ヶ月（平均 2.7 ヶ月）の 59 例について、以下に述べる方法によって、病期（拘縮の有無）と病変部位を鑑別した症例のプロフィールを表 1 に示す。

「拘縮なし」27 例（45.8%）、「不明瞭」14 例（23.7%）、「拘縮あり」18 例（30.5%）であった。3 群の年齢、男女比、罹病期間には差が認められなかった。

病変部位は拘縮のない症例には腱板や長頭腱にあると思われる症例が多く、「不明瞭」は合併例や判別困難例が多かった（ $P < 0.01$ ）。

夜間痛については様々な程度がある。今回は、夜間の自発痛で睡眠に支障をきたすことが週に5日以上あり、数回の鍼治療で改善しない場合を夜間痛ありとした。寝返り時のみに自覚される痛みは、一種の運動痛と考え分析に含めなかった。拘縮が明らかなほど夜間痛を訴える症例が多かった ( $P < 0.05$ )。

## 2. 病期（拘縮の有無）の判定

拘縮の判定は、患部への局麻剤の注射による可動域の変化や、関節・肩峰下滑液包造影所見などによって行われる（三笠 1983）が、この方法は、鍼灸臨床では実施することが困難なことから身体診察所見によって判定した。しかし、身体診察で拘縮を判定する基準は十分には確立していないため、文献（出端 1990; Cynthia 2002; 立花 2004）をもとに、①他動運動による可動域の拡大、②end feel、③肩甲骨上腕リズムの異常によって、「拘縮あり」、「不明瞭」、「拘縮なし」の3分類に判定した（図2）。尚、関節可動域は健常人でも年齢や性による変動があるので、他動運動可動域が日本整形外科学会・日本リハビリテーション学会の提唱する参考可動域の80%以上、または健側と同程度であれば正常とみなした。

この方法により、自動可動域制限があっても他動可動域が正常であれば「拘縮なし」、他動運動で可動域がほとんど拡大せず、end feelや上腕と肩甲骨の連動が明確な場合を「拘縮あり」と判断した。このどちらにも該当せず、拘縮の有無を明確に判別できない場合を「不明瞭」とした。

## 3. 病変部位の鑑別

病変部位の判断は、一般にMRIなどの画像診断によって行われるが、簡易的には局麻剤の注射で疼痛の軽減が得られる部位から判定する（三笠 1983; Calis et al. 2000; Park et. al. 2005）。しかし拘縮の有無の判定と同様に、鍼灸臨床では実施が困難なので、今回は

圧痛部位と徒手検査 (Kessel et al.1977; Hawkins et al. 1980; Neer 1983; 出端 1990; Calis et al. 2000; Park et al. 2005) によって病変部位を推定した (表 3)。すなわち、圧痛が腱板およびその付着部の大結節や小結節にあり、ペインフルアークテストあるいはインピンジメント (Neer 法または Hawkins 法) が陽性であった場合を腱板あるいは肩峰下滑液包の病変として「腱板部」、結節間溝の上腕二頭筋長頭腱に圧痛があり、ヤーガソンテストあるいはスピードテストが陽性の場合には上腕二頭筋長頭腱の病変と判断し「長頭腱」とした。腱板と長頭腱両者の所見が認められた場合を「合併」とし、明確な所見がない場合や、可動域制限のため病変部位を推定できない場合を「判別困難」とした。なお、可動域制限が高度な「拘縮あり」の症例では、この方法による判定が不能であるため、病変部位の判定は「拘縮なし」と「不明瞭」の 41 例について行った。

#### 4. 鍼治療方法

鍼刺激の部位は、体表所見に応じて体幹～上肢の筋肉上の圧痛や硬結部から 4～10 箇所程度を選択した。特に病変が明確な場合、腱板部の障害は肩峰下と腱板構成筋、長頭腱部の障害は結節間溝部と上腕二頭筋の圧痛や硬結部を選択した。刺激方法は単刺や置鍼などの普通鍼や低周波鍼通電を 1 Hz で 15 分間行った。可動域制限のある場合には他動的な可動域拡大訓練を併用した。治療頻度は週 1～2 回とした。また、この間消炎鎮痛剤の服用は特に制限しなかった。

#### 5. 分析方法

本研究の患者情報の利用については、当該施設の規定に基づき診療録からデータを収集し retrospective に分析した。拘縮の「なし」「不明瞭」「あり」の 3 群について、初診時と 1 ヶ月後に、全般的な疼痛に関する VAS(Visual analogue scale)と自動外転の可動域の評価を行い、この変化について分析した。

データは平均値±標準偏差で表し、統計処理は、3群の治療前後の値はt検定、3群のVASおよび可動域についての初診時、1ヶ月後、治療前後の変化量の群間差は分散分析を行い、危険率5%以下を有意とした。解析はSPSS Statistics Advance Ver.19 (IBM) を用いた。なお、特に断りのない限り、間隔尺度データについては平均値と標準偏差 (SD) で表した。

## 5. 結果

### (1)疼痛の変化

初診時と1ヶ月後の疼痛のVASは、「拘縮なし」 $54.9 \pm 14.9$ mm から  $22.9 \pm 20.3$ mm、「不明瞭」 $63.1 \pm 12.5$ mm から  $47.4 \pm 22.4$ mm、「拘縮あり」 $64.8 \pm 10.1$ mm から  $48.4 \pm 23.9$ mm と、すべての群で有意に減少した ( $P < 0.01$ )。また、初診時は「拘縮なし」が「あり」に比べて有意に疼痛は軽度だった ( $P < 0.05$ )。また1ヶ月後の疼痛は「拘縮なし」が「不明瞭」「あり」に比べ軽度だった ( $P < 0.01$ ) (図1)。初診時と1ヶ月後のVASの差 (1ヶ月後 - 初診時) は、「拘縮なし」 $-32.0 \pm 21.5$ mm、「不明瞭」 $-15.7 \pm 13.7$ mm、「あり」 $-16.4 \pm 15.0$ mm であり、「拘縮あり」の変化量の絶対値が他に比べて有意に大きかった ( $P < 0.05$ ) (図2)。

疼痛は拘縮の有無に関係なく軽減するが、特に拘縮のない症例でより高い改善が得られることが判った。

### (2)可動域の変化

自動外転の可動域は、初診時・1ヶ月後ともに「拘縮なし」が他に比べて有意に大であった ( $P < 0.01$ ) (図3)。1ヶ月間の拘縮なし」は  $155.2 \pm 28.4^\circ$  から  $160.6 \pm 25.1^\circ$  であり、初診時・1ヶ月後ともにほぼ正常範囲だった。可動域制限のあった「不明瞭」は  $119.3 \pm 21.1^\circ$  から  $123.2 \pm 24.0^\circ$ 、「拘縮あり」は  $99.7 \pm 15.3^\circ$  から  $103.6 \pm 16.2^\circ$  と、それぞれ拡大したが有意な差は認められなかった。

また、1ヶ月間の可動域の変化量をみると、「拘縮なし」 $5.4 \pm 29.4^\circ$ 、「不明瞭」 $4.0 \pm 20.6^\circ$ 、「拘縮あり」 $3.9 \pm 7.6^\circ$ であり、3群に有意な差は認められなかった（図4）。

この様に、可動域制限のあった「不明瞭」「拘縮あり」には著明な拡大は得られなかった。

### (3)夜間痛と疼痛の変化

夜間痛のない29例と夜間痛のある30例とで、日常の全般的な疼痛のVASの変化について分析した（図5）。

夜間痛のない症例は、初診時 $52.3 \pm 12.5\text{mm}$ から1ヶ月後 $17.3 \pm 14.0\text{mm}$ だった。夜間痛のある症例は初診時 $67.1 \pm 10.4\text{mm}$ から1ヶ月後 $55.0 \pm 16.6\text{mm}$ であり、それぞれ有意に減少した（ $P < 0.01$ ）。また、初診時・1ヶ月後の疼痛はともに拘縮のない症例の方が有意に軽度だった（ $P < 0.01$ ）。

初診時と1ヶ月後のVASの変化量をみると（図6）、夜間痛なし $35.0 \pm 15.6\text{mm}$ 、夜間痛あり $12.1 \pm 16.0\text{mm}$ で、夜間痛のない症例の方が絶対値が有意に大きく、夜間痛のない症例の方が疼痛の軽減が得られた。

病期別に夜間痛を有する症例の割合をみると（表1）、「拘縮なし」33%、「不明瞭」57%、「拘縮あり」72%であり、拘縮が明確になるほど夜間痛を訴える症例が多かった（ $P < 0.05$ ）。

## 6. 小括

今回の結果から、肩関節周囲炎で症状の改善が得られやすいのは、拘縮がない症例であった。滑液包や関節包の癒着など関節周囲の軟部組織の器質的変化による可動域制限が容易には拡大が得られないことは想定されるが、拘縮を有する症例は疼痛についても改善が得られにくいことは、疼痛の軽減を主たる目的とする鍼治療においては考慮すべき事柄であると考えられる。そしてこれには夜間痛の有無が

関係している事が示唆されたが、この点については後に考察する。

分析 1 の結果より、鍼治療は拘縮のない段階で行うことで良好な効果が期待できると考えられる。しかし治療開始時に拘縮がなくとも、治療を継続していく中で次第に拘縮が顕著になってくる場合がある。拘縮を生じると機能の回復に時間を要するため、あらかじめ拘縮の発生を予測できれば、他の治療手段の選択、患者への説明や生活指導をより適切に行えるものと思われる。そこで次に、鍼治療継続中に拘縮が明確になった症例とならなかった症例の臨床像の違いについて分析した。

### Ⅲ 分析 2 経過中に拘縮が明確になった症例の検討

#### 1. 対象

分析 1 で対象とした 59 例の中から、明確な拘縮を認めた「拘縮あり」18 例を除外した 41 例を分析対象とした。なお、「不明瞭」例は拘縮が明確にあるとは判断できなかつたので分析対象に加えた。つまりこの 41 例は、分析 1 の、「拘縮なし」27 例（65.9%）と、「不明瞭」14 例（34.1%）である。

#### 2. 分析方法

41 例を、治療期間中に拘縮が明確になった症例（移行群）と、そのまま明確な拘縮を認めなかつた症例（非移行群）の 2 群に分け、①患者プロフィール（性別、年齢、罹病期間）、②拘縮の有無の判別性、③病変部位の局在、④夜間痛の有無、⑤鍼治療による症状の変化、⑥消炎鎮痛剤の服用量を比較した。

統計処理は、年齢、罹病期間は t 検定、性別、拘縮の有無の判別性、病変部位、夜間痛の有無は  $\chi^2$  検定、症状の変化は二元配置分散分析を行い、危険率 5%未満を有意差ありとした。解析には SPSS Statistics Advance Ver.19 (IBM) を用いた。なお、特に断りのない限り、間隔尺度データは平均と標準偏差 (SD) で表した。

### 3. 結果

#### (1)患者プロフィール

治療（観察）期間は1～16ヶ月（平均4.6ヶ月）であった。この間に、拘縮が明確になったのは41例中13例（32%;移行群）、拘縮を認めなかったのは28例（68%;非移行群）であった（表4）。

##### 1)性別

41例の内訳は、男性16例、女性25例であった。男性16例のうち拘縮に移行したのは5例（31.2%）、女性は25例中8例（32.0%）で、両群間に有意差は認められなかった。

##### 2)年齢

41例の平均年齢は $54.1 \pm 9.2$ 歳であった。移行群13例の平均年齢が $58.5 \pm 6.8$ 歳、非移行群28例は $52.1 \pm 9.6$ 歳であり、移行群の方が有意に高齢であった。

##### 3)罹病期間

41例の平均罹病期間は $1.9 \pm 1.0$ ヶ月であった。移行群の罹病期間は $1.9 \pm 1.1$ ヶ月、非移行群は $1.9 \pm 1.0$ ヶ月であり、両群間に有意差はみられなかった。

#### (2)病期

初診時に明らかに拘縮を認めなかった「拘縮なし」27例と「不明瞭」14例で拘縮移行の有無を比較した。移行群は非拘縮例27例中5例（18.5%）に対して、不明瞭例では14例中8例（57.2%）であり、不明瞭例の方が有意に多かった（図7）。

#### (3)病変部位

病変部位は前述の通り4分類したが、各症例数が少ないことから、

今回は病変が限局しているか否かによる違いを分析した。病変が腱板あるいは長頭腱に限局しているものを併せて「限局例」としたところ 23 例（56.1%）であった。他方の病変部位が腱板と長頭腱の両方に存在するものと判別困難なものを「拡大・判別困難例」とし 18 例（43.9%）であった。移行群は、単独障害例 23 例中 4 例（17.4%）に対して、合併・判別困難例では 18 例中 9 例（50.0%）と有意に多かった（図 8）。

#### (4)夜間痛の有無

夜間痛の程度は症例により様々だった。今回は夜間の自発痛で睡眠に支障をきたすことが週に 5 日以上あり、鍼治療で改善しないような場合を夜間痛ありとした。寝返り時のみに自覚される痛みは、一種の運動痛と考え分析に含めなかった。その結果、夜間痛は 41 例中 14 例（34.1%）に認められた。移行群は、夜間痛のない 27 例では 4 例（14.8%）であったのに対し、夜間痛がある場合 14 例中 9 例（64.3%）と有意に多かった（図 9）。

#### (5)疼痛に対する治療効果

図 10 に示す通り、初診時における運動痛や夜間痛など全般的な疼痛の程度を指標とした VAS の平均は、41 例では  $56.5 \pm 13.7 \text{mm}$  だった。このうち非移行群 28 例が  $54.1 \pm 14.2 \text{mm}$  だったのに対し、移行群 13 例では  $65.5 \pm 12.4 \text{mm}$  と高く、統計的に有意差を認めた。治療効果は、1 ヶ月後に判定した。疼痛の VAS は、非移行群は、初診時  $54.1 \pm 14.2 \text{mm}$  から 1 ヶ月後  $18.8 \pm 14.2 \text{mm}$  に有意に減少した。移行群は初診時  $65.5 \pm 12.4 \text{mm}$  から 1 ヶ月後  $58.2 \pm 17.0 \text{mm}$  に減少したが有意差は認めなかった。

#### (6)関節可動域

図 11 に示す通り、初診時における自動外転を指標とした可動域

は、41例の平均は  $149.0 \pm 26.1^\circ$  だった。このうち非移行群 28例は  $151.8 \pm 29.8^\circ$  に対し、移行群 13例では  $123.9 \pm 25.6^\circ$  と制限の程度が高く、統計学的に有意差を認めた。

治療による変化をみると、非移行群は初診時  $151.8 \pm 29.8^\circ$  から1ヶ月後  $165.0 \pm 16.2^\circ$  に有意に拡大した。移行群は初診時  $123.9 \pm 25.6^\circ$  から1ヶ月後  $110.8 \pm 17.3$  に減少したが有意差は認めなかった。

#### (7) 消炎鎮痛剤の服用量について

鍼治療開始前の1週間と、判定前1週間の消炎鎮痛剤の服用量を比較した。初診時に消炎鎮痛剤を服用していたのは非移行群 6例(21%)、移行群 8例(62%)であった。1ヶ月後には、非移行群は疼痛の軽減により6例中2例が減量、4例が服用を中止した。移行群は8例中、増量1例、不変3例、減量2例、中止2例で、2例が新たに服用した。

## IV 考察

以上の結果から、拘縮に移行した症例の特徴として、①高齢、②拘縮がないと明確に判断できない、③病変部位が限局していない、④容易に改善しない夜間痛がある、⑤鍼治療で症状の改善が得られにくい、などが示唆された。このような臨床像を認めた場合、その時点では拘縮がなくとも、その後生じてくる可能性があることに注意する必要があるものと考えられる。

### 1. 関節拘縮の病態

肩関節の拘縮の原因として、剖検例から、Codman (1934)は肩峰下滑液包、Hitchcock (1948)は上腕二頭筋長頭腱の病変を指摘した。Neviaser (1962)は癒着性の関節包炎 (adhesive capsulitis) であると考えた。関節鏡所見では、関節包の拘縮と滑膜炎(Uitvlugt

1993)、も血管に富んだ滑膜炎(Wiley 1991)、関節腔内のうっ血を主徴とする循環不全(市川 2004)、腱板疎部の癒痕化や下関節包靭帯の肥厚(熊谷 2001)を認めている。手術所見からは烏口上腕靭帯や腱板疎部の癒痕化(尾崎 1993)を病態の中心とした。

このように関節拘縮は、関節包や滑液包など関節周囲の軟部組織の器質的変化に起因しており、拘縮の発生は局所の炎症が重度な病変に至ったことを示唆するものと考ええる。今回、「不明瞭例」や「合併・判別困難例」の多くが拘縮に移行したが、これらの症例は病変が拡大する時期であったため拘縮や病変部位の判定が困難だったものと考ええる。また、移行群と非移行群との比較において、移行群の方が初診時のVASの値が高く可動域制限が高度だったことも、「不明瞭例」や「合併・判別困難例」が多く含まれたことから、病変の程度が重度であったためと考ええる。

対象の平均年齢は移行群・非移行群ともに50歳代であったが、移行群が有意に高かった。熊谷(2001)は、罹病期間が同程度の腱板疎部損傷の病理所見が若年者と中高年で異なっていることから、年齢による病変の治癒過程の違いを示唆しており、拘縮の生じやすさに加齢が影響している可能性がある。

## 2. 拘縮の判定について

拘縮がない場合には疼痛や筋 spasm を軽減することが可動域の拡大につながるが、拘縮があると軟部組織の器質的変化が改善しなければ可動域は回復しない。このため、可動域制限の要因を適切に判断する必要がある。

自動可動域は、患者の意志、筋力、運動の協調性、拮抗筋の緊張の影響を受けるため、関節の構築学的異常や関節周囲組織の柔軟性・伸張性低下による可動域制限を把握するには他動可動域が適当である(cynthia et al. 2002)。ただ、慎重に他動運動を行っても筋 spasm の影響を完全には除外できず、実際は器質的変化と筋収縮の

影響が加味されたものである。このため、他動運動の終末可動域付近で触知される抵抗感（end feel）も参考とした。end feelは可動域を制限する組織の性状によって異なるため、制限因子の推定に有用である（Cynthia 2002）。立花（2004）は、end feelの硬さのわりに筋の緊張感が少ない場合、筋肉よりも靭帯や関節包の影響が強いと述べている。また拘縮によって肩甲骨腕関節の運動が制限されると、外転時に肩甲骨の代償運動により肩甲骨リズムの乱れや上肢と肩甲骨の連動が顕著になる（出端 1990）。このようなことから、他動運動による可動域の拡大、end feel、肩甲骨リズムを拘縮判定の指標とした。

尚、今回の方法では拘縮の有無を明確に判別できない場合があった。実際の可動域制限は疼痛・筋 spasm と拘縮の両者が様々な程度で関与している場合が多い。このため、単に拘縮が有るか無いかという二値的な評価ではなく、制限に拘縮がどの程度関与しているかを推定する必要があり、今後の検討課題である。

### 3. 夜間痛の原因

拘縮を生じた移行群には、夜間痛が治療で改善されない症例「夜間痛あり」が多かった。また分析 1 において、「夜間痛あり」の症例は、運動時など全般的に疼痛の軽減が得られにくく、拘縮が明確な症例において多く含まれていた。このことから、夜間痛と関節拘縮、疼痛の治療効果には何らかの関連があることが予想される。夜間痛の原因として、これまでに以下の要因が報告されている。

#### (1) 関節内圧の上昇

関節の joint distension(橋本 2008)、マニピュレーション(中村 2010)、腱板疎部のリリース(中尾 2007)により、拘縮とともに夜間痛や安静時痛の改善が観察されている。これらの報告は、関節包の癒着により関節内圧が高値になり、関節包のメカノレセプターが刺

激されることが夜間痛に関与している可能性を推察している。

### (2)骨内圧の上昇

荻原（2006）は、肩関節骨髄減圧術により夜間痛と関節可動域の改善を観察した。日下ら（1982）は、安静時痛を有する五十肩症例の上腕骨頭内圧が高値を呈することを観察し、上腕二頭筋腱溝付近の炎症や筋の痙縮により静脈還流が減少し、骨頭内のうっ血が生じるためと考察した。吉田ら（1975）は、肩関節周囲炎例の上腕骨頭に生理食塩水を注入すると自発痛が再現され、痛みが強い症例は注入時の抵抗が高く注入後の内圧減衰が健側に比べ緩徐であることを認め、骨髄の圧調節機能の低下が関与する可能性を示唆した。山本（1980）は、可動域制限が高度だったり経過が長い症例に対して施行した上腕骨頭の骨髄静脈や周囲の静脈造影所見で狭窄像を認めた。また、静脈造影施行後に症状が改善する例があり、これは造影剤注入による骨頭内圧の変化のためであると考察している。

### (3)肩峰下圧の上昇

小西池ら（1999）は、夜間痛肩は正常肩と比較して肩峰下圧が有位に高値であることを報告した。山本ら（2003; 2004）は、腱板断裂で夜間痛を有する症例の肩峰下滑液包内圧が立位よりも仰臥位や患側下側臥位で高いことや、術後はいずれの体位も圧が低下したことから、肩峰下滑液包圧の上昇を夜間痛の要因とした。ただ、患者に誘発肢位をとらせてもすぐに疼痛が出現することが少ないことや、健常人も肩の挙上時に肩峰下滑液包圧は高値を示すので、圧の増加を誘因として二次的に生じる疼痛物質や化学変化が夜間痛を引き起こす可能性も示唆している（山本 2009）。

林（2008）は、肩峰下圧の上昇に関与する要因を一次性と二次性に大別した。一次性は肩峰下滑液包炎、腱板炎、肩峰下骨棘の増殖、烏口肩峰靭帯の肥厚であり、二次性は肩峰下滑液包と腱板の癒着、

腱板の攣縮・浮腫・短縮、腱板疎部を中心とする上方関節包靭帯の短縮としている。この二次性の要因は関節拘縮の病態と重複するものが多い。

以上の報告から夜間痛の機序として考えられる要因を表 5 にまとめたが、関節内圧を上昇させる、関節包の癒着・関節包靭帯の短縮・腱板疎部の癒着・肩峰加圧を上昇させる肩峰下滑液包の癒着・腱板と肩峰下滑液包の癒着・烏口上腕靭帯の短縮・上関節包靭帯の短縮・腱板疎部の癒着は、拘縮の病態とも一致する。今回、拘縮が明確だった症例や拘縮に移行した症例に「夜間痛あり」が多かった。このことから、これらの症例では器質的な病変が完成、または進行しつつあったことが夜間痛の原因になっており、このような病態が改善されなかったため夜間痛を含め全般的に疼痛の軽減が得られにくかったものと考えられる。

この一方で、比較的容易に夜間痛が改善する場合もある。これは、癒着など組織の器質的障害は鍼刺激による変化が生じにくいのに対し、筋 spasm や循環不全など変化しやすい要因による夜間痛は軽減しやすいのではないかと考える。

#### 4. 拘縮の発症と鍼治療の効果

移行群と非移行群では、鍼治療による症状の変化に違いがみられた。移行群は病変が増悪して器質的変化を生じる過程にあったため症状の軽減が得られにくく、また、このような段階に至ると治療を継続しても病変はさらに進展し拘縮きたすものと考えられる。これに対し、非移行群は病変が軽度だったので症状の改善が得られやすかったと考える。拘縮の予防には運動が重要な意義をもつ。可動域制限のある症例には可動域訓練を併用したが、疼痛のため積極的なエクササイズが行えない場合があった。このような症例は、日常生活でも肩をかばって動かさない傾向があり、移行群に多くみられた。疼痛の軽減が得られず運動が妨げられたことも拘縮に進展した要因で

あると考える。

水出（2001）は、両側性の腱板炎に対する鍼治療の事例を報告している。この症例は治療当初は改善が得られたが、一方の肩は治療の中断を余儀なくされたところ、中断時から治療再開後も症状の増悪傾向を示し拘縮に移行した。一方、治療を継続して行った側は拘縮を生じることなく症状が消失した。この事例からは、病変が軽度な段階で鍼治療を行うことは、症状の軽減が得られやすいだけでなく、病変の増悪を抑え拘縮への進展を予防できる可能性も期待される。今後、比較対照試験などによって検討すべき課題である。

以上より、腱板や長頭腱などの病変が増悪・拡大して関節包炎や滑液包炎をきたす頃には、疼痛が増強し頑固な夜間痛もみられるようになる。この時期は症状の軽減が得られにくいばかりでなく、治療を継続しているにも関わらず拘縮が明確になる例が増える。このため鍼治療で良好な結果を得るためには、病変部位が腱板などに限局して臨床症状の軽度な段階で治療を行うことが肝要である。また拘縮に移行する兆候が見られた場合には、より消炎効果の高い現代医学的な治療方法を選択する必要があると考える。

### 第 3 章 回旋筋腱板 (rotator cuff) の基本事項

#### I 腱板の構造・機能と変性の要因

回旋筋腱板（以下腱板）は棘上筋、棘下筋、小円筋、肩甲下筋の腱によって構成され、肩甲骨の後面と前面に起始し上腕骨頭を取り囲むように付着している。均一な内部構造ではなく、異なる性質をもった 5 層構造からなる。第 1 層と第 4 層は烏口上腕靭帯から連続する線維、第 2 層は太く密に集まった線維、第 3 層は粗な線維、第 5 層は関節包で構成されている (Clark et.al. 1992)。腱板およびその構成筋は、肩関節の回旋および内外転運動、三角筋とのフォースカップル作用による挙上運動の主動作筋として作用するとともに、上腕骨頭を関節窩に引き付けることで関節の安定性の維持に関与している (Inman 1944; 山本 2005)。

一方で、腱板は変性に伴う障害をきたしやすい部位である。その要因として、機械的ストレス (Neer 1972; 1982; Hawkins 1980)、加齢 (Ozaki et al. 1988)、血流に乏しいこと (Codman 1932; Rothman 1965) などが挙げられている。

腱板とその上部の肩峰下滑液包は、上腕骨頭と肩峰および烏口肩峰靭帯（烏口肩峰アーチ）との間隙（肩峰下腔）に位置している。肩の挙上運動時に肩峰下腔は狭小化するため、腱板と肩峰下滑液包は機械的ストレス（インピンジメント）を受けやすい（松本ら 1995; 中川 1995）。Neer (1972; 1982) は、挙上運動による上腕骨頭と肩峰の前 1/3、烏口肩峰靭帯、烏口突起、肩鎖関節との間の狭小化に伴って生じる病変をインピンジメント症候群とし、3 つの stage に分類した。すなわち、stage I は腱板の浮腫と出血であり、オーバーヘッド動作を繰り返すような若いスポーツ選手に多く観察される。stage II は線維症と腱炎で、機械的刺激による炎症の度重なるエピソードが関係し、肩峰下滑液包も肥厚または線維化を呈することがある。stage III の病変は骨棘と腱板断裂であり、腱板に対する継続した

機械的圧迫の結果として発生する。

また、インピンジメントの要因として肩峰下面の形状が関与していることが示唆されている。腱板損傷例には、肩峰下面の形状が平面形状のタイプⅠや緩やかな曲線形状のタイプⅡに比べて、かぎ型形状のタイプⅢが腱板損傷例に多く、また、肩峰形状は加齢に伴いタイプⅢが増える（Ozaki et al. 1988; Oh, J.H. et al. 2010）。

Gohlke ら（1993）はタイプⅢの形状は認められず、むしろタイプⅠとタイプⅡの組み合わせられた形状や胸鎖関節の位置が影響するとし、さらにインピンジメントの要因に腱板機能の低下が指摘されている。三角筋とフォースカップル作用を有する腱板構成筋の筋力が低下すると三角筋の活動が有意になる。このため、挙上運動時に上腕骨の上方偏移が高まることで肩峰下腔の狭小化が高まりインピンジメントを生じやすくなる（筒井 1996）。

大結節の上面の大部分に付着するとされていた棘上筋腱は大結節上面の前方の一部や小結節に付着しており、この部に付着しているのは棘下筋腱であることが近年観察され、インピンジメントで障害をきたすのは棘上筋ではなく棘下筋腱である可能性があることが報告されている（Mochizuki et al. 2008, 2009）。

加齢による腱板の変性への影響について、Hijioka ら（1993）は、40 歳代～90 歳代の屍体について、腱板の変性について年齢別に調査を行い、変性の割合が年齢とともに増加していることを明らかにした。Sher ら（1995）は、19 歳～88 歳の肩に症状のない 96 名を対象に MRI で腱板断裂の有無を調べたところ、40 歳以下では 4%であったのに対し 60 歳以上は 54%であり、年齢と腱板断裂の発生に有意な相関関係を認めている。

腱板はもともと血流に乏しく加齢による変性を生じて軽微な外力でも損傷されやすいといわれている（Codman 1932; Rothman 1965）。

## II 腱板に分布する動脈

肩関節周辺には、胸肩峰動脈、前上腕回旋動脈・後上腕回旋動脈、肩甲上動脈、肩甲下動脈、肩甲回旋動脈、烏口突起下動脈などの動脈が走行しているが（筒井 1991）、腱板に分布する動脈の肉眼解剖による報告には若干の差異がある。Moseley ら（1963）は、前上腕回旋動脈、肩甲上動脈、肩甲下動脈とし、Rothman ら（1965）は、肩甲上動脈、前上腕回旋動脈、後上腕回旋動脈、胸肩峰動脈、上腕上動脈、肩甲下動脈の主要な 6 本とともに、小結節部で腱板や上腕骨の前方部を支配する腋窩動脈の枝の存在を指摘した。また、血管の存在率を肩甲上動脈、前上腕回旋動脈、後上腕回旋動脈は 100%、胸肩峰動脈 76%、上腕上動脈 59%、肩甲下動脈 38%と報告している。Chansky ら（1991）は、前上腕回旋動脈と肩甲上動脈が腱板の前部に、後上腕回旋動脈が腱板の後部にそれぞれ分布しているとした。

筒井（1986, 1991）は、胸肩峰動脈、前上腕回旋動脈、後上腕回旋動脈、肩甲上動脈の 4 本の動脈を挙げた。成人屍体の樹脂標本で観察された、この 4 本の動脈は以下の様な走行と分布を呈する（筒井 1991）。

胸肩峰動脈は、腋窩動脈より小胸筋の上縁で起始し、胸筋枝、鎖骨枝、三角筋枝、肩峰枝に分かれ、三角筋枝と肩峰枝が肩関節に分布する。肩峰枝は胸肩峰動脈から分枝後、烏口突起の上面を通り烏口肩峰靭帯の上外側に沿って同靭帯に分枝を出しながら肩峰下にて棘上筋腱部に分布し、同部で後上腕回旋動脈第 2 関節枝および肩甲上動脈第 1 関節枝と肩峰下動脈網を形成する。三角筋枝は胸肩峰動脈から分岐後、三角筋の裏面より筋肉内に入るとともに、さらに深部へ向かう枝を出し、これは肩甲下筋腱部に分布し、前上腕回旋動脈の第 1、第 2 関節枝の末梢と血管網を形成する。

後上腕回旋動脈は、腋窩動脈より起始後、後外方へ走行して、第 2、第 3 関節枝を分岐し、さらに末梢は上腕骨外側にて前上腕回旋動脈の末梢と血管網を形成するとともに、他の分枝は三角筋に分布

する。この第 1 関節枝は後上腕回旋動脈より分岐後、上方へ走行し、肩甲下筋腱下縁と小円筋腱下縁との間に分布する。第 2 関節枝は分岐後、上方へ走行して棘上筋腱および小円筋腱部に分布し、同部にて肩甲上動脈第 2 関節枝の末梢と血管網を形成するが、さらに上方へ走行する数枝は、棘上筋腱部で胸肩峰動脈肩峰枝および肩甲上動脈第 1 関節枝と血管網を形成する。さらに、第 3 関節枝は第 2 関節枝が分岐するやや近位で分岐し、棘下筋腱および小円筋腱部に分布し、肩甲上動脈第 2 関節枝と血管網を形成する。

前上腕回旋動脈は腋窩動脈より起始後、外方へ走行し、上腕骨外科頸に達し、第 1 関節枝を分岐した後に頸部に沿い走行し、結節間溝の手前にて第 2 関節枝を分岐し、さらに結節間溝を超えた末梢は外科頸の外側および上方に至り、後上腕回旋の末梢と血管網を形成する。また第 2 関節枝は分岐後、結節間溝に沿って上行しつつ上腕二頭筋長頭腱に分布するとともに、肩甲下筋腱部に分布し、胸肩峰動脈三角筋枝の末梢と血管網を形成し、一部は棘上筋腱部に分布している。

肩甲上動脈は起始後、鎖骨の下方に沿って後外方へ走行し、棘上窩に達する。第 1 関節枝は烏口突起背側にて分岐し、本幹は棘上窩の骨膜表面を後外方へ走行し、肩峰基部をまわりながら第 2 関節枝を分岐し、棘下窩に至る。棘下窩では肩甲回旋動脈の末梢と吻合している。この第 1 関節枝は烏口突起背側にて肩甲上動脈本幹より分岐した後、関節窩上端の関節包付着部附近から棘上筋腱部に分布し、同部で胸肩峰動脈肩峰枝、後上腕回旋動脈第 2 関節枝と血管網を形成する。また、第 2 関節枝は肩峰基部にて肩甲上動脈本幹より分岐した後、肩峰基部を外下方へ走行し、棘下筋腱および小円筋腱部に分布し、同部でこう上腕回旋動脈第 2、第 3 関節枝と血管網を形成する。

この様に、4 本の主要動脈は、胸肩峰動脈と肩甲上動脈が肩甲骨側より、後上腕回旋動脈と前上腕回旋動脈が上腕骨側より腱板に分

布している。臨床で最も問題となる棘上筋腱部には、胸肩峰動脈肩峰枝、後上腕回旋動脈第 2 関節枝、肩甲上動脈第 1 関節枝が主に分布し、前上腕回旋動脈第 2 関節枝も一部分布して肩峰下動脈網を形成する（筒井 1986; 1991）。

### III Hypovascular zone の存在

腱板は複数の動脈が分布するが、中枢側からと末梢側からの血管の分水嶺には血管分布に乏しい領域（hypovascular zone）が存在し、これが腱板の変性や損傷の要因になっている可能性ことが指摘されている。Codman（1934）は、棘上筋の大結節付着部から約 1 インチ中枢側の領域は血管密度が低く、この部位は損傷を生じやすい Critical zone であることを初めて報告した。これ以降、microangiogram や組織化学的な手法を用いて、hypovascular zone の存在を支持する報告が相いで報告されている（Rothman 1965; Rathbun et al. 1970; 多田ら 1986; Ling et al. 1990; Lohr et al. 1990, Clark et al. 1992; Determe 1996; Brooks 1992; Biberthaler et al. 2003）。

一般に腱は、筋肉側、付着する骨側、腱鞘あるいは腱傍組織（paratenon）からの動脈により血液を受けるが、棘上筋腱のような扁平な腱は、断面の丸い腱に比べ paratenon からの血行が乏しい（Rathbun et al. 1970）。多田ら（1986）は、成人屍体の正常腱板表層には無血管野を認めなかったが、変性を有する腱板では血管分布の著しく乏しい部位を認めている。Rathbun ら（1970）は、上肢の外転時の血流は良好であるが内転時は上腕骨頭によって圧迫され血流が駆逐されるため一時的に乏血状態になると報告している。Lohr ら（1990）は、hypovascular zone は腱板の滑液包側にはなく、関節側に存在すると報告している。一方で Moseley ら（1963）は、腱板には豊富な血管床があり無血管野は認められず、加齢による血管の形態的变化もないと報告しており、必ずしも同様の結果は

得られていない。これらの研究の方法には 2 つの問題点が指摘されている。1 つは血管を可視化するための硬化物質や造影物質を毛細血管に充填することによる微小血管の良好な軸配列の映像化には限界がある点。もう 1 つは、屍体標本が生体の状態を反映しているかが疑問である点である (Hegedus et al. 2010)。

近年はレーザードップラー法やパワードップラー法を用いて、生体の腱板血流が観察されている。腱板断裂例では病変が重度な場合には低血流であるが、軽度な場合にはむしろ高血流を示すことが報告されており (Swiontkowsk et al. 1990; Silvestri et al. 2003; Matthews et al. 2006; Levy et al. 2008; Longo et al. 2008)、これは組織の修復反応による血管新生を反映すると考えられている。このほか、断裂修復後には経時的に血流量 (船越 2011) や血流の方向 (皆川ら 2009) が変化すること、正常者では加齢により低血流を示すこと (Adler et al. 2008; Rudzki et al. 2008)、同様に加齢により腱板血流は低下するが肩峰下滑液包血流は影響を受けず、腱板に比べ肩峰下滑液包の血流が高いことや、断裂時には腱板は低血流であること (Funakoshi et al. 2010) が観察されている。

この様に報告により差異があるが、正常の腱板は関節包側で血流が低い、加齢に伴い減少する、断裂時には損傷の程度や時期によって異なる反応を示す傾向があり、腱板の変性や治癒機転と関係していることが伺える。

## 4章 灸様熱刺激による腱板血流変化の実験的検討

### I 緒言

腱板は肩関節疾患の主要病巣の1つであり、腱炎、不全および完全断裂、石灰沈着など様々な病態を示す(信原 1987)。肩関節痛の鍼治療について、病態を明確にしたうえで有効性を検証した臨床試験は少ないが、外傷や石灰沈着のない腱板病変の症状の改善に鍼治療が有効であることを示すランダム化比較試験が散見されている(第1章参照)。また症例集積研究の結果、肩関節周囲炎において、鍼治療の効果が期待できるのは、病変が増悪・拡大して関節拘縮を生じた段階よりも、病変が腱板等に限局した早期の段階であることが示唆された(第2章参照)。しかし、その治効メカニズムに関する検討はこれまで行われていない。

腱板病変の進行やその修復に、組織血流が重要な役割を果たしていると考えられている(Fenwick et al. 2002; Cook 2006)。鍼灸の治効メカニズムの1つとしても血流の変化による効果が考えられており、鍼灸刺激が血流動態に及ぼす影響について様々な器官・組織で観察されている。特に筋骨格系では、鍼や鍼通電により、ヒト僧帽筋(Sandberg et al. 2005; 菊池ら 2010)、ヒト前脛骨筋(Sandberg et al. 2003)、家兎前脛骨筋(鶴ら 1999)、ラット阻血下肢筋(小田ら 2004)、ラット膝蓋腱(井上ら 2001)ラット関節包(Loaiza et al. 2002)、ヒトアキレス腱(Kubo et al. 2010)、ラットアキレス腱(井上ら 2003)、ヒト肩こり症例の肩部の筋肉(坂井ら 2003)などにおいて、血流増加反応が報告されている。灸刺激については、ラット腓腹筋(野口ら 2004; Noguchi et al. 2009)について観察されている。しかし、鍼灸刺激が腱板血流に及ぼす影響についてはこれまで検討されていない。

そこで本研究では、刺激による血流変化とその機序を明らかにする目的で、臨床で用いる頻度の高い棘下筋部に灸刺激を行い、腱板

血流の変化についてレーザードップラー血流計を用いて観察した。また、灸療法では所期の効果を得るために、適切な刺激量を選択することが重要であることから、刺激時間（刺激回数）を変えて血流反応を観察し。反応の違いについて検討した。

## II 実験方法

### 1. 対象

実験にはウイスター系雄性ラット(8～12週齢、体重210～330g)16匹を用いた。麻酔はウレタン(1.5g/kg)を腹腔内投与した。頸部を正中切開し、気管切開の後、カテーテルを挿入し人工呼吸装置で呼吸を90～95回/分/10ml/kgに維持した。更にガスモニター(1H26、日本電子三栄)により呼気CO<sub>2</sub>濃度を測定し、約3%に維持した。体温はサーミスター温度計で直腸温を測定し、赤外線ランプと直流電源保温パッドによる温度制御システム(ATB-1100、日本光電)により37.0～38.0℃に維持した(図12)。

血圧・心拍数は、右大腿動脈に挿入されたカテーテルより動脈圧を圧トランスデューサー(日本光電、TP-400T)で測定し、ポリグラフ(RM-6000、日本光電)を介して連続記録するとともに、パーソナルコンピューターに転送し、データ収録・解析装置(PowerLab 8/35)を用いてハードディスクに記録した。心拍数は血圧波より心タコメーター(AT-601G、日本光電)を用いて測定し、同様に連続記録した。補液のために右大腿静脈にカテーテルを挿入して、体動・血圧・呼吸状態をモニターして、麻酔深度の変化に応じてウレタン(約0.1g/kg)を追加投与した。収縮期血圧が90 mm Hg以下に下降した場合には、4%フィコール溶液(Ficoll PM: GE Health care)を必要に応じて静注し血圧を維持した。また、体動による血流測定値へのアーチファクトを防止するため、筋弛緩剤ミオブロック(0.5mg/kg)を刺激開始前に投与した。

## 2. 血流測定

ラットを側臥位にて、腱板が観察しやすい肩峰後方に位置するよう、肩関節を過度の緊張が生じない程度に内旋・内転させ前肢を腹部に固定した。右肩の肩峰先端部の皮膚および三角筋を小切開（長径 5mm）して腱板を露出した。血流測定部はスポンゼル（Spongel: アステラス製薬）で筋断端の止血を行い、さらに腱板の乾燥を防止する目的でパラフィンオイルで満たした。血流測定はレーザードップラー血流計（ALF-2100, Advance）を用い、腱を圧迫しないようバランサーを用いて針型プローブの先端（直径 0.8mm）を接地し固定した。血流は、平均血流量（FLOW: ml/min/100g）を測定し、血圧・心拍数と同様にポリグラフにて連続記録した。

## 3. 刺激方法

灸刺激は先行研究（野口ら 2004; Noguchi et al. 2009）の方法を参考に、通常の艾を用いた透熱灸様の刺激パターンで定量的に熱刺激を加えることを目的として、市販の電子灸刺激装置（ソフコン MXA-8000、全医療器）と刺激プローブを改造して用いた。直径 5mm の刺激プローブを剃毛した右側の肩甲棘中央下部皮膚面に装着した。刺激は、1 分間あたり 3 回の加熱（加熱 7.5 秒、休止 12.5 秒）を行った。

## 4. 刺激条件

刺激量（時間）と血流反応について検討するため、刺激時間を 1 分間、3 分間、5 分間の 3 条件で行った。各条件に 5 個体を用い、1 個体につき 1 回試行した。

サーミスター温度計で測定した刺激プローブの温度は、加温により上昇し休止による低下を繰り返した。プローブ温度のピーク値は 2 回目の加熱まで大きく増加し、それ以降は漸増する。1 分間の刺激では 3 回の加熱によりピークは 56°C（図 13）、3 分間の刺激では

9回の加熱によりピークは59℃(図14)、5分間の刺激では15回の加熱によりピークは62℃となる(図15)。

#### 5. 血管拡張物質の遮断

軸索反射を介して起きる血管拡張を遮断する目的で、カルシトニン遺伝子関連ペプチド(CGRP)の阻害薬であるh-CGRP(8-37)(10<sup>-4</sup>M/0.2ml/kg)(SIGUMA)を刺激の約15~30分前に静脈投与した。

#### 6. 実験手順

血流・血圧・心拍数の安定を確認した後に、1分間・3分間・5分間のいずれかの刺激を行ない、刺激前、刺激中、刺激後の血流・血圧・心拍数を観察した。

#### 7. データ処理

データは、血流および血圧は刺激前3分間・刺激中・刺激後10分間について1分ごとの平均値を算出した。反応はExcel2007(マイクロソフト)にて各時間帯の値を刺激前1分間の値に対する百分率で表し、平均値と標準誤差で示した。統計的検定は、経時的データおよび刺激条件ごとの刺激後の平均血流データについて分散分析法(ANOVA)を行った。さらに、経時的データは刺激前1分間と各時間帯とについてDunnettの多重比較検定、刺激条件の比較はBonferroniの多重比較検定を行った。有意水準は5%とした。

#### 8. 動物の取り扱い

本研究は、「国立大学法人筑波技術大学動物実験等に関する規定」にもとづき承認(承認番号:第1号)を受けて行った。

### III 結果

## 1. 棘下部刺激による腱板血流の反応

### (1) 1分間刺激による反応

1分間（3回の加熱）刺激では、典型例の腱板血流は刺激終了直後より増加した後漸減する傾向がみられた（図16）。5個体の平均は、刺激終了後1-2分で最大 $108.7 \pm 0.9\%$ の増加を示した後漸減した。刺激前値に対し、刺激開始後から刺激終了後10分まで有意な増加が持続した。この間、血圧に有意な変化は認められなかった（図17）。

### (2) 3分間刺激による反応

3分間（9回の加熱）刺激では、典型例は血流が刺激開始1分後より増加して刺激終了後1-2分でピークとなり漸減する傾向を示した（図18）。5個体の平均は、刺激終了後1-2分で最大 $125.7 \pm 9.6\%$ の増加を示した。刺激前値に対し刺激開始後2分以降から刺激終了後7分まで有意差が認められた。この間血圧に有意な変化は認められなかった（図19）。

### (3) 5分間刺激による反応

5分間（15回の加熱）刺激では、典型例の血流は刺激開始後2分以降から増加して刺激終了後4-5分でピークとなり漸減する傾向を示した（図20）。5個体の平均は、刺激終了後4-5分で最大 $113.6 \pm 4.8\%$ の増加を示した。刺激前値に対し刺激開始後3分以降から刺激終了後5分まで有意差が認められた。この間血圧に有意な変化は認められなかった（図21）。

### (4) 刺激後10分間の平均増加率の比較

刺激前3分間の平均血流に対する刺激後10分間の平均血流は、1分刺激 $106.2 \pm 0.5\%$ 、3分刺激 $117.9 \pm 2.6\%$ 、5分刺激 $111.1 \pm 1.5\%$ であった。1分刺激と3分刺激の増加率は、刺激時間に依存して3

分刺激の方が大きかった ( $P < 0.01$ )。これに対し 5 分刺激の増加率は 3 分刺激よりも小さかった ( $P < 0.01$ ) (図 22)。

## 2. CGRP の遮断条件下での反応

hCGRP(8-37)投与の後、刺激を行った。刺激時間は血流増加反応の最も大きかった 3 分間とした。CGRP の反応を遮断した条件下では刺激中から刺激後において、血流および平均血圧には明らかな変化は認められなかった (図 23)。

## IV 考察

灸療法は、直接皮膚上で艾を燃焼させて刺激を行う有痕灸 (透熱灸) と、艾と皮膚との間に大蒜・生姜・塩などの台座を置いた状態で燃焼させて間接的に刺激を行う無痕灸 (温灸) がある。熱刺激に対する生体反応による治療効果を期待して行うものであり、鍼療法とともに古来より養生法や様々な疾患の治療に用いられている (代田 1942; 東郷 2003)。灸刺激が生体に及ぼす影響については、施灸後の血管透過性の亢進 (Okazaki et al. 1990)、神経ペプチドの放出 (熊本ら 1997)、ストレスタンパクの発現 (小林 1997)、過酸化脂質の低下 (仲西 2002)、中枢神経での作用 (Nakanishi 2000; 染谷 2001) などの作用が報告されており、これらの生理作用は灸の熱刺激に対する神経性反応や組織傷害による化学的反応、艾の化学成分による反応と考えられている。灸刺激による温度特性については、艾の燃焼温度 (山下ら 1995; 加藤ら 2005)、組織温度 (會澤ら 1985, 1999; 菅田ら 1988; Mori et al. 2011) について報告している。

### 1. 腱板血流増加反応の神経性機序について

施灸による熱刺激に反応する受容体は Transient Receptor Potential (TRP) 受容体ファミリーがあり、TRPV1 は  $43^{\circ}\text{C}$  以上、

TRPV2 は 52°C 以上、TRPV3 は 32~39°C、TRPV4 は 27~35°C 以上で活性化する (Cateruna et al. 1997)。TRPV1 受容体はカプサイシン感受性を有しており、カプサイシン刺激の反復によって脱感作される。灸刺激後の皮膚血流の増加反応がカプサイシンの脱感作により有意に減少するものの、わずかな増加反応が誘発されることから、灸刺激による血管拡張は主に TRPV1 受容体を介した反応であるが、他の熱受容体が関与する可能性も示唆されている (神田 2010)。

皮膚への侵害刺激により紅潮 (フレアー現象) が生じることがよく知られている。これは無髄の一次求心性神経の興奮が、分岐する側枝を介して逆行性に伝導し神経終末から CGRP やサブスタンス P (SP) などの神経伝達物質が放出され、血管が拡張する軸索反射によるものであると考えられている (Izumi 1991; Yaprak 2007)。鍼灸刺激による局所の皮膚血管拡張についても軸索反射によるものであるとされている (川喜田ら 1990; Kawakita 1993; 鍋田ら 1997)。ラットを対象に Evans Blue の血管からの漏出を指標とした施灸時の血管反応の検討では、施灸後は時間経過とともに色素の漏出が大きくなることが観察された (川喜田ら 1990; 鍋田ら 1997)。またヒトの皮膚に灸刺激を行った際のフレアー現象について、米粒大 (約 0.7 mg) 1 粒の刺激では刺激後 1 分で最大となり、そのサイズは  $22.0 \pm 4.5$  mm であったとしている。この様なフレアー現象の機序については、施灸局所皮下の C 線維などのポリモーダル受容器の末端から SP や CGRP などが放出されたことにより血管の透過性が亢進したことが示唆され、これは軸索反射を介した現象であると述べている (川喜田ら 1990; 鍋田ら 1997)。CGRP は、カルシトニン遺伝子 mRNA の組織特異的なスプライシングにより生成される 37 個のアミノ酸からなる神経ペプチドであり、強力な血管弛緩作用を有するが、血管透過性亢進作用は少ない (Brain et al. 1985; Kawasaki 1988; 川崎 1994)。CGRP は、中枢および末梢神経

に広く分布し、末梢神経では知覚神経とともに自律神経や運動神経にも分布していることが明らかにされている (Kashihara et al. 1989; Kawasaki 2002)。

Sakaguchi ら (1991) は、麻酔ラットの後根の高閾値求心性線維を逆行性に電気刺激することで筋肉内に CGRP が放出されることを明らかにした。Sato ら (2000) は、麻酔ラットの第 3 - 5 腰神経後根を逆行性に電気刺激すると、後肢骨格筋の血流が増加する反応を観察した。この筋血流増加反応が CGRP 阻害剤の投与により消失したことから軸索様反射を介した局所性筋血流増加反応であると報告している。また Hotta ら (1996) は、麻酔ラットの伏在神経の電気刺激により坐骨神経血流の増加反応を観察し、この血流増加反応が CGRP 拮抗薬の投与により消失したことから軸索様反射を介した局所性神経血流増加反応であるとした。このように軸索反射の機序により、皮膚血管のみならず筋肉や神経の血管にも拡張反応が惹起されることが明らかにされている。

野口ら (2004; 2009) は、麻酔ラットの腓腹筋部の灸刺激により、血圧変化を伴うことなく、腓腹筋血流は一過性の減少後に増加をきたす二双性の反応を示すことを観察している。この一過性の減少反応はフェントラミン投与による交感神経  $\alpha$  受容体の遮断により消失したが、プロプラノロールの投与による交感神経  $\beta$  受容体の遮断やアトロピン投与によるコリン受容体遮断では消失しなかった。増加反応は CGRP 拮抗薬の投与により消失し、二双生反応は脊髄破壊では消失しなかった。このことから、灸刺激による筋血流反応は交感神経  $\alpha$  受容体および軸索反射様の機序による局所性反応であると結論した (Noguchi 2009)。これに対し、一側足蹠の灸刺激では、両側の腓腹筋に全身の血圧と並行した血流増加を認め、この反応は血圧に依存した全身性の反応であるとしている (野口ら 2004)。

今回の棘下筋部への灸様熱刺激による腱板血流の増加反応は、血流の減少反応相を認めなかったこと、血流反応に明らかな血圧の変

動を伴わなかったこと、CGRP 阻害剤の投与により血流の増加反応が消失したことから、軸索反射様の局所性反応であることが示唆されたものとする。

## 2. 刺激時間（量）による血流増加反応について

鍼灸療法では所期の効果を得るために、刺激方法や部位とともに、量（ドーズ）を適切に選択することが重要である。灸の刺激量に影響する要因には刺激回数（壮数）とともに、使用する艾の材質や量、ひねりの強さ、透熱灸と温灸の違いなどがある。本研究では刺激回数以外の要因のばらつきをなくして定量化を図る目的で、電子灸装置を用いて刺激時間を変えて血流反応を観察した。今回使用した電子灸装置は1分間に3回の加熱を行うことから、1分刺激は3壮、3分刺激は9壮、5分刺激は15壮に相当する。

灸刺激の回数（壮数）や艾の量など刺激量の増加に応じて、局所の皮膚や皮下の温度は上昇する（會澤ら 1985；菅田 1988；會澤 1999）。マウスへの連続施灸により、皮膚や皮下の温度が上昇し、40℃以上の温度が持続する時間が壮数増加に伴って延長し（會澤 1985）、この温度上昇は筋層でも認められる（菅田 1988）。また、施灸壮数が増えることに伴って、施灸部周囲の皮膚血流も増加することが報告されている（武田ら 1999；田和ら 2005）。今回、刺激後10分間の平均血流の増加率は、1分刺激  $106.2 \pm 0.5\%$  に対して3分刺激は  $117.9 \pm 2.6\%$  と有意に高かった。また、刺激時間の違いによる血流増加のピーク値に有意な差は認められなかったが、1分刺激で  $108.7 \pm 0.9\%$ 、3分刺激で  $125.7 \pm 9.6\%$  であり、刺激時間（量）の増加とともに血流の増加反応も大きくなる傾向がみられた。灸刺激による血流増加が刺激量依存性に大きくなる点は先行研究の結果と一致する。ただ、田和ら（2005）は健常成人の下腿に5壮と7壮の施灸刺激では、施灸部から20 mmの部位の皮膚血流は5壮より7壮刺激の方が増加するが、逆に深部血流は減少傾向を認めたと報告

しており、臍板血流が増加したと相違する。田和ら(2005)は、施灸部から 20 mm 離れた部位において、レーザードップラー血流計で皮膚、近赤外線分光計で皮下およそ 10 mm 程度の血流を測定している。これに対して今回の臍板の部位、施灸部から 10 mm、深さは 5 mm 程度であり、田和らの条件に比べ距離が短かった。この施灸部からの距離が血流変化に影響したことから、異なった結果となったと考えられる。

これに対し 5 分刺激では、平均血流の増加率は  $111.1 \pm 1.5\%$  であり 3 分刺激より有意に低く、血流増加のピーク値も有意ではなかったが  $113.6 \pm 4.8\%$  と小さい傾向であった。マウスへの連続施灸では、壮数の増加による温度上昇が著明なのは表皮上では 4 壮まで、真皮下では 6 壮までで以後は一定値に近づく(會澤 1985)。このことは連続施灸は、初期は壮数に依存して組織温度が上昇することで、熱受容器の興奮性が増して血管拡張反応も増大するが、一定の壮数に達すると温度上昇の変化量が小さくなり受容器の興奮性に影響することが考えられる。

マウスの背部に底面の直径 4~5 mm の円錐形の艾 5mg で透熱灸を行うと施灸部位を中心に組織の変化がみられ、その範囲は施灸終了 60 分後においても拡大して真皮まで及ぶ(校條 2003)。また、ラットへの施灸により、表皮の CGRP 陽性線維が消失し、真皮内では線維数が減少するとともに断裂がみられる。また、施灸部皮膚を組織化学的方法により処理して蛍光顕微鏡で可視化したところ、熱変化は施灸点を中心に周囲に広がるとともに皮膚深部まで達する(熊本 1997)。この様に加熱回数が一定の範囲を超えると、皮膚や皮下温度が高温になるために熱受容体や神経線維が変性・脱落をきたす結果、血管拡張物質の放出が減少するため血流増加反応が起こりにくくなると考えられる。

マイクロニューログラフィー法により、C 線維機械熱刺激受容器 (CMHs) の活動が連続施灸中に desensitization を示すことや、こ

の際、被験者の機械的刺激に対する感受性が増加するにも拘らず、熱痛感覚は減弱することが観察されており、反復刺激による CMH の疲労、初回施灸時の CMH の高頻度発射による DNIC のような中枢性抑制などによるものと考えられている (Goto et al. 1997)。武田ら (1999) も、10 壮の連続施灸において、4 壮目以降は 1 壮目に対し有意な痛みの減弱を認めており、連続施灸では被術者の熱痛感 は低下する。このことは受容体が損傷していなくとも、神経活動の変調が血管反応に影響を及ぼすことが考えられる。

以上のことから、施灸壮数を増やすことは、施灸局所の温度上昇により血流増加反応を大きくするが、ある程度壮数が増えると、組織の温度上昇変化が小さくなること、熱受容器の興奮性が低下すること、熱受容器を含む神経が損傷されることなどにより、血管拡張反応が小さくなるものと思われる。5 分刺激が 3 分刺激の反応より小さかったことについては、このような要因以外に、一定以上の連続施灸では、むしろ血管を収縮させ血流を低下させるような機序が存在する可能性が考えられるが、今後の検討課題である。

今回、棘下筋部の灸様熱刺激による腱板血流増加反応の程度が刺激時間 (回数) により異なることが明らかになったことは、灸施術の際のドーズの選択の重要性を改めて示唆するものと考えられる。

### 3. ラットの利用

腱板は三角筋の深部に存在するため、正確な血流を無侵襲に測定することは困難である。このため今回は「国立大学法人筑波技術大学動物実験等に関する規定」にもとづき、麻酔ラットを用いて実験を行った。

腱板が棘上筋、棘下筋、小円筋、肩甲下筋によって構成されていること。肩峰下を通過するのが棘上筋であること。関節包が腋窩神経、肩甲上神経、肩甲下神経、筋皮神経からの支配を受けることなど、ラットとヒトの肩関節の解剖学的な相同性が高いことが報告さ

れている (Green 1983; Norlin et al. 1994; 早川ら 2008)。Soslosky ら (1996) は、33 種の動物を対象に、特に肩峰下の構造を重視して、①肩周囲の筋肉構成に腱板・三角筋・上腕二頭筋が存在すること、②骨格構成に肩峰・烏口突起・鎖骨・上腕骨が存在すること、③関節構成に肩甲上腕関節・肩峰下関節 (第二肩関節)・肩鎖関節が存在すること、④複数の運動面で挙上や回旋運動が行われることなど、34 の項目で検討したところ、ラットの肩がヒトの構造に非常に類似していたことを報告している。

肩関節においてラットを用いた研究は多く、腱板病変の発症メカニズム (Soslosky et al. 1996, 2002; Tillander et al. 2001; Peltz et al. 2010; Castro et al. 2011)、病態 (Schneeberger et al. 1998; Barton et al. 2005)、薬剤の影響 (Mikolyzket al. 2009)、損傷の修復機序 (菊川 2002) など腱板に関する研究のほか、肩の疼痛の神経機序 (吉田ら 1991; 落合ら 2009, 2010)、拘縮モデルの作成 (菅野ら 2009) などがある。

今回の研究は、正常ラットを対象としているので、臨床的意義を結論するには、今後病態モデルを用いた実験が必要である。また、動物実験の結果を直ちに臨床でヒトに適用することはできない。しかし、これまでに灸刺激による腱板血流の変化を観察した研究がないことから、棘下筋部への灸様熱刺激により腱板血流が増加し、この機序が軸索反射様の局所性の反応である可能性が示唆されたことは、肩関節疾患に対する日常臨床での治療効果の機序に血流増加が関与する可能性を提示し、今後、一層臨床に即した研究を進めていくための基礎になると考える。

#### 4. 臨床への展望

損傷した腱の治癒過程は、炎症期、増殖期、成熟期の 3 段階の過程を経る。この一連の過程には成長因子が強く関与する。炎症期には、損傷部の凝血塊からの血管拡張因子やサイトカインの放出によ

り炎症反応が盛んになる。損傷部に好中球、マクロファージが集積して損傷細胞を除去する。線維芽細胞の細胞外基質タンパク合成、血管新生因子による血管網形成、腱芽細胞による幼弱なコラーゲン線維の合成などが生じる。増殖期には、細胞分裂が活発になり、線維芽細胞によるコラーゲンやプロテオグリカンほかの細胞外器質の合成が盛んに行われる。この時期のコラーゲン線維は不規則な配列で、ほとんどがⅢ型コラーゲンである。成熟期は、細胞や基質の合成がピークを過ぎ、Ⅲ型コラーゲンが減りⅠ型コラーゲンが増加する。Ⅰ型コラーゲンは腱の長軸に平行に配列し、再生した腱の機械的強度を反映する（黒瀬 2010）。

組織の損傷の修復過程は年齢・血行・性・栄養・ホルモンに影響を受け（Cook 2006）、血流は重要な要因の1つである（Fenwick et al. 2002; Cook 2006）。筒井（1991）は、棘上筋腱の血行は損傷の起こった急性炎症期では血管増生が著明で、その後拘縮の状態を経て損傷された腱組織が修復期に移行してくると、再び血管増生がみられると思われるとしている。蛭崎（1986）は、腱板断裂症例の病理組織所見と解剖体の正常な腱板の組織所見腱板から、腱板断裂症例の病理所見は、多数の症例に血管、特に動脈増生、硝子様変化、出血、炎症細胞の浸潤等の変化を認め、これは同年齢の健常者の棘上筋腱の所見とは明らかに異なっていたと報告している。Simmonds(1949)は、病理組織学的研究により、肩関節周囲炎や *supraspinatus syndrome* では、炎症を伴う拘縮の状態から肩関節が機能を回復する時期に *revascularization* が起こるが、これが起こらなければ永続的に拘縮が継続するとしている。

このことから、今回明らかになった灸様熱刺激による腱板血流の増加反応は、腱板の微細な損傷の治癒を促すことで症状を改善する可能性を示唆するものと考えられる。ただし、細胞や細胞外基質の合成などに重要な働きをもつ成長因子の1つである VEGF による肩峰下滑液包の血管増生や滑膜の増殖は疼痛の原因になっていることが明

らかになっている (Yanagisawa 2001)。このため、炎症が著しい状態で、局所を刺激して血流を増加させることは疼痛を増悪させる可能性がある。近年、炎症の強い腱板病変にはステロイド剤の注射療法の有効性が確認されている (Karthikeyan et al. 2010)。また、腱板断裂は形態学的には完全には自然回復しないことが明らかにされつつあり (黒田 2005; Cook 2006)、保存療法が有効でない場合や筋力低下の著しい場合などは手術療法が適応となる。このため、的確に病態を見極めて適切な治療方法を選択することが重要である。

スポーツや日常生活では、症状がなくとも潜在的に腱板に微小な損傷を生じている可能性がある。組織の修復は損傷が軽微な段階の方が得られ易いと思われる。従って明確な症状が発症する前にコンディショニングや養生として行う灸は、血流増加により、明確な腱板病変を生じることの予防につながる可能性がある。コンディショニングの手段として、鍼の有用性に関する報告に比べ (宮本ほか 2000; 泉ほか 2006; 金子ほか 2006; 古屋ほか 2006)、灸に関する報告は少ない。これは火傷を心配して敬遠されることが大きな要因と考えるが、危険性の少ない温灸が市販されている。変形性膝関節症患者の疼痛のセルフケアに温灸が有効であることが報告されている (土門 2008)。鍼治療は鍼灸師の施術が必要であるが、温灸は対象者が自ら行う事が可能である。簡便で頻用できる温灸は活用し易い手段であり、日常の施灸が腱板障害発症の予防の一手段となる可能性もあるものとする。

## 第 5 章 結論

本研究は、肩関節周囲炎に対する鍼灸治療の有効性や治効メカニズムを検討する目的で 2 つの検討を行った。

### 1. 肩関節周囲炎に対する鍼治療の臨床的検討

#### 1.1 病期（拘縮の有無）による治療効果

(1)肩関節周囲炎 59 例を、病期（関節拘縮の有無）や病変部位を身体診察によって分類し鍼治療を行った。

(2)身体診察所見から拘縮の有無を、「拘縮あり」、「拘縮なし」、明確に判定できない「不明瞭」3 群に分類し、疼痛の VAS と自動外転の可動域について分析した。

(3)この結果、拘縮のない症例の方が拘縮のある症例より症状の改善の程度が高かった。

#### 1.2. 経過中に拘縮を生じた症例の分析

(1)初診時に明確な拘縮を有していた 18 例を除く 41 例を、鍼治療の経過中に拘縮を生じた 13 例と拘縮を生じなかった 28 例に分け、臨床像を比較した。

(2)両者には臨床像の違いが認められた。拘縮を生じた症例には以下の傾向がみられた。

①平均年齢が高い。

②初診時の可動域制限が比較的高度であり、拘縮がないと明確に判定できない。

③病変部位が拡大もしくは、不明瞭であり、腱板や上腕二頭筋長頭

腱などに限局していない。

④ 夜間痛が改善しない。

⑤ 鍼治療で疼痛や可動域制限の改善が得られにくい。

## 2. 灸様熱刺激による腱板血流変化の実験的検討

(1) ウレタン麻酔人工呼吸下の Wistar 系雄性ラットの棘下筋部に灸様熱刺激を行い、腱板血流をレーザードップラー血流計を用いて測定した。

(2) この結果、

① 1 分間（3 回の加熱）刺激では、刺激終了直後から血流は有意に増加し、刺激終了後 1 - 2 分でピーク（ $108.7 \pm 0.9\%$ ）となった後漸減した。

② 3 分間（9 回の加熱）刺激では、刺激開始 2 分後から有意に増加し、刺激終了後 1 - 2 分でピーク（ $125.7 \pm 9.6\%$ ）となった後漸減した。

③ 5 分間（15 回の加熱）刺激では、刺激開始 3 分後から有意に増加して刺激終了後 4 - 5 分でピーク（ $113.6 \pm 4.8\%$ ）となった後漸減した。いずれの刺激条件も血圧に有意な変化は認められなかった。

④ 刺激前 3 分間の平均血流に対する刺激後 10 分間の平均血流は、1 分刺激  $106.2 \pm 0.5\%$ 、3 分間刺激  $117.9 \pm 2.6\%$ 、5 分刺激  $111.1 \pm 1.5\%$  であり、1 分間刺激と 3 分間刺激の増加率は、刺激時間に依存して 3 分刺激の方が有意に大きかった。これに対し 5 分間刺激の増加率は 3 分間刺激よりも有意に小さかった。

⑤ CGRP 阻害剤を投与した条件下で行った灸刺激では有意な血流増加反応は認められなかった。

以上のことから本研究では以下の結論を得た。

(1)肩関節周囲炎に対する鍼治療は、病変が拡大して器質的変化を生じる前に行うことで、より高い症状の改善が得られることが示唆された。

(2)棘下筋部への灸様熱刺激により、刺激時間によって異なった腱板血流の増加が確認され、この血流増加は軸索反射様の機序を介した局所性反応である可能性が示唆された。

(3)肩関節周囲への鍼灸刺激による症状の改善には、腱板血流の増加が関与している可能性が示唆された。

(4)肩関節周囲炎に対する鍼灸治療は、病態や病期を的確に捉え、適切な刺激方法や刺激量を選択することが重要であり、今後のさらなる臨床的・基礎的な検討が必要であると考えられた。

## 謝辞

稿を終えるにあたり、終始丁寧なご指導を賜りました、筑波技術大学大学院技術科学研究科野口栄太郎教授に謹んで感謝の意を表します。

実験にあたり、ひとかたならぬご協力ならびにご助言を賜りました、筑波技術大学保健科学部附属東西医学統合医療センターの櫻庭陽准教授に感謝致します。

勤務のなかで今回の研究のため職場を離れることを認めて頂きました、東京有明医療大学保健医療学部鍼灸学科の坂井友実教授ならびに教員諸氏に深謝致します。

## 参考文献

1. 安部志朗ほか. 五十肩の針治療. 整形外科 MOOK. 28, 1983, 103-111.
2. 安達長夫. いわゆる五十肩について. 整形外科. 22(5) 1972, 410-422.
3. Adler, R.S. et al. Rotator cuff in asymptomatic volunteers: contrast-enhanced US depiction of intratendinous and peritendinous vascularity. *Radiology*. 248(3), 2008, 954-61.
4. 會澤重勝ほか. 皮膚組織に及ぼす施灸の影響 施灸による皮膚の温度変化. 全日本鍼灸学会雑誌. 1985, 35(2), 105-110.
5. 會澤重勝ほか. ここまで判った灸の科学 基礎から臨床へのフィードバック. 全日本鍼灸学会雑誌. 49(4), 1999, 499-529.
6. Algrecht, F.M. et al. German Rndomized Acupuncture Trial for shoulder pain (GRASP) –Apragmatic, controlled, patient-blinded, multi-centere trial in an outpatient care environment. *Pain*. 151, 2010, 146–154.
7. Amanda, T.L. et al. Efficacy of Acupuncture as a Treatment for Chronic Shoulder Pain. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*15(6) , 2009, 613-618.
8. Barton, E.R et al. Rat supraspinatus muscle atrophy after tendon detachment. *J Orthop Res*. 23(2), 2005, 259-65.
9. Berry, H. Clinical study comparing acupuncture, physiotherapy, injection and oral anti-inflammatory therapy in the shoulder]. *Current Medical Research Opinion*. 7, 1980, 121-126.
10. Biberthaler, P. et al. Microcirculation associated with degenerative rotator cuff lesions. In vivo assessment with orthogonal polarization spectral imaging during arthroscopy of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*. 85(3), 2003, 475-80.
11. Brain, S.D. Calcitonin gene-related peptide is a potent vasodilator. *Nature*. 313, 1985, 54-6.
12. Brooks, C.H. et al. A quantitative histological study of the vascularity of the rotator cuff tendon. *J Bone Joint Surg Br*. 74(1), 1992, 151-3.
13. Cameron, R.I. et al. Recurrence of a "primary frozen shoulder": a case report. *J Shoulder Elbow Surg*. 9(1), 2000, 65-7.

14. Calis, M. et al. Diagnostic values of clinical diagnostic tests in subacromial impingement syndrome. *Ann Rheum Dis.* 59(1), 2000, 44-7.
15. Castro, P.A. et al. Overuse of training increases mechanoreceptors in supraspinatus tendon of rats SHR. *J Orthop Res.* 29(11), 2011, 1771-4.
16. Cateruna, M.J. et al. The capsaicin receptor: a heat-activated ion channel in the pain pathway. *Nature.* 389, 1997, 816-24.
17. Chansky, H.A. The vascularity of the rotator cuff. *Clin Sports Med.* 10(4), 1991, 807-22.
18. Clark, J.M. Tendons, ligaments, and capsule of the rotator cuff. *Gross and microscopic anatomy. J Bone Joint Surg Am.* 74(5), 1992, 713-25.
19. Codman E.A. *The shoulder.* 1st ed. Boston, Thomas Todd and Co, 1934.
20. Cook, J. “腱”. *スポーツリハビリテーション最新の理論と実践.* 守屋秀繁監訳. 東京, 西村書店, 第1版, 2006, p.19-32.
21. Cynthia, C. et al. “関節可動域測定のための序”. *関節可動域測定法.* 木村哲彦監訳, 東京, 協同医書出版社, 第2版, 2002, 1-46.
22. 出端昭男. “診察法”. *開業鍼灸師のための診察法と治療法 5 五十肩,* 初版, 東京, 医道の日本, 1990, p.12-30.
23. DePalma A.F. Loss of Scapulohumeral Motion (Frozen Shoulder). *Ann Surg.* 135, 1952,193-204.
24. Determe, D. et al. Anatomic study of the tendinous rotator cuff of the shoulder. *Surg Radiol Anat.* 18(3), 1996, 195-200.
25. Duplay E.S. DE la periarthrititis scapulohumerale et des radieurs de l'épaule qui en son la consequence. *Arch Gen Med.* 20, 1872, 513-542.
26. 土門奏ほか. 膝痛を訴える中高齢者のセルフケア 温灸の効果. *全日本鍼灸学会雑誌.* 58(3), 2008, 252.
27. Endres, N.K et al. “The Stiff Shoulder”. *The Shoulder.* 4th ed, Philadelphia, Saunders WB, 2009, p.1405-1436.
28. Fenwick, S.A. et al. ,The vasculature and its role in the damaged and healing tendon. *Arthritis Res.* 4(4), 2002, 252-60.

29. Funakoshi, T. In vivo visualization of vascular patterns of rotator cuff tears using contrast-enhanced ultrasound. *Am J Sports Med.* 38(12), 2010, 2464-2472.
30. 船越忠直. 造影超音波検査による肩腱板断裂治癒過程における血行動態の変化. *肩関節.*35 (3), 2011, 833-835.
31. 古屋英治, 金子泰久, 小川裕雄, 石川慎太郎, 坂本歩. 国体セーリング選手のコンディショニング調整に対する鍼治療の検討. *全日鍼灸会誌.* 56(2), 2006, 166-74.
32. Gilbertson, B. et al. Acupuncture and arthroscopic acromioplasty, *J Orthop Res* 21(4), 2003, 752-8.
33. Gohlke, F. et al. The influence of variations of the coracoacromial arch on the development of rotator cuff tears. *Arch Orthop Trauma Surg.* 113(1), 1993, 28-32.
34. Goto, K. et al. Hyperalgesia and Sensitivity of Nociceptive C fiber Units in Humans after Moxibustion Stimuli. *PAIN RESERCH.* 12, 1997, 99-108.
35. Green E.C. 望月公子監訳. *ラットの解剖図譜.* 東京, 学窓社. 第1版, 1983.p.220.
36. Green, S. et al. Acupuncture for shoulder pain. *Cochrane Database Syst.Rev.* 18, 2005, CD005319.
37. Grey, R.G. The natural history of "idiopathic" frozen shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 60(4), 1978, 564.
38. Guerra, J. et al. Acupuncture for soft tissue shoulder disorders: a series of 201 cases *Acupunct Med.* 21(1-2), 2003, 18-22.
39. 荻原正洋. 骨髄減圧術が著効した肩関節周囲炎(五十肩)の2症例. *慢性疼痛.* 25, 2006, 161-164.
40. Hand, G.C.R. et al. The pathology of frozen shoulder. *J Bone Joint Surg Br.* 89(7), 2007, 928-932.
41. Hand, H. et al. Long-term outcome of frozen shoulder. *J Shoulder Elbow Surg.* 17, 2008, 231-236.
42. 橋本卓. 凍結肩の保存療法. *MB Orthopaedics.* 21, 2008, 45-50.
43. Hawkins, R.J. et al. Impingement syndrome in athletes. *Am J Sports Med.* 8(3), 1980. 151-8.
44. 早川俊之ほか. *ラットの断面解剖アトラス.* 東京, アドスリー, 第1版, 2008, p.224.

45. 林典雄. 肩関節周囲炎に合併する夜間痛の病態と運動療法への展開. 理学療法京都. 37, 2008, 29-33.
46. Hegedus, E.J. et al. Vascularity and tendon pathology in the rotator cuff: a review of literature and implications for rehabilitation and surgery. Br J Sports Med. 44, 2010, 838-847.
47. Hijioka, A. et al. Degenerative change and rotator cuff tears. Arch Orthop Trauma Surg. 112(2), 61-64, 1993.
48. 蛭崎隆男. 肩関節疾患の循環動態に関する解剖並びに臨床的研究. i 医学研究. 56(2), 1986, 51-64.
49. Hitchcock, H.H. et al. Painful shoulder; observations on the role of the tendon of the long head of the biceps brachii in its causation. J Bone Joint Surg Am. 30(2), 1948, 263-73.
50. Holzer P. Local effector functions of capsaicin-sensitive sensory nerve endings: involvement of tachykinins, calcitonin gene-related peptide and other neuropeptides. Neuroscience. 24(3), 1988, 739-68.
51. Hotta, H. et al. Stimulation of saphenous afferent nerve produces vasodilatation of the vasa nervorum via an axon reflex-like mechanism in the sciatic nerve of anesthetized rats. Neuroscience Res. 24(3), 1996, 305-308.
52. Hsu, J.E. et al. Current review of adhesive capsulitis. J Shoulder Elbow Surg. 20(3), 2011, 502-14.
53. 市川徳和ほか. 五十肩の関節橋所見. 整・災外. 47, 2004, 229-235.
54. 池田均. "Rotator Interval" Lesion(第 1 編) 臨床研究.日整会誌. 60(12), 1686a, 1261-1273.
55. 池田均. "Rotator Interval" Lesion(第 2 編) 生体力学的研究.日整会誌. 60(12), 1686b, 1275-1281.
56. Inman, V.T. et al. Observations on the function of the shoulder joint. J Bone Joint Surg Am. 26 (1), 1944, 1-30.
57. 井上基浩ほか. ラットの膝蓋腱血流に及ぼす膝蓋腱部鍼通電刺激と大腿神経電気刺激影響. 体力医学. 50(1), 2001, 119-128.
58. 井上基浩ほか. アキレス腱血流に及ぼす鍼通電刺激の影響 -ラットのアキレス腱刺激

- による-. 明治鍼灸医学. 32, 2003, 15-23,
59. 岩堀裕介. 肩関節拘縮と五十肩. MB Orthop. 24(5), 2011, 11-21.
  60. Izumi H. et al. Axon reflex vasodilatation in human skin measured by a laser Doppler technique. Jpn J Physiol. 41(5), 1991, 693-702.
  61. 泉重樹ほか. 大学ボクシング部におけるトレーナー活動鍼治療を中心にした報告. 全日鍼灸会誌. 56(5), 2006, 815-20.
  62. 神中正一. 背痛と肩痛に関する臨床一夕話. 九大医報. 11(1), 1937, 1-7.
  63. Kajsa M.J. et al. Effects of acupuncture Versus Ultrasound in Patients With Impingement syndrome: Randomized Clinical Trial. Physical Therapy. 85(6), 2005, 490-492.
  64. 神田浩里ほか. 鍼灸刺激で誘発されるフレア反応に関与する受容体の検討. 全日本鍼灸学会雑誌 60(5), 2010, 802-810.
  65. 金子泰久, 古屋英治, 坂本歩. トライアスロン競技後の筋肉痛に及ぼす円皮鍼の効果 プラセボを用いた比較試験. 全日鍼灸会誌. 56(2), 2006, 158-65.
  66. Karthikeyan, S. A double-blind randomised controlled study comparing subacromial injection of tenoxicam or methylprednisolone in patients with subacromial impingement. J Bone Joint Surg. Br. 92, 2010, 77-82.
  67. Kashihara, Y. et al. Axonal Transport and Distribution of Endogenous Calcitonin Gene-Related Peptide in Rat peripheral Nerve. J Neurosci. 9(11), 1989, 3796-3812.
  68. 片山憲史. 肩関節周囲炎に対する鍼治療効果の検討. 現代鍼灸学. 8, 2008, 53-61.
  69. 加藤幸子ほか. 連続施灸における灸温度変化の実験的検討. 2005, 全日本鍼灸学会雑誌. 55(3), 452.
  70. 川喜田健司ほか. 鍼灸刺激で誘発される局所炎症反応. 明治鍼灸医学. 7, 1990, 73-77.
  71. Kawakita, K. Polymodal Receptor Hypothesis on the Peripheral Mechanisms of Acupuncture and Moxibustion. Am J Acupuncture. 21(4), 1993, 331-338.
  72. Kawasaki, H. et al. Calcitonin gene-related peptide acts as a novel vasodilator neurotransmitter in mesenteric resistance vessels of the rat. Nature. 335, 1988, 164-7.
  73. 川崎博己. カルシトニン遺伝子関連ペプチド (CGRP) . 医学のあゆみ. 1994, 169(5),

477-482.

74. Kawasaki H. Regulation of vascular function by perivascular calcitonin gene-related peptide-containing nerves. *Jpn J Pharmacol.* 88(1), 2002 39-43.
75. Kessel, L et al. The painful arc syndrome. Clinical classification as a guide to management. *J. Bone Joint Surg. Br.* 59(2), 1977, 166-72.
76. 菊池友和ほか. 鍼通電刺激が僧帽筋血流量に及ぼす影響 99mTcO<sub>4</sub>-クリアランス法による検討. *日本東洋医学雑誌.* 61(6), 2010, 834-839.
77. 菊川和彦. 肩腱板の修復機転に関する実験的研究 修復における滑膜の役割について. *広島大学医学雑誌.* 50(1), 2002, 29-44.
78. 木下晴都: 五十肩に対する特殊治療の効用. *日鍼灸誌.* 22 (1) , 1974, 23-28.
79. Kleinhenz, J. et al. Randomised clinical trial comparing the effects of acupuncture and a newly designed placebo needle in rotator cuff tendinitis. *Pain.* 83(2), 235-241.
80. 小西池泰三, 多胡博之, 橋詰博行ほか. 肩峰下の圧測定 - 夜間痛との関連 - . *日整会誌.* 73, 1999, 189.
81. 熊谷純ほか. 関節鏡所見からみた五十肩の病態. *骨・関節・靭帯.* 14, 2001, 913-917.
82. 熊本賢三ほか. 皮膚に分布する神経線維および知覚神経終末の組織化学的变化. *鍼灸最前線 1997*, 東京, 第1版, 医道の日本社, p.20-21.
83. 日下義章ほか. 五十肩の病態. *中部整災誌.* 25, 1982, 146-148.
84. 小林和子. ストレスタンパク質の発現 鍼灸最前線 1997, 東京, 第1版, 医道の日本社, p.34-35.
85. 小松原良雄. Painful shoulder の疫学的研究. *整形外科 Mook.* 28, 1983, 17-21.
86. Kubo, K. Effects of acupuncture and heating on blood volume and oxygen saturation of human Achilles tendon in vivo. *Eur J Appl Physiol.* 109(3), 2010, 545-50.
87. 黒田重史ほか. 腱板断裂の自然経過. *整・災外.* 48, 2005, 115-120.
88. Levy, O. et al. Measurement of blood flow in the rotator cuff using laser Doppler flowmetry. *J Bone Joint Surg Br.* 90(7), 2008, 893-8.

89. Ling, S.C. et al. A study on the vascular supply of the supraspinatus tendon. *Surg Radiol Anat.* 12, 1990, 161-165.
90. Loaiza, L.A. et al. Vasodilatation of muscle microvessels induced by somatic afferent stimulation is mediated by calcitonin gene-related peptide release in the rat. *Neurosci Lett.* 333(2), 2002, 136-40.
91. Lohr, J.F. et al. The microvascular pattern of the supraspinatus tendon. *Clin Orthop Relat Res.* 254, 1990, 35-8.
92. 松本治之ほか. 肩関節の解剖と構築. *関節外科.* 14(5), 1995, 5-12.
93. Matthews, T.J.W. et al. Pathology of the torn rotator cuff tendon. Reduction in potential for repair as tear size increases. *J Bone Joint Surg Br.* 88, 2006, 489-95.
94. 校條由紀. 灸研究の現在 施灸部位の組織学的検討. *全日本鍼灸学会雑誌.* 53(5), 2003, 603-607.
95. Meulengracht, E. et al. The course and prognosis of periarthrosis humeroscapularis with special regard to cases with general symptoms. *Acta med Scand.* 143, 1952, 350-360, 1952.
96. 三笠元彦. 五十肩の治療成績. *整形外科 Mook.* 28, 1983, 89-96. 1983.
97. 三笠元彦. 五十肩の定義,病態と変遷. *骨・関節・靭帯.* 14(9) , 2001, 891-896.
98. 三木威勇治. 所謂五十肩に就いて. *臨床医学.* 28, 1940, 481-489.
99. Mikolyzk, D.K. Effect of corticosteroids on the biomechanical strength of rat rotator cuff tendon. *J Bone Joint Surg Am.* 91(5), 2009, 1172-80.
100. 皆川洋志ほか. *日本整形外科学会雑誌.* 83(3), 2009, S499.
101. 宮本俊和ほか. 筑波大学におけるスポーツ選手に対する鍼治療. *臨スポーツ医.* 17(9), 2000, 1067-71.
102. 水出靖. 腱板炎の鍼治療. *現代鍼灸学.* 1, 2001, 113-116.
103. 水出靖. 肩関節周囲炎に対する鍼治療 病態からみた治療効果について. *現代鍼灸学.* 8, 2008, 69-77.
104. Mochizuki, T. et al. Humeral insertion of the supraspinatus and infraspinatus. New anatomical findings regarding the footprint of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am.* 90(5), 2008, 962-9.

105. Mochizuki, T et al. Humeral insertion of the supraspinatus and infraspinatus. New anatomical findings regarding the footprint of the rotator cuff. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 91(S2), 2009, 1-7.
106. Mori H. et al. Is there a difference between the effects of single and triple indirect moxibustion stimulations on skin temperature changes of the posterior surface?. *Acupunct Med.* 29, 116-121, 2011.
107. Moseley, H.F. et al. The arterial pattern of the rotator cuff of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br.* 45, 1963, 780-9.
108. Moore, M.E. et al. Acupuncture for chronic shoulder pain. An experimental study with attention to the role of placebo and hypnotic susceptibility. *Annals of Internal Medicine.* 84(4), 1976, 381-384.
109. 鍋田智之ほか. 局所血流動態の変化. 鍼灸最前線 1997, 東京, 第 1 版, 医道の日本社, 32-33.
110. 中川照彦. 肩の機能とバイオメカニクス. 関節外科. 14(5), 1995, 13-23.
111. 中村秀恒ほか. 肩関節周囲炎に対するマニピュレーションの効果について. 日本臨床整形外科学会雑誌. 35, 2010, 71-74.
112. Nakanishi H. Moxibustion modulates SP and c-Fos-immunoreactivity of mouse spinal neurons by peripheral noxious stimuli. *Acta Med Kinki Univ.* 25(1), 2000, 7-20
113. 仲西宏元. 灸による皮膚の脂質過酸化物への影響. 医学のあゆみ. 203(7), 2002, 509-512.
114. 中尾佳裕ほか. 難治性拘縮肩での鏡視下 Rotator Interval release の疼痛緩和効果. 肩関節. 31, 2007, 441-443.
115. Neer, C.S. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am.* 54(1), 1972, 41-50.
116. Neer, C.S. Impingement Lesions. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 173, 1983, 70-77.
117. Neviaser J.S. Adhesive capsulitis of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 27, 1945, 211-222.
118. Nobuhara, K. et al. Rotator interval lesion. *Clin Orthop Relat Res.* 223, 1987,

44-50.

- 119.信原克哉. 肩のつくり. 肩-その機能と臨床-. 第2版, 東京, 医学書院 1987a, p. 3-25.
- 120.信原克哉. 肩の疾患. 肩-その機能と臨床-. 第2版, 東京, 医学書院 1987b, p.136-315.
- 121.野口栄太郎ほか. 灸刺激による麻酔ラット骨格筋血流の局所性変化. 自律神経. 41(4), 2004, 423-430.
- 122.Noguchi, E et al. Neural mechanism of localized changes in skeletal muscle blood flow caused by moxibustion-like thermal stimulation of anesthetized rats. *J Physiol Sci.* 59(6), 2009, 421-427.
- 123.Norlin, R. et al. Shoulder region of the rat: anatomy and fiber composition of some suprascapular nerve branches. *Anat Rec.* 239(3), 1994, 332-42.
- 124.落合信靖ほか. 肩甲上腕関節及び肩峰下滑液包の感覚神経支配についての検討. 肩関節 33(3), 2009, 591-594.
- 125.落合信靖ほか. 肩関節疾患における肩外側部の痛みの原因に関する検討. 肩関節. 34(3), 2010, 569-573.
- 126.小田剛ほか. ラット阻血下肢への鍼刺激による筋血流量の変化. 全日本鍼灸学会雑誌. 56(3), 2006, 163-178.
- 127.Oh, J.H. et al. Classification and clinical significance of acromial spur in rotator cuff tear: heel-type spur and rotator cuff tear. *Clin Orthop Relat Res.* 468(6), 2010, 1542-50.
- 128.Okazaki M. et al. Effects of single moxibustion on cutaneous blood vessel and microvascular permeability in mice. *Am J Chin Med.* 18(3-4). 1990, 121-130.
- 129.奥平信義. 五十肩の病態に関する臨床的研究-ことに骨性因子の関与について-. 広島大学医学雑誌. 33(1), 1985, 307-327.
- 130.Orest, S. et al. Naturopathic treatment of rotator cuff tendinitis among Canadian postal workers: A randomized controlled trial. *Arthritis Care & Research.* 61(8), 2009, 1037-1045, 2009.
- 131.Ozaki, J. Tears of the rotator cuff of the shoulder associated with pathological changes in the acromion. A study in cadavera. *J Bone Joint Surg Am.* 70(8), 1988, 1224-30.
- 132.Ozaki, J. et al Recalcitrant chronic adhesive capsulitis of the shoulder. Role of

contracture of the coracohumeral ligament and rotator interval in pathogenesis and treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 71(10), 1989, :1511-5.

- 133.尾崎二郎. 腱板疎部の機能障害からみた五十肩の病態. *骨・関節・靭帯.* 6, 1993, 19-23.
- 134.Park, H.B. et al. Diagnostic accuracy of clinical tests for the different degrees of subacromial impingement syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 87(7), 2005, 1446-55.
- 135.Peltz, C.D. et al. Exercise following a short immobilization period is detrimental to tendon properties and joint mechanics in a rat rotator cuff injury model. *J Orthop Res.* 28(7),2010 , 841-5.
- 136.Rathbun, J.B. et al. The microvascular pattern of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br.* 52, 1970, 540-53.
- 137.Reeves, B. Arthrography of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br.* 40, 1966, 434-435.
- 138.Richardson, P.H. et al. Acupuncture for the treatment of pain: a review of evaluative research. *Pain.* 24(1), 1986, 15-40.
- 139.Rodeo, SA. et al. Immunolocalization of cytokines and their receptors in adhesive capsulitis of the shoulder. *J Orthop Res.* 15(3), 1997, 427-36.
- 140.Rothman, R.H et al. The vascular anatomy of the rotator cuff. *Clin.Orthop.* 41, 1965, 176-86.
- 141.Rudzki, J.R. et al. Contrast-enhanced ultrasound characterization of the vascularity of the rotator cuff tendon: age- and activity-related changes in the intact asymptomatic rotator cuff. *J Shoulder Elbow Surg.* 17(1 Suppl.), 2008, 96-100.
- 142.Sakaguchi, M. Release of calcitonin gene-related peptide from nerve terminals in rat skeletal muscle. *J Physiol.* 434, 1991, 257-70.
- 143.坂井友実ほか. 鍼刺激がヒトの筋血流に及ぼす影響について. *自律神経.* 40(2), 2003, 144-149.
- 144.Sandberg, M. Effects of acupuncture on skin and muscle blood flow in healthy subjects. *Eur J Appl Physiol.* 90(1-2), 2003, 114-9.
- 145.Sandberg, M. Different patterns of blood flow response in the trapezius muscle following needle stimulation (acupuncture) between healthy subjects and patients with fibromyalgia and work-related trapezius myalgia. *Eur J Pain.* 9(5), 2005, 497-510.

146. 笹岡智子. リポポリサッカライド刺激によるマクロファージからのサイトカイン産生に対するカルシトニン遺伝子関連ペプチドの抑制. 明治鍼灸医学. 21, 1997, 51-64.
147. Sato, A. et al. Calcitonin gene-related peptide produces skeletal muscle vasodilation following antidromic stimulation of unmyelinated afferents in the dorsal root in rats. Neuroscience let. 283, 2000, 137-140.
148. Schaffer, B et al. Frozen shoulder: A long term follow-up. J Bone Joint Surg Am. 74, 1992, 738-746.
149. Schneeberger, A. et al. Structural changes of the rotator cuff caused by experimental subacromial impingement in the rat. J Shoulder Elbow Surg. 7 (4), 1998, 375-80.
150. 瀬川昌. 痲痺. 中外医事新報. 381, 1886, 379-402.
151. 黒瀬智之. ”腱損傷”. 機能障害科学入門. 千住秀明監修. 兵庫. 神陵文庫. 第1版, 2010, p.101-113.
152. Sher, J.S. et al. Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. J Bone Joint Surg Am. 77(1), 1995, 10-5.
153. Simmonds, F.A. Shoulder pain; with particular reference to the “Frozen” shoulder . J Bone Joint Surg Br. 31, 1949, 426-432.
154. 代田文誌. 灸療雑話. 1942, 東京, 医道の日本社, 第1版, p335.
155. 菅田良仁ほか. 艾の燃焼温度と生体内温度変化に関する研究. 全日本鍼灸学会雑誌. 38(3), 1988, 326-329.
156. 染谷芳明. 灸の中樞作用の検討 - 灸刺激及び温熱刺激の fMRI による解析 -. 明治鍼灸医学. 29, 2001, 55-68.
157. Soslowsky, L. et al. Development and use of an animal model for investigations on rotator cuff disease. J Shoulder Elbow Surg. 5(5) 1996, 383-92.
158. Soslowsky, L. et al. Rotator cuff tendinosis in an animal model: role of extrinsic and overuse factors. Ann Biomed Eng. 30(8), 2002, 1057-63.
159. Streitberger, K. et al. Introducing a placebo needle into acupuncture research. Lancet. 352(9125), 1998, 364-5.
160. 菅野敦子. ラットを用いた実験的肩関節拘縮モデルの確立. 肩関節. 33(2), 2009,

531-535.

161. Sun, K.O. Acupuncture for frozen shoulder. *Hong Kong Medical Journal*. 7, 2001, 381-91.
162. 立花孝. 運動療法、物理療法、その他の保存療法. *整・災害外科*. 47, 2004, 237-242.
163. 多田秀穂ほか. ヒト回旋筋腱板の微小血管学的検索. *肩関節*. 10, 1986, 1-4.
164. 武田伸一ほか. 透熱灸による皮膚血流量の変化 - 壮数の違いによる局所および遠位部の変化 -. *東洋療法学校協会学会誌*. 23, 1999, 96-104.
165. 田和宗徳ほか. 施灸の周辺部の表層と深部組織における血流動態への影響 -5 壮施灸と 7 壮施灸との比較-. *全日本鍼灸学会雑誌*. 55, 2005, 538-548.
166. Tillander, B et al. Carrageenan-induced subacromial bursitis caused changes in the rat's rotator cuff. *J Orthop Res*. 19(3), 2001, 441-7.
167. 東郷俊宏. お灸の歴史-科学史の視点から-. *全日本鍼灸学会雑誌*. 53(4), 2003 510-525.
168. 筒井広明. 肩関節の動脈分布の解剖学的検討ならびに選択的動脈造影術の臨床への応用. *日本整形外科学会雑誌*. 60(4), 1986, 401-414.
169. 筒井広明. 棘上筋腱の血行. *Orthopaedics*. 39, 1991, 11-16.
170. 筒井広明. “スポーツ障害肩”. *図説肩関節 Clinic*. 山本龍二編. 東京, メジカルビュー社, 第1版, 1996, 108-115.
171. 鶴浩幸ほか. 家兔前脛骨筋の血流に及ぼす鍼刺激の影響. *全日本鍼灸学会雑誌*. 49 (1), 1999, 6 - 14.
172. 内田辰雄. 上膊肩胛関節周囲炎に就いて. *九大医報*. 11(2), 1937, 14-19.
173. Uijtvlugt, G.; Detrisac, DA.; Johnson, L.L., et al. Arthroscopic observations before and after manipulation of frozen shoulder. *Arthroscopy*. 9, 1993, 181-5.
174. Vas, J. et al. Single-point acupuncture and physiotherapy for the treatment of painful shoulder: a multicentre randomized controlled trial. *Rheumatology*. 47, 2008, 887-893.
175. Vincent, C.A. et al. The evaluation of therapeutic acupuncture: concepts and methods. *Pain*. 24(1), 1986, 1-13.
176. Wiley A.M. Arthroscopic appearance of frozen shoulder. *Arthroscopy*. 7, 1991,

138-43.

- 177.山本宣幸ほか. 腱板断裂患者の夜間痛について アンケート調査ならびに肩峰下滑液包の圧測定. 肩関節. 27, 2003, 259-262.
- 178.山本宣幸ほか. 腱板断裂患者の夜間痛について 術前・術後の肩峰下滑液包圧の変化. 肩関節. 28, 2004, 279-282.
- 179.山本宣幸ほか. 腱板の機能解剖. MB Orthop. 18(13), 2005, 1-7.
- 180.山本宣幸. 肩関節疾患の夜間痛に関する研究. 整・災外.52, 2009, 570.
- 181.山本龍二. 五十肩-私の考え方と治療-. 整形・災害外.23, 1980, 13-20.
- 182.山本龍二. 肩関節周囲炎. 図説肩関節 Clinic. 山本龍二編. 東京, メジカルビュー社, 第1版, 1996, p54-57.
- 183.山下仁ほか. 透熱灸の温度と燃焼時間 艾炷の密度及び高さの影響. 全日本鍼灸学会雑誌. 45(3), 1995, 203-207.
- 184.Yanagisawa K.; Hamada K.; Gotoh M. et al. Vascular endothelial growth factor (VEGF) expression in the subacromial bursa is increased in patients with impingement syndrome. J Orthopaedic Research. 19(3), 2001, 448-455.
- 185.Yaprak, M. The axon reflex. Neuroanatomy. 7, 2008, 17-19.
- 186.吉田仁郎ほか. 肩関節に分布する交感神経および感覚神経の起始: ラットおよびヒトの手術材料による解析. 福島医学雑誌. 41, 1991, 211-218.
- 187.吉田徹ほか. いわゆる変形性関節症の疼痛について - 骨内圧からの考察 -. 整形外科. 26, 1975, 745-752.
- 188.Zuckerman, J.E. et al. "Frozen shoulder". The Shoulder: A Balance of Mobility and Stability. F.A. et al ed. Rosement, AAOS, 1992, p.253-567.
- 189.Zuckerman, J.D. et al. Frozen shoulder: a consensus definition. J Shoulder Elbow Surg. 20(2), 2011, 322-5.

表1 患者のプロフィール

n=59

	拘縮			
	なし	不明瞭	あり	
症例数	27	14	18	
年齢 (歳, mean±SD)	53.4±1.9	55.4±2.0	55.3±1.7	N.S.
性別 (男:女)	11:16	5:9	6:12	N.S.
罹病期間 (月, mean±SD)	1.8±1.2	2.0±0.3	4.5±1.7	N.S.
<b>病変部位</b>				
腱板	11	1	—	P<0.01
長頭腱	6	0	—	
合併	5	6	—	
判別困難	0	7	—	
<b>夜間痛</b>				
なし	18	6	5	P<0.05
あり	9	8	13	

N.S.: Not Significant

表2 病期（拘縮の有無）の鑑別法

鑑別点	拘縮なし	不明瞭	拘縮あり
他動運動による可動域の拡大	ほぼ正常範囲	正常範囲に至らない	わずか
end feel	不明確	不明確	明確
肩甲上腕リズムの異常	なし	なし	明確

表3 病変部位の鑑別法

	腱板部	長頭腱部	合併	判別困難
圧痛	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大結節</li> <li>・小結節</li> <li>・腱板</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・結節間溝</li> </ul>	左記両者の所見あり	左記に判別困難
徒手検査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ペインフルアーク</li> <li>・インピンジメント</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヤーガソン</li> <li>・スピード</li> </ul>		

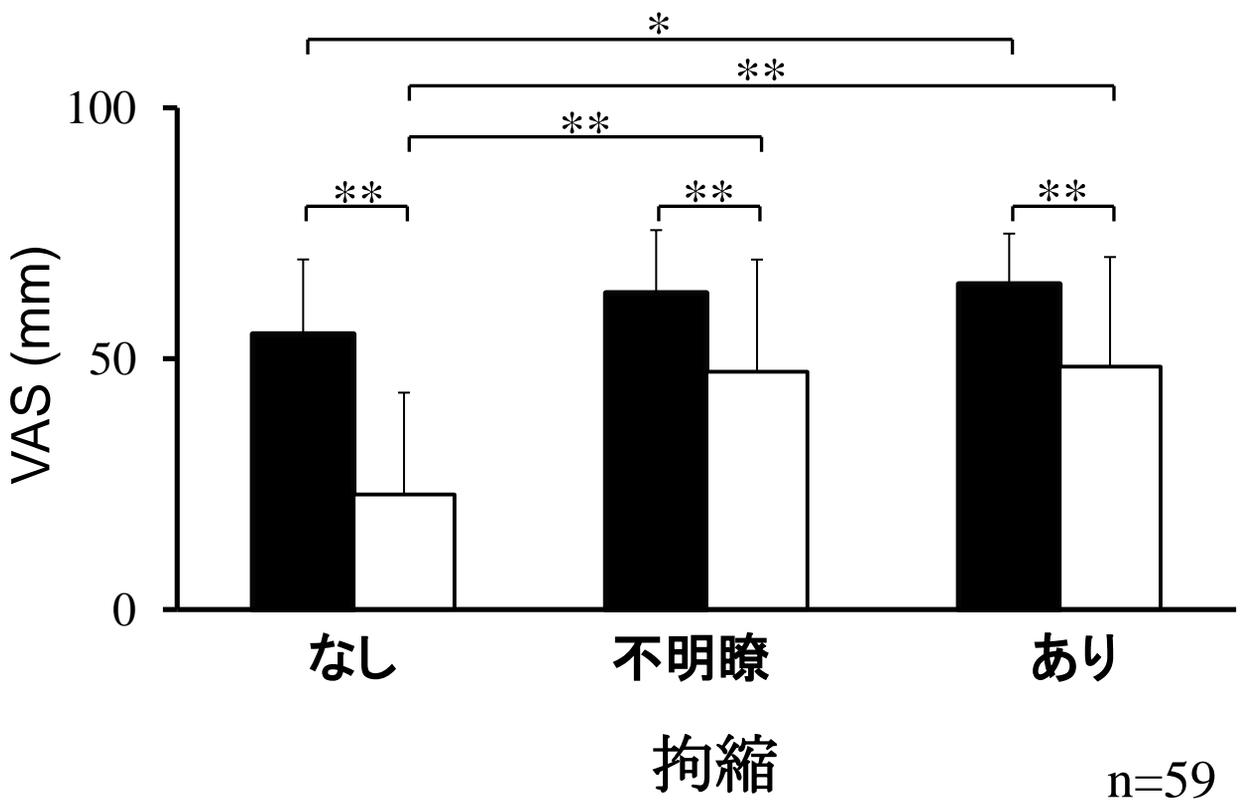


図1 病期別にみた疼痛の変化

■は初診時を、□は1ヶ月後を示す。

(\*P<0.05、\*\*P<0.01)

初診時と1ヶ月後の疼痛のVAS(mm)は、「拘縮なし」54.9±14.9から22.9±20.3、「不明瞭」63.1±12.5から47.4±22.4、「拘縮あり」64.8±10.1から48.4±23.9であり3群とも有意に減少した。初診時のVASは「拘縮なし」が「あり」に比べて軽度であり、1ヶ月後は「拘縮なし」が他の2群に比べ軽度だった。

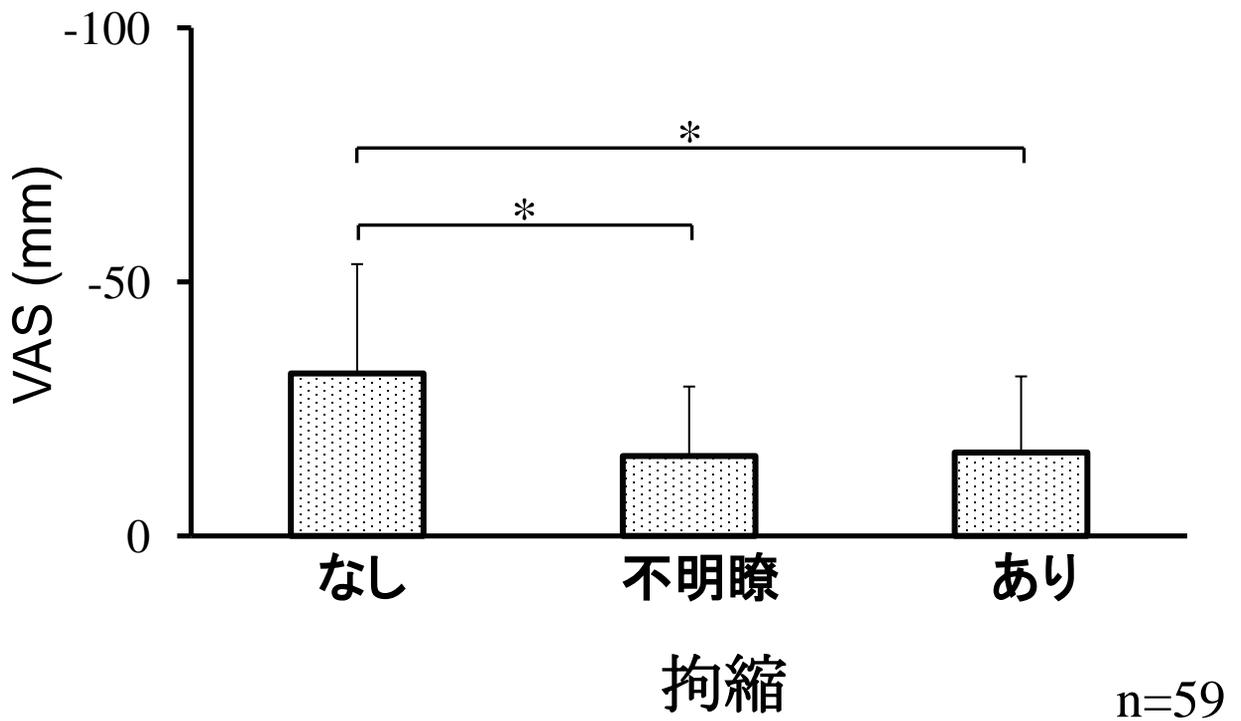


図2 病期別にみた1ヶ月間の疼痛の変化量

■ は1ヶ月後から初診時を引いた値を示す。

(\* P<0.05)

1ヶ月間の疼痛のVAS(mm)の軽減量は、「拘縮なし」 $-32.0 \pm 21.5$ 、「不明瞭」 $-15.7 \pm 13.7$ 、「あり」 $-16.4 \pm 15.0$ であった。拘縮のない症例の疼痛の軽減の程度が他に比べて有意に高かった。

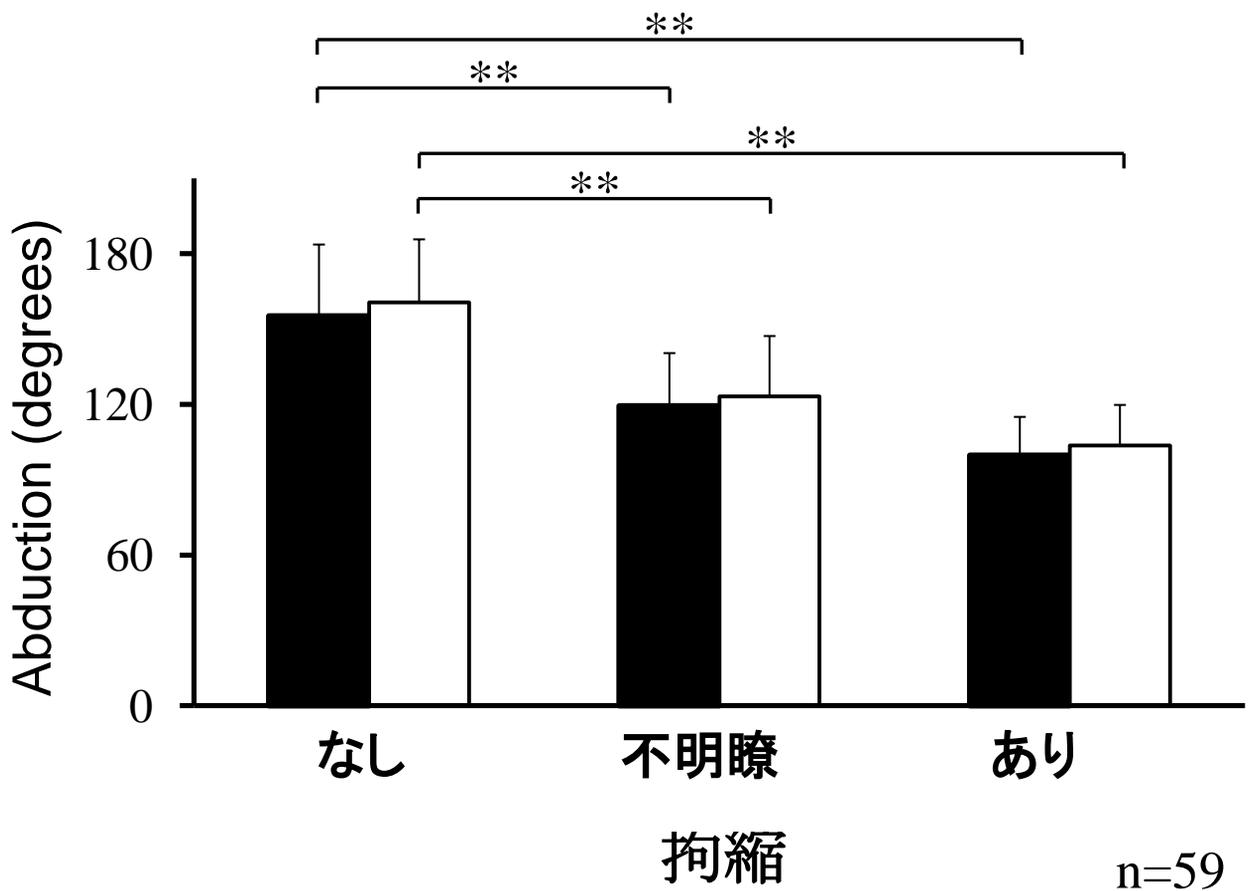


図3 病期別にみた外転可動域の変化

■は初診時を、□は1ヶ月後を示す。  
(\*\* P<0.01)

自動外転可動域 (°) の変化は、「拘縮なし」は 155.2 ± 28.4 から 160.6 ± 25.1 であり、初診時・1ヶ月後ともにほぼ正常範囲だった。可動域制限のあった「不明瞭」は 119.3 ± 21.1 から 123.2 ± 24.0、「拘縮あり」は 99.7 ± 15.3 から 103.6 ± 16.2 とそれぞれ拡大したが有意な差は認められなかった

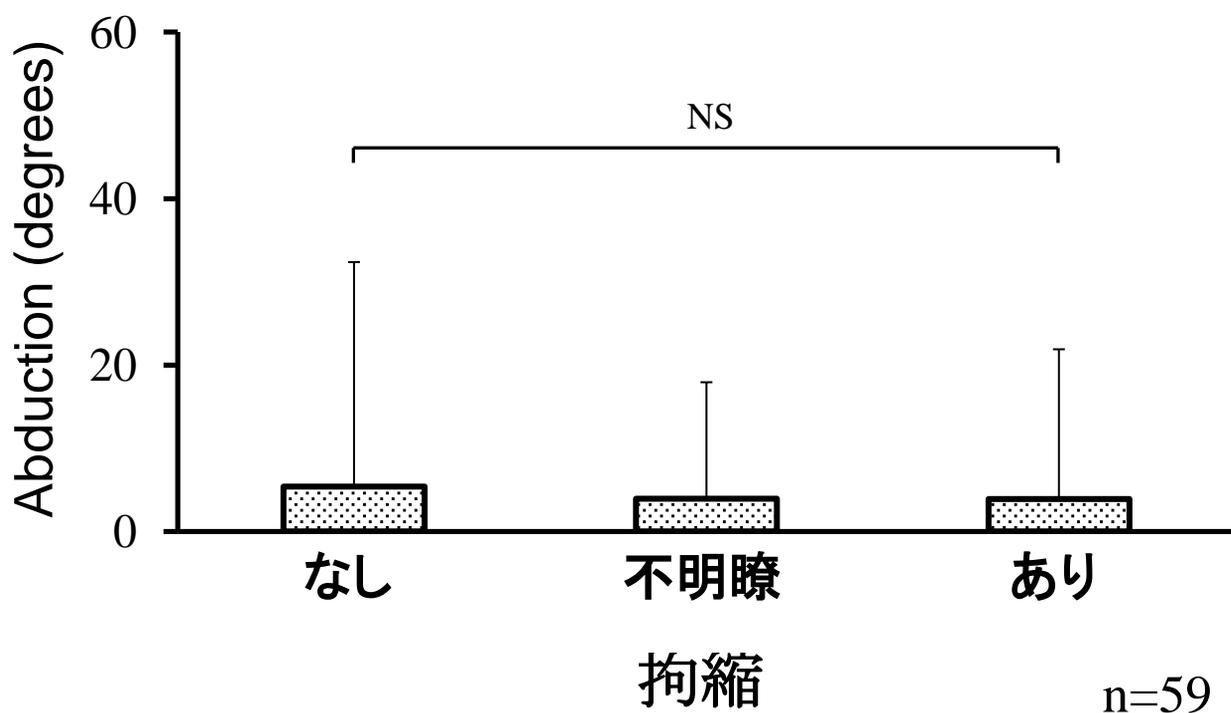


図4 病期別にみた1ヶ月間の外転可動域の変化量

■ は1ヶ月後から初診時を引いた値を示す。

1ヶ月間の自動外転可動域(°)の変化量は、「拘縮なし」 $5.4 \pm 29.4$ 、「不明瞭」 $4.0 \pm 20.6$ 、「拘縮あり」 $3.9 \pm 7.6$ であり、3群に有意な差は認められなかった。

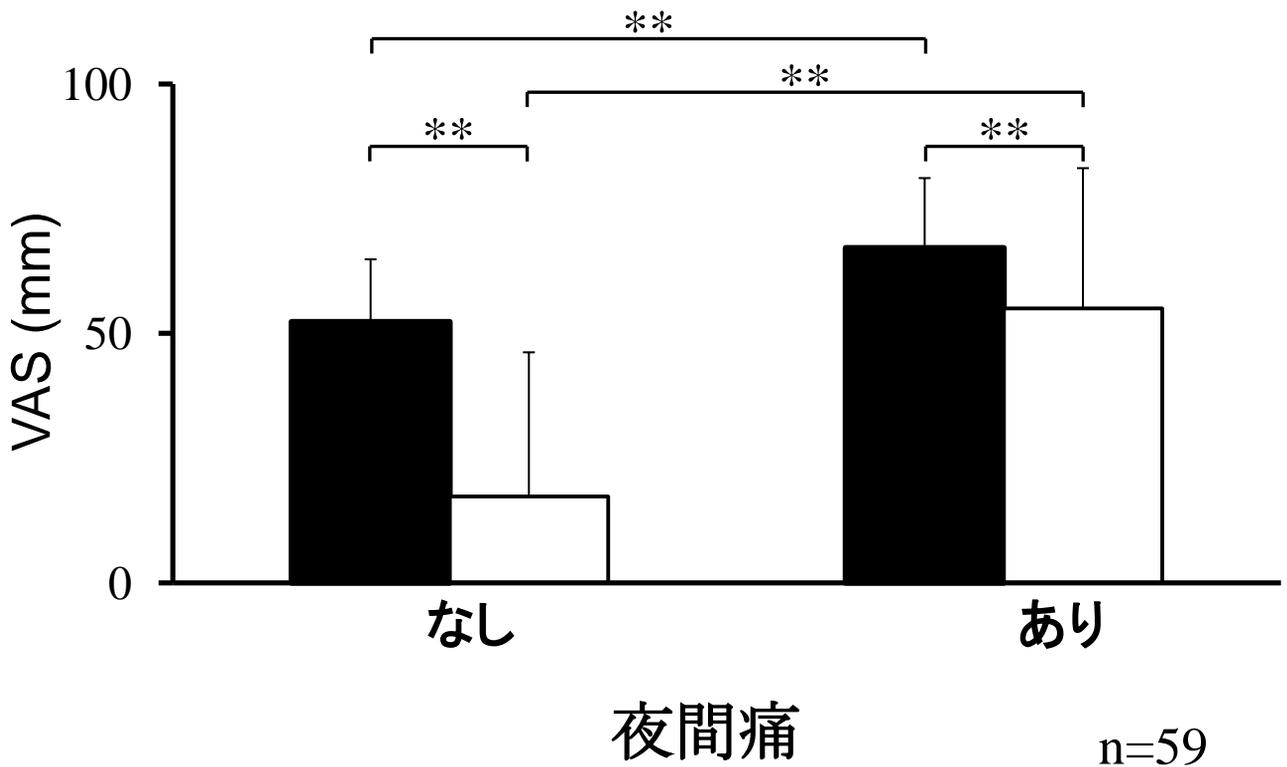


図5 夜間痛の有無からみた疼痛の変化

■は初診時を、□は1ヶ月後を示す。  
 (\*\* P<0.01)

夜間痛のない症例の疼痛のVAS(mm)は、初診時52.3±12.5から1ヶ月後17.3±14.0、夜間痛のある症例は、初診時67.1±10.4から1ヶ月後55.0±16.6と、それぞれ有意に減少した。初診時・1ヶ月後の疼痛はともに拘縮のない症例の方が有意に軽度だった。

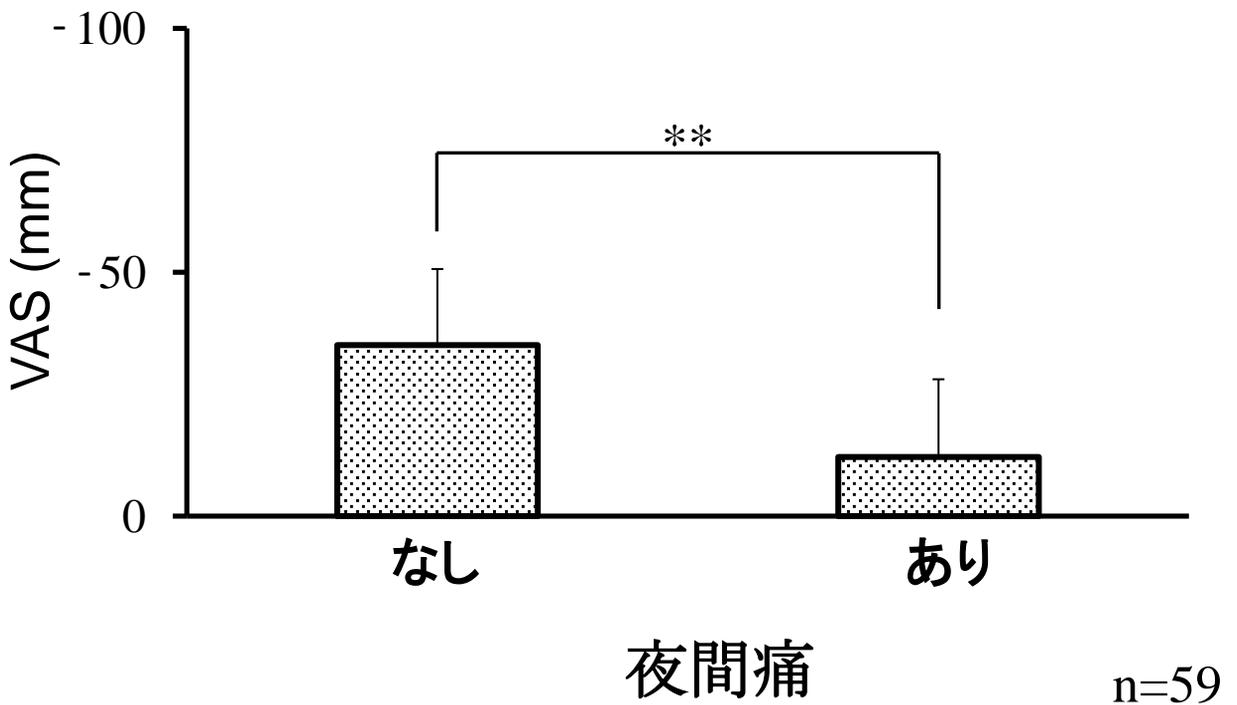


図6 夜間痛の有無からみた1ヶ月間の疼痛の変化量

■は1ヶ月後から初診時を引いた値を示す。  
 (\*\* P<0.01)

1ヶ月間の疼痛のVAS(mm)の変化量は、夜間痛のない症例は $-35.0 \pm 15.6$ 、夜間痛のある症例は $-12.1 \pm 16.0$ で、夜間痛のない症例の方が疼痛の軽減が得られた。

表4 非移行群・移行群のプロフィール

n=41

	移行群	非移行群	
症例数	13	28	
拘縮が明確になるまでの期間* (月)	1.8±2.0	—	
性別 (男:女)	5:8	11:17	N.S
年齢*	58.5±6.8	52.1±9.6	P < 0.05
罹病期間* (月)	1.9±1.0	1.9±1.1	N.S

\* mean±SD

N.S.: Not Significant

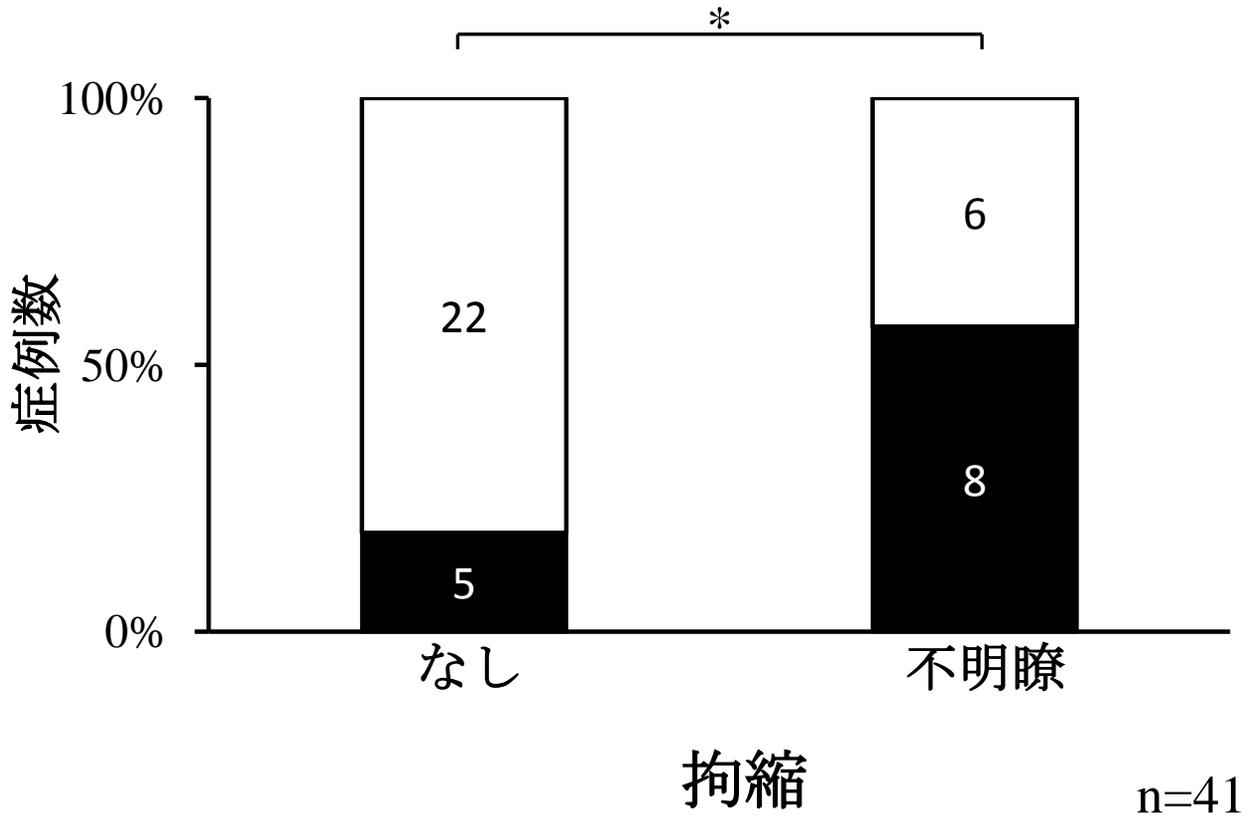


図7 初期状態別の拘縮移行状況

「拘縮なし」は27名、「不明瞭」は14名であった。  
 ■は拘縮移行者数を、□は拘縮非移行者数を示す。

( \* P<0.05 )

不明瞭例の57.2%が拘縮に移行しており、非拘縮例の18.5%に対して有意に多かった。

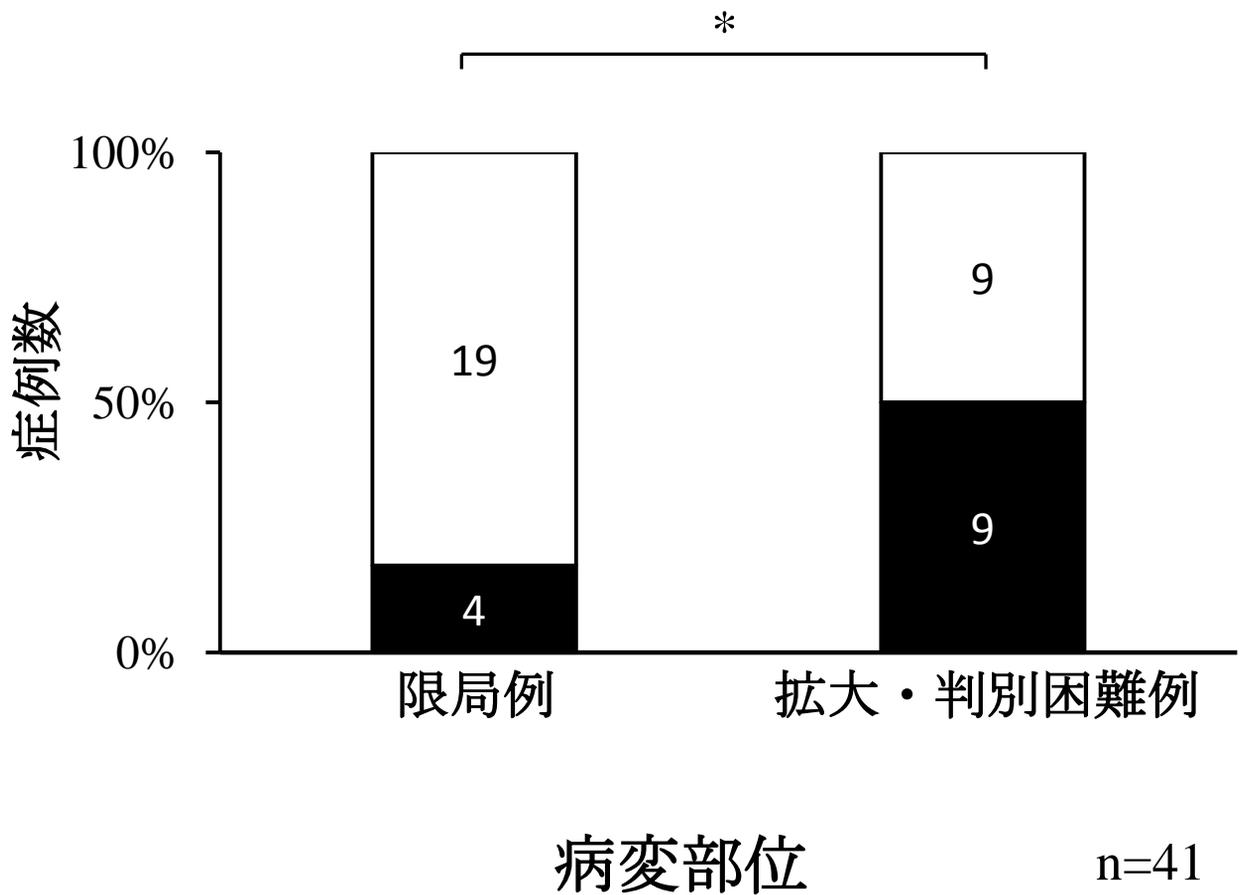


図8 病変部位による拘縮移行状況

限局例は23名、拡大・判別困難例は18名であった。

■は拘縮移行者数を、□は拘縮非移行者数を示す。

( \* P<0.05 )

拡大・判別困難例の43.9%が、拘縮に移行しており限局例の17.4%に対して有意に多かった。

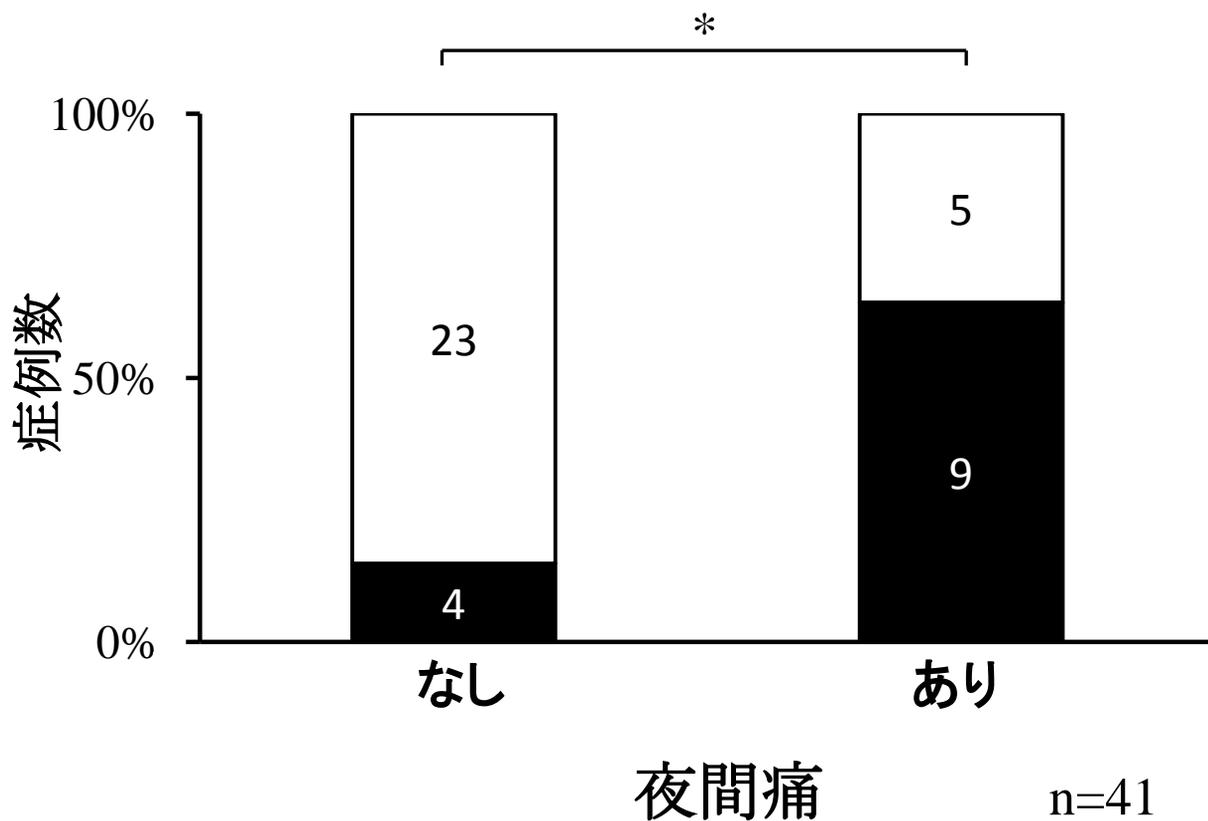


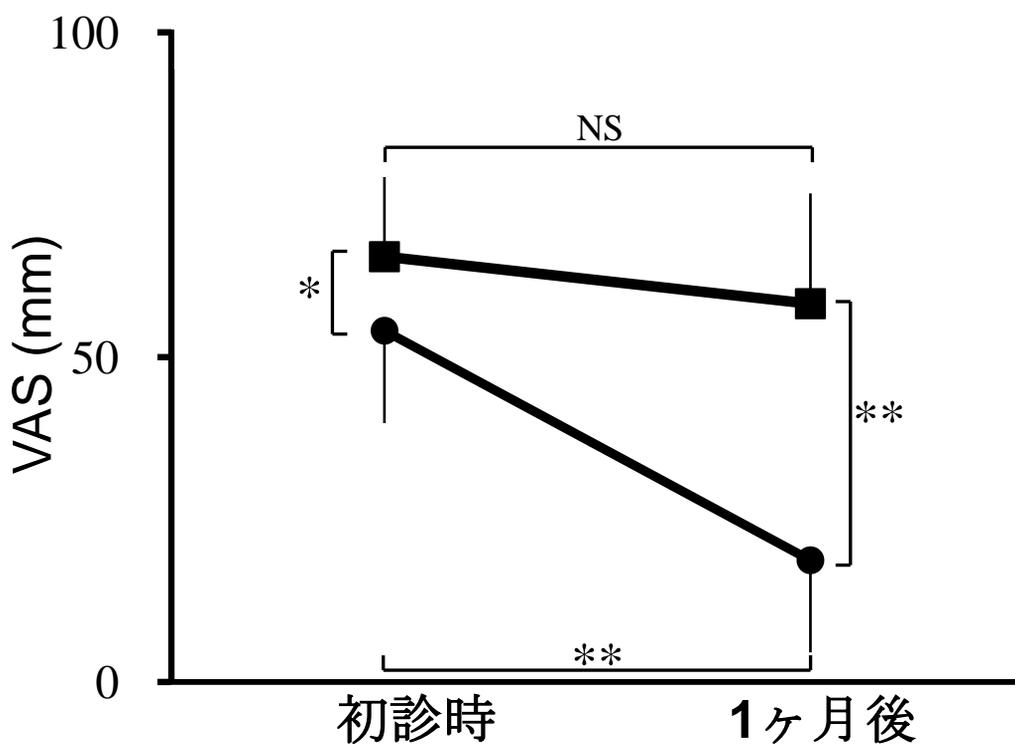
図9 夜間痛の有無による拘縮移行状況

夜間痛なしは27名、ありは14名であった。

■は拘縮移行者数を、□は拘縮非移行者数を示す。

( \* P<0.05 )

夜間痛がある症例の64.3%が拘縮に移行しており、夜間痛のない症例の14.8%に対し有意に多かった。



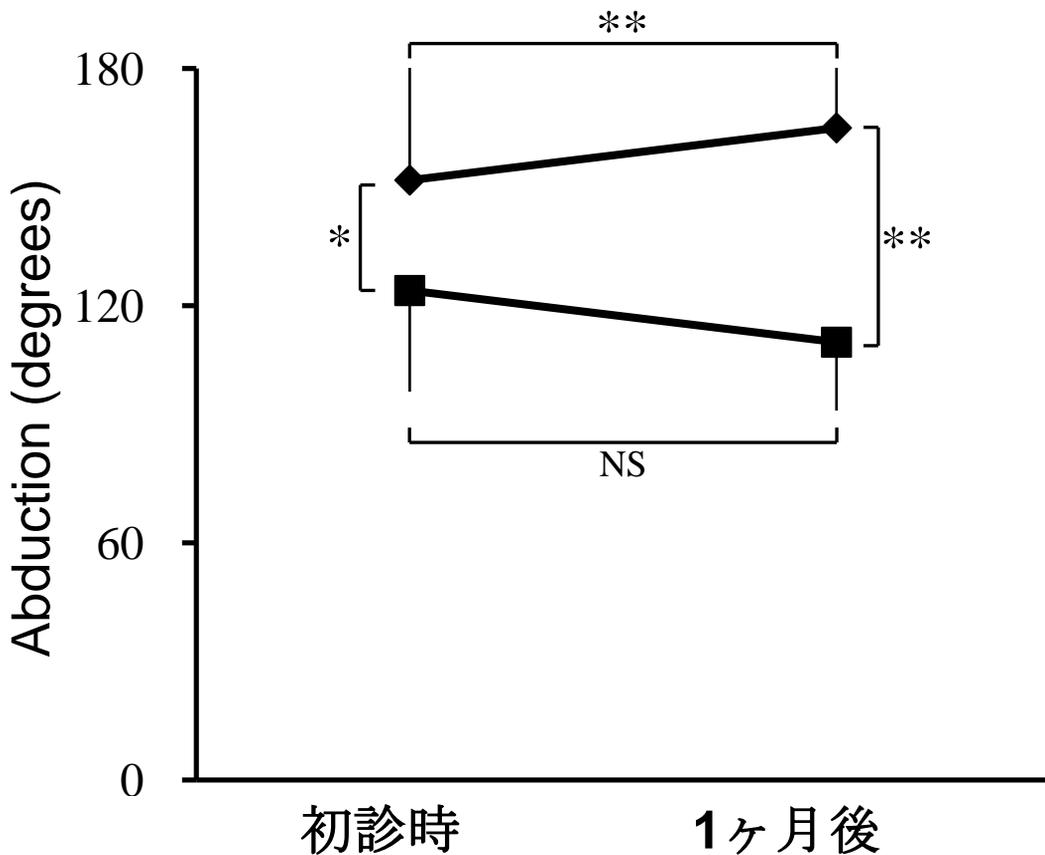
n=41

図10 拘縮移行の有無における疼痛の変化

■は拘縮移行者を、●は拘縮非移行者を示す。

(\* P<0.05、\*\* P<0.01)

拘縮に移行しなかった群の疼痛のVAS(mm)は、初診時 54.1±14.2から1ヶ月後18.8±14.2に有意に減少した。拘縮に移行した群は初診時65.5±12.4から1ヶ月後58.2±17.0に減少したが有意差は認められなかった。



n=41

図11 拘縮移行の有無における外転可動域の変化

■は拘縮移行者を、●は拘縮非移行者を示す。  
 (\* P<0.05、\*\* P<0.01)

拘縮に移行しなかった群の自動外転可動域(°)は、初診時151.8±29.8から1ヶ月後165.0±16.2に有意に拡大した。移行群は初診時123.9±25.6から1ヶ月後110.8±17.3に減少したが有意な差は認められなかった

表5 夜間痛のメカニズム

---

➤ **骨内圧の上昇**

- ・疼痛による筋肉や血管の攣縮
- ・浮腫
- ・静脈還流量の減少

➤ **関節内圧の上昇**

- ・関節包の癒着
- ・関節包靭帯の短縮
- ・腱板疎部の癒着痕化

➤ **肩峰下圧の上昇**

- ・肩峰下滑液包の癒着
  - ・腱板と肩峰下滑液包の癒着
  - ・烏口上腕靭帯の短縮
  - ・上関節包靭帯の短縮
  - ・腱板疎部の癒着
  - ・肩峰下滑液包炎・腱板炎
  - ・腱板の攣縮, 浮腫, 短縮
  - ・肩峰下の骨棘形成
- 

アンダーラインは拘縮の原因でもあるものを示す。

吉田 (1975) , 林 (2004) , 橋本 (2008) より

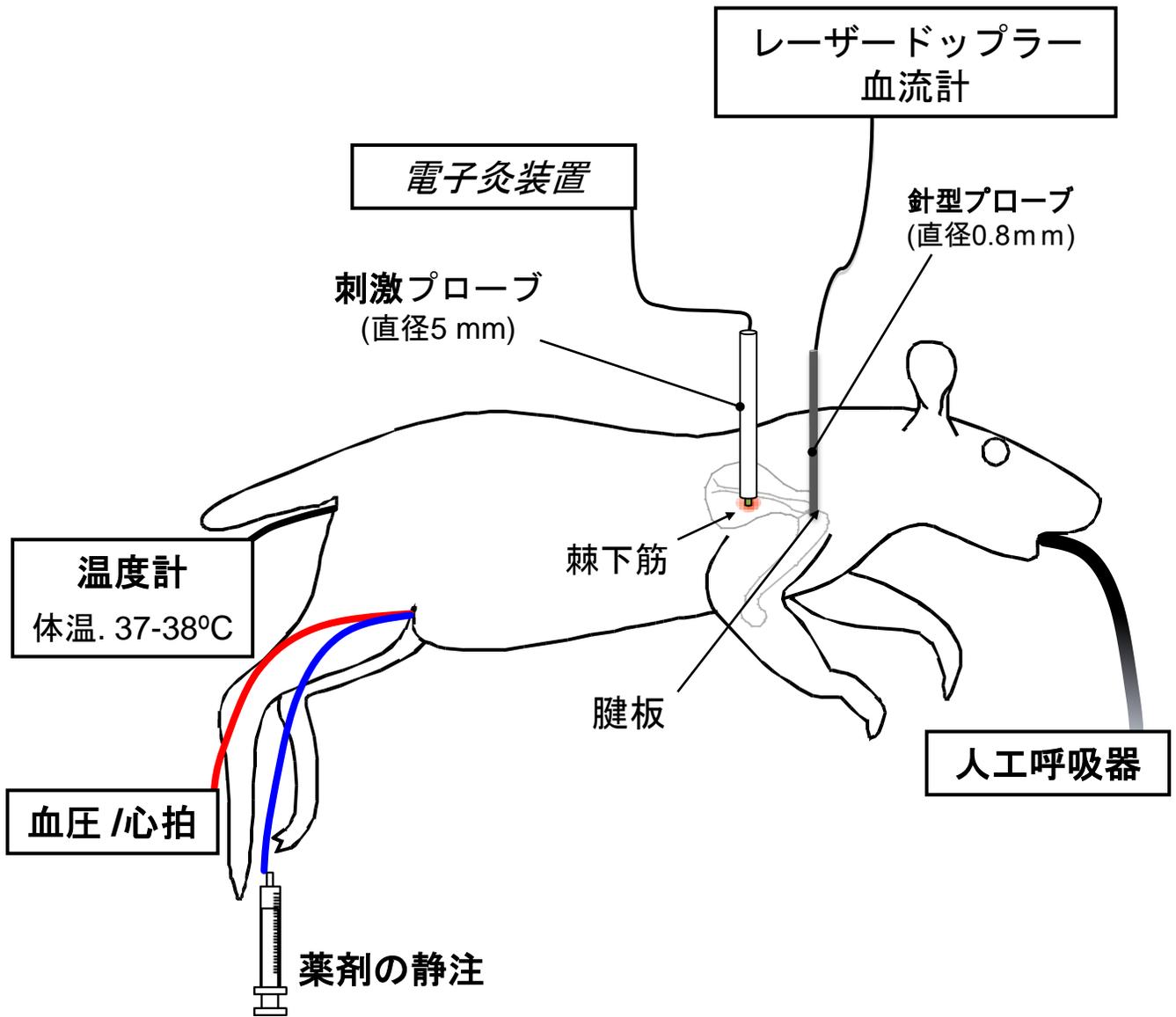


図12 実験図

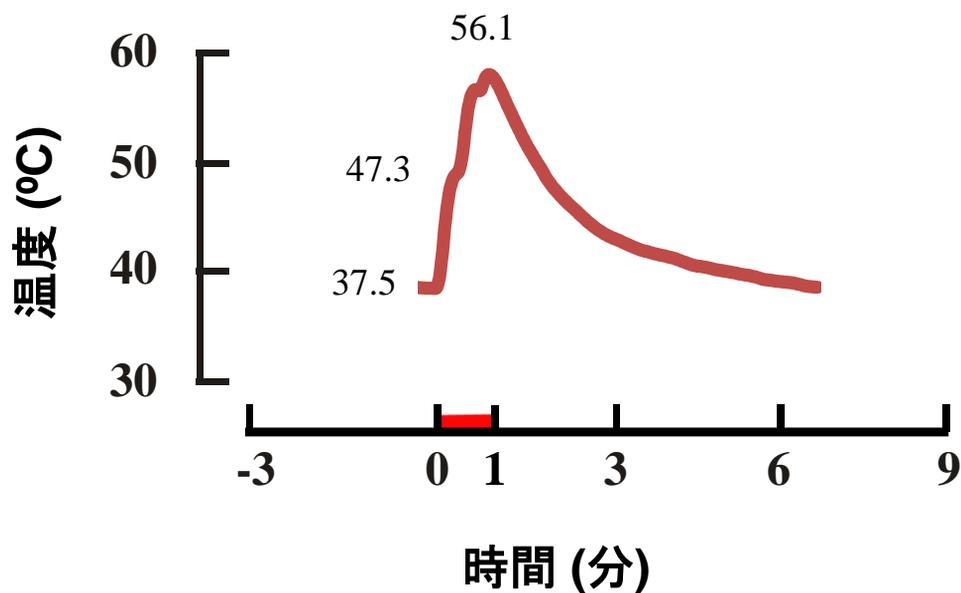


図13 電子温灸プローブの温度曲線（1分刺激）

1分間刺激は3回の熱刺激が加えられる。サーミスター温度計で測定した刺激プローブ温度は加温期に上昇し休止期に低下する。ピーク値は1回目で47°C、3回目で最大となり56°Cになる。

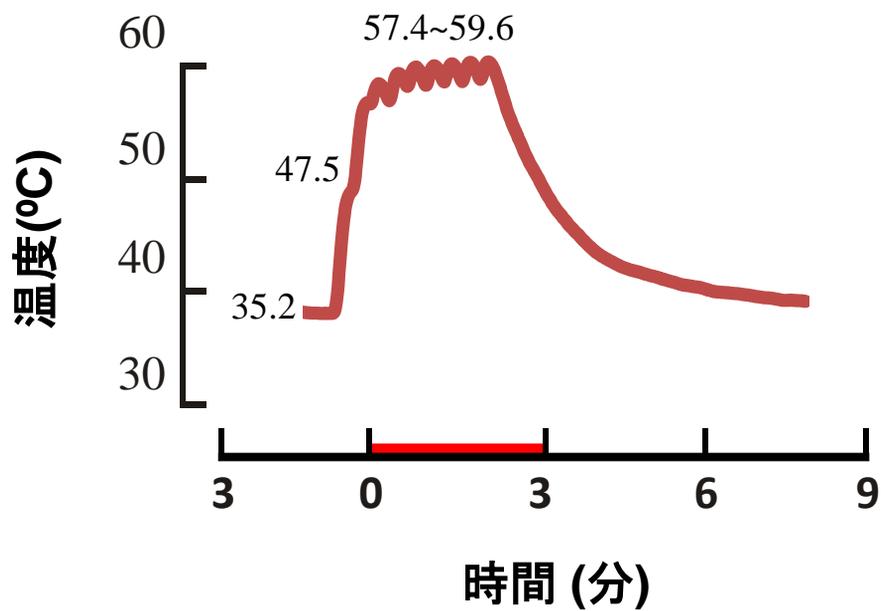


図14 電子温灸プローブの温度曲線 (3分刺激)

3分間に9回の熱刺激が加えられる。サーミスター温度計で測定した刺激プローブ温度のピーク値は2回目の加熱以降漸増して最大59°Cとなる。

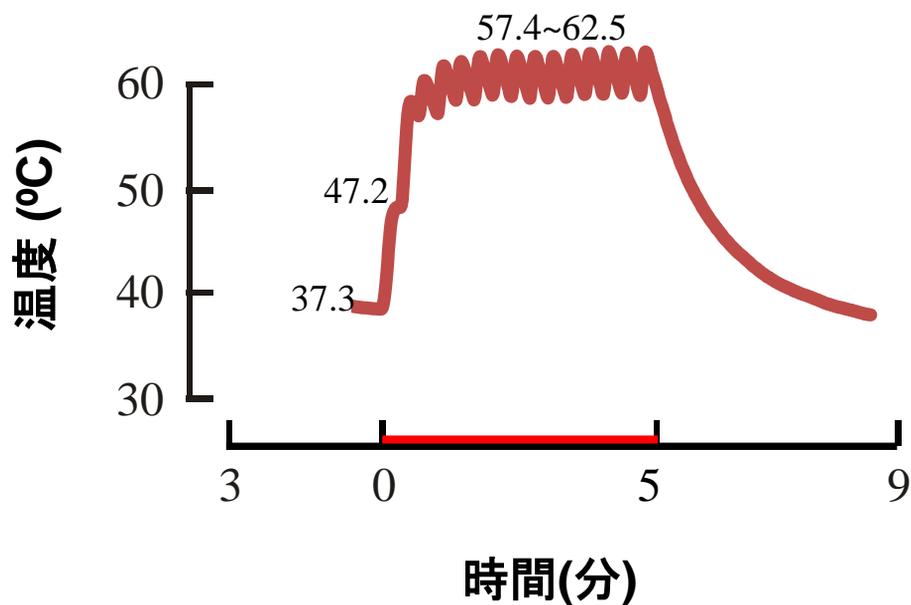


図15 電子温灸プローブの温度曲線（5分刺激）

5分間に15回の熱刺激が加えられる。  
サーミスター温度計で測定した刺激プローブ温度のピーク値は2回目以降刺激回数が増加とともに漸増して最大62°Cとなる。

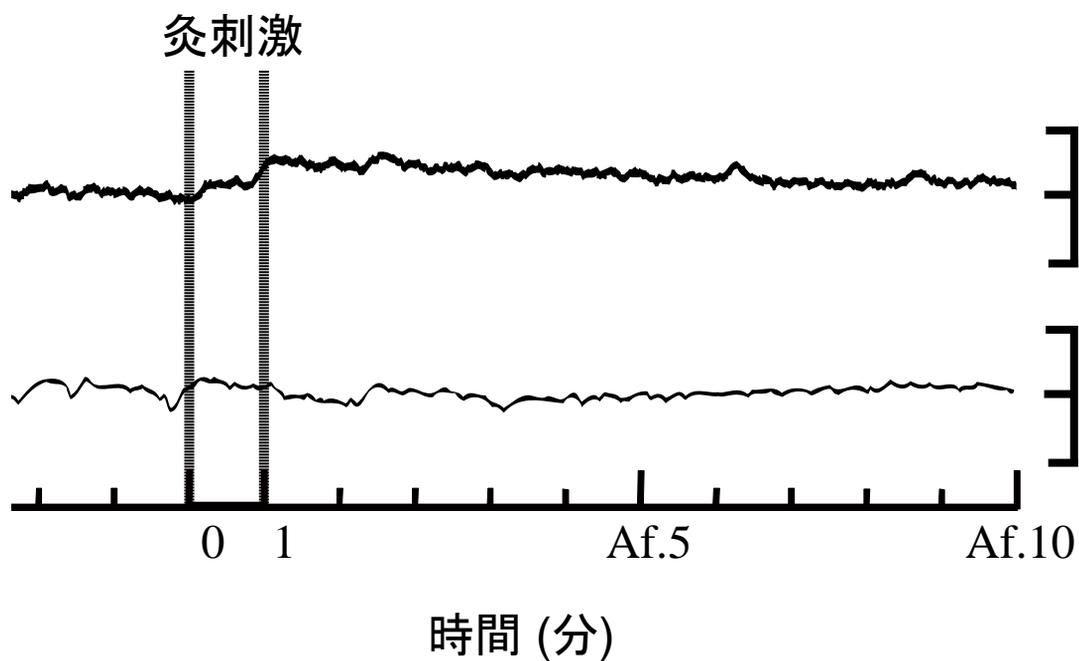


図16 臍板血流と平均血圧の変化（1分間刺激）

1分間刺激による臍板の平均血流（MBF）と平均血圧（MBP）の変化は5個体で記録した。上記は、典型例を示した。

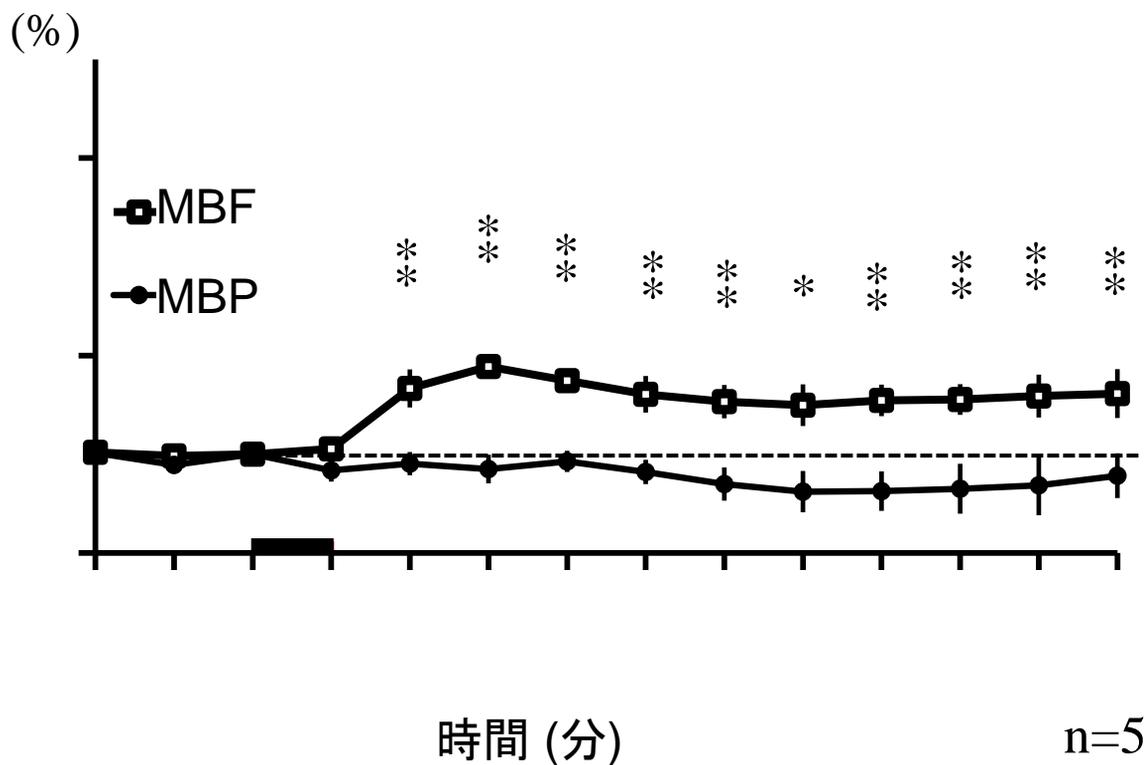


図17 臍板血流と平均血圧の変化（1分間刺激）

(\* P<0.05、\*\* P<0.01)

1分間の灸刺激による5個体の臍板の平均血流（MBF）と平均血圧（MBP）について、刺激前1分間を100とした場合の各時間ごとの変化率の平均値±標準誤差を示す。

血流は刺激終了後から増加して刺激終了後1 - 2分で108.7±0.9%となりピークに達した後漸減する反応が認められた。刺激前値に対し刺激開始後から刺激終了後10分まで有意差が認められた。この間、血圧に有意な変化は認められなかった。

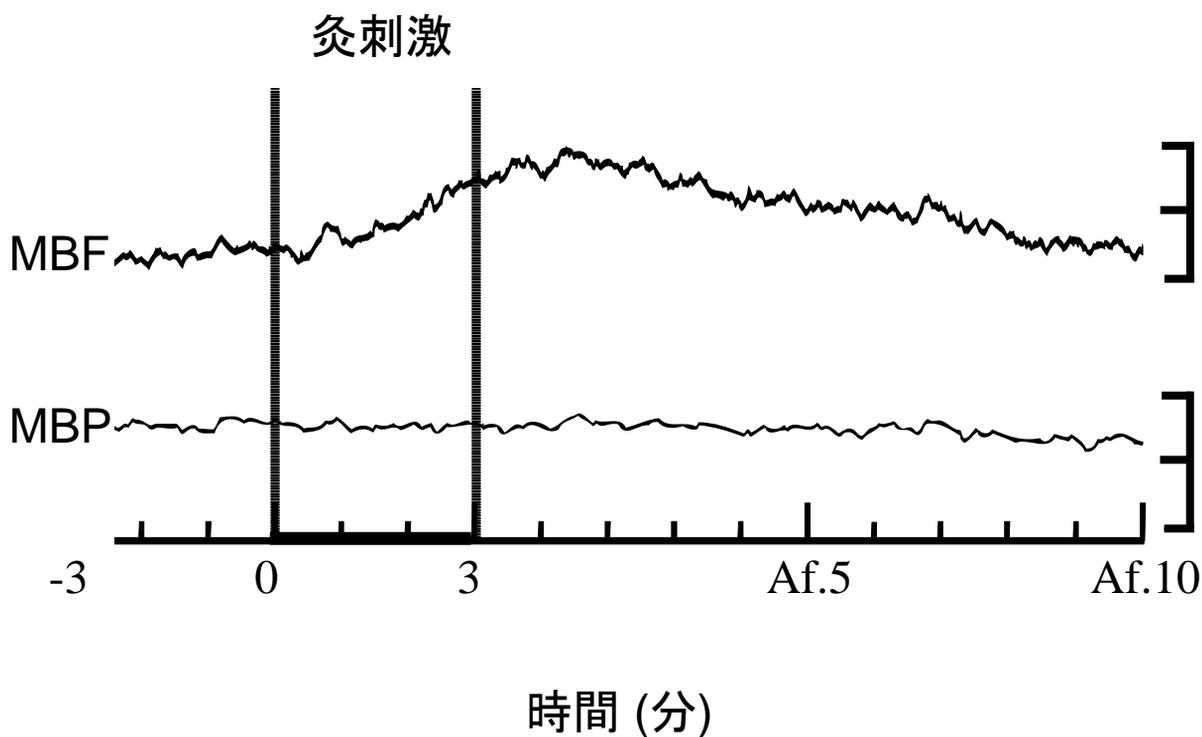


図18 臍板血流と平均血圧の変化（3分刺激）

3分間刺激による臍板血流と平均血圧の変化は5個体で記録した。上記は、典型例を示した。

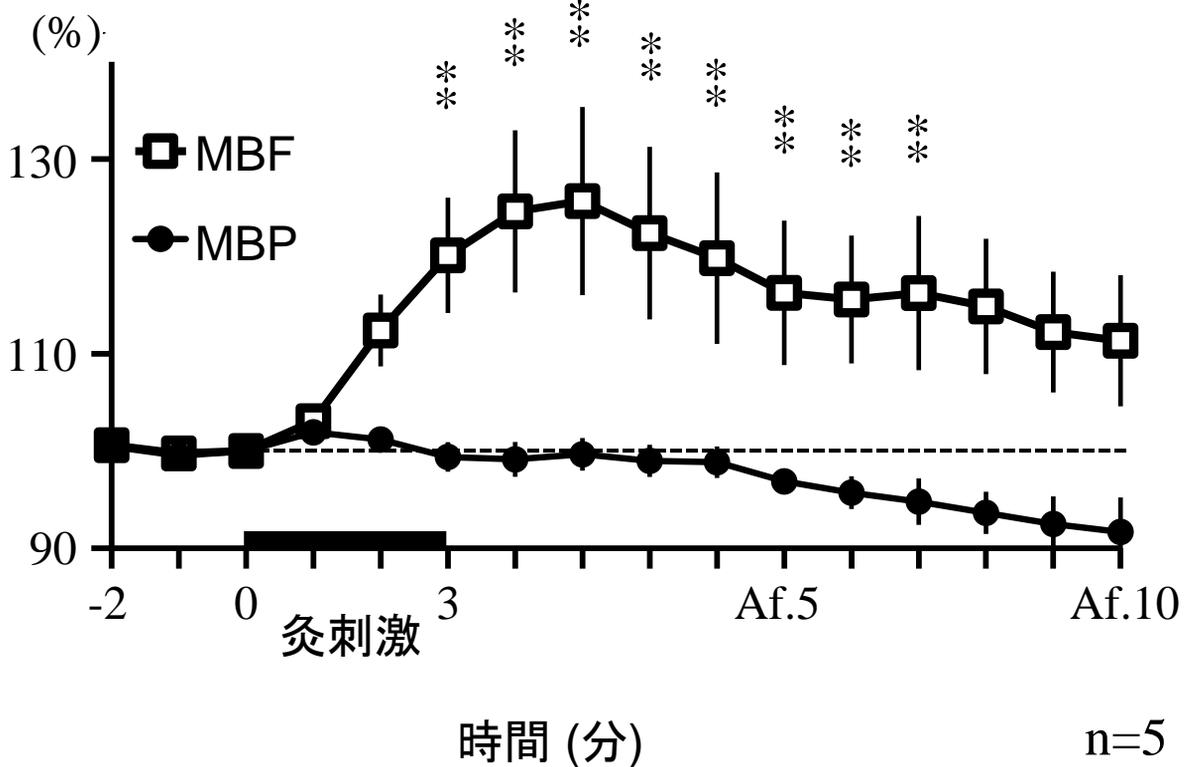


図19 臍板血流と平均血圧の変化（3分間刺激）

(\* P<0.05)

3分間の灸刺激による5個体の臍板の平均血流（MBF）と平均血圧（MBP）について、刺激前1分間を100とした場合の各時間ごとの変化率の平均値±標準誤差を示す。

血流は刺激中から増加して刺激終了後1 - 2分で $125.7 \pm 9.6\%$ となりピークに達した後漸減する反応が認められた。刺激前値に対し刺激開始後2分以降から刺激終了後7分まで有意差が認められた。この間血圧に有意な変化は認められなかった。

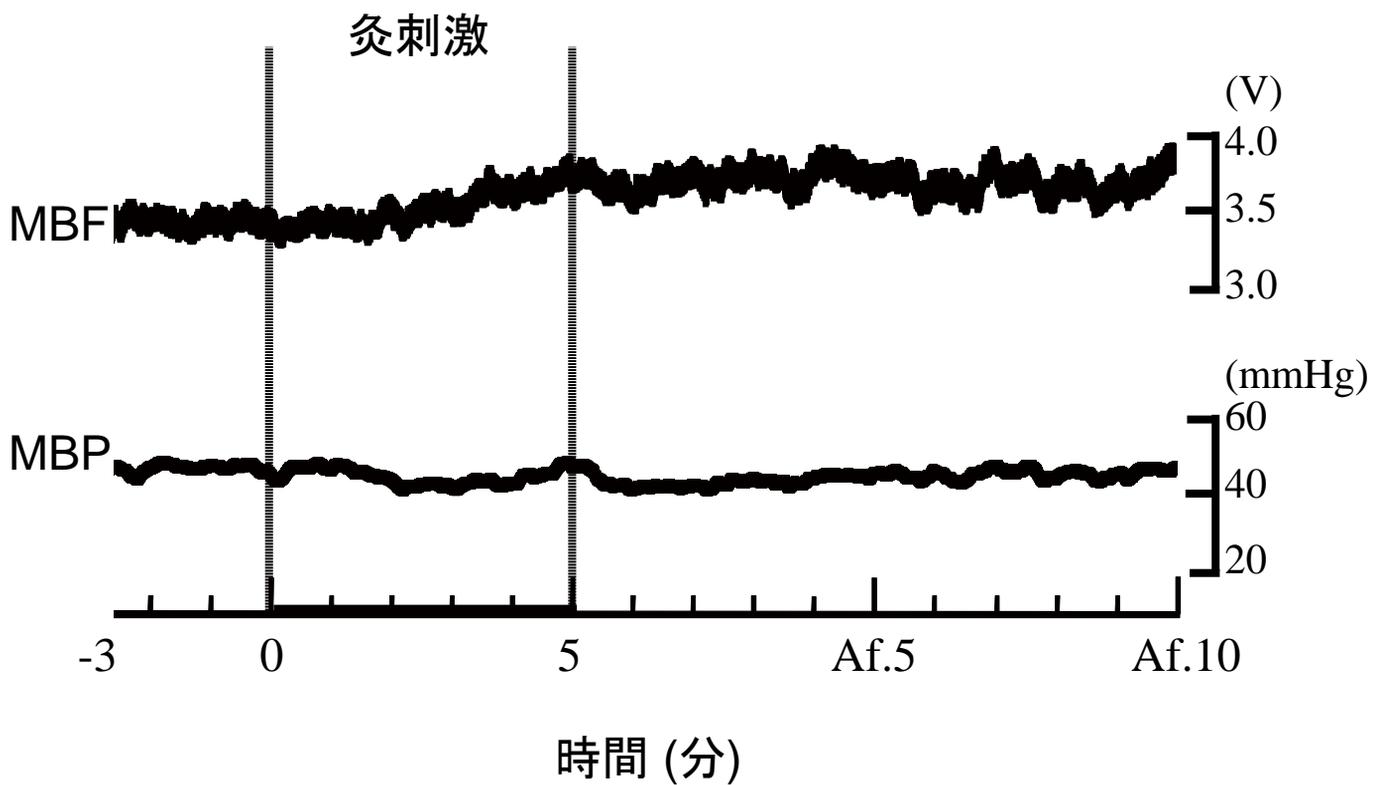


図20 臍板血流と平均血圧の変化（5分刺激）

5分間刺激による臍板血流と平均血圧の変化は5個体で記録した。上記は、典型例を示した。

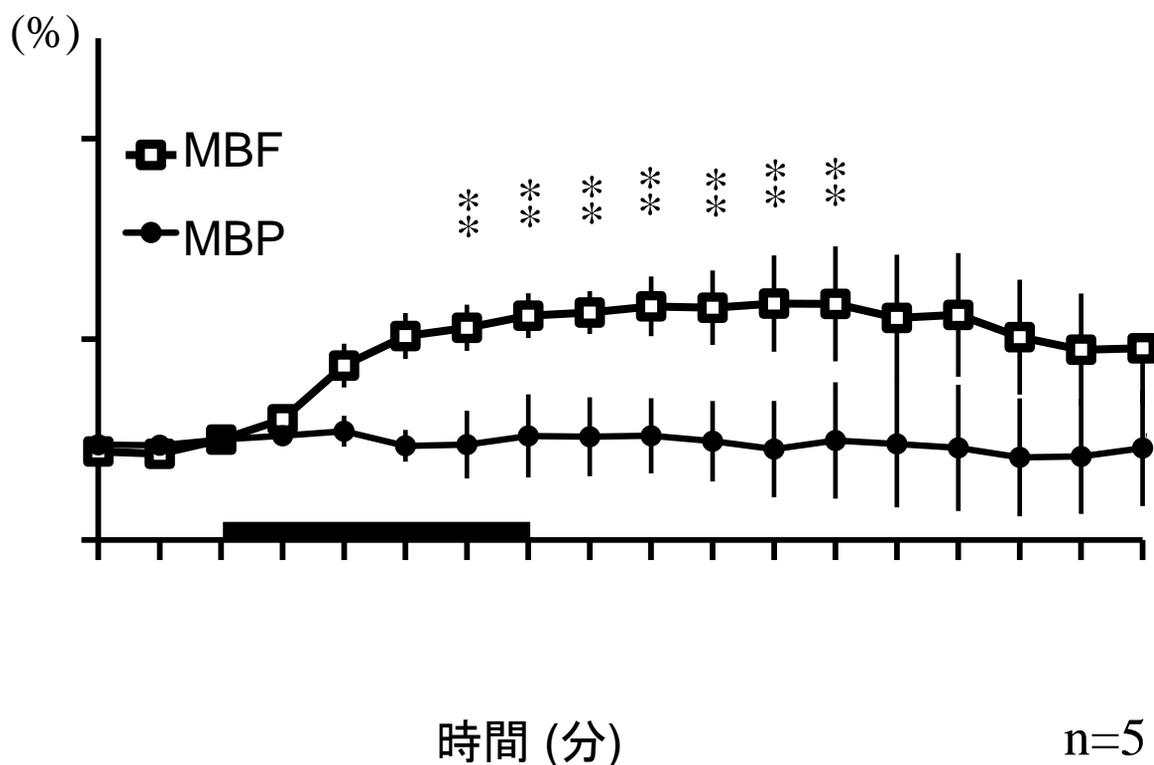
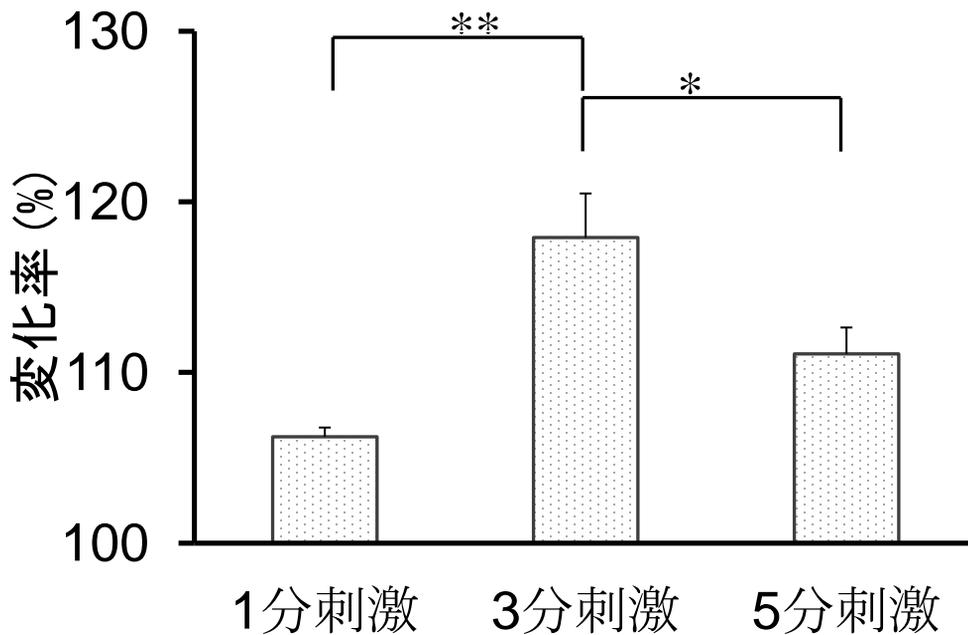


図21 臍板血流と平均血圧の変化 (5分間刺激)  
(\* P<0.05)

5分間の灸刺激による5個体の臍板の平均血流 (MBF) と平均血圧 (MBP) について、刺激前1分間を100とした場合の各時間ごとの変化率の平均値±標準誤差を示す。

血流は刺激中から増加して刺激終了後4 - 5分で  $13.6 \pm 4.8\%$  となりピークに達した後、漸減する反応が認められた。刺激前値に対し刺激開始後3分以降から刺激終了後5分まで有意差が認められた。この間血圧に有意な変化は認められなかった。



n=15

図22 刺激時間における刺激後10分間の平均血流増加率

(\* P<0.05、\*\* P<0.01)

刺激前3分間の平均血流に対する、刺激後10分間の平均血流と標準誤差を示す。1分刺激 $106.2 \pm 0.5\%$ 、3分刺激 $117.9 \pm 2.6\%$ 、5分刺激 $111.1 \pm 1.5\%$ であった。1分刺激と3分刺激の増加率は刺激時間に依存して3分刺激で大であったが、5分刺激では3分刺激よりも増加率は小さかった。

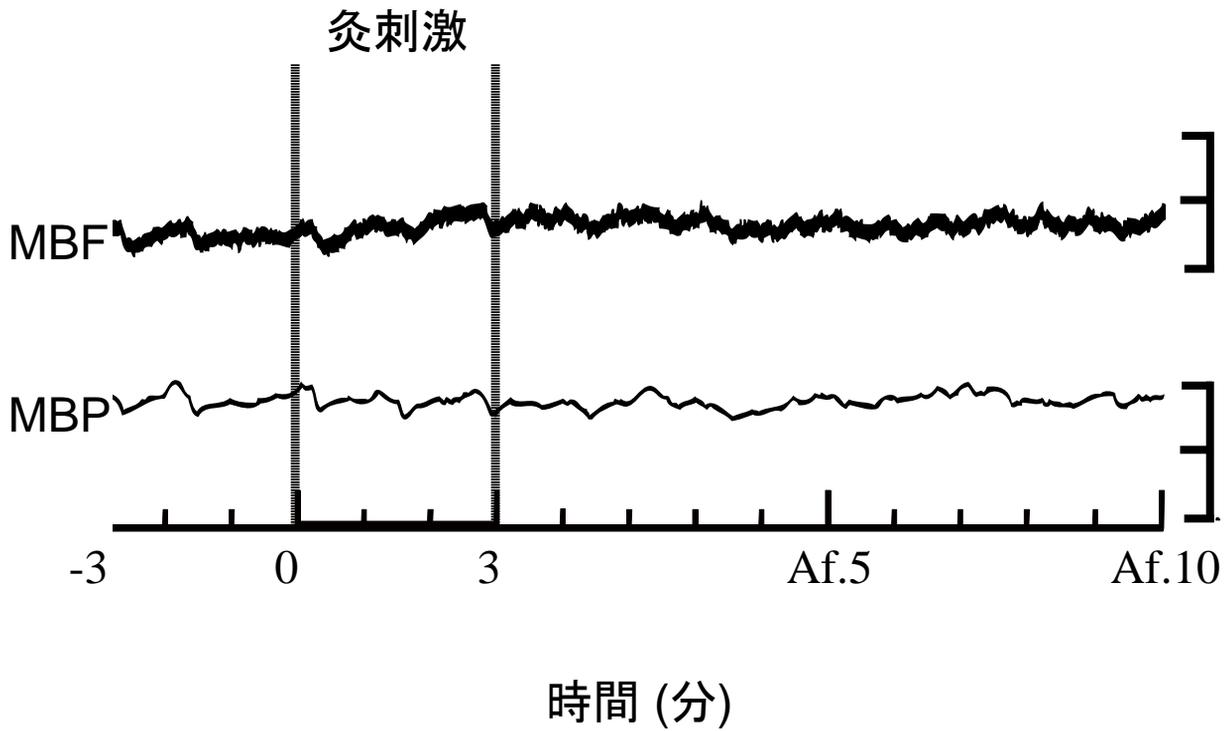


図23 CGRP阻害剤による臍板血流と平均血圧の変化

CGRP阻害剤(hCGRP(8-37))を静脈より投与後、3分間の刺激を行ったところ血流の増加反応は認められなかった。