

MUSCULATOR (GT-30、OG 技研) を、外来通院者にはμ-tas (MT-1、アニマ社製) を使用し、膝関節 60° 屈曲位で等尺性筋力を左右 1 回ずつ測定した。  
 主観的な痛みの評価：膝の主観的な痛みの評価として visual analogue scale (VAS) を記録した。VAS は標準的な 100mm 幅のものを用い、左端 (0mm) には「まったく痛みのない状態」、右端 (100mm) には「今まで経験した最大の痛み」として記載した。本研究は森本貴之氏 (国家公務員共済組合連合会東海病院リハビリテーション科) の協力を得て実施した。

## C-2. 結果

### 1. 徒手的治疗

SF-36 では「身体機能」「全体的健康感」「活力」で 8 名中 4 名が、「心の健康」で 8 名中 5 名が改善を示したが、逆に「社会生活機能」では 8 名中 5 名が悪化を示した (図 4)。JOA スコアでは膝関節「伸展可動域」が 16 肢中 8 肢で、「10m 歩行速度」は 6 名中 5 名で改善を示したが、「疼痛・歩行能」は 16 肢中 8 肢で悪化を示した。

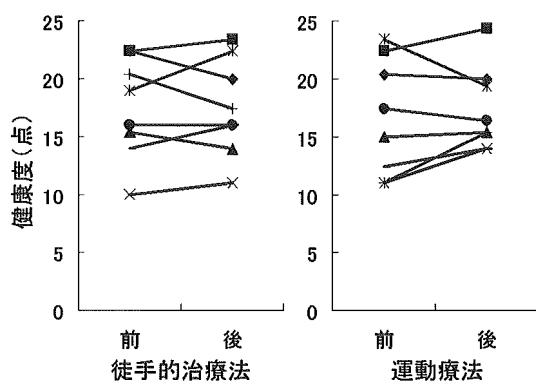


図 4 SF-36 の全体的健康感における介入効果  
 左図は徒手的治疗、右図は運動療法による健康感の程度を示す。徒手的治疗は 4 名に、運動療法は 5 名に改善が認められた。

### 2. 運動療法

通所者：SF-36 では、「日常役割機能 (身体)」で 8 名中 4 名に、「全体的健康感」で 8 名中 5 名に改善を、「身体の痛み」「活力」で 8 名中 4 名に、「心の健康」で 8 名中 5 名に悪化を示した (図 4)。

外来通院者：JOA スコアでは「疼痛・歩行能」や「膝関節可動域」に各 1 人において改善がみられ、10m 歩行時間は 2 人とも早くなった。また大腿四頭筋筋力は 2 人とも増加した。VAS については、1 名は後半に悪化したが、膝部よりは大腿部や下腿部に痛みが生じたことによるものであった。残りの 1 名は毎回の運動開始時に比べ運動後の VAS は改善し、初回評価時の VAS 値 50mm から、2 週間以降は 10mm 前後まで改善した。

### 3. 無治療期間 (コントロール)

SF-36 では、「心の健康」で 8 名中 4 名に、「日常役割機能 (身体)」「活力」で 8 名中 5 名に悪化を認めた。

大腿四頭筋筋力では 16 肢中 8 肢に悪化傾向を示した。

## D-2. 考察

高齢者の膝関節痛を対象に、痛みに対する徒手的治疗の効果と筋力強化的な運動療法と比較しながら検討を試みたが、予想以上に高齢者特有の調査や介入の難しさに直面した。高齢者は第一に多くの合併症を有すること、第二に経年的また経時的に廃用症候が進んでいくこと、第三に感情などの日内変動が大きいこと、第四に痛みの原因疾患そのものが不可逆的な変性によること、第五に意欲の低下があることなどに加え、面倒なことを嫌がるし、目や耳などの機能低下があるため、調査そのものも困難であり、インフォームドコンセントを得ること

さえ容易ではない。本来、高齢化社会は人生経験豊かな人が増えることであり、良い社会のはずである。しかし、良くなって何かをしたいという目的意識や生きがい欠如していることが多くの事を困難にしている。

一方、痛みが少しでもあると高齢者の活動性は簡単に低下する。長生きする前提として誰もが自分のことは自分でしたいし、多少の不自由は有っても、排尿・排便はトイレで、食事はテーブルへ行っていたいであろう。どの高齢者でも死ぬまで元気で、苦しまずに死にたいという。特に歩行を中心とする移動能力は自分で自分のことをしたいという気持ちと直結し、生きがい(QOL)の前提ともなる。変形性膝関節症は高齢の女性には特に多く、痛みのため起立・歩行は障害され、日常生活の活動性は低下する。このため体重は増加し、ますます動きは悪くなり、痛みのため筋力は低下し一層動くことは困難になる。また、軟骨の変性に伴い変形も進行し、可動域も悪くなり拘縮は進行する。こうなると何をすることも面倒になり、意欲は低下し、全身の廃用症候は進み、QOLの低下を招く。まさに生活不活発病の様相を呈する(図5)。

このような背景の中で、筋・骨格系の痛みに対する徒手治療や運動療法の効果を

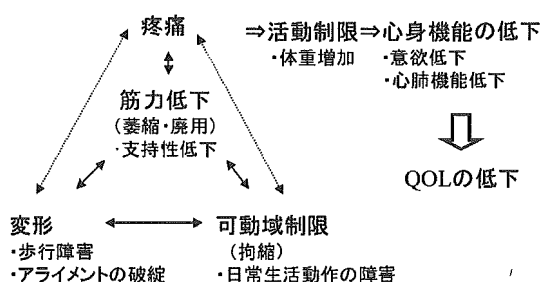


図5 変形性膝関節症進行の悪循環

検討してきた。介護老人保健施設通所者を対象とした研究では、施設内移動が自立し、かつアンケートに答えることが出来る人としたため対象者数が限定された。外来通院者では運動療法を確実に実行してくれる人が極めて少ない結果となった。このため、いくつかの調査項目で傾向はうかがえたものの、有意差の確定には至らず、痛みにおける高齢者対象の研究の難しさを感じた。その様な中でも、全体的な健康感の改善が見られ、徒手治療により膝伸展可動域の改善などに効果が見られた。一方で、合併症(基礎疾患)によるQOLへの影響も大きかったと考えられた。

## E-2. まとめ

デイケア通所者及び外来通院する膝に痛みを有する高齢者に徒手治療と運動療法を行った。全体的健康感の改善が見られ、徒手治療では膝伸展可動域の改善が見られたが、高齢者特有の問題に直面し、多くの項目で有意な結果を得るには到らず、薬や手術などによる介入との違いや痛みに対する評価の難しさを感じた。いずれにしても、介護予防のなかで重要となる生活不活発病に対するパワーリハビリテーションや集中リハビリテーションの必要性が考えられるので、社会的にも自立度の高い高齢者を対象にした研究を進める必要がある。そのためには地方自治体や地域の組織と連携した研究が必要である。

## G. 研究発表

### 1. 著書

猪田邦雄：車椅子・歩行補助具，今日の整形外科治療指針第5版（二宮節夫 他編），医学書院，pp347-350，2004

### 2. 論文

猪田邦雄：上腕骨近位端骨折の装具療法，  
新OS NOW（装具療法－モデルと適応のす  
べて－）17: 27-35, 2003

Tomoko KOEDA, et al.: Involvement of  
alpha1-adrenoceptors in the cutaneous  
blood flow increase response to  
sympathetic nerve stimulation in rats  
with chronic constriction injury. *Env Med*  
47: 31-34, 2003

Tomoko KOEDA, et al.: A trial to  
evaluate experimentally induced delayed  
onset muscle soreness and its  
modulation by vibration. *Env Med* 47:  
26-30, 2003

肥田朋子：疼痛メカニズムの研究と理学療  
法. *理学療法*. 20(7): 770-775, 2003

## モデル動物における筋・骨格系の痛みに対する各種徒手的治疗法の除痛機構の解析

分担研究者 肥田朋子 名古屋大学医学部

研究要旨 高齢者では筋・骨格系の痛みが日常生活活動や生活の質を低下させていることがしばしばある。疼痛が筋機能に及ぼす影響と徒手的治疗法の効果を明らかにすることを目的として、1.慢性疼痛モデル動物の筋痛を評価すること、2.慢性疼痛モデル動物の疼痛領域の筋機能について調べること、3.疼痛領域の筋に徒手的治疗を加えて筋機能や疼痛への影響を調べることとした。

慢性疼痛モデル動物として、坐骨神経絞扼ラット(以下、CCIラット)を作成し、術後2週間の腓腹筋部における圧痛閾値、術後6週間の皮膚機械刺激に対する疼痛行動の変化を調べた。また、術2週後で腓腹筋からの入力を受ける後根神経節細胞(DRG)におけるサブスタンスP(SP)含有の程度を蛍光強度から調べた。その結果、痛覚過敏やアロディニアが確認された。また腓腹筋部においても圧痛閾値の低下が観察された。腓腹筋からの入力を受けているDRGではSPの蛍光強度が有意に強かった。

筋機能に関しては、術6週後の坐骨神経支配筋における筋湿重量、筋張力、筋線維タイプおよび筋小胞体Ca<sup>2+</sup>取り込み速度について調べた。さらに術直後から2週間、麻酔下で静的ストレッチングを毎日施行した場合の筋線維タイプ変化への影響について調べた。術6週後の筋は萎縮し、筋張力は低下していた。筋線維タイプは速筋が遅筋化し、遅筋は速筋化していた。筋小胞体のCa<sup>2+</sup>取り込み速度は速筋、遅筋とも低下した。これらの筋の変化は痛みによる逃避姿勢の影響と神経の部分損傷による影響と考えられたが、術直後からストレッチングを施行することで速筋の遅筋化は抑えられた。徒手的治疗により筋機能の変化を抑制でき、疼痛逃避による持続的な筋収縮筋を徒手的に伸長することは重要で、除痛への一助となる可能性が示された。

## A. 研究目的

筋・骨格系の痛みに対する治療法の効果を探る上で、筋の機能・状態を知ることが重要である。特に疼痛により運動は制限され、その結果筋力低下や可動域制限が生じ、これがまたさらに疼痛を起こすといった悪循環を生んで

いる可能性がある。そしてこの悪循環が日常生活活動(ADL)や生活の質(QOL)の低下の一要因となっていることが考えられる。慢性痛のメカニズム解明のため、実験動物による神経部分損傷モデルが多数報告されてきた。なかでもBennettらによる慢性絞扼ラ

ット(以下、CCI ラット)は人におけるカウザルギーのようにアロディニアを示し、慢性痛のメカニズム解析の研究に使用されてきた。このモデルでは歩行や姿勢の異常についても報告されており、ADL や QOL の低下が生じていることが想像できるが、多くは感覚障害に焦点を当てており、筋に関する報告はほとんどない。そこで今回、CCI ラットにおいて疼痛の有無を皮膚および皮膚を含む腓腹筋部で確認するとともに、筋の機能について筋張力、筋線維タイプ、筋収縮・弛緩に重要な働きをする筋小胞体 (sarcoplasmic reticulum ; 以下、SR)機能について調べた。さらに、徒手的治疗法の効果を探る目的で、CCI 術直後から徒手的治疗を実施し、筋線維タイプ変化に及ぼす影響について調べた。

## B. 研究方法

### 1. 皮膚機械刺激に対する疼痛行動の評価

対象は、SD 系ラットのオス 10 匹 (CCI 手術時に 7 週齢)であった。飼育条件は、室温を 25℃に維持し、固形飼料と水道水を自由摂取できる環境とした。ペントバルビタール麻酔下(40mg/kg)において左後肢大腿部で坐骨神経を剖出し、5 匹には顕微鏡下で坐骨神経に腸糸を 1mm 間隔で 4 本緩く縛り (CCI 群)、残りの 5 匹は坐骨神経を剖出した後、処置を加えず縫合した (CON 群)。

疼痛評価は触刺激用(18.1mg/m<sup>2</sup>)、痛み刺激用(81.1mg/m<sup>2</sup>)の 2 種類の Von Frey 毛で、足底中央部を刺激した。評価は連続した 10 回の刺激中における足挙げ逃避反応回数を数えた。足挙げ回数

の処理には、処置側から非処置側を引いた 差の値を用いた。評価は CCI 手術前後 1 週間は毎日行い、それ以降は週に 3 回、術後 6 週まで継続した。術施行日までのデータを平均し、術前の代表値とした。術以降は、術日から 4 日後まで、5 日後から 7 日後まで、その後は 1 週間ごとのデータの平均値を各期間の代表値とした。統計処理には二元配置分散分析を用い、Bonferroni 法で多重比較した。本実験は、塚本晋也氏 (当時名古屋大学医学部保健学科学生) の協力を得て実施した。

### 2. 腓腹筋部における圧痛閾値評価

対象は CCI 群 13 匹、CON 群 7 匹だった。疼痛評価には Randall-Selitto 法を用いた。刺激装置は加圧式鎮痛効果測定装置 (ANALGESY METER-7200、UGO BASILE 社製)を用いた。ラットを保定し、腓腹筋内側部に圧子に乗せた。圧子に反応していないことを確かめた後 16 g/sec で加圧し、逃避反応時の値を記録した。刺激回数は 5 回とし、5 回中で値の近い 3 回の平均をその個体の圧痛閾値とした。評価期間は術前 6 日から術後 2 週間、評価は週に 3 回行なった。統計処理には、各群内の日数の比較は一元配置分散分析法を用い、post-hoc test として Bonferroni の多重比較を行い、各日における群間差は Mann-Whitney の U 検定を行った。本実験は、角田友歌氏 (名古屋大学医学部保健学科学生) の協力を得て実施した。

### 3. DRG における SP 発現の測定

CCI ラットと CON ラットを 1 匹ずつ作成した直後に、4%フロオロゴールド (FG) 40 μl を右腓腹筋に注入した。

術後 14 日に灌流固定し DRG を取り出し、凍結包埋した後、クリオスタットにて 10  $\mu\text{m}$  厚の切片を作成した。DRG において FG の色素を確認できた CON 8 枚、CCI 9 枚の切片を蛍光染色法にて SP 陽性細胞を可視化し、PC に取り込んだ。画像解析には Scion Image を用いた。統計処理には、Mann-Whitney の U 検定を行い、一元配置分散分析法を用い、post-hoc test として Bonferroni の多重比較を行った。本実験には、角田友歌氏（名古屋大学医学部保健学科学生）の協力を得て実施した。

#### 4. CCI6 週後の筋の組織学および生化学的解析

1 のラットを用い、CCI 術 6 週後、麻酔下にて速筋である長指伸筋および腓腹筋浅層と、遅筋であるヒラメ筋を摘出し、直ちに長指伸筋、ヒラメ筋の筋湿重量を測定した。その後、筋張力測定には長指伸筋を、ミオシン重鎖アイソフォーム分析、SR  $\text{Ca}^{2+}$  取り込み速度測定にはヒラメ筋と腓腹筋浅層を用いた。

(4) -1. 強縮張力の測定：採取した長指伸筋は酸素飽和状態の 38 $^{\circ}\text{C}$  循環リンガー液中で、電気刺激装置（日本光電社製、SEN-7203）を用いて強縮を起こした。その時の張力を張力計（日本光電社製、TB-611T）で計測し、データ取得装置（Mac Lab）を介してコンピューターに取り込み最大張力を求め、単位面積あたりの張力を計算した。統計処理には t 検定を用いた。

(4) -2. ミオシン重鎖アイソフォーム分析：筋をその組織重量の 40 倍（weight/volume : w/v）の抽出液で破碎

懸濁し、ドデシル硫酸ナトリウムポリアクリルアミドゲル電気泳動法（sodium dodecylsulfate polyacrylamide gel electrophoresis）を用い、銀染色を行った。染色されたバンドはスキャナーでコンピューターに取り込み、Scion image を用いてバンドの量比を算出した。統計処理には一元配置分散分析を用い、Bonferroni 法で多重比較した。

(4) -3. 筋小胞体  $\text{Ca}^{2+}$  取り込み速度：筋組織重量の 9 倍（w/v）の抽出液で破碎懸濁し、遠心分離機にかけ上清を採取した。測定には蛍光  $\text{Ca}^{2+}$  指示薬である indo-1 を用い、37 $^{\circ}\text{C}$  の条件下で松永らの方法に従って行った。反応溶液中の  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  の変化の測定には、細胞内イオン測定装置（日本分光社製、CAF-110）を用い、349nm の波長で indo-1 を励起し、405nm および 500nm の蛍光量をモニターした。 $[\text{Ca}^{2+}]_i$  は、
$$[\text{Ca}^{2+}]_i = K_d \times (R - R_{\min}) / (R_{\max} - R) \times S_f / S_b$$

の式に基づいて計算した。統計処理には一元配置分散分析を用い、Bonferroni 法で多重比較した。本実験は、塚本晋也氏（当時名古屋大学医学部保健学科学生）、和田正信氏、山田崇史氏（広島大学生物圏科学研究科）の協力を得て実施した。

#### 5. CCI ラットにおける徒手的治疗の効果

CCI ラット 7 匹を作成し、そのうち 3 匹には処置直後から毎日 30 分間、麻酔下で下腿三頭筋に静的ストレッチを行った（STR 群）。残りの 4 匹は CCI 術後通常飼育した（CCI 側は CCI 群、反対側は CON 群）。2 週後深麻酔

下で腓腹筋浅層を摘出し、抽出液で破碎処理した後、SDS-PAGEにて筋線維タイプ組成を調べた。本実験には、岩本泰子氏、長谷川多美子氏（名古屋大学医学部保健学科学生）の協力を得て実施した。

（倫理面の配慮）

本実験は名古屋大学医学部保健学科動物実験委員会の承認を得て実施した。

### C. 研究結果

#### 1. 皮膚機械刺激に対する疼痛行動の評価

CCI 群ではアロディニアと痛覚過敏が認められた。

#### 2. 腓腹筋部における圧痛閾値評価（図 1）

CCI 群では、術前に比して術後 10 日に有意な閾値の低下がみられ

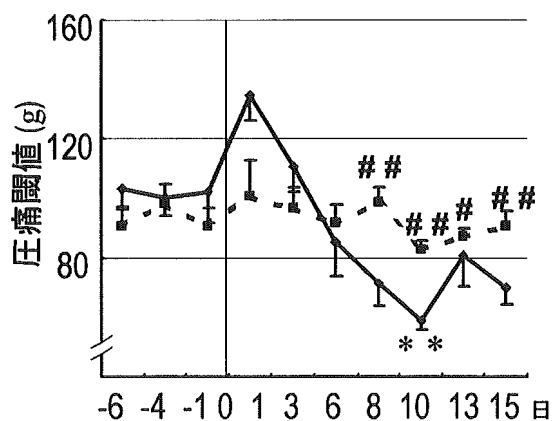


図 1 腓腹筋内側部に与えた圧刺激に対する逃避閾値の経時的変化

横軸は CCI 処置からの日数を、縦軸は圧痛閾値を表す。CCI 群(n=13)は実線、CON 群(n=7)は点線。CCI 群内比較 (\*\*; p<0.01)、各日の群間比較 (#; p<0.05, ##; p<0.01)。圧刺激に対する逃避閾値は CCI 群では術 10 日後有意に低下し、8 日以後は CON 群と比して有意に低かった。

(p<0.01)、術後 8、10、13、15 日において、CON 群に比べ、有意に閾値が低下した(順に p<0.01、p<0.01、p<0.05、p<0.01)。

#### 3. DRG における SP 発現の測定

DRG における腓腹筋からの入力を受けている神経細胞体とそれ以外の細胞体で分けた場合の SP の平均密度は、いずれも CCI は CON よりも有意に高かった(図 2、p<0.01)。さらに、CON では、腓腹筋からの入力を受けている細胞体とそれ以外の細胞体における SP の平均密度に有意な差はなかったが、CCI では、腓腹筋からの入力を受けている細胞体は、それ以外の細胞体よりも SP の平均密度が有意に高かった(p<0.01)。

#### 4. CCI6 週後の筋の組織学および生化学的解析

(4) -1. 筋湿重量：ヒラメ筋、長指伸筋ともに CCI 群は CON 群に比して有

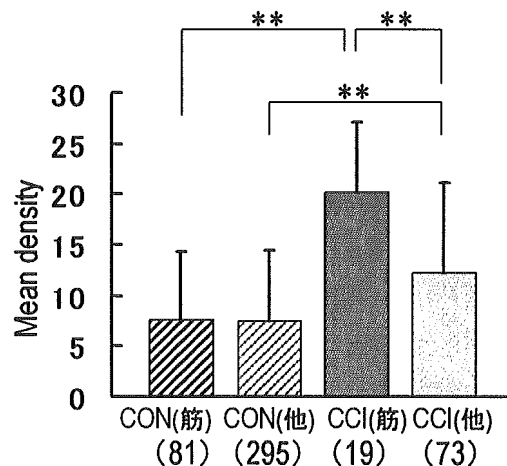


図 2 筋からの入力を受ける DRG とその他の DRG 別にみた SP 含有細胞密度

腓腹筋からの入力を受けている DRG とその他の DRG を分類した時の、SP 含有密度を示す。CCI の筋入力細胞での SP 密度は他の入力を受けている細胞のそれより有意に高く、また CON より有意に高かった(p<0.01)。( )内は細胞数を示す。

意に低値を示した( $p < 0.01$ )。

(4)-2. 単位面積あたりの筋張力：CCI 群における非処置側の長指伸筋の単位横断面積あたりの筋張力は  $3202 \pm 192 \text{ g/cm}^2$  であったのに対して、処置側は  $1435 \pm 1403 \text{ g/cm}^2$  と、有意に低かった( $p < 0.05$ )。

(4)-3. ミオシン重鎖アイソフォーム分布：ヒラメ筋では CON 群には見られなかったミオシン重鎖 II d が CCI 群に出現しており、有意な差を認めた(図 3、 $p < 0.01$ )。腓腹筋浅層では CON 群に比して CCI 群ではミオシン重鎖 II b の有意な減少が見られ( $p < 0.05$ )、ミオシン重鎖 II d の有意な増加が見られた( $p < 0.05$ )。

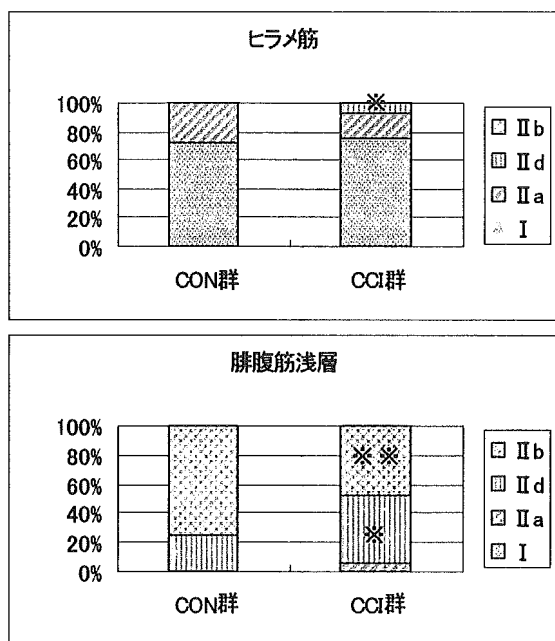


図 3 ミオシン重鎖アイソフォーム分析

ヒラメ筋と腓腹筋浅層のミオシン重鎖アイソフォーム割合を速筋型(IIb)から遅筋型(I)の順に並べて示した。ヒラメ筋は CCI 群で II d が出現し、CON 群と比較して有意差を認めた( $p < 0.05$ )。腓腹筋浅層では CCI 群で II b の割合が有意に減少し、II d の割合が有意に増加した (\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ )。

(4) -4 SR の  $\text{Ca}^{2+}$  取り込み速度：ヒラメ筋および腓腹筋浅層における取り込み速度は、いずれも CON 群に対して CCI 群が有意に低下していた(図 3、それぞれ  $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ )。

5. CCI ラットにおける徒手的治疗の効果(図 4)

腓腹筋浅層では CON 群に比して CCI 群ではミオシン重鎖 II b の減少とミオシン重鎖 II d および I の増加が見られた。また、CCI 群ではミオシン重鎖 II a が出現していた。CCI 術直後から毎日静的ストレッチングを行った STR 群ではミオシン重鎖 II a の出現や I の増加が抑えられる傾向にあった。

#### D. 考察

CCI 手術後アロディニアや痛覚過敏が生じていることが確認できた。また皮膚痛覚過敏の影響はぬぐえないものの、筋にも痛覚過敏が存在している可能性を行動学的に示した。さらに腓腹筋からの入力を受けている神経細胞体では SP の蛍光強度が強く、CCI ラットの疼痛発生源は皮膚だけではなく、むしろ

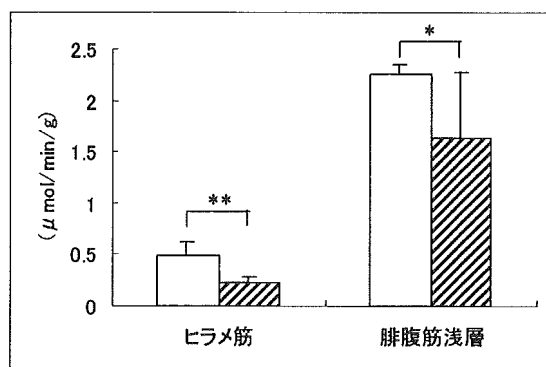


図 4 筋小胞体の  $\text{Ca}^{2+}$  取り込み速度

白棒が CON 群を斜線付き棒が CCI 群を示す。ヒラメ筋、腓腹筋浅層ともに CCI 群で有意に取り込み速度が低下した(\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ )。



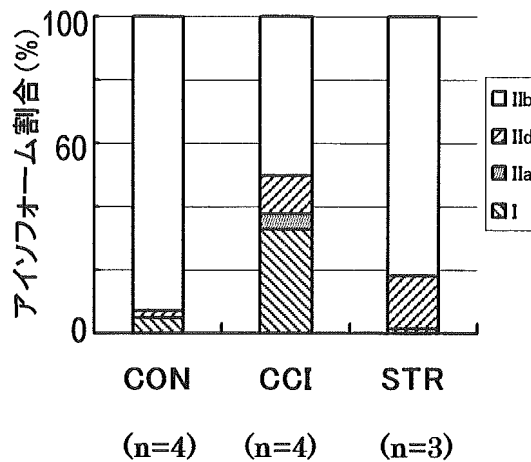


図 5 腓腹筋浅層部のミオシン重鎖アイソフォーム割合の変化

CON 群、CCI 群、STR 群における腓腹筋浅層部のミオシン重鎖アイソフォーム割合を示す。CCI 群では CON 群に比べミオシン重鎖 IIb は減少し、ミオシン重鎖 IIc と I が増加した。伸長刺激により IIb 減少と IIc 増加が抑えられる傾向だった。

腓腹筋を含む筋である可能性が示された。

次に筋機能の結果について考察する。CCI 群の筋湿重量は長指伸筋、ヒラメ筋共に低下し、萎縮を示した。単位あたりの筋張力は CCI 群の処置側で低下し、筋力が低下していることが示唆された。ミオシン重鎖アイソフォームの割合の変化から、遅筋は速筋化し、速筋は遅筋化していることが示された。SR の  $Ca^{2+}$  取り込み速度は CCI 群で低下しており、筋は弛緩しにくい状態になっていたと考えられる。疼痛逃避姿勢は、ヒラメ筋や腓腹筋浅層の持続的な収縮状態であることが想像された。速筋は持続的な収縮には不向きであり、持久的トレーニングと同様な効果として遅筋化したと考えられた。また、疼痛逃避行動に伴う持久的筋収縮による筋疲労の影響で  $Ca^{2+}$  取り込み速度は低下したと考えられた。

$Ca^{2+}$  取り込み速度が低下すると筋は弛緩し難い状況におかれることとなり、さらに持続的な筋収縮環境が助長された可能性が考えられた。このような状況を一時的に改善させる目的で、下腿三頭筋へ静的ストレッチングという徒手的治疗法を試みた。その結果、遅筋化が抑えられた。持続的な筋収縮は発痛原因の一つであることから、筋収縮抑制は除痛にも効果があるものと推察され、今後は対象数を増やし、行動評価も含めてさらに検討していきたいと考えている。

以上のように、慢性疼痛モデルの一つである CCI ラットでは筋痛も生じていると考えられたが、そのような状態に対し、筋のストレッチングという徒手的治疗は一定の効果を示した。これらのことは臨床において、慢性的に疼痛を生じている患者の ADL や QOL の低下に筋そのものの機能的な変化が影響を及ぼしている可能性とそれを改善させるのに徒手的な治療が効果的である可能性を示すものであった。以上のことから痛みを有する高齢者への筋に対する理学療法アプローチが、痛みによる行動制限から生じてくる関節可動域制限や筋力低下を防ぎ、痛みの軽減につながる可能性があると考えられる。

#### E. まとめ

坐骨神経絞扼ラット(CCI ラット)を作成し、表在性の痛覚過敏やアロディニアだけでなく筋部での圧痛閾値の低下を確認した。このことを裏付ける一助となる組織学的な解析結果を示した。

CCI モデルラットでは、筋萎縮や筋力低下、遅筋の速筋化や速筋の遅筋化、

SR の  $\text{Ca}^{2+}$  取り込み速度の低下が認められたが、静的ストレッチングにより速筋の遅筋化は抑えられた。

筋機能の変化は痛みによる逃避行動と関連があると考えられた。

## F. 結論

慢性疼痛モデル動物の筋機能について組織学および生化学的に調べたところ、筋萎縮、筋張力低下、筋線維タイプ変化、筋小胞体  $\text{Ca}^{2+}$  取り込み機能低下が認められた。静的ストレッチングという徒手的な治療法は、少なくとも持続的な疼痛による逃避行動に影響された筋線維タイプ変化を抑制した。

## G. 研究発表

### 1. 論文

鈴木重行、肥田朋子、他：スポーツ傷害に対する個別的筋伸張法。リウマチ科 32(1): 62-76, 2004

Tomoko KOEDA, et al.: Involvement of  $\alpha_1$ -adrenoceptors in the cutaneous blood flow increase response to sympathetic nerve stimulation in rats with chronic constriction injury. *Env Med* 47: 31-34, 2003

Tomoko KOEDA, et al.: A trial to evaluate experimentally induced delayed onset muscle soreness and its modulation by vibration. *Env Med* 47: 26-30, 2003

肥田朋子：疼痛メカニズムの研究と理学療法。理学療法。20(7): 770-775, 2003

肥田朋子、鈴木重行：疼痛の検査・測定。理学療法。20(1): 143-152, 2003

Tomoko KOEDA, et al.: Effects of adrenoceptor antagonists on the cutaneous blood flow increase response to sympathetic nerve stimulation in rats with persistent inflammation. *JJP* 52: 521-530, 2002  
2. 学会発表

Tomoko KOEDA, et al.: Effects of vibration on the delayed onset muscle soreness in young subjects. *JJP* 54 (Suppl): S171, 2004

肥田朋子、他：坐骨神経絞扼ラットの腰部交感神経刺激による皮膚血流増加反応。第79回日本生理学会大会, 2002  
渡部真志、肥田朋子、他：圧迫に対する反発力から見る筋の深さと、圧迫速度が筋硬度へ与える影響。第7回理学療法の医学的基礎研究会学術集会, 2002

## モデル動物における筋・骨格系の痛みに対する鍼灸の除痛機構の解析

分担研究者 川喜田健司 明治鍼灸大学 教授

研究要旨： 臨床的に鍼灸が用いられることの多い疾患として筋筋膜痛があげられる。筋筋膜痛の原因には、単純な侵害受容器の興奮によるものばかりではなく、筋筋膜に形成されたトリガーポイントと呼ばれる部位の活性化によって生じる関連痛が関与することも知られている。高齢者に多く見られる筋筋膜痛は、このトリガーポイントを原因とするものが多く含まれており、高齢者の筋痛を理解するためにもその成因を明らかにすることは必要不可欠である。そこで我々は、遅発性筋痛モデルおよびトリガーポイントに関する研究として、伸張性運動負荷をかけることにより臨床的にヒトのトリガーポイントときわめて特徴が一致する動物モデルを作成することができること、これらトリガーポイントは筋膜に出現すること、虚血により慢性化することや空間的に広がること、筋痛の慢性化の一因にはNMDA受容体が関与していることを明らかにした。また、関連痛の神経機構に関する研究として、カラゲニン筋注により筋痛を起こしたラット脊髄後角の侵害性ニューロンの受容野が拡大すること、炎症部位の局所麻酔によりそれらの反応が消失すること、受容野が変化するニューロンの特徴などについて明らかにした。加齢ラットを用いた除痛効果を調べるための予備的研究として老化ラットを用いた筋痛、骨折モデルについても実験を行ない、今後検討が必要な問題点を抽出した。

## A. 研究目的

臨床的に鍼灸が用いられることの多い疾患として筋筋膜痛があげられる。筋筋膜痛の原因には、組織損傷による単純な侵害受容器の興奮によるものばかりではなく、筋筋膜に形成されたトリガーポイントと呼ばれる部位の活性化によって生じる関連痛が関与することが知られている。高齢者に多く見られる筋筋膜痛は、このトリガーポイントを原因とするものが多く含まれており、高齢者の筋痛を理解し治療を行なうにはその成因を明らかにすることが必要不可欠である。そこで、遅発性筋痛モデルの作成およびトリガーポイントに関する研究として、実験I. ウサギの伸張性運動負荷による筋痛モデルに対する阻血の影響(2002年度)、実験II. ラットを用いた慢性筋痛モデル作成の試み(2003年度)、実験III. ラット慢性筋痛モデルとその筋電図学的解析(2003、2004年度)を行い、より臨床的に意味のある実験的筋筋膜痛モデルを作成することを目的とした。

また、トリガーポイントが原因となる筋痛患者においては、患者の主訴は関連痛によるものとされており、そのため患者の訴えに従った局所治療は十分な治療効果をもたらさないことが多い。そこで、関連痛の神経機構に関する研究として、実験IV. カラゲニン筋注ラットの脊髄後角ニューロンの反応性(2002、2003年度)について検討した。加齢動物を用いた鍼灸の除痛効果を調べるための予備実験として老化ラットを用いた実験V. 屈曲反射の誘発閾値と潜時に対する加齢の影響(2004年度)、実験VI. 骨折モデルにおける加齢による影響(2004年度)についても合わせて検討を行った。

## B. 方法

実験I. ウサギの伸張性運動負荷による筋痛モデルに対する阻血の影響

B-1 日本白色家兎を用い大腿動・静脈を結紮したのち、電気刺激により腓腹筋を強縮させながら他動的に足関節屈させることで伸張性収縮運動を行った。測定項目

は、筋痛の指標として腓腹筋を伸展させた時誘発される逃避反射と、腓腹筋を絶縁針電極にて局所的に電気刺激した時に誘発される屈曲反射を用いた。

#### 実験II. ラットを用いた慢性筋痛モデル作成の試み

B-2. 24匹のSD系雄性ラットを用い、それぞれ①運動負荷群(n=6)、②虚血運動負荷群(虚血+運動負荷:n=6)、③3%カラゲニン注入群(n=6)、④酸注入群(n=6)の4群に群分けし、筋痛の経時的变化をvon Frey Hair testとRandall-Selitto testを指標に比較検討した。

#### 実験III. ラット慢性筋痛モデルとその筋電図学的解析

B-3. 12匹のSD系ラットを用い、①運動負荷群(n=6)と②阻血+運動負荷群(n=6)の2群に群分けし、運動負荷2日後の腓腹筋を電気刺激した際に誘発される屈曲反射を指標に筋電図学的検討を行った。記録された筋電図波形の潜時100-600msの部分を積分処理し、それぞれ一回目の積分波形で得られた面積を基準に10回までの試行ごとの面積を算出し比較した。

#### 実験IV. カラゲニン筋炎ラットの脊髄後角ニューロンの反応性

B-4. Wistar系およびSD系ラット(25匹、9~25週齢)を用い、脊髄後角ニューロンの細胞外記録を行なった。起炎剤であるカラゲニンをニューロンの受容野から1関節以上離れた筋肉内に注入し、受容野の反応性を経時的に観察した。

#### 実験V. 屈曲反射の誘発閾値および潜時に対する加齢による影響

B-5. adult群としてSD系雄性ラット(6匹、320-380g、9-11週齢)、aged群としてWistar系雄性ラット(3匹、320-525g、121-122週齢)を用いた。腓腹筋電気刺激による屈曲反射の記録は、実験Vと同じ方法を用いた。

#### 実験VI. 骨折モデルの作成条件についての検討

B-6. adult群としてWistar系雄性ラット(12匹、9週齢)、aged群としてWistar系雄性ラット(3匹、320-525g、110-112週齢)を用いた。骨折作成装置を新たに開発し、骨折像はソフトX線撮影装置を用いて撮影した。

#### C. 結果

##### 実験I. ウサギの伸張性運動負荷による筋痛モデルに対する阻血の影響

C-1 逃避反射の振幅は運動負荷のみでは7日後に消失するが、阻血運動負荷群では、7日以降まで延長した(図1)。腓腹筋に絶縁鍼電極を刺入し、0.5mAの一定電流で電気刺激した時に得られる屈曲反射の振幅の分布を調べると、運動負荷群では運動負荷2日後の筋膜部分に閾値低下部位が出現し、7日後には完全に消失した。阻血運動負荷群では2日後に閾値低下部位が出現するが、出現した閾値低下部位は7日後にさらに範囲が拡大し、振幅も大きくなった(図2)。一方、運動負荷群では筋膜刺激のみが屈曲反射を誘発したが、阻血運動負荷群では筋膜の下2mmの範囲まで拡大していた(図3)。

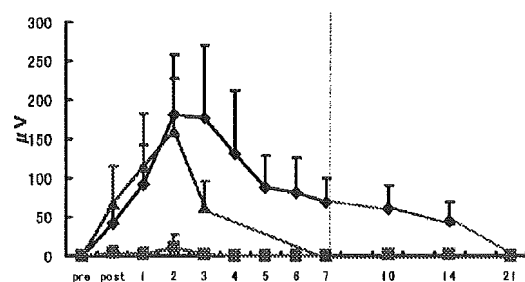


図1 阻血下による逃避反射の経時的变化  
グラフは腓腹筋を伸展刺激したときに、大腿二頭筋から記録される逃避反射に対する阻血の影響を示し、◆は阻血+運動負荷群、■は阻血群、▲は運動負荷群の振幅(n=6, mean±SD)。縦軸は逃避反射の振幅(μV)、横軸は時間(day)。pre:運動負荷前、post:運動負荷後

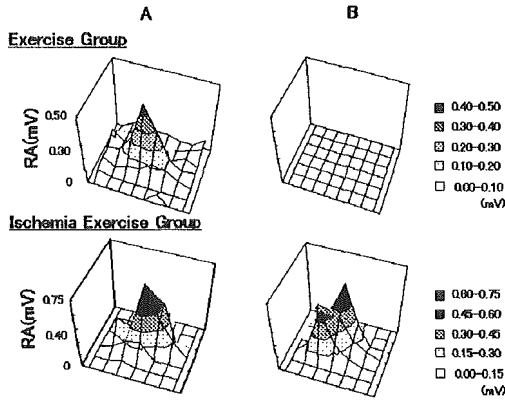


図2 運動負荷2日後と7日後における筋膜電気刺激による屈曲反射の振幅の変化

上段は運動負荷群、下段は阻血+運動負荷群の結果で、A:運動負荷2日後、B:運動負荷7日後を示す。筋膜を格子状に電気刺激した際に誘発された屈曲反射の振幅(mV)を、グラフ右に示す濃淡で示す。

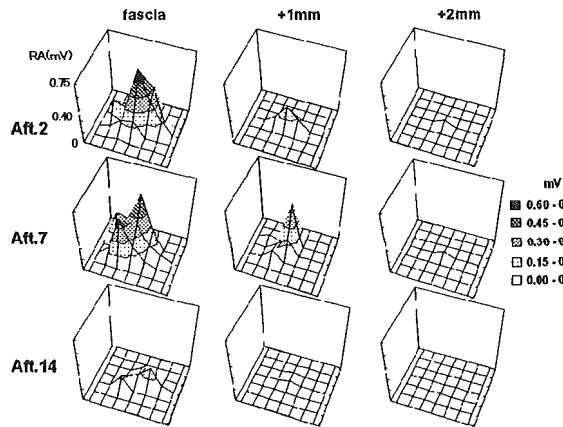


図3 阻血+運動負荷群における筋膜およびその周辺組織の電気刺激による屈曲反射の振幅の経時的变化

上段:運動負荷2日目、中段:運動負荷7日目、下段:運動負荷14日目。fascia:筋膜表面、+1mm:筋膜から1mm刺入、+2mm:筋膜から2mm刺入した部位での結果。グラフの見方は図2と同様。

## 実験II.ラットを用いた慢性筋痛モデル作成の試み

C-2. ①運動負荷群: von Frey hair test では測定期間中変化は見られなかった。Randall-Selitto test では運動負荷側のみ閾値の変化がみられ、運動負荷1日後に最も低下し7日後には元の値まで回復した(図4)。②虚血運動負荷群: von Frey hair test は変化が認められなかった。Randall-Selitto test では、運動負荷直後から両側で閾値が低下し、その閾値は運動

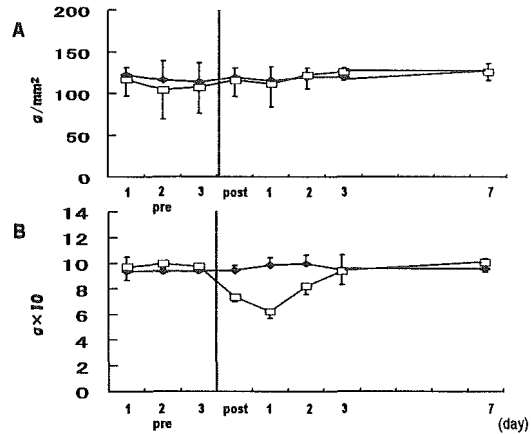


図4 運動負荷群における von Frey hair test と Randall-Selitto test の閾値変化

A: von Frey hair test, B: Randall-Selitto test の結果をそれぞれ示す。◆は対側、□は運動負荷側。pre: 運動負荷前, post: 運動負荷直後。(n=6, mean ± S.D.)

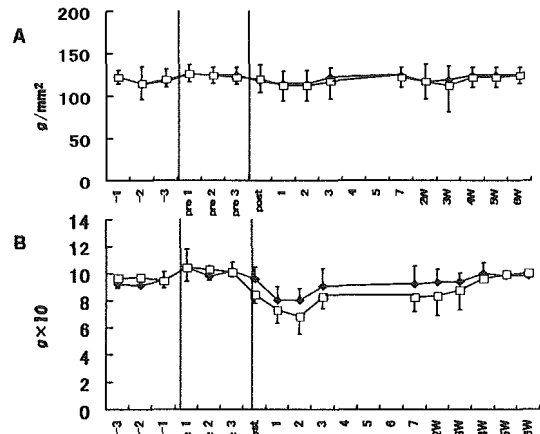


図5 虚血運動負荷群における von Frey hair test と Randall-Selitto test の閾値変化

グラフの見方は図1と同様。◆は対側(無処置)、□は虚血+運動負荷側、-: 虚血手術前, pre: 運動負荷前, post: 運動負荷直後。(n=6, mean ± S.D.)

負荷1-2日後に最も低下する傾向となり、さらにその閾値低下は運動負荷後2-3週まで延長した(図5)。③3%カラゲニン注入群: von Frey hair test, Randall-Selitto test ともに両側での閾値低下が認められた(図6)。④酸注入群: 2回目の注入後、両側で von Frey hair test の閾値低下が持続したが、Randall-Selitto test の閾値には測定期間を通じて殆ど変化が見られなかった(図7)。

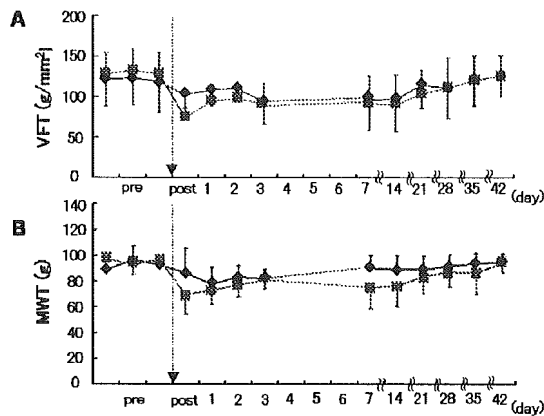


図 6 3% カラゲニン注入群における von Frey hair test と Randall-Selitto test の閾値変化  
 ▲: 対側(無処置)、●: 3% カラゲニン注入側、pre: カラゲニン注入前、post: カラゲニン注入直後 (n=6、mean ± S.D.)

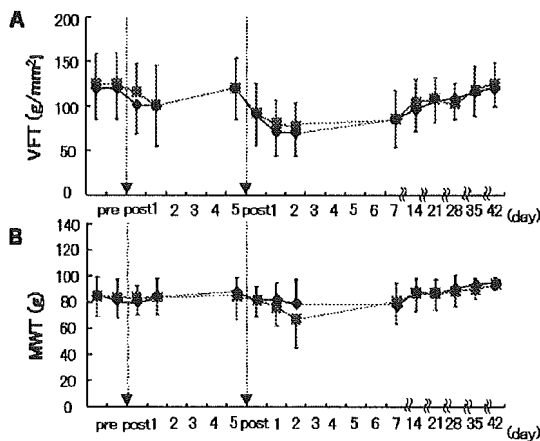


図 7 酸注入群における von Frey hair test と Randall-Selitto test の閾値変化  
 ◆: 対側(無処置)、■: 酸注入側、pre: 酸注入前、post: 酸注入直後(日をおいて 2 回注入している)。(n=6、mean ± S.D.)

### 実験III. ラット慢性筋痛モデルとその筋電図学的解析

C-3. 運動負荷群では、腓腹筋への電気刺激により、大腿二頭筋から潜時 100-250ms の範囲に NMU 様の筋電図活動が記録され、1Hz の繰り返し刺激頻度でも波形や潜時、振幅に影響はなかった(図 8A)。阻血+運動負荷群では、1Hz で繰り返し電気刺激を与えると筋電図の出現が増加し wind-up 様の現象がみられた(図 8B)。この筋電図波形を試行ごとに面積で比較したところ、1Hz の刺激頻度で最も多くの筋電図活動が導出され、頻度依存性の現象であった(図 9)。また、この wind-up 様の筋電図波形は、何も処置を行なっ

ていない対側の肢(非阻血、非運動負荷)からも同様に記録することができた。この wind-up 様の筋電図活動が誘発されたことを確認したのち、MK-801 を静脈内投与すると、投与 30 分後で wind-up 様に増加していく筋電図活動はほぼ完全に抑制された(図 10)。

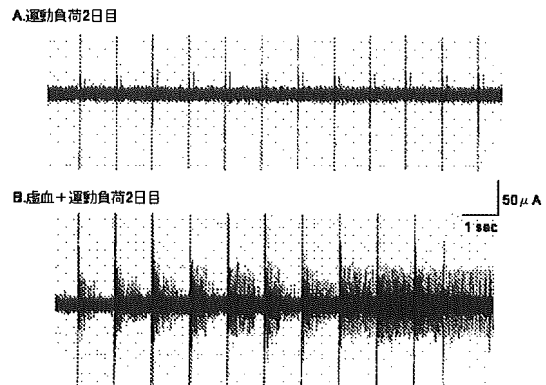


図 8 運動負荷後 2 日目の腓腹筋を 1Hz で電気刺激した時に得られた筋電図活動

A: 運動負荷のみを行なった腓腹筋に 1Hz で電気刺激した時に大腿二頭筋から得られた筋電図活動の原波形。B: 阻血+運動負荷を行なった腓腹筋を 1Hz で電気刺激した時に大腿二頭筋から得られた筋電図活動の原波形。

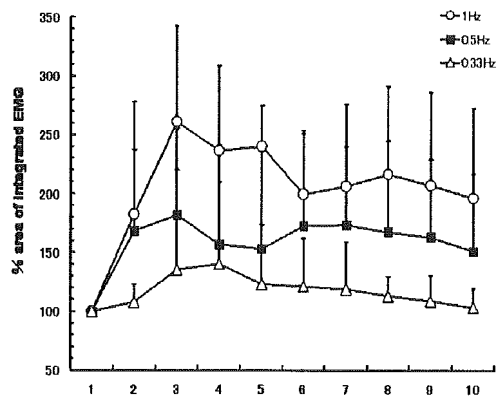


図 9 刺激頻度ごとの誘発筋電図積分波形の面積比。阻血+運動負荷を行なった腓腹筋を電気刺激した際に得られた筋電図波形を積分し、1 回目の試行で得られた波形を基準に試行ごとに面積を算出した。○: 1Hz で刺激した際に誘発された各試行での筋電図活動。■: 0.5Hz、△: 0.33Hz。

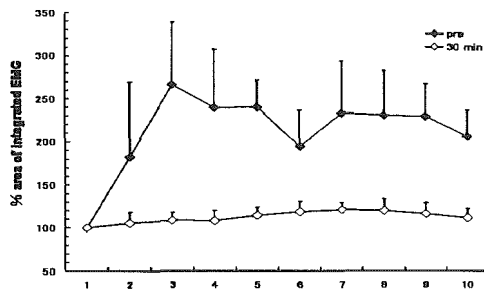


図 10 Wind-up 様筋電図活動に対する MK-801 の効果  
投与前と投与後 30 分後の各試行における筋電図積分波形の面積比。◆: 投与前、○投与 30 分後。

### 実験IV. カラゲニン筋炎ラットの脊髄後角ニューロンの反応性

C-4. 今回記録したニューロンのうち NSニューロンでは 2 例 (40%)、WDRニューロンでは 5 例 (33%) で新たな受容野が出現したが、LTMニューロンでは一例も認められなかった。カラゲニン注入前の受容野の面積を 100% として、変化率をまとめたものが図 11 である。カラゲニン注入による受容野拡大が認められたニューロンの特徴を抽出するため、元の受容野に対する自然刺激の反応を比較したところ、受容野に変化が認められたニューロンはいずれの刺激に対しても反応性が低く、特に機械的刺激に対する反応が有意に低かった。またカラゲニン注入前後の反応性を比較すると、受容野に変化を認めたニューロンでは注入後に刺激に対する反応スパイク数が増加したことが明らかとなった。

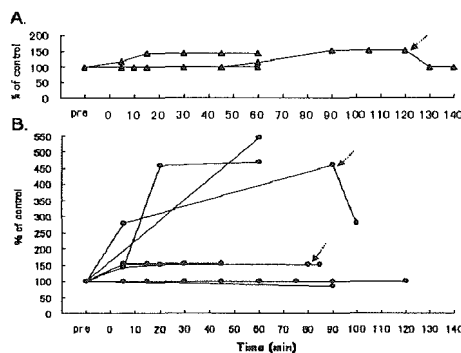


図 11 カラゲニン筋注による受容野面積の経時的変化  
元の受容野の面積を 100% として、その変化率で示す。A: NSニューロン、B: WDRニューロン。図中の矢印はリドカインを注入したことを示す。

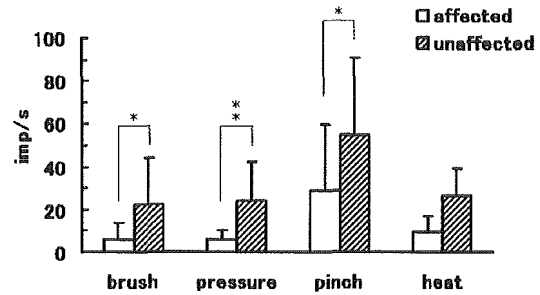


図 12 自然刺激に対する反応性を、カラゲニンによる受容野変化の有無で比較したもの。  
□: 受容野に変化が認められたニューロン、■: 変化がなかったニューロン。

表 1 受容野の変化の有無とカラゲニン投与前後の反応性の比較

		all (n=20)	Affected (n=7)	Unaffected (n=13)
brush	pre	16.73 ± 19.59	5.66 ± 7.92	22.58 ± 21.68
	after	14.61 ± 16.0	7.61 ± 8.85	18.38 ± 17.95
pressure	pre	17.90 ± 16.97	5.91 ± 4.56	24.35 ± 17.79
	after	19.33 ± 12.19	12.10 ± 9.43**	23.21 ± 11.99
pinch	pre	45.70 ± 35.79	28.76 ± 31.03	54.82 ± 35.9
	after	35.46 ± 29.39*	32.06 ± 30.43	37.29 ± 29.9**
heat	pre	21.63 ± 13.65	9.72 ± 7.23	26.59 ± 12.68
	after	17.87 ± 11.28	14.66 ± 12.12*	19.21 ± 11.18

### 実験V. 屈曲反射の誘発閾値および潜時に対する加齢による影響

C-5. 結果 老化ラットでも、若年ラット同様に腓腹筋電気刺激により NMU 様の反射電位を記録することができた。屈曲反射の誘発閾値および潜時を、adult 群と aged 群とで比較したものが図 13 である。誘発閾値は、adult 群に比べ aged 群ではバラツキが大きくまた全体的にやや高く、有意な差が認められた。潜時については、adult 群に対して aged 群でのやや短くなるものの有意差は認められなかった。

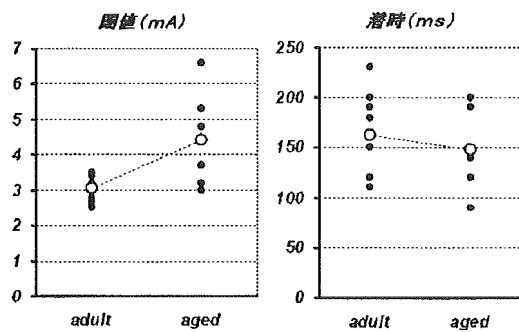


図 13 老化ラットと若年ラットにおける屈曲反射の誘発閾値(左)と潜時(右)の比較。  
○:それぞれの平均値

### 実験 VI. 骨折モデルの作成条件についての検討

C-6. 今回骨折装置の特徴として、圧モニターの波形からその際得られた骨折像を類推することがほぼ可能であることが明らかになった。図 14A,B,C にその典型例を示している。また、若年ラットと老化ラットの比較では、ほぼ同一条件において老化ラットに脛骨・腓骨の完全骨折が得られる条件でも若年ラットでは折れにくい傾向が見られた。また、圧モニター曲線の解析において、ピークに到達するまでの期間が老化ラットではわずかに短い傾向を認めたが有意なものではなかった。

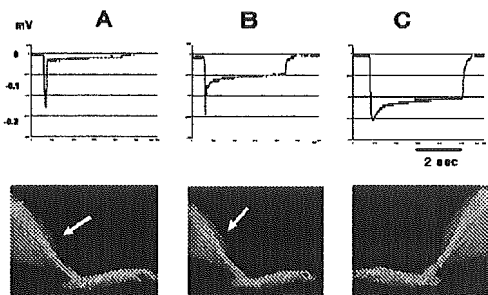


図 14 骨折時の圧モニター波形とソフトX線画像  
A. 脛骨・腓骨の完全骨折、B. 腓骨のみの完全骨折、C. 骨折なし、矢印は骨折部位を示す。

### 考察

#### 実験 I. ウサギの伸張性運動負荷による筋痛モデルに対する阻血の影響

D-1. 本実験の結果、血管を結紮することによりその遅発性筋痛で生じる硬結や誘発閾値の低下部位の出現が延長すること、またその閾値低下部位が筋膜に限局せず、空間的に広がる傾向があることを明らかにした。これらの特徴は、高齢者の慢性筋痛患者において空間的電気刺激により深部痛覚測定を行うと、痛覚閾値低下部位が広がっている事実と即応するものであり、その機序の解明は高齢者に特有な筋痛の特徴を知る上でも有用と思われる。今回の結果は、トリガーポイントの成因と維持要因に筋損傷と局所的阻血があることを強く示唆するものである。

#### 実験II. ラットを用いた慢性筋痛モデル作成の試み

D-2. 各種の筋痛モデルにおける皮膚の痛覚閾値と筋の痛覚閾値を、それぞれ von Frey hair test と Randall-Selitto test によって比較検討した結果、運動負荷による遅発性筋痛のみが、皮膚の痛覚閾値に影響を与えず筋の閾値低下をもたらすことがわかった。また、虚血下での運動負荷は、無処置側も含め両側で筋の痛覚閾値を低下させ、その期間も延長し慢性化することが明らかとなった。

#### 実験III. ラット慢性筋痛モデルとその筋電図学的解析

D-3. 電気刺激により誘発される筋電図活動の潜時は 100-250ms であり、求心路としては細径線維が考えられた。しかし、運動負荷のみでは、繰り返し電気刺激で誘発される筋電図は一定の潜時に局限しているものだけであり、運動負荷を行っていない場合でも誘発されたことから遅発性筋痛を直接的に反映したものではないと考えられる。一方、阻血条件を加えることにより、繰り返し刺激(1Hz)によってその誘発筋電図の発火頻度が増加する wind-up 様の現象が見られ、対側からも同様の現象が観察された。これらは、NMDA 受容体拮抗薬



である MK-801 の全身投与により消失したことから、伸張性収縮に阻血条件が加わることによって運動負荷による組織損傷が増悪し、侵害性入力が増大が起り NMDA 受容体が関与した中枢性の感作が引き起こされ筋痛が慢性化すると考えられた。

#### 実験IV. カラゲニン筋炎ラットの脊髄後角ニューロンの反応性

D-4. カラゲニン筋炎により受容野に変化が認められたニューロンは、侵害性ニューロンのみであった。この受容野変化はサイレントシナプスの活性化による現象であると考えられる。またこれら関連痛様の現象を引き起こすニューロンの特性として、機械刺激に対して反応性が低いこと、筋の炎症により脱抑制が起りやすいたことが明らかとなった。

#### 実験V. 屈曲反射の誘発閾値および潜時に対する加齢による影響

D-5. 老化ラットでは痛覚閾値が高くなっている可能性が示された。一方、潜時はやや短くなるものの、若年群とほぼ同じであったことから、シナプス遅延を含め反射の伝導路自体には老化の影響は少ないと考えられる。若年ラットでは全例で屈曲反射を記録できたにも関わらず、老化ラットでは約半数の試行で屈曲反射が誘発されないなど、個体による差が大きかったことから、さらに例数を増やし詳細な検討を加える必要がある。

#### 実験 VI. 骨折モデルの作成条件についての検討

D-6. 今回開発した腓骨の単独骨折モデルでは、若干の炎症や腫脹がみられるもののそれらは自然に緩解するものであり、そのような過程の中で筋の組織的、機能的変化の観察、またさらには鍼灸やマッサージ等の刺激の効果を見る上では適切なモデルであると考え。老化ラットと若年ラットの骨折時の圧モニターにおいて、若干老化ラットの方が加圧に対するピーク値が高くまたその到達時間が短い傾向を認めた。この現象は老化ラットの骨の組成の変化に

よってもたらされている可能性が高いが、今回用いた若年ラットと老化ラットでは、その体重や筋重量などの軟部組織にも異なる要因が多く含まれており、さらなる検討が望まれる。

#### E. 結論

カラゲニン筋炎モデルと伸張性収縮運動負荷モデルによって、筋筋膜痛の特徴とされる関連痛の出現ならびにトリガーポイント様部位の発生を確認することができた。これまでの鍼灸の除痛効果に関する研究が主に正常動物で行われてきたことに対し、これら筋筋膜痛のモデルを用いることで、より臨床に近い形での効果を検討することが可能になりきわめて有意義なものであった。また、慢性化の要因に血流障害による中枢性の可塑的変化が明らかとなったことから、除痛とともに血流を改善させることが慢性痛を予防する手段のひとつであることもわかった。一方、今回開発した腓骨の選択的骨折モデルは、高齢者の QOL に重大な影響を及ぼす骨折の治療、リハビリテーションにおける鍼灸やさまざまな徒手療法の効果を調べるうえで有用であり、今後老化ラットを用いた痛覚閾値や骨強度の加齢変化を含めさらに詳細に調べる必要がある。

#### F. 健康危険情報

特になし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

1. Itoh. K., Kawakita. K. Effect of indomethacin on the development of eccentric exercise-induced localized sensitive region in the fascia of the rabbit. J.J.P., 52, 173-180, 2002.
2. Kawakita. K., Itoh. K., Okada. K. The polymodal receptor hypothesis of acupuncture and moxibustion, and its rational explanation of acupuncture points. International Congress Sereies 1238, 63-68, 2002.
3. 伊藤和憲、岡田 薫、川喜田健司、

- 実験的トリガーポイントモデルから記録された電気活動に対する検討、全日本鍼灸学会雑誌、52(1)、24-31、2002
4. 川喜田健司、岡田薫、伊藤和憲、トリガーポイントに関する研究の現状と諸問題、日本歯科東洋医学会誌、21(1)、24-31、2002
  5. 川喜田健司、筋・筋膜痛のメカニズム、ペインクリニック、24(6): 762-771、2003
  6. 川喜田健司、鍼灸の奏功機序—鍼麻酔を中心として—日本東洋医学会誌 54(1):144-159、2003
  7. Itoh K, Okada K and Kawakita K. A proposed experimental model of myofascial trigger points in human muscle after slow eccentric exercise, *Acupuncture in medicine* 22(1): 2-13, 2004
  8. Kawakita K, Okada K and Kawamura H, Analysis of a questionnaire on the characteristics of palpable hardenings: a survey of experienced japanese acupuncturists, *JSAM online journal*, 2004
  9. 川喜田健司、岡田薫、伊藤和憲、硬結とは何か—その発現機序に関する最近の諸説—、運動・物理療法 15(3): 193-200 2004
  10. 伊藤和憲、北小路博司、川喜田健司、肩こり患者のトリガーポイントから記録された自発放電活動について—僧帽筋にトリガーポイントが存在した1症例—、全日本鍼灸学会雑誌 54(1): 97-101 2004
  11. 川喜田健司、筋痛の発生機序—痛みが悪循環説を中心に—、ペインクリニック 25(1): 81-86 2004
  12. 川喜田健司、筋・筋膜性疼痛、ペインクリニック 25(8):1024-1031 2004
  13. 川喜田健司、トリガーポイントとは何か？その成因について、医道の日本 730:32-35 2004
2. 学会発表
    - 1) Itoh. K., Okada. K., Kawakita. K. Effect of indomethacin on the electrical activity recorded at experimentally -induced trigger points in rabbits. 10th world congress on pain, San Diego, USA, 2002.8.17-22.
    - 2) Itoh. K., Okada. K., Kawakita. K. The changes of pain thresholds on exercise-induced delayed onset muscle soreness during acupuncture stimulation, The 5th Asian Federation of Sports Medicine Congress, Seoul, Korea, 2002.9.24-27.
    - 3) K. Ok K. Itoh, K. Okada, H. Kitakouji, K. Kawakita, Effect of local ischemia on eccentric exercise-induced localized hyperalgesic region in rabbit. Science and Research Symposium, Nagoya, 2003.6.24.
    - 4) K. Okada, K. Itoh, K. Kawakita. Changes in the response property dorsal horn neurons after induction カラゲニン myositis in the rat. Science and Research Symposium, Nagoya, 2003.6.24.
    - 5) Okada, K. Itoh, K. Kawakita. Changes in the response property of dorsal horn neurons after intramuscular-injection of carrageenan in the rat. *Jpn. J. Physiol.*, 54, Sapporo, 2004.6.2-4.
    - 6) Morisada, M., Okada, K., Kawakita, K., Quantitative analysis of muscle hardness in isometric contraction induced by electrical stimulation of the sciatic nerve in rats. *Jpn. J. Physiol.*, 54, Sapporo, 2004.6.2-4.
    - 7) Nishimura, N., Okada, K., Chihara, E., Kawakita, K., The microneurographic examination of the sensations and afferent discharges elicited by three different frequencies of sinusoidal current stimulation. *Jpn. J. Physiol.*, 54, Sapporo, 2004.6.2-4.
    - 8) Itoh, K., Okada, K., Kawakita, K.,

Effect of ischemic condition on eccentric exercise-induced muscle soreness and localized sensitive region in rabbit, J. Musculoskeletal Pain Myopain, Munich, Germany

- 9) Okada, K., Itoh, K., Kawakita, K., Appearance of new receptive field on dorsal horn neurons after myositis induced by intramuscular-injection of carrageenan in the rats, J. Musculoskeletal Pain Myopain, Munich, Germany
- 10) Morisada, M., Okada, K., Kawakita, K., A quantitative mapping of hardness on the abdomen and low back in the subjects with low back pain, J. Musculoskeletal Pain Myopain, Munich, Germany
- 11) Takahashi, K., Taguchi, T., Itoh, K., Nishimura, N., Morisada, M., Okada, K., Kawakita, K., Mizumura, K., Measuring the muscle pain using a transcutaneous pressure: simulation and experimental studies, International Workshop on the Neural Mechanism of Musculoskeletal Pain, Nagoya, 2004.12.4-5.
- 12) Itho, K., Okada, K., Kawakita, K., Attempt to establish an experimental model of the chronic muscle pain in rats, International Workshop on the Neural Mechanism of Musculoskeletal Pain, Nagoya, 2004.12.4-5.
- 13) Itoh, K., Okada, K., Kawakita, K., Wind-up-like facilitation of the flexor reflex induced by focal electrical stimulation of the gastrocnemius-soleus muscle after eccentric exercise under ischemia in rats, International Workshop on the Neural Mechanism of Musculoskeletal Pain, Nagoya, 2004.12.4-5.

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし
3. その他 なし

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)

## 高齢者の筋・骨格系の痛みに対する鍼灸の除痛効果の評価

分担研究者 勝見泰和 明治鍼灸大学整形外科学教室 教授

### 研究要旨

これまで高齢者の慢性腰痛に対して筋・骨格系の痛みに対する治療法であるトリガーポイント治療の有用性を検討した報告は少ない。そこで、高齢者の筋・骨格系の痛みトリガーポイント鍼治療が有用であるかを検討するために、慢性腰痛患者と慢性頸部痛患者を対象に①従来行われている鍼灸治療との検討と②Sham 治療を用いた治療効果の検討の2点についてランダム化比較試験を実施した。対象は6ヶ月以上慢性的に腰下肢痛または頸部痛が存在し、退行変性以外の基礎疾患が認められない50歳以上の高齢者とした。治療は週1回の間隔で3回行い、その後3週間の無治療期間設けることを1クールとし、それを2クール行った。治療効果の評価には、主観的な痛みを捉える目的でVASを、またQOLを把握する目的でRMQまたはNDIをそれぞれ記録した。その結果、慢性腰痛・慢性頸部痛ともにトリガーポイント治療はSham治療と比較して痛みやQOLに有意な改善が見られた。また、従来行われている鍼治療よりもトリガーポイント治療は痛みやQOLで有意な改善が見られた。

このことから、高齢者の慢性腰痛の一部には筋・骨格系の痛みが大きく関与しており、トリガーポイント鍼治療のような筋・骨格系に対する治療が高齢者の慢性痛には有用であると考えられた。

### A. 研究目的

高齢者において筋・骨格系の痛みは日常生活の遂行能力を低下させるだけでなく、社会的参加を制約し、家への閉じこもりや寝たきり老人の誘因になることが指摘されている。このことから、高齢社会において筋・骨格系の痛みに対する予防や治療は重要な課題の一つとされており、様々な角度からアプローチが行われている。

高齢者の筋・骨格系の痛みの治療法としては、運動療法や鍼灸治療などの保存療法が広く行われているが、近年副作用やコストの面から鍼灸治療の有用性が注目されるように

なった。しかしながら、現在行われている臨床研究の多くは高齢者を対象に検討したのではなく、また鍼治療の方法も疼痛部位に存在している経穴や圧痛点に治療を行うものが殆どである。しかしながら、高齢者は若年者と異なり疼痛部位に対する鍼治療では効果の得られにくい症例や効果が得られても長期間の治療を必要とする症例が経験上多い。その理由として、高齢者の痛みは退行変化を基盤とした筋・骨格系の痛みが多いにも関わらず、筋骨格系の痛みを考慮に入れた鍼治療法は殆ど検討されていないことがあげられる。一方、筋・骨格系の痛みに対する