

2008年度 修士論文

股関節屈曲筋力低下に対する鍼治療の効果
—大腰筋を中心として—

An effect of the acupuncture for the hip joint flexure
muscle weakness
—Mainly on psoas major muscle—

早稲田大学 大学院スポーツ科学研究科
スポーツ科学専攻 スポーツ医科学研究領域

5007A063-5

廻谷 滋

Meguriya, Shigeru

研究指導教官： 福林 徹 教授

股関節屈筋力低下に対する鍼治療の効果

—大腰筋を中心として—

An effect of the acupuncture for the hip joint flexure muscle weakness

—Mainly on psoas major muscle—

スポーツ医科学研究領域

5007A063-5 廻谷 滋

研究指導教員：福林 徹

1. 序論

股関節屈曲筋力の重要な筋は腸腰筋だという事がいわれている。腸腰筋に対して鍼治療を行い、効果を検討したものはいくつか見られるが、筋力を指標にしたものはあまり見られなかった。そこで「臨床的研究」として、片側性の腰痛を伴い股関節屈曲筋力が低下しているスポーツ選手対し、大腰筋を対象に低周波鍼通電療法（以下 EAT）を行い、ハンドヘルドダイナモメーター（以下 HHD）を用いて筋力低下等の改善を確認する。その結果を踏まえ「実験的研究 1」として、健康成人に対し股関節屈曲でのエキセントリックな負荷を与え、遅発性筋痛（以下 DOMS）を生じさせる。一定期間経過観察後、股関節屈曲での大腰筋の役割や臨床的研究での大腰筋への刺激の妥当性を確認した。また「実験的研究 2」として実験的研究 1 での過程で EAT を行い、MRI と筋力等を中心に評価を行い、その効果を検討することを目的とした。

2. 研究 1—臨床的研究

【対象及び方法】

片側性の腰痛を伴い股関節屈曲筋力の低下が認められるスポーツ選手 14 名。治療の前後で股関節屈曲筋力を測定し、また経時的に測定が可能であった者（3 名）に対しては治療前直後、1,3 時間後、1,2,7 日後に測定した。その他の測定項目として

- ・ Visual Analogue Scale（以下 VAS）、・ 日整会腰痛評価表（以下 JOA スコア）
- ・ トーマステスト（腸腰筋）、内転筋群と大腿前面のストレッチにより筋のタイトネスの程度を把握した。

統計は対応のある T 検定を行い、有意水準は 5%未満とした。

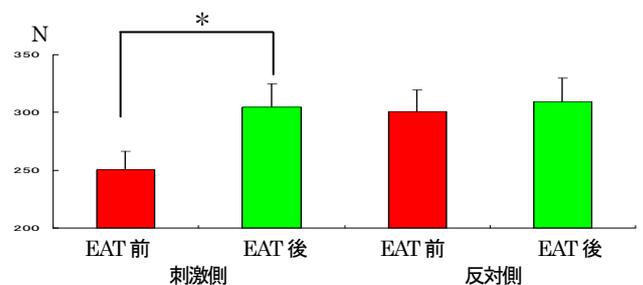
【治療方法及び刺入部位】

- ・ 刺入部位は脊柱起立筋の外側で高さは L4 レベルとした。

- ・ 刺激方法：長さ 90mm・太さ 0.25mm の鍼を用い、約 70mm まで刺入し、EAT を行った。

【結果】

筋力の変化（図—1）は刺激側では EAT 前後で $250.3 \pm 16.4\text{N}$ から $304.3 \pm 20.5\text{N}$ と有意に上昇していた。反対側では大きな変化は見られなかった。



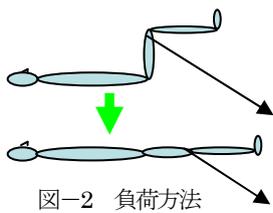
図—1 筋力の変化 (N=14)

刺激側の経時的変化より治療効果は 2 日以上みられた。また比較として健康成人 1 名に同様の刺激を与えたところ刺激側で 1 時間以上の筋力の低下が見られた。反対側では被験者、健康成人ともに大きな変化は見られなかった。VAS は全長を 100mm とした場合 $57.3 \pm 5.5\text{mm}$ から $29.6 \pm 5.0\text{mm}$ へと有意に減少していた。JOA スコアは 29 点中、 25.4 ± 0.4 点から 27.0 ± 0.3 点へ有意に改善していた。項目では EAT 前では腰痛、筋力に関する点数が低かった。トーマステストは陽性が EAT 前では 9 例あったが、EAT 後は全例なかった。内転筋群のストレッチ痛は EAT 前 1 例、EAT 後 1 例。大腿前面のストレッチ痛を有するものはいなかった。

3. 研究 2—股関節屈曲筋の遅発性筋痛

【対象及び方法】

健康成人男子 9 名（平均 22.1 ± 1.5 歳、身長 $169.2 \pm 6.5\text{cm}$ 、体重 $62.7 \pm 7.0\text{kg}$ ）とし、最大筋力を測定後、最大筋力の約 120% の重さで股関節屈曲運動に対してエキセントリックな運動（図—2, 1 回/5 秒×



10回×7set×左右、各set
間休息1分)を行った。
その後の経過を観察・測
定し検討した。測定項目
はMRI(T2値)、股関節屈
曲筋力(随意性等尺性最

大筋力)、VAS、JOAスコア、各タイトネスとした。
また統計検定は一元配置分散分析を行い、有意水準
は5%未満とした。

【結果】

MRI画像によるT2値の変化は28.9±1.0msから
負荷2日後で32.9±2.6ms、負荷7日後で36.0±
6.4msと、共に有意に増加していた。股関節屈曲筋力
の変化は負荷3日後まで有意に低下していた。1週間
では完全に回復しなかった。膝伸展筋力の変化は負荷
直後に大きく変化していたが大きな変化はなかった。
VASは負荷2日後と負荷3日後に有意な上昇を示し
た。トーマステスは負荷後、負荷2日後で有意な上昇
を示し、その後緩やかに減少し7日後には完全に回復
していた。股関節内転筋群と大腿前面筋群のタイトネ
スについては有意な差は見られなかった

4. 研究3—股関節屈曲筋の遅発性筋痛に対する鍼刺激の効果

【対象及び方法】

対象と負荷方法、測定項目は研究2と同様。6名につ
いては2日後(急性期)にEATを1回行い(1回刺激
群を1S群とした臨床研究と同様の治療回数)、3名
については比較のために急性期をやや過ぎた負荷3日
後から開始し、4日連続でEATを行い(亜急性期群＝
SA群とした)その効果について検討した。鍼刺激方法
は研究1と同じで、大腰筋への刺激の確認は超音波診断
装置によりEATによって筋が収縮していることを1S
群全例で確認した。検定は一元配置分散分析を行い、有
意水準は5%未満とした。

【結果】1S群ではEAT前との比較(図-3)では刺激
側では5日後で有意(P<0.05)に増加していたが、

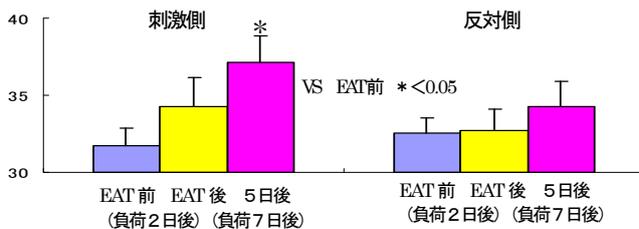


図-3 鍼刺激(1S)によるT2値の変化(N=6)

反対側ではそのような変化は認められなかった。

SA群では刺激側と反対側に大きな差が見られな
かった。股関節屈曲筋力の変化はEAT前と比較
し1S群では刺激側ではEAT直後、1時間後に有
意に上昇し、一度低下するが、その後1日以降有
意に上昇していた。反対側ではEAT後1日後以
降有意に上昇していた。SA群では全体的に刺激
側のほうが筋力の回復が大きくみられた。1S群
でのVASは刺激側ではEATの1日後ではP<0.05
で、2日以降はP<0.01で有意に改善していた。
反対側では1日後、2日後ではP<0.05で、3日
以降はP<0.01で有意に改善していた。SA群で
は負荷5日後でほぼ全快した。JOAスコアは1S
群ではEAT3日後以降有意に増加していた。SA
群では2日後で100%回復していた。トーマス
テストは刺激側ではEAT1時間後とEAT1日後～
7日後まで、反対側では3日後～7日後まで有意
に減少していた。

5. 総合考察

これまでスポーツ選手の腸腰筋に対しての鍼
治療の効果について述べたものは見られない。ま
た大腰筋のDOMSの先行研究はなく、大腰筋で
生じたDOMSへの鍼の効果について検討したも
のはなかった。本研究においては股関節屈曲筋力
の低下しているスポーツ選手に対し、大腰筋に
EATを行い筋力の回復とVAS、JOAスコアの改
善を確認した。また、股関節屈曲運動により
DOMSの生じた被験者では大腰筋のT2値の上
昇、股関節屈曲筋力の低下等から股関節屈曲には
大腰筋の関与が大きいことを確認し、研究1にお
いて大腰筋を選択した妥当性が得られたと考え
られた。実験により生じたDOMSに対してEAT
を行い、刺激側でT2値の上昇、反対側と比較し
筋力の回復が早く、タイトネスの改善が見られた。
しかし、先行研究にあった疼痛の改善は見られな
かった。これは急性期に刺激を加えたことが考え
られ、治療時期をやや後にした例では刺激側の回
復が早い傾向にあったことより、刺激時期により、
より高い治療効果が得られることが示唆された。

6. 結論

①股関節屈曲筋力の低下しているスポーツ選手では
大腰筋の疲労が考えられ、治療を行うと筋力は回復
する。②強負荷で股関節屈曲運動を行うと大腰筋に
DOMSが生じる。③DOMSに対してEATを行う
と回復を早める可能性が示唆された。

目 次

I. 緒言	1
II. 鍼と鍼刺激、通電装置、刺入方法について	4
III. 研究1—臨床的研究	9
III-1. 目的	9
III-2. 方法	9
III-3. 結果	11
III-4. 考察	15
IV. 研究2—股関節屈曲筋の遅発性筋痛	18
IV-1. 目的	18
IV-2. 方法	19
IV-3. 結果	21
IV-4. 考察	25
V. 研究3—股関節屈曲筋の遅発性筋痛に対する鍼刺激の効果	29
V-1. 目的	29
V-2. 方法	29
V-3. 結果	31
V-4. 考察	41
VI. 総合考察	45
VII. 結論	48
参考文献	49
謝辞	55

I. 緒言

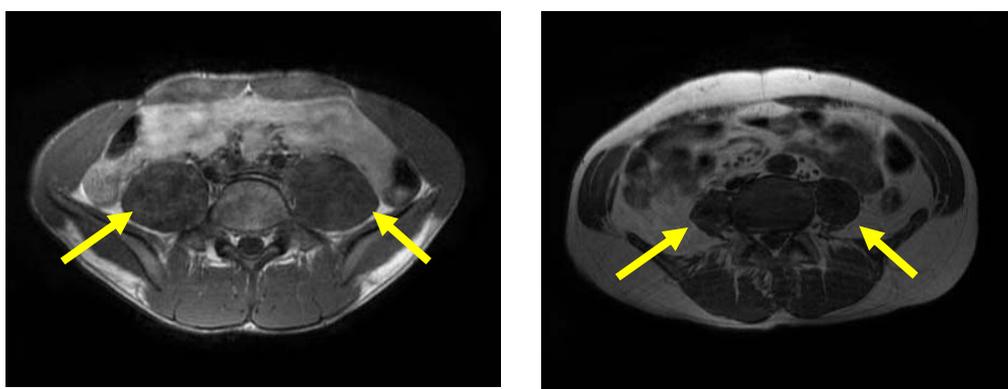
ヒトは進化の過程で立位になり二足歩行をするようになったために両手が自由に使えるようになり、大脳も発達し、比較的自由に体を移動することができるようになった。しかし、その代償としてさまざまな負の遺産を受け継ぐことになったのも事実で、特に腰部は体の中心として身体を支えているためにその負担は大きく、他の動物ではあまり見られない腰痛や坐骨神経痛などの症状が表れ、また椎間板ヘルニアなどを発症するようになった¹⁾。

腰痛の原因としては腰部筋損傷や腰椎疾患などがまず挙げられるがその他に泌尿器疾患、産婦人科疾患、消化器疾患など様々な領域で様々な病態によって引き起こされる。この中で日常よく遭遇するのは腰椎周辺自体の問題²⁾で、その原因となりうる器官としては骨、関節、筋、筋膜、腱、神経、椎間板などがあり、またこれらの器官に障害を起こす原因としては外傷（筋損傷、骨折、分離症など）、疲労（筋疲労、筋内圧上昇など）、変性（変形性脊椎症、腰部脊柱管狭窄症、椎間板変性症、脊椎迂り症など）、炎症（脊椎カリエス、椎体炎など）、腫瘍（脊髄腫瘍、癌転移など）などがある³⁾。

腰部は解剖学的には腰椎（脊椎の中で最も大きい骨）と表層筋として脊柱起立筋、腰方形筋があり、深層筋として腸腰筋（大腰筋、腸骨筋）がある。大腰筋は浅部と深部に分けられ、浅部は第12胸椎と第1～4腰椎の外側面ならびにそれらの間にある椎間円板から起こり、深部は第1～5腰椎の肋骨突起（解剖学の本により横突起との表示もある）に始まる⁴⁾。

腰痛の原因の一つとして大腰筋の関与が考えられているが、その根拠としては股関節の柔軟性^{5,6)}、腰痛と大腰筋の大きさ^{7,8)}や中高年と若年成人の腰椎前弯と大腰筋の横断面積の関係⁹⁾などにより推察している。また大腰筋は身体の姿勢の保持と股関節屈曲（他に腸骨筋、恥骨筋、縫工筋、大腿直筋、大腿筋膜張筋などが上げられる¹⁰⁾）に関与する非常に重要な筋の一つである。解剖学的には大腰筋は腸骨筋と合して腸骨筋膜に包まれ、腸恥隆起を越えて走り筋裂孔を通過して腸腰筋として小転子にいたる⁴⁾。支配神経は腰神経叢と大腿神経(L2,3,4 (1,2,3))である。作用としては股関節の屈曲作用であるが、体幹が固定された状態（仰臥位）では股関節屈曲（足を上げる）時などに強く作用するが、また起始が腰部にあるため腰部を前方に引き出す¹¹⁾などの作用もある。ヒトと他の動物の大腰筋を比較すると大腰筋は多くの哺乳類で同じ形態をしている。しかし、その筋繊維構成は異なりヒトの大腰筋は持久力を発揮するタイプI、オランウータンやニホンザルでは瞬発力を発揮するタイプIIが多いという報告¹²⁾もあ

る。このような点で人の大腰筋は姿勢の維持という使用目的に合わせ進化したといえる。また、近年、大腰筋は高齢者の生活機能維持、転倒予防という点からも注目され久野¹³⁾や金ら¹⁴⁾は大腰筋の横断面積と歩行速度、上体の傾斜角度、歩幅から大腰筋が衰えると歩行能力が低下することを報告している。実際に MRI 画像上を図-I (1)に示した。光本ら¹⁵⁾は運動を行うことにより大腰筋の筋量が増え、それに伴いバランス、敏捷性などの基礎体力項目について改善されたとし、また大腰筋は股関節制御の核となっているので筋力低下患者に大腰筋のトレーニングを行うと身体バランスが改善することを報告している¹⁶⁾。



17 歳 男性（スポーツ選手）

61 歳 男性

図-I (1) 年齢による大腰筋の大きさの違い（MRI 画像）

脊柱起立筋の大きさはほぼ同じであるが大腰筋（矢印）の大きさは大きく異なる

スポーツの現場でも重要視され久野¹⁷⁾や星川¹⁸⁾らは大腰筋の横断面積と疾走能力との間に正の相関関係を認め、また Dorge ら¹⁹⁾はサッカー選手のプレースキック時における脚速度と腸腰筋の筋内筋電図の測定から蹴っているときには筋活動が活発で減速時には筋活動も低下していたと報告している。

このように大腰筋はスポーツにおいても日常生活動作においても非常に重要な筋である。しかし、この筋に何らかの障害が起きても筋が深層にあるためにスポーツ選手の治療としてよく用いられるマッサージやホットパックなどの温熱療法、表面電極による低周波治療器では直接的に施術することは難しい。しかし、鍼治療であれば比較的侵襲が少なく、直接大腰筋へアプローチすることが可能である。臨床経験上、腰痛に伴いハードル種目で足がうまく上げられない、スキージャンプで助走時の姿勢の保持ができない、サッカーでボールを蹴るために足を振り上げるときに違和感がある等の訴えのあるスポーツ選手の大腰筋に対して低周波鍼通電療法（以下 EAT とする）を行うことにより症状の改善が見られる例を多く経験している。腸腰筋に対する鍼治

療の先行研究はいくつか見られるが主訴や VAS、前屈・後屈動作の改善を指標にしたもの^{20,21,22)}や、また刺入部位についてご遺体での解剖を行い、観察をおこなっている²³⁾だけで確実に腸腰筋に鍼が刺入されていることを検証したものはない。また筋出力について述べたものは廻谷²⁴⁾らものだけであった。

以上のことより股関節屈曲筋力の低下に対する鍼治療の効果を明らかにするために以下の研究課題を設定した。

■ 研究 1 (臨床的研究)

股関節屈曲筋力の低下したスポーツ選手の大腰筋への EAT の効果についてより明らかにするために、筋力、VAS、日本整形外科学会腰痛評価表などを指標に股関節屈曲筋力の低下のみられたスポーツ選手を被験者として鍼治療の効果を検討する。

■ 研究 2 (股関節屈曲筋の遅発性筋痛)

大腰筋は股関節屈曲を行う上で重要な筋であるといわれ先行研究もいくつかあるが^{17,25,26,27)} そのほとんどが筋電図による筋活動の観察、MRI または CT による大腰筋の横断面積とスポーツ成績や日常生活動作との関係についてみているもので、実際に筋力の低下している大腰筋を対象としたものはほとんど見られず、また大腰筋での遅発性筋痛 (Delayed Onset Muscle Soreness 以下 DOMS) について検討したものはない。そこで股関節の屈曲に対し大腰筋が重要な筋であることを確認するために、股関節屈曲へのエキセントリックな負荷を与え、DOMS を生じた被験者の経過を MRI 画像からの T2 値、筋力、VAS などを指標に経過観察を行い、また研究 1 での大腰筋へのアプローチが妥当なものであったかどうかを検討する。

■ 研究 3 (股関節屈曲筋の遅発性筋痛に対する鍼刺激の効果)

鍼治療の効果の検討として被験者に DOMS を生じさせ鍼治療を行いその効果を検討する方法はいくつか見られる^{28,29)}。しかし、統一した見解が得られていない部分もまだ多い。先に述べたように股関節屈曲に対してエキセントリックな負荷をかけ DOMS を発生した被験者に対して MRI 画像からの T2 値や筋力などの経過観察をおこなった先行研究は見当たらず、当然、DOMS を生じた大腰筋に対しての鍼治療の効果について検討したものもなかった。そこで大腰筋で DOMS の生じた被験者に対しての鍼治療の効果を明らかにするために、実験 2 と同過程で DOMS が発症した被験者に対し、確実に大腰筋に刺鍼されていることを確認しながら、鍼刺激を行いその効果について検討する。

Ⅱ．鍼と鍼刺激、通電装置、刺入方法について

鍼：ステンレス製、長さ 90mm、太さ 0.25mm のディスポーザブル
(前田製ニューニードル ディスポ ST) 図一Ⅱ(2)

通電装置：オームパルサーLFP-4800 (ZEN 医療器製) 図一Ⅱ(3)

周波数：1Hz (筋の緊張の改善や鎮痛の目的に行う³⁰⁾)

電流量：十分な筋の収縮が確認でき、被験者が不快を感じない程度

通電時間：15分³⁰⁾

刺入部位：腰椎4番の高さで、脊柱起立筋より外側縁 図一Ⅱ(4)

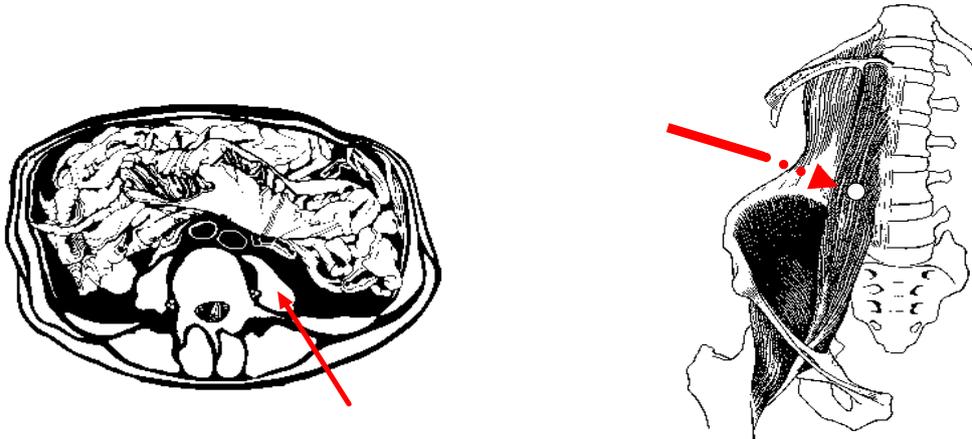
(刺入部位の決定は羽尻ら³¹⁾や樋口ら³²⁾の大腰筋筋溝ブロックの方法に準じた。また兎経部で触診をすることが可能だとされているが筑波大学理療科教員養成施設解剖実習時資料(図一Ⅱ(5))により縫工筋が上にかぶっている例が多々見られ、また EAT を行っても腰部での大腰筋への刺鍼に比べ大きな収縮が得られないことを経験しているためでもある。)



図一Ⅱ(2) 今回、使用した鍼
前田製ニューニードルディスポ ST
ステンレス製、長さ 90mm、太さ 0.25mm



図一Ⅱ(3) 低周波通電装置
オームパルサーLFP-4800 (ZEN 医療器製)



図—Ⅱ(4) 鍼の刺入部位と刺入方向

鍼は左図のような方向で肢入し、高さは右図のようにヤコビー線を基準に腰椎4番目のレベルとした。



図—Ⅱ(5) 腸腰筋 4例 (右大腿前面)

腸腰筋(指で指している部分)の上に縫工筋がかぶっているために、縫工筋をよけないと腸骨筋を大きく視野で捉えたり、直接触ることができない。

補足：鍼刺激に伴う危険性への対策について

本検査は鍼を用いるために「鍼灸医療安全ガイドライン（医歯薬出版株式会社）」³³⁾と川喜多らによる「Medline による鍼の有害性に関する調査報告の紹介」³⁴⁾を参照し以下のような対策をとった。なお、鍼治療（鍼刺激）は必ず有資格者がおこなった。

1) 感染予防対策として

①手洗い・手指消毒

治療前には流水により手洗いを行い、その後、速乾性すり込み式手指消毒剤（ウエルパス）により消毒を行う。

②施術野の消毒

使い捨てタイプの消毒綿(イソプロパノール 70vol%含浸 ワンショットプラス)の1包ずつ単包されているものを用い、治療の前後では異なるものを用いる。

③刺鍼、抜鍼時の清潔操作

指には指サックを装着し、鍼はディスポーザブル鍼を単回のみ使用する。

④廃棄物の処理

廃棄物処理法に基づく感染性廃棄物処理マニュアルに従い、使用した鍼、消毒綿、指サックはすべて高圧蒸気滅菌器（オートクレーブ）により滅菌を行い、その後、密閉した感染廃棄物の容器に移された後（廃棄物の移し変えは行わない）、処理業者によって適正に処理される。

2) 鍼灸医療事故、有害事象の防止対策として

①被験者中心の治療・検査を行うために

被験者中心の治療・検査を行うために事前に施術・検査に伴う危険性等を十分に説明し、また被験者が十分に理解し自由意志によって選択されるように十分なインフォームドコンセントを行う。

②鍼灸治療の禁忌と注意すべき病態

鍼通電の禁忌として以下のようなものがある。

a)ペースメーカーを使用している場合

b)知覚脱失のある場合

c)循環障害のある場合

d)重篤な動脈疾患のある場合

e)妊婦

f)原因不明の発熱

g)強い皮膚病変のある場合

また注意すべき病態として以下のようなものがある

a)救急の事態または手術を必要とする場合

b)出血性または凝血性の疾患、抗凝血治療中または抗凝血剤使用中の患者

c)妊娠

d)悪性腫瘍

対策として上記のような症状のある場合や既往歴の聴取により治療・検査は避ける。

③刺鍼を避ける部位、重要臓器の損傷事故の防止

刺鍼を避けるべき部位として外生殖器、臍部、眼球、急性炎症の部位、新生児の大泉門、小泉門などが知られ、また肺、胸膜、心臓、腎臓なども刺鍼による傷害によって重篤な問題が発生しやすいとしている。

今回、刺鍼を行う部位は大腰筋の位置と腎臓（腰椎2番の高さの存在する）への刺鍼を避ける事などを考慮し、脊柱起立筋の外直側で腰椎4番の高さに行い他の部位への刺鍼は行わない。健康な状態でも立位では腎臓は4～5cm下がるので治療肢位は腹臥位とし、また遊走腎がないかなどの腎臓疾患の既往歴を聴取する。

④その他の鍼灸医療事故への対策

a)折鍼

折鍼の原因として異常のある鍼の使用、施術上の不適切な行為（乱暴な鍼の刺入など）、被験者の突然の体動、咳やくしゃみなどで誤って体内で鍼が折れるなどがあげられる。このことへの予防対策として異常のある鍼は使用しない。鍼はステンレス製のディスポーザブル鍼を用い単回使用とし、再使用はしない。施術前には刺鍼中はリラックスした状態で、なるべく体動を避け、動きたいときやくしゃみが出そうなときは事前に合図をして下さいと話しておくようにする。もし、合図があった場合には早急に抜鍼をする。

b)出血

第4腰椎レベルでは腸腰動静脈の腸骨枝を穿刺する可能性があるが、鍼は細く、やわらかいので極端に弱い血管以外では穿刺する可能性はきわめて低い。皮下出血については発生率は1.1%、出血斑の消失日数は平均9日であったとされている。皮下出血は100%避けることは不可能である。事前にごくまれに皮下出血は起こる事を説明し、また出血が起こった場合、治療後に正しく伝えて説明する。

また、大腰筋への刺入で注意すべき点として上記のほかに大腰筋筋溝ブロック^{9),10)}を参考に以下の3点についても注意した。

(1) 神経損傷

鍼が内側に向くと神経根を損傷しやすいので、鍼がまっすぐに刺入されていることを確認し、また刺入時に神経への刺激感がないことを確認しながら行う。また、むやみに太い鍼を使用しない。

(2) 硬膜外、くも膜下ブロック

刺入方向が内側を向きすぎると、椎間孔や棘突起間から針先が入って硬膜外腔やくも膜下腔を穿刺しやすいので(1)と同じように鍼の刺入方向に注意する。

(3) 腹腔穿刺

鍼先を深く刺入しすぎないようにする。

その他、上記以外でも被験者に何らかの不測の事態が起こった場合は治療・検査等は直ちに中止し、医師への連絡や医療機関への搬送等しかるべき処置を行う準備をした。

被験者には事前に早稲田大学スポーツ科学部学術院倫理委員会により承認された説明書により文書及び口頭にて実験に関する十分な説明を行い、同意後署名を得た。

Ⅲ. 研究 1 – 臨床的研究

Ⅲ-1. 目的

腰痛を主訴に持つスポーツ選手は多く見られるが、腰痛の原因の一つとして腸腰筋の関与が考えられている^{7,8,35,36,37)}。実際に腰痛を有し、股関節屈曲動作に困難をきたしているスポーツ選手は多くみられる。スポーツ選手の腰痛の治療方法として鍼治療はよく用いられている^{38,39)}が、症状より腸腰筋に障害があると思われるスポーツ選手に対し腸腰筋の一つである大腰筋に EAT を行いその効果を検討した。

Ⅲ-2. 方法

本研究には大学スポーツ選手で片側性の腰痛を主訴とし、股関節の屈曲動作に何らかの障害を持つ者 14 名 (20.9±1.3 歳、男子 9 名、女子 5 名) を対象とし、以下の項目について治療前・後で測定し検討した。また経時的に測定が可能であったもの 3 名 (男子 2 名、女子 1 名) と比較対象として健康成人男子 1 名に対しては治療前・後、1・3 時間後、1・2・7 日後に測定した。

測定項目：

- ・ 股関節屈曲筋力：ハンドヘルドダイナモメーター (以下 HHD) のひとつである日本メディックス社製 パワートラック II (以下 PT II) MMT コマンダー用いて測定した。測定肢位は座位とし⁴⁰⁾、測定部を測定部分との間に間が開かないようにベルトで固定し測定した (図一Ⅲ(1))。体幹や反対側下肢を利用しないように指示し、数回練習を行い数分の休息後、3 回測定し、最大値を用いた^{41,42)}。

股関節の屈曲運動の主動作筋は大腰筋、腸骨筋であるが、代償運動としては縫工筋によるものと大腿筋膜腸筋によるものがあげられる。縫工筋による代償運動は股関節は外転位となり、外旋しながら股関節の屈曲をするようになる。また大腿筋膜張筋による代償運動は股関節は内旋し、外転しながら屈曲する。それらを防ぐためには骨盤を固定し股関節の内外旋を抑制して検査を行うことが必要である⁴³⁾。また、予備実験において先の代償運動の他に筋力の測定に変化が現れる要因としては「体幹部を後ろにそらす」、「反対側の足を利用し計測側の屈曲運動を行うこと」などを確認している。今回、それらの点に注意をはらい筋力の測定を行った。

- ・ 股関節屈曲時の抵抗運動時痛を全長を 100mm としたビジュアル・アナログ・スケール (visual analog scale : 視覚アナログ尺度以下 VAS) 上に被験者本人が記入した。
- ・ 日本整形外科学会腰痛評価表 (以下 JOA スコア 表一1) に患者が記入した。
EAT 後の記入は日常生活動作については実際に動作を行い確認した。
- ・ トーマステスト (除外項目として内転筋群、大腿前面のストレッチ痛)
大腰筋のタイトネスとしてトーマステストを用いた。トーマステストは診断側と反対側の大腿部をできるだけ胸に近づけるように膝関節を屈曲しながら股関節も屈曲させていき、そのときに診断側の股関節が屈曲し膝窩が診察台から離れるかどうかにより診断される⁴⁴⁾。
- ・ 統計検定は対応のある T 検定を行い、有意水準は 5%未満とした。
- ・ 結果はすべて mean.±SE を表記した。

表一Ⅲ(1) JOA スコア+α

I. 自覚症状 (9 点)

A. 腰痛に関して

- a. まったく腰痛はない 3
- b. 時に軽い腰痛がある 2
- c. 常に腰痛があるか、あるいは時に強い腰痛がある 1
- d. 常に激しい腰痛がある 0

B. 下肢痛およびしびれに関して

- a. まったく下肢痛、しびれがない 3
- b. 時に軽い下肢痛、しびれがある 2
- c. 常に下肢痛しびれがあるか、あるいは時にかなりの下肢痛、しびれがある 1
- d. 常に激しい下肢痛、しびれがある 0

C. 歩行能力について

- a. 全く正常に歩行が可能 3
- b. 500m 以上歩行が可能であるが疼痛、しびれ、脱力を生じる 2
- c. 500m 以下の歩行で疼痛、しびれ、脱力を生じ歩けない 1
- d. 100m 以下の歩行で疼痛、しびれ、脱力を生じ歩けない 0

II. 他覚所見 (6 点)

A. S L R (tight hamstring を含む)

- a. 正常 2
- b. 70° 以下あるいはそれ以上でも左右差のあきらかなもの 1
- c. 30° 以下 0

B. 知覚

- a. 正常 2
- b. 軽度の知覚障害を有する 1
- c. 明白な知覚障害を有する 0
- ※軽度な知覚障害とは患者自身が認識しない程度のもの

C. 筋力

- a. 正常 2
- b. 軽度の筋力低下 1
- c. 明らかな筋力低下 0
- ※軽度な筋力低下とは筋力 4 程度をさす
- ※明らかな筋力低下とは筋力 3 程度をさす

Ⅲ. 日常生活動作

	非常に困難	やや困難	容易
a. 寝返り動作	0	1	2
b. 立ち上がり動作	0	1	2
c. 洗顔動作	0	1	2
d. 中腰姿勢または立位の持続	0	1	2
e. 長時間座位 (1 時間位)	0	1	2
f. 重量物の居上または保持	0	1	2
g. 歩行	0	1	2



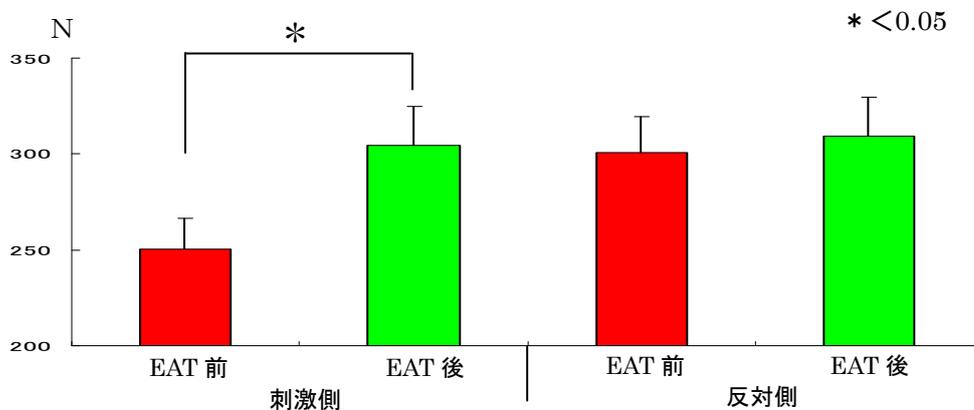
図一Ⅲ(1) 筋力の測定肢位

PTⅡの測定部を測定部分との間に遊びがないようにベルトで固定し、また体幹や反対側下肢を利用しないように指示し測定した。

Ⅲ-3. 結果

【筋力】

筋力の変化(図一Ⅲ(2))は刺激側では EAT 前後で $250.3 \pm 16.4\text{N}$ から $304.3 \pm 20.5\text{N}$ と有意 ($P < 0.05$) に上昇していた。反対側では $300.9 \pm 18.4\text{N}$ から $309.1 \pm 20.6\text{N}$ と大きな変化は見られなかった。

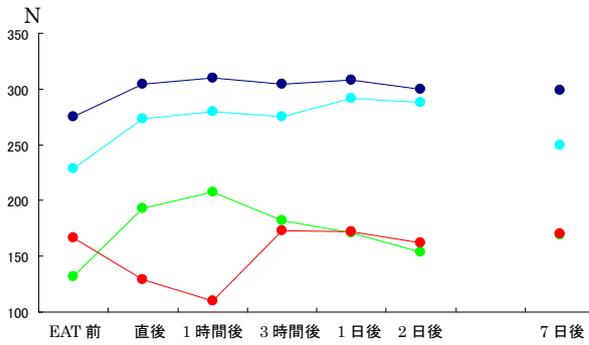


図一Ⅲ(2) 筋力の変化 (N=14)

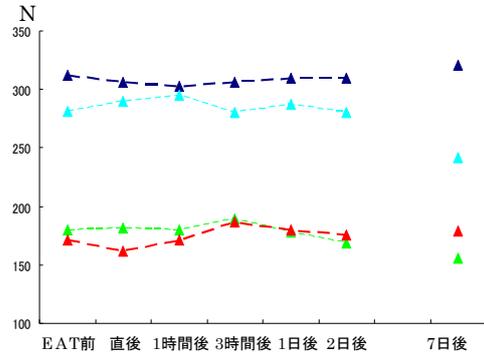
反対側は EAT 前後で大きな変化が見られなかったが、刺激側は EAT 直前と比較し有意に筋力が回復していた。

刺激側での経時的な変化 (図一Ⅲ(3)、表一Ⅲ(2)) では治療効果は治療直後、3 時間後、1 日後まで有意にみられた。また比較として健康成人 1 名に同様の刺激を与えたところ刺激側で 1 時間以上の筋力の低下が見られた。反対側では被験者、健康成人ともに大きな変化は見られなかった(図一Ⅲ(4))。刺激側・反対側との差 (=刺激側-反対側) を見ると被験者、健康成人ともに EAT 直後から 1 時間後までは大きく筋力が変化し、被験者では 3 時間後には左右差がほぼ無くなっていた(図一Ⅲ(5))。健康成人での低下は 1~3 時間持続し、被験者では 1 回の EAT でほぼ回復していた。(図一Ⅲ(3),(4))

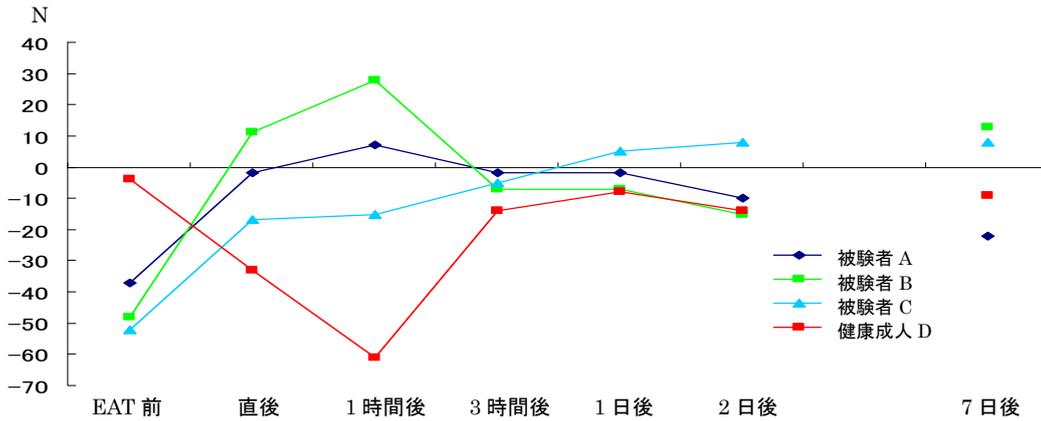
とも凡例は図一Ⅲ(5)と同じ)



図一Ⅲ(3) 筋力の経時的な変化(刺激側) N=4
 スポーツ選手では治療直後より2日以上、筋力は改善していた。健康成人では鍼刺激直後より低下した。



図一Ⅲ(4) 筋力の経時的な変化(反対側) N=4
 反対側では大きな変化は見られなかった



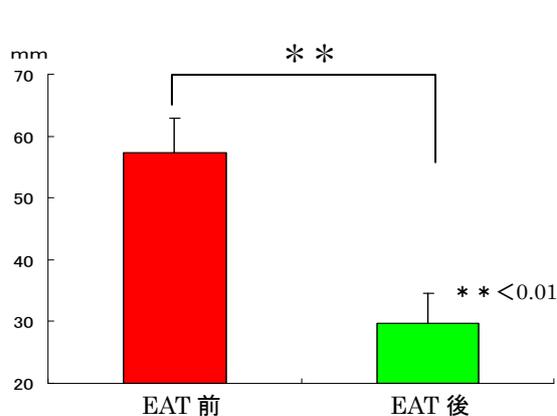
図一Ⅲ(5) 刺激側・反対側との差(=刺激側-反対側) N=4
 被験者、健康成人ともに EAT 直後から 1 時間後までは大きく筋力が変化し、3 時間後には左右差が無くなっていた。

表一Ⅲ(2) 筋力の経時的変化の実数値(単位: N)

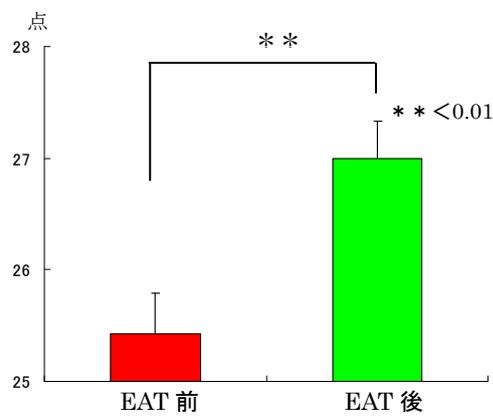
		EAT 前	直後	1 時間後	3 時間後	1 日後	2 日後	7 日後
刺激側	被験者 A	275	304	310	304	308	300	299
	被験者 B	132	193	208	182	171	154	169
	被験者 C	231	275	277	275	290	286	250
	健康成人 D	167	129	110	173	172	162	170
反対側	被験者 A	312	306	303	306	310	310	321
	被験者 B	180	182	180	189	178	169	156
	被験者 C	281	290	297	281	283	290	242
	健康成人 D	171	162	171	187	180	176	179

【VAS】

VAS の変化(図一Ⅲ(6))は $57.3 \pm 5.5\text{mm}$ から $29.6 \pm 5.0\text{mm}$ へと有意 ($P < 0.01$) に変化していた。



図一Ⅲ(6) VAS の変化 (N=14)



図一Ⅲ(7) JOA スコアの変化 (N=14)

【JOA スコア】

JOA スコア (図一Ⅲ(7)) は 29 点中、 25.4 ± 0.4 点から 27.0 ± 0.3 点へ有意 ($P < 0.01$) に改善していた。各項目について EAT 前で問題のあった項目について EAT 前後での変化を表一Ⅲ(3)に示した。他の項目については EAT 前で特に問題は見られなかった。

表一Ⅲ(3) EAT 前後での JOA スコアの変化
(平均点数/問題がない場合の点数)

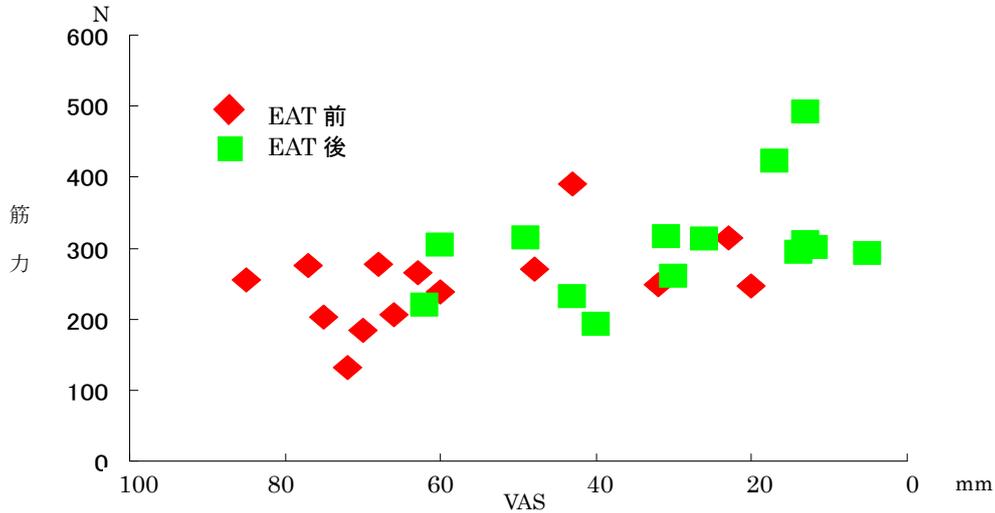
	EAT 前	EAT 後
I-A. 腰痛に関して	1.71/3	2.14/3
I-B. 下肢痛およびしびれに関して	2.79/3	2.79/3
II-C. 筋力	1.07/2	2/2
III-d. 中腰姿勢または立位の持続	1.64/2	1.78/2
III-e. 長時間座位 (1時間くらい)	1.92/2	2/2
III-f. 重量物の挙上または保持	1.76/2	1.85/2

【タイトネス】

トーマステストは陽性が EAT 前では 9 例、EAT 後は 0 例。内転筋群のストレッチ痛は EAT 前 1 例、EAT 後 1 例。大腿前面のストレッチ痛を有するものはいなかった。

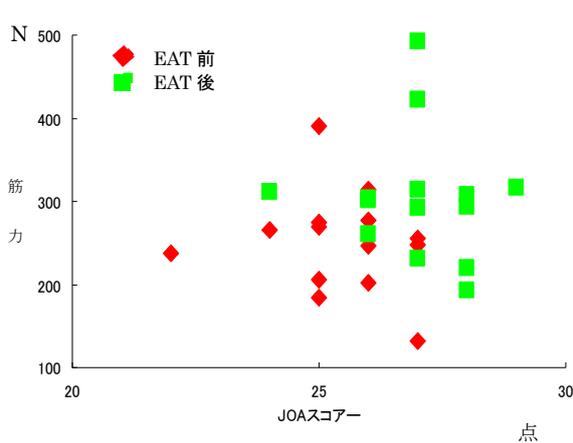
【各項目間の関係】

筋力と VAS の関係（図一Ⅲ(8)）については EAT 前後でのそれぞれの回帰直線を求めたが相関は認められなかった。EAT 前と比較すると筋力よりも VAS の変化が大きい傾向があった。



図一Ⅲ(8) 筋力と VAS の分布図 (N=14)

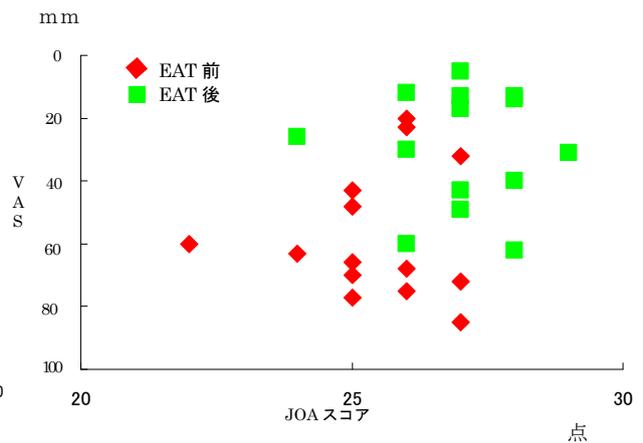
筋力と JOA スコアの関係（図一Ⅲ(9)）について相関は見られなかった。ただし全体的には EAT 前後で右上に平行移動している傾向にあった。VAS と JOA スコアの関係（図一Ⅲ(10)）についても同様の結果であった。



図一Ⅲ(9)

筋力と JOA スコアの分布図 (N=14)

EAT 前では左下に多く、EAT 後では右上に分布が移動



図一Ⅲ(10)

VAS と JOA スコアの分布図 (N=14)

EAT 前では左下に多く、EAT 後では右上に分布が移動

Ⅲ-4. 考 察

臨床研究では大学スポーツ選手で片側性の腰痛を主訴とし、股関節の屈曲動作に何らかの障害を持つ者に対して EAT を行い、筋力、VAS を中心に評価しその効果について検討した。

筋力の測定方法としては徒手筋力検査法（manual muscle test：以下 MMT）、HHD や等運動性筋力測定器（isokinetic dynamometer, 以下トルクマシン）などを用いられて測定されることが多い。MMT は容易にランク付けが可能でどこでも施行しやすい等の利点があるが、客観性に劣り、またスポーツ選手の場合には正常以上の評価ができない等の欠点がある。トルクマシンは機械的な力による抵抗力によって測定されるので非常に正確で、また再現性もある。しかし非常に高価でまた場所をとるために測定を行う上で時間や場所が制限されるという欠点もある。

今回、筋力の測定に HHD を用いて測定した。HHD は携帯性に優れ、トルクマシンのように設置場所を確保する必要がなく、また被験者の都合でどこへでも出向き測定できるという利点を持っている。測定器自体の信頼性は高く⁴⁵⁾、CYBEXNORM™ と PTⅡ との比較でも相関関係を認め、また再現性が高いことが確認⁴⁶⁾されている。ただし、検者の筋力が弱いと再現性が低くなるなどの指摘もある^{47,48)}。今回の臨床研究ではベルトを使用して測定を行ったが、これは固定用ベルトを使用することによりベルト不使用よりも検者間再現性において高い再現性があり、また比較的大きい筋力の測定にも耐えうるとしている⁴⁹⁾こと（図—Ⅲ(11)）によるものである。



股関節屈曲 ベルト使用 0.98
伸展 ベルト使用 0.97



不使用 0.78
不使用 0.80

図—Ⅲ(11) 固定用ベルト使用と不使用での検者間の級内関係係数

- ・ HHD の値は固定用ベルトを使用することにより検者間の級内相関係数はベルト不使用よりも高値になる。(文献 48 より)
- ・ サイベックスと HHD の測定値を比較し、順位相関係数で $Sr=0.997$ と強い正の相関関係を認め、筋トルク測定器と同等の精度を有するとしている。(文献 46 より)

今回の臨床研究における筋力の測定結果は平均で 250.3N から 304.3N へと約 21.6%有意に上昇していた。刺激測：反対測の比は EAT 前では 0.83 から EAT 後では 0.98 へとほぼ左右差が無くなっていた。刺激測の筋力の上昇は反対測と比較すると「筋力が上がる」というよりも「低下した筋力の回復」という表現が正しいように思われる。筋力低下に対する鍼治療の効果についての先行研究としてはスポーツ選手に対しての報告は廻谷ら²⁴⁾の報告以外に見られないが、変形性膝関節症の患者で大腿四頭筋筋力の低下が認められるものに対し EAT を行い有意に筋力が回復する^{49,50)}とし今回の研究と同様の結果を得ている。また患者ではなく健康成人に EAT を行った例として川村ら⁵¹⁾が行った健康成人 22 名に対し EAT を行いベンチプレス動作で筋力を測定した実験では増加したものが 9 名、減少したものが 10 名、変化のなかったものが 3 名で被験者によって反応は様々であったとしている。今回、健康成人に EAT を行ったところ鍼前に比べ直後で 38N、1 時間後で 57N 落ちていた。日常の臨床場面において患者に EAT を行うと治療直後にだるさが出現するものがまれにいる。その原因の究明はこれからの研究課題のひとつであると考えている。

症例数は 3 例と少ないが、今回のような 1 回の鍼刺激の効果について比較的長時間の観察を行ったものは過去の報告には見られない。結果は EAT 前では左右差が 37N ~52N あったものが EAT 直後、1 時間後まで大きく増加し、3 時間後~1 日後の差は 2N~7N に収まっている。少なくとも EAT での治療効果は 1 日以上ある傾向があると思われた。

VAS は鍼灸の評価としてよく用いられ、先行研究としては痛みの指標として VAS を用いたものとして慢性腰痛に対しての皮内鍼の効果を検討としたもの⁵²⁾、繊維筋痛症候群に対する鍼灸治療の効果を検討したもの⁵³⁾、マラソン後の筋痛に対して円皮鍼の効果について検討したもの⁵⁴⁾などがある。また VAS を冷え性の冷えの指標として用いた研究もみられる⁵⁵⁾。今回の研究では股関節動作時痛の程度を VAS とし患者に記入してもらいその効果について検討した。結果は 56.1mm から 30.1mm へと約 46%有意に減少した。選手のパフォーマンスにとって疼痛の影響は大きいもので、宮本ら⁵⁶⁾は練習状況と痛みの程度を 5 段階に分けその関係について調査している。今回の結果でも完全に疼痛を除去することはできなかったが 46%痛みが軽減されているのでまずまずの結果であったと思われる。また、EAT を継続することにより、より VAS の軽減が期待できると考えられる。

JOA スコアでは有意に EAT 前後で有意に減少した。EAT 前での点数の低かった項目は自覚的症状の「腰痛に関して」、「下肢痛およびしびれに関して」、他覚的所見の「筋力」、日常生活動作では「中腰姿勢または立位の持続」、「長時間座位 (1 時間くらい)」、

「重量物の挙上または保持」であった。「下肢痛およびしびれに関して」は変化が見られなかった。EAT 後「腰痛」の改善は比較的良好に見られたが、改善されない場合もあり、これは治療対象を大腰筋のみに行ったためだと思われる。このような場合、治療後測定を行った後に腰部や下肢の筋全体を対象に EAT を行いフォローした。実際の選手の自覚症状の変化はこの他に足上げや腰椎後屈動作時痛の改善が見られた。鍼の治療効果の確認として JOA スコアはよく用いられる^{57,58)}が日常生活動作以上のことを常に行っているスポーツ選手の腰痛の評価としては筋力の測定が MMT で行われるなどの不向きな部分もあることも感じた。実際に「日常生活動作」の項目での変化は 4 / 7 項目については最初から問題のない項目であった。

トーマステストについては今回の症例 14 名中、陽性は治療前 9 例、治療後はなし、反対側での陽性はなかった。内転筋群のストレッチ痛は治療前 1 例、治療後 1 例であった。大腿前面のストレッチ痛を有するものはなかった。タイトネスにかかわる要素として筋硬度があると思われるが、鍼治療が筋硬度に及ぼす影響について述べた文献もいくつか見られる。野口⁵⁹⁾は垂直とびを行わせその前後で筋硬度を測定し鍼治療の効果を確かしている。また堀ら⁶⁰⁾は腰痛を有するスポーツ選手に筋硬度を指標に鍼治療を行い有意な低下が見られたと報告している。これらのことから今回のタイトネスについての有意な結果は筋硬度の変化によるものだと考えられた。

筋力と VAS の関係についてみると、EAT 前後でのそれぞれの回帰直線の平行性は異なっていた。EAT 前と比較すると筋力よりも VAS での変化が大きい傾向があった。被験者個別に見ると筋力の変化の大きかったもののうち上位 4 名のうちの 3 名は VAS のもっとも変化の大きかったものと一致していた。同様に筋力と JOA スコア、VAS と JOA スコアについても点数の低いものはその他の項目についても低かった。

今回の臨床研究において腸腰筋由来と思われる腰痛を主訴（片側性）としたスポーツ選手に対し患測・健測を比較することで筋力、VAS、JOA スコアにおいて有意な改善が見られた。しかし筋力では本人の力の入れ具合で変化してしまう事や VAS や JOA スコアなどは被験者本人の主観的な評価で、どの評価も 100%客観的な評価とはいえない。客観的な指標として MRI 撮像による T2 値の測定が上げられるが今回、1 例について MRI 撮像をおこなったが著明な左右差(右 28.1ms : 左 29.3ms) は認められなかった。いわゆる筋の張りや硬結などの慢性的な疾患の場合、MRI 上での異常所見は見られないことが多いとしている報告⁶¹⁾もあるが今後、MRI や血液検査、筋電図などより客観性の高いものを指標に治療効果について検討する必要があると思われる。

IV. 研究 2—股関節屈曲筋の遅発性筋痛

IV-1. 目的

大腰筋は股関節屈曲を行う上で重要な筋であるといわれ^{16,25,26,62)}、研究 1 において股関節屈曲筋力の低下したスポーツ選手に対して大腰筋に EAT を行い、筋力、VAS、タイトネスが回復することを確認した。

研究 2 では股関節屈曲筋力に対してエキセントリックな運動負荷を与え DOMS の生じた被験者の経過より股関節屈曲筋力と大腰筋との関係を明らかにし、またその結果より研究 1 で行った股関節屈曲筋力の低下したスポーツ選手での大腰筋へのアプローチの妥当性を検討する。

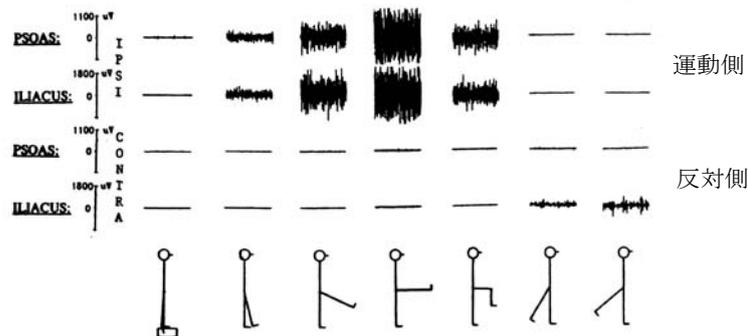
IV-2. 方法

対 象：運動習慣のない健康成人男子 9 名（平均 22.1±1.5 歳、身長 169.2±6.5cm、体重 62.7±7.0kg）

※9 名については測定部位の反対側に負荷 2 日以降に EAT 刺激を行なっている（研究 3）。EAT 刺激により測定側への影響も考えられるが、実験 1 より刺激反対側の筋力、VAS、トーマステストについては EAT 刺激の前後で有意な差がなかったことにより運動負荷による経過観察が可能と考えた。

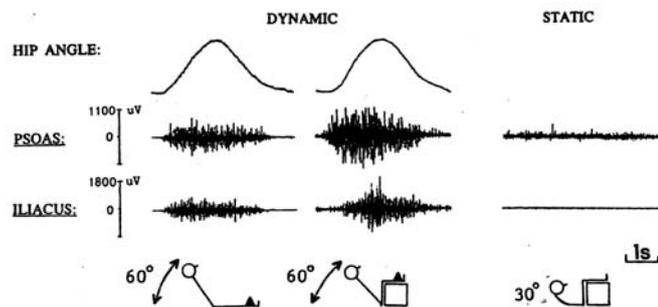
方 法：股関節屈曲に対してのエキセントリックな負荷をかけ、その後の経過を観察・測定し検討した。

負荷方法：股関節屈曲の方法は Andersson²⁵⁾らはワイヤー筋電図を用い各運動での大腰筋、腸骨筋の筋活動を記録（図—IV(1)、IV(2)）している。その結果を参考に図—IV(3)のような方法で股関節屈曲に対してエキセントリックな負荷を与えた。負荷の重さは最大筋力を測定後、最大筋力の約 120%の重さ（酒井医療製：FREEMOTION を使用）とし、負荷方法は図—IV(3)、IV(4)の様に行った。運動範囲は股関節 90° から 0° までとし、大腿四頭筋の活動を抑えるため膝関節は 90° 屈曲位とした。



運動回数等は 1 回/5 秒×10 回×7set×左右、各 set 間休息 1 分とした。

図—IV(1) (文献 25 より) 立位での大腰筋と腸骨筋の代表的な筋電図のパターン。
運動側で有意に増加している。



図—IV(2) (文献 25 より) 臥位で腹筋運動を行ったときの代表的な筋電図のパターン。
運動初期で大腰筋が働き、徐々に腸骨筋の活動が高くなる。

測定項目：MRI の T2 値(mm)

股関節屈曲の随意性等尺性最大筋力(N/kg)

股関節屈曲時の VAS(mm)

腸腰筋(Tomas Test)・股関節内転筋群・屈曲筋群のタイトネス(点)

測定方法：

- ・MRI は 1.5 テスラーMR 装置、GE 横河メディカルシステム Sigma EXCITE X I を用い Patient Position (Supine)、Coil (USLS456)、Pulse Seq (Spin Echo)、TE 20・40・60・80 TR 3000、マトリックス周波数 256、位相方向 160、積算回数 2 回、撮像時間 16 分 12 秒で撮像した。得られた T2 強調画像よりロイを L5 レベルの大腰筋で SN を考慮し下 1/3 に設定して T2 値を得た。
- ・筋力は日本メディックス製 パワートラック II MMT コマンダー(PT II)を図—IV(6)のようにテーブルに固定し、測定条件を統一するためにテーブル

の高さ、椅子は毎回同じものを使用した。測定部分は着席後、膝蓋骨上端より 5cm 近位に測定部分の端がくるように設定した。

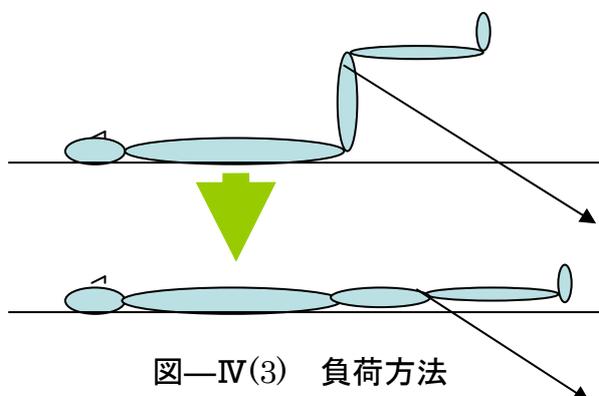
体幹を利用していないことを確認しながら、股関節屈曲筋力を 3 回測定(図—IV(5)) して最大値を採用した。

統計学的解析は体格差を考慮し、得られた値を体重で除し検討した。単位は N/kg を用いた。膝関節伸展筋力(座位、股関節 90° 固定、膝関節 90° より足関節前面上部に測定部を当てても随意性等尺性最大筋力)を 4 名(左右 N=8 とした)についても同時に測定した。

- ・VAS は毎回、別紙に被験者本人が記入した。
- ・各タイトネスは下記のように評価し、—・±・+を 0・1・2 点とし集計した。
 - ：症状なし
 - ±：評価側に違和感を感じる
 - ＋：評価側の股関節の屈曲または可動域制限が認められる。

統計検定： Dr.SPSS II による対応のある T 検定と一元配置分散分析(事後検定として Tukey を用いた)を行い、有意水準は 5%未満とした。

また、結果はすべて mean.±SE を表記した。



図—IV(3) 負荷方法



図—IV(4) 負荷中の写真

負荷の間の休息時間中は下肢に負担がかからないようにベットを錘の方に移動した。



図—IV(5) 測定中の写真

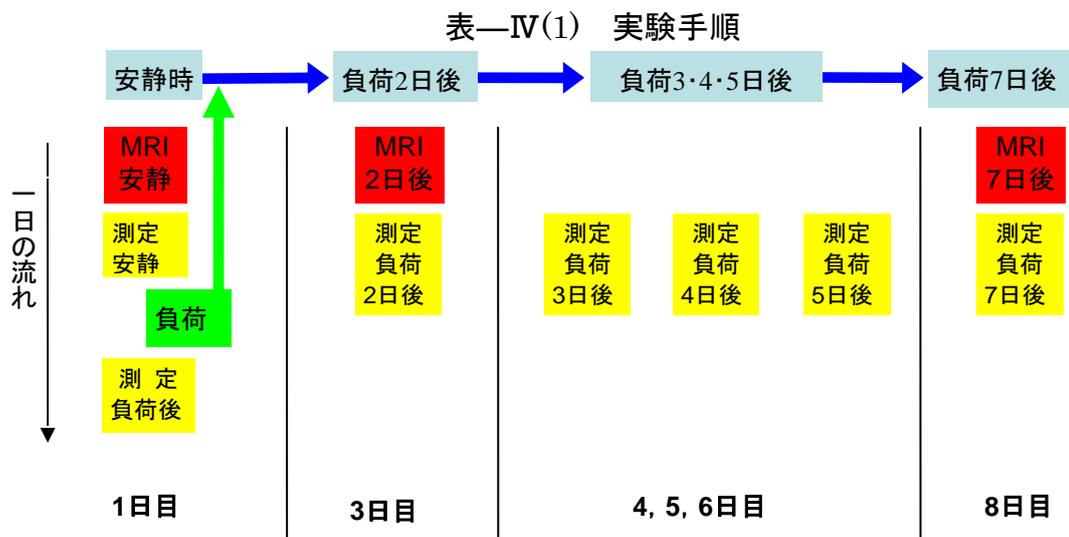
テーブル上に 40kg の錘を載せて、その上から不安定にならないように徒手で支えた。



図—IV(6) テーブルに固定した PT II

テーブルと PT II の測定部分(矢印)の間には溝を彫ったゴムを挟み PT II が動かないようにしてある。

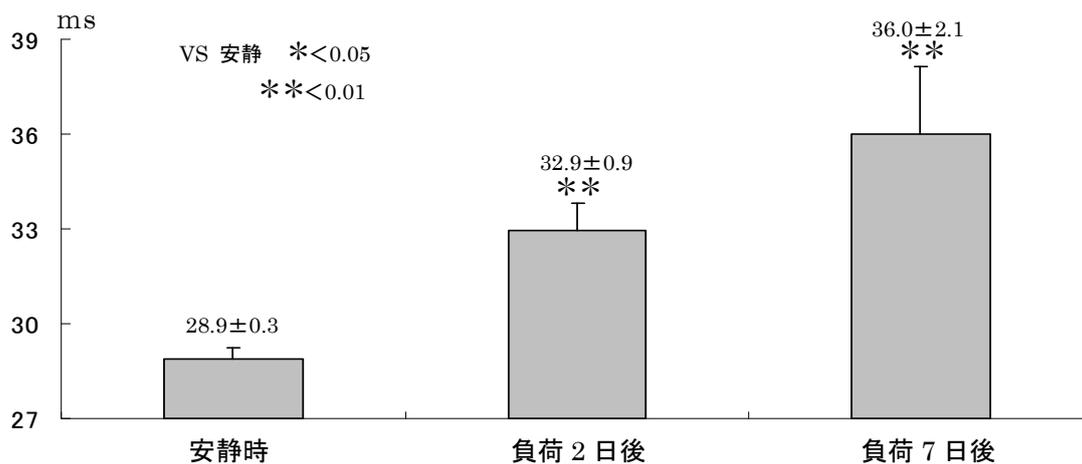
実験手順：表—IV(1)のような手順で行った。



IV-3. 結果

【MRI の T2 値】

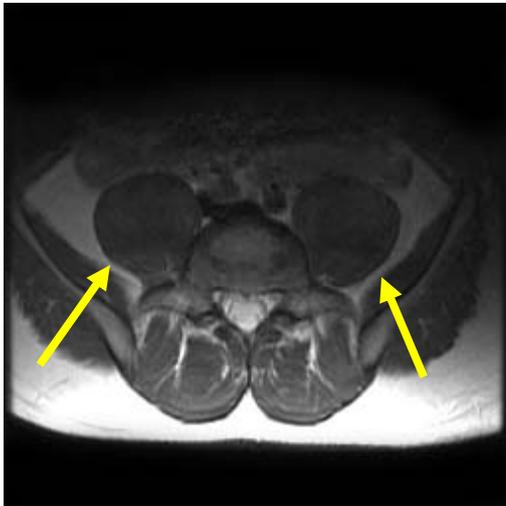
MRI 画像による T2 値の変化 (図—IV(7)) は $28.9 \pm 0.3\text{ms}$ から負荷 2 日後で $32.9 \pm 0.9\text{ms}$ 、負荷 7 日後で $36.0 \pm 2.1\text{ms}$ と、共に有意 ($P < 0.01$) に増加していた。実際の MRI 画像 (図—IV(8)) の 1 例を添付した。



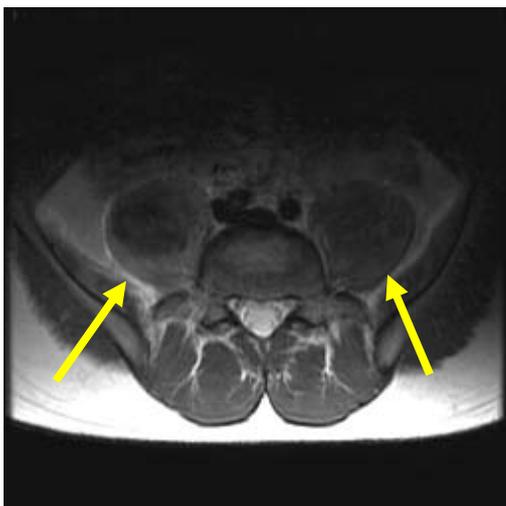
図—IV(7) 運動負荷による T2 値の一週間での変化 (N=9)
負荷 2 日後、7 日後ともに有意に増加していた。



安静時



負荷 2 日後

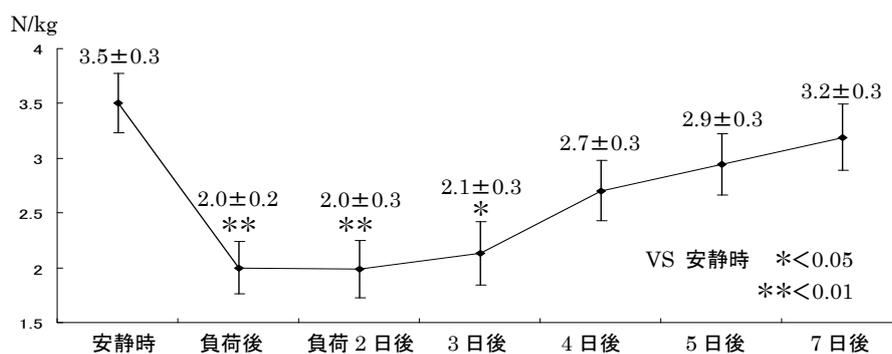


負荷 7 日後

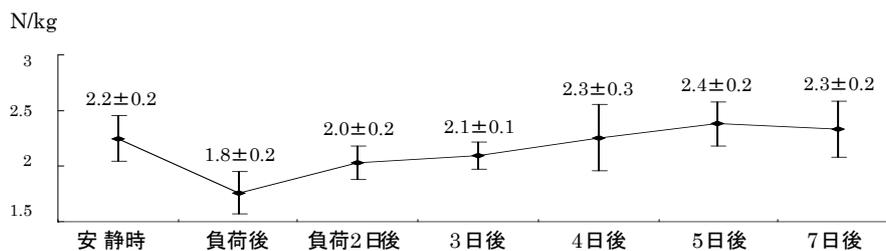
図—IV(8) MRI 画像の 1 例
画像上、負荷 7 日後でやや白くなっている部分が見られる。

【筋力】

股関節屈曲筋力の変化（図—IV(9)）は負荷直後と負荷 2 日後までは $P < 0.01$ で、負荷 3 日後までは $P < 0.05$ で有意に低下していた。回復率を見ると負荷 4 日後 77.2%、負荷 5 日後 84.1%、負荷 7 日後 91.1%と一週間では完全に回復しなかった。膝伸展筋力の変化（図—IV(10)）は負荷直後に大きく変化していたが有意な差はなかった。



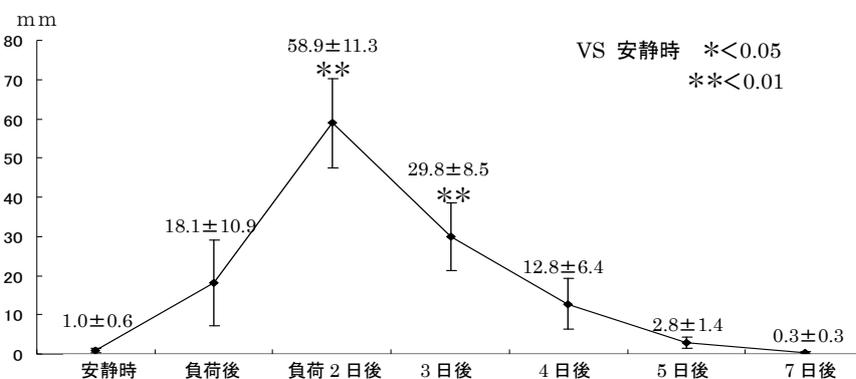
図—IV(9) 股関節屈曲筋力の一週間の変化 (N=9)
負荷 3 日後まで有意に低下し、負荷 7 日後では完全に回復しなかった。



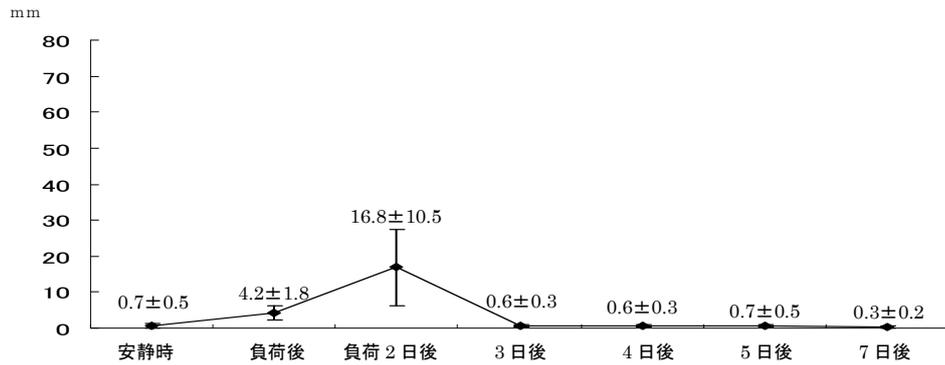
図—IV(10) 膝伸展筋力の一週間の変化 (N=4)
負荷 2 日後で 93%、負荷 3 日後で 95.5%、負荷 3 日後で 100%回復していた。

【VAS】

股関節屈曲時の VAS の変化（図—IV(11)）は負荷 2 日後と負荷 3 日後に有意 ($P < 0.01$) な上昇を示した。膝伸展時 VAS の変化を図—IV(12)に示す。



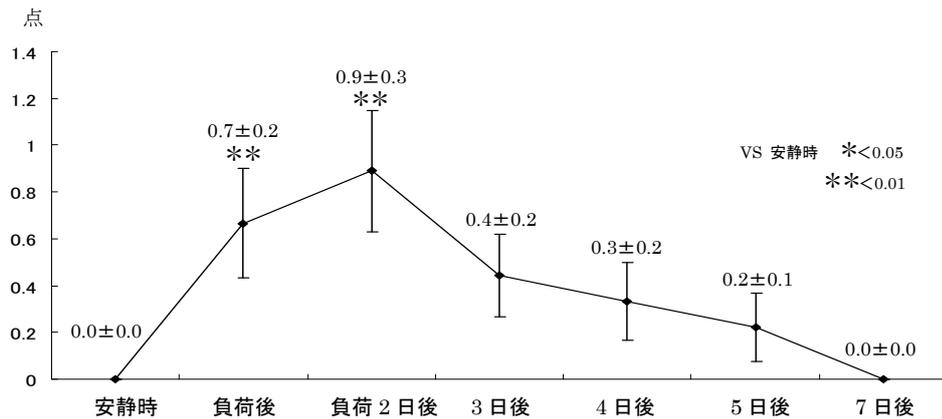
図—IV(11) 股関節屈曲時 VAS の変化 (N=9)
負荷 2、3 日後で有意に増加していた。



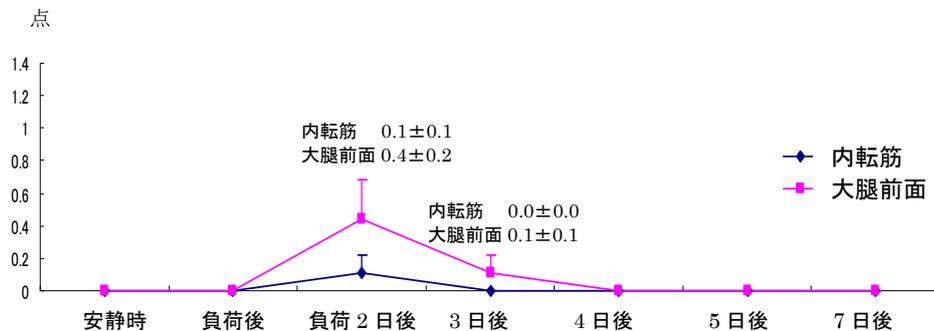
図—IV(12) 膝伸展時 VAS の一週間の変化 (N=9)
負荷 3 日後でほぼ 100%回復していた。

【各タイトネス】

トーマステスト (図—IV(13)) は負荷後、負荷 2 日後で有意 ($P<0.01$) な上昇を示し、その後緩やかに減少し 7 日後には完全に回復していた。股関節内転筋群と大腿前面筋群のタイトネス (図—IV(14)) については有意な差は見られなかった



図—IV(13) トーマステストの一週間での変化 (N=9)
負荷 2 日後をピークにその後緩やかに回復している



図—IV(14) 内転筋群、大腿前面のタイトネスの一週間での変化 (N=9)
負荷 2 日後に大腿前面でのタイトネスがやや増加していた。

IV-4. 考 察

研究 2 では股関節屈曲へのエキセントリックな負荷を与え、MRI 画像より得た T2 値や筋力の低下、VAS などにより大腰筋に DOMS が生じた事を確認し、各項目についてその後の経過観察を行った。

DOMS と MRI とくに T2 値の特徴について述べる。

DOMS とは William ら^{63,64)} は多くの研究報告をもとに以下の 6 つの要素にまとめている。

- (1) ストレスのかかる激しい運動、特にエキセントリックな運動は筋や筋腱移行部またはその両方の損傷の原因となる。
- (2) 外傷は炎症反応から始まり、筋の痛みや腫れを引き起こす。
- (3) 痛みは活動後約 8 時間ほど遅れて出始めて徐々に増し、24~48 時間後にピークを迎え、やがて活動前のレベルに戻る。
- (4) 外傷により、筋プロテイン、その他の筋が破壊されることによって生じる物質、血中・尿中のコラーゲンレベルが上昇する。
- (5) 痛みは ROM の低下と筋力の低下をもたらす。
- (6) 外傷あるいはそれによる痛みは直接的、間接的に筋の痙攣や痛みと痙攣の繰り返しの原因となる。

このほかの特徴として野坂⁶⁵⁾は

- (1) 運動中や運動直後では「力が入りにくい」「動かしにくい」などの違和感があっても痛みがあることはほとんどない。
 - (2) DOMS のある筋は硬さが増し、痛みに対する感受性が高まっており、関節可動域の減少も見られる。
 - (3) 痛みはダイナミックに動かしたり圧迫しなければ発することはない。
- などの特徴を挙げている。

水村⁶⁶⁾は DOMS は臨床的な筋痛に近いモデルであると考えられ、その発生の機構として筋繊維の断裂、Z 帯の破壊などの形態学的変化、クレアチンキナーゼや乳酸脱水酵素などの上昇がおこり、これらに基づいて筋スパズム説、筋損傷説、炎症説、酵素流出説などの仮説があるが一つだけの説では説明できないことより筋損傷説、炎症説、酵素流出説を統合して次のような機構が考えられているとしている。まず、筋運動により筋細胞膜や結合組織の破壊の結果、カルシウムが細胞内へ流入し、カルシウム汲みだしの阻害も起こり、細胞内カルシウムの増大が起こる。その結果、蛋白分解酵素の活性が上昇し、筋形質の破壊が進み、破壊された筋形質は食細胞を誘引し、肥

満細胞の活性化を起こす。これらの細胞が放出する炎症メディエーター、サイトカイン等が浮腫や痛みを引き起こすと考えられているとしている（文献 66 より引用）。

MRI の画像には大きく分けて T1 強調画像と T2 強調画像がある。それぞれの脂肪、淡白性液体、水、固体についての曲線は下記のようなになる⁶⁷⁾。

T1 ①脂肪はもっとも短い T1 をもち、もっとも急峻な T1 回復曲線を示す。

②淡白性液体もまた短い T1 をもつ。

③水はもっとも長い T1 をもち、もっとも遅い T1 回復曲線を示す。

④固体は中間の T1 をもつ。

T2 ①脂肪は中間の T2 を持つ

②淡白性液体は淡白含有量によって短時間から中間の T2 をもつ。

③水は非常に長い T2 をもつので、とても緩やかな T2 減衰曲線を描くだろう。

④固体は短い T2 をもつもので、かなり速く減衰する

以上のことより各信号として得られる画像は長いものは高い信号強度（白）として、短いものは低い信号強度（黒）になる。実際には T1 強調画像では高信号（白）として映し出されるのは脂肪、亜急性期の出血などで、低信号（黒）として映し出されるのは水、血液などである。T2 強調画像では高信号（白）として映し出されるのは水、血液、脂肪や浮腫などで、低信号（黒）として映し出されるのは出血、石灰化、繊維組織などである。実際の使用に当たって筋損傷部については T1 強調画像では筋損傷部と正常部とのコントラストがつきにくく不鮮明になるため T2 強調画像で撮像されることが多い⁶⁸⁾。

今回、DOMS の客観的指標として MRI の T2 値を用いた。T2 値の上昇には筋内水分量の上昇が関与していると考えられ、よって DOMS が生じると T2 値は上昇する⁶⁹⁾。

MRI による DOMS の先行研究として Takahashi ら⁷⁰⁾は大腿四頭筋にエキセントリックな負荷をかけ、T2 値は運動直後に増加し、その後 60 分まで低下傾向を示し運動後 12 時間目以降は外側広筋、内側広筋および中間広筋で有意な増加が認められ、そのピークは運動後 24~36 時間後であったとし、MRI の T2 値よりエキセントリックな運動に伴う DOMS の動態を捉えることが可能だとしている。また Nurenberg ら⁷¹⁾は DOMS の程度を T2 値と筋生検による微細構造の損傷との比較を行い、時間の経過とともに T2 値は上昇し、また T2 値と筋損傷の間の相関を明らかにした。これらのように DOMS の評価として T2 値はよく用いられる。今回の実験で得た画像からの実際の T2 値計測にあたり L5 としたのは上部腰椎に行くほど呼吸による影響を受け鮮明な画像が得られず、ロイをとることが困難となったからである。またロイは脂肪や血管などをよけて囲うよう注意しておこなった。実験による大腰筋の T2 値は安静時(28.9

±1.0)、負荷 2 日後(32.9±2.6)、負荷 7 日後(36.0±6.4)と有意に上昇していた。これは先行研究の結果と一致し、股関節屈曲へのエキセントリックな負荷により大腰筋に DOMS が生じたと考えられた。ただし、Takahashi ら⁷⁰⁾の結果より高値が長く続き負荷としてはやや大きかったことも考えられた。また今後の課題として負荷の程度を他の筋(大腿直筋、大腿筋膜張筋)についても同時に測定し、比較検討することが必要であると思われた。

今回の実験での筋力の測定は大学内で行ったため、場所をある程度確保できるのでテーブルに PT II の測定部分を固定し、随意性等尺性最大筋力として股関節屈曲と膝関節伸展の筋力を測定した。

DOMS と筋力についての先行研究としては Warren⁷²⁾らはアイソメトリック筋力の長期低下は筋損傷の程度を最も反映しているとし、筋力測定の有用性を説いている。Prior ら⁶⁹⁾は大腿四頭筋にエキセントリックな運動を行い最大随意収縮の経過を観察し運動後 2 日が低下のピークであったとしていた。同様に負荷 2 日後に筋力低下のピークを確認している先行研究もいくつか見られた^{73,74,75)}。今回の筋力についての実験の結果も股関節屈曲の筋力は 2 日後が低下のピークであり先行研究と一致した結果であった。負荷 7 日後の回復率は 91.1%で完全には回復しなかった。膝関節伸展筋力については安静時と比較し、負荷後に 81.8%と比較的大きく低下し、負荷 2 日後には 90.9%、3 日後には 95.5%、4 日後には 100%以上回復していた。負荷後に比較的大きく筋力が低下した理由として股関節の屈曲にかかわる筋肉は大腰筋、腸骨筋、恥骨筋、大・長・短内転筋、縫工筋、大腿直筋、大腿筋膜張筋などが上げられるが、このうち大腿直筋、大腿筋膜張筋は 2 関節筋で膝関節伸展運動にも関わっている⁷⁶⁾。このために股関節屈曲運動によりダメージを受け膝関節伸展筋力も一時的に低下したと考えられるが、その影響は多くないために低下したのは負荷直後のみであったと思われた。以上のことより股関節屈曲運動においては股関節が大きなウェイトを占めると考えられた。

DOMS の評価として痛みの程度はよく用いられ、またその程度を評価する方法のひとつとして VAS がある。VAS には迅速かつ容易に実施できるという利点があるため DOMS の評価としてもよく用いられる^{73,77,78)}。先行研究において VAS は負荷直後ではなく 2 日後にピークが来るとしているものが多い^{70,73,74,77)}。また VAS ではないが疼痛の評価を柳澤⁷⁹⁾は足関節底屈運動後の筋痛の程度を 0-10 段階のスケールで評価し、運動後 24h(3.7±1.9)、48h(5.6±2.1)、72h(3.7±2.7)で有意な上昇を示し、疼痛のピークは他の先行研究と同様に負荷 2 日後であった。本研究においても痛みのピークは負荷 2 日後で、3 日後まで有意な増加を示し 7 日後でようやく 0 に近づいた。筋力の

結果と同じように股関節屈曲筋での DOMS は生じていたが負荷としてはやや強すぎた様に思われた。膝関節伸展時における VAS は負荷 2 日後に比較的大きく増加を示し、股関節屈曲より早く、3 日以降はほぼ 0 に回復していた。膝関節伸展にも影響はあったが筋力の結果と同様にそれほど大きなものではなかったと考える。

DOMS と可動域制限についての先行研究としては先にあげた Warren ら⁷²⁾がおこなった研究の中において筋力とともに可動域の測定が筋損傷の程度を定量化するためのもっとよい方法のひとつであるとその有用性を説き、その中で可動域制限は運動直後より屈曲状態が強くなり、運動後 3 日後に最も強く現れていたとしている。Jamurtas ら⁷⁵⁾は肘屈曲と膝伸展運動での DOMS の比較を行い上肢・下肢ともに負荷 2 日後に一番大きく可動域制限が現れるとしている。また、田茂井ら⁸⁰⁾はカーフレイズの繰り返し運動により生じた DOMS を可動域ではなく、腓腹筋筋の硬さを測定し、負荷後より硬度が増加したものが 50%存在し、負荷 2 日後が最も高い数値を示したとしている。

股関節伸展の可動域はもともと 15° 程度しかなく、測定時に誤差を生じることが多いため可動域測定は行わなかった。しかし、可動域制限を生じる原因の一つとして筋のタイトネスがあげられる。今回の実験では腸腰筋のタイトネスを調べる方法としてトーマステストをおこなった。研究 1 では (-・+) だけで評価したが、今回の研究 2 では角度の測定はまでは行わなかったが、(- : 症状なし、0 点)、(± : 評価側に違和感を感じる、1 点)、(+ : 評価側の股関節の屈曲または可動域制限が認められる、2 点) として点数化し評価を行うことを試みた。

本研究でのトーマステストのピークは先行研究と同じように負荷 2 日後であったが、VAS よりも早く負荷直後より優位な上昇を示し、7 日後でようやく 0 に近づいた。股関節内転筋群のタイトネスでは負荷 2 日後のみやや上昇、大腿前面筋群のタイトネスは負荷 2、3 日後にやや上昇し 4 日後以降には 0 で、筋力や VAS と同様の結果で負荷としてはやや強すぎる傾向にあったと思われた。

以上の事より、今回の研究 2 は負荷としては強すぎる傾向にあったものの、各測定項目の結果と先行研究より股関節屈曲において大腰筋の働きは特に重要であると考えられ、研究 1 での股関節屈曲筋力の低下の原因としては大腰筋の疲労が考えられ、大腰筋へのアプローチは妥当性のあるものであったと思われた。

また、DOMS の対象に股関節屈曲を選択した先行研究はなかったのもその意味でも今回の研究は非常に意義のあるものと思われる。

V. 研究3—股関節屈曲筋の遅発性筋痛に対する鍼刺激の効果

V-1. 目的

研究2では股関節屈曲に対してエキセントリックな負荷を与え経過を観察し特に腸腰筋に大きな負荷がかかっていたことを確認した。このことより研究1で行った股関節屈曲筋力の低下のあるものに対し大腰筋に鍼治療を行った妥当性を得た。

研究3では研究2で、DOMSの生じた被験者に対しEATを行い、その変化を観察し検討した。また、刺激時期の違いによる効果の差の検討もおこなった。

V-2. 方法

対象: 運動習慣のない健康成人男子9名(平均 22.1 ± 1.5 歳、身長 169.2 ± 6.5 cm、体重 62.7 ± 7.0 kg)

方法: 股関節屈曲に対してのエキセントリックな負荷をかけ、6名については2日後(急性期)にEATを1回行い(1回刺激群=1S群とした 臨床研究と同様の治療回数 実験手順 表-V(1))、3名については比較のために急性期をやや過ぎた負荷3日後から開始し、4日連続でEATを行い(亜急性期群=SA群とした)その効果について検討した(実験手順 表-V(2))。

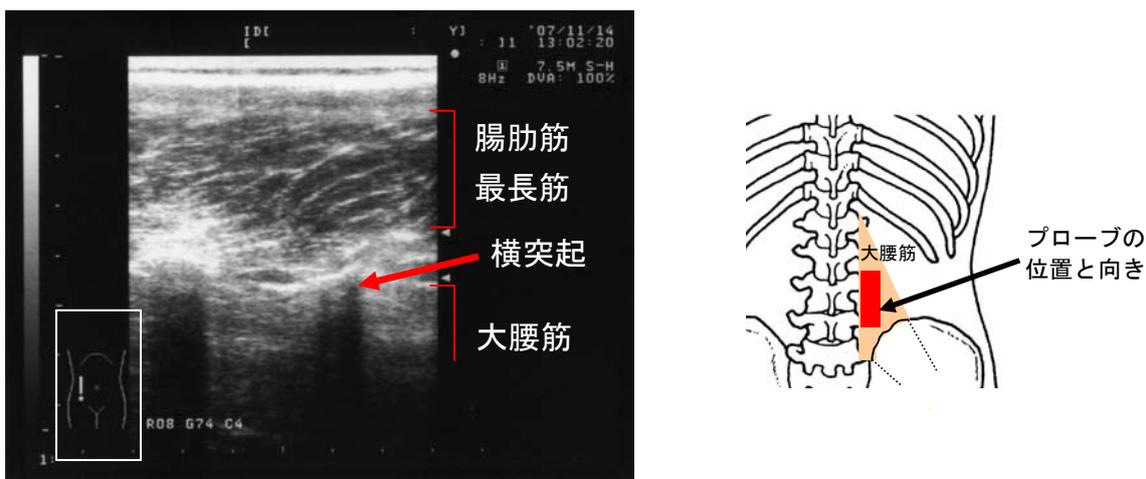
負荷方法: 研究2と同じ。

鍼刺激法: 研究1と同じ。大腰筋への刺鍼の確認はBモード超音波診断装置(SSD-1000、ALOKA)によりEATによって筋が収縮していることを1S群全例で確認した。(図-V(1))。

測定項目: MRI(T2値)、股関節屈曲筋力(随意性等尺性最大筋力)、股関節屈曲時のVAS、JOAスコア、腸腰筋(Tomas Test)・股関節内転筋群・屈曲筋群のタイトネス

測定方法: 研究2と同じ

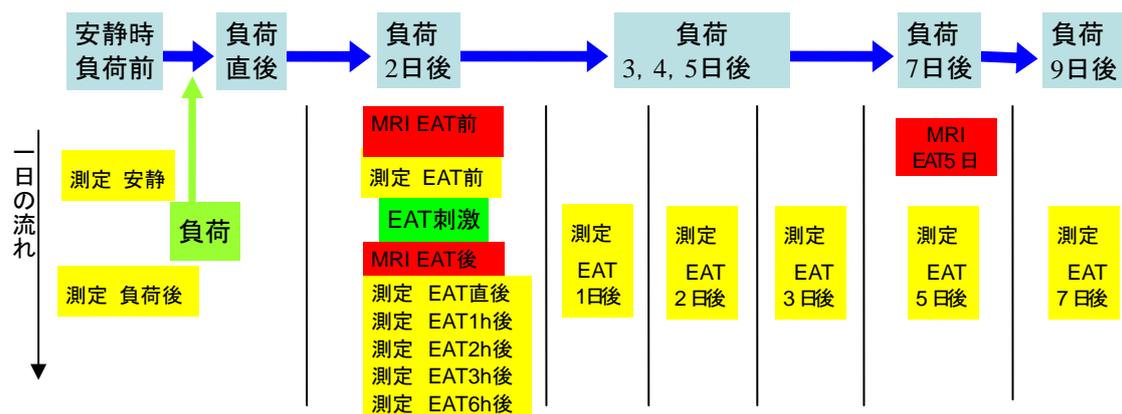
統計検定: Dr.SPSS IIによる一元配置分散分析(事後検定としてフィッシャーのLSDとTukeyを用いた)を行い、有意水準は5%未満とした。すべての図のアスタリスクはフィッシャーのLSDの結果を表示した。また、結果はすべてmean.±SEを表記した。



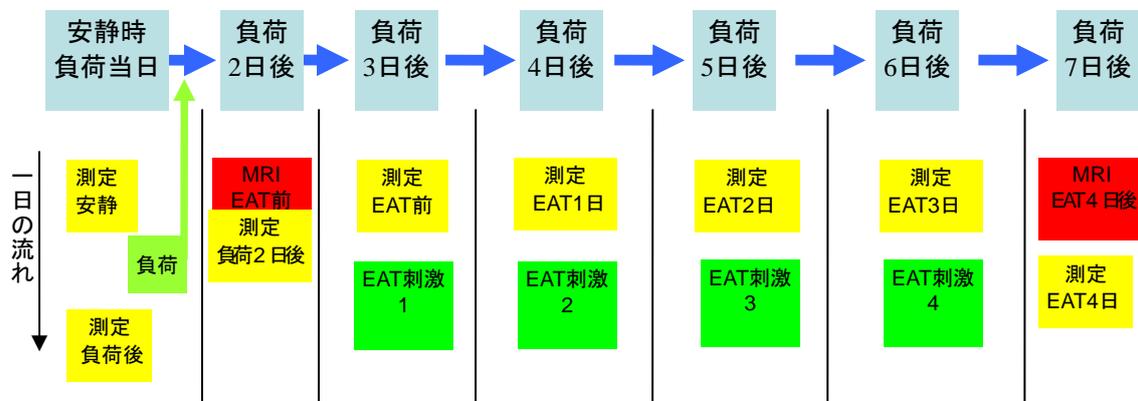
図—V(1) 大腰筋鍼通電時のエコー画像とプローブの位置
 長肋筋、最長筋の収縮はあまり見られないで、大腰筋の収縮が確認される。

実験手順：表—3、4 のような手順で行った。

表—V(1) 実験手順 (1S 群)



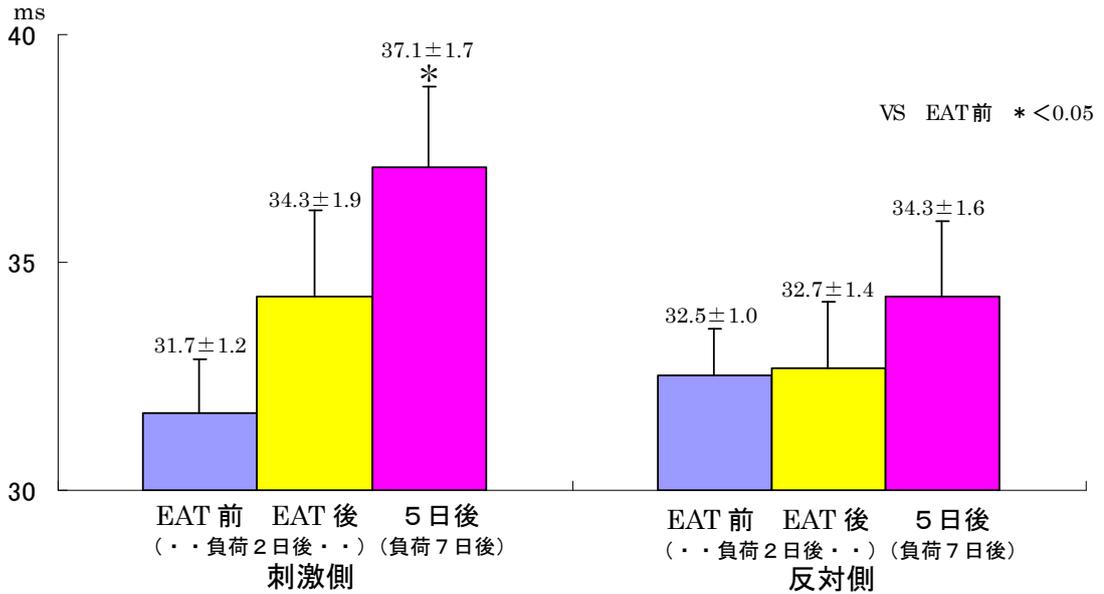
表—V(2) 実験手順 (SA 群)



V-3. 結果

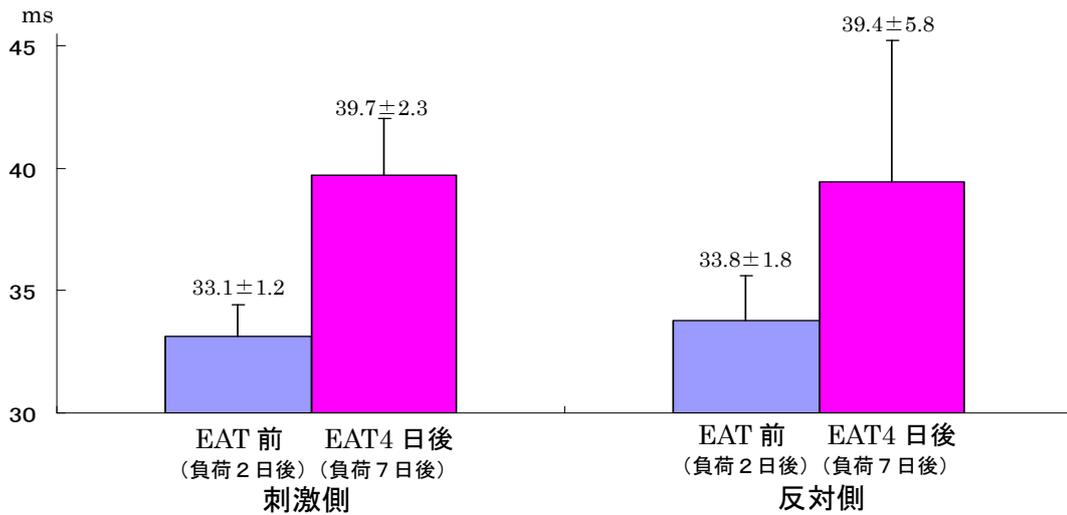
【MRI の T2 値】

1S 群 (図—V(2)) では EAT 前との比較では刺激側では 5 日後で有意 ($P < 0.05$) に増加していたが、反対側ではそのような変化は認められなかった。Tukey では刺激側・反対側ともに有意な変化は見られなかった。SA 群 (図—V(3)) では刺激側と反対側に大きな差が見られなかった。1S 群での MRI 画像 (図—V(4)) の 1 例を添付した。



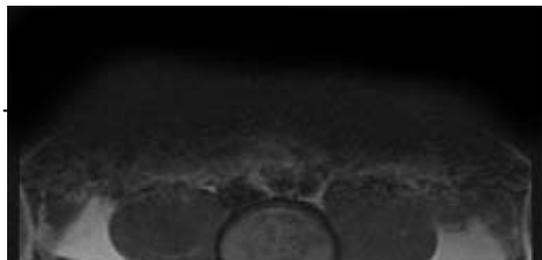
図—V (2) EAT 刺激 (1S) による T2 値の変化 (N=6)

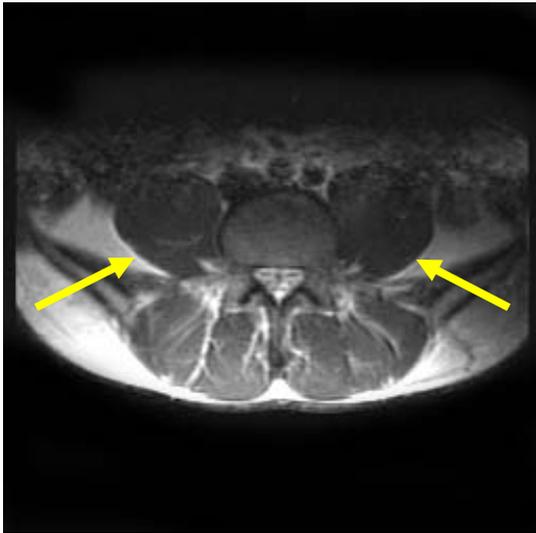
EAT 前と比較し刺激側のみ EAT5 日後に有意に増加し、反対側では有意な変化は認められなかった。



図—V (3) EAT 刺激 (SA) による T2 値の変化 (N=3)

EAT 前と比較し両側とも上昇していた。

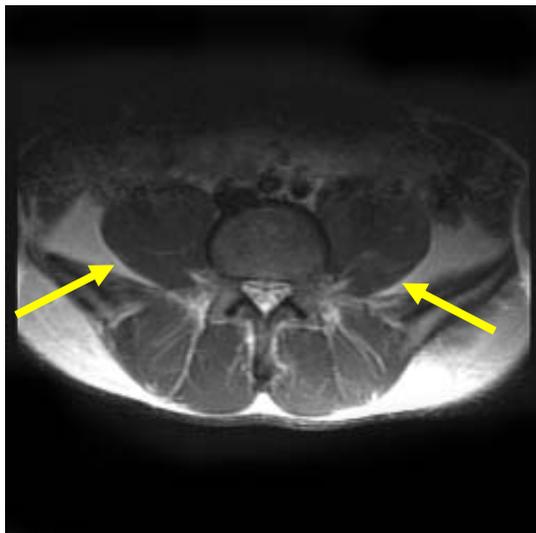




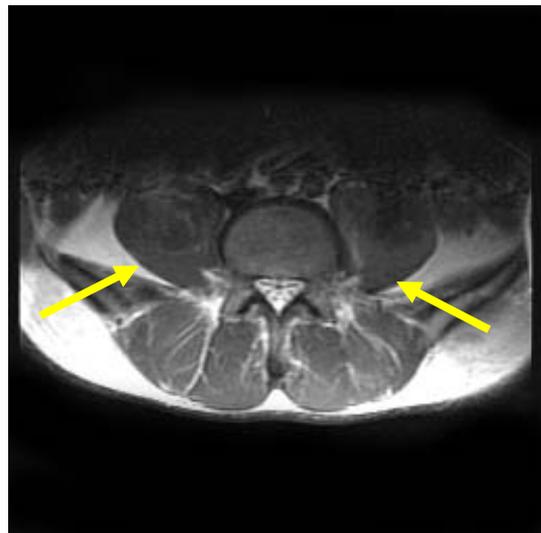
安 静 時



EAT 前（負荷 2 日後）



EAT 後（負荷 2 日後）



EAT5 日後

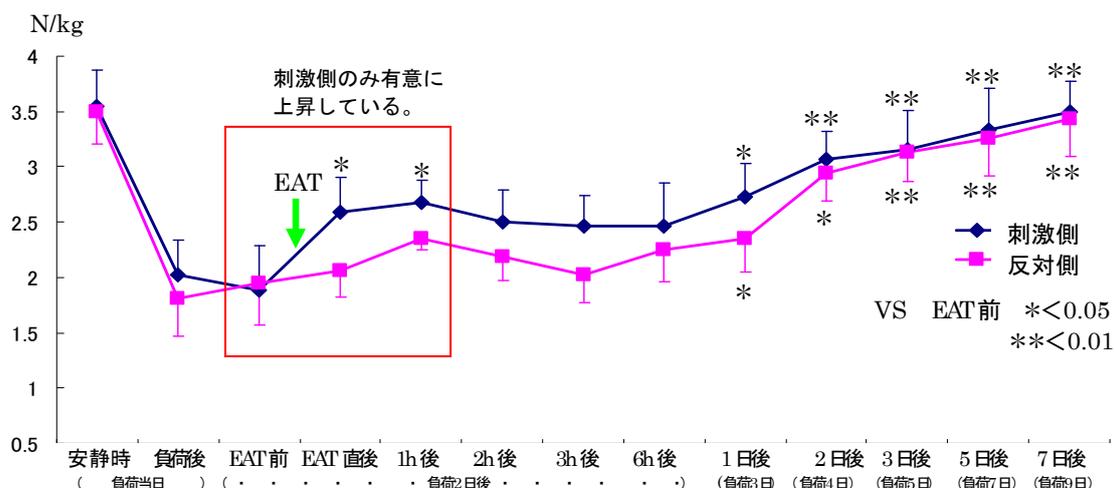
図—V(4) 1S 群での MRI 画像の 1 例

安静時と比較し、EAT5 日後で白い部分が多く見られる（刺激側は左）

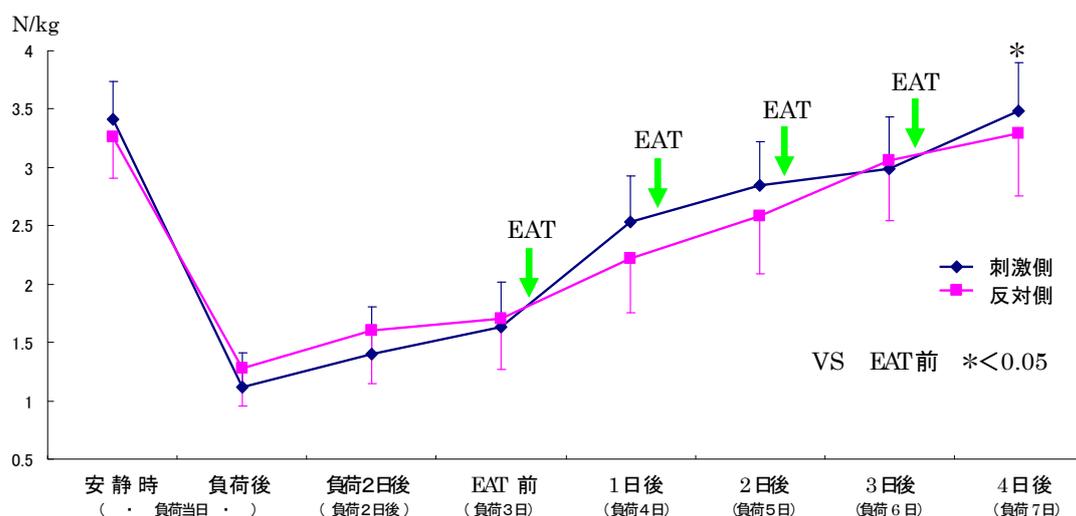
【筋 力】

股関節屈曲筋力の変化は EAT 前と比較し 1S 群（図—V(5)）では刺激側では EAT

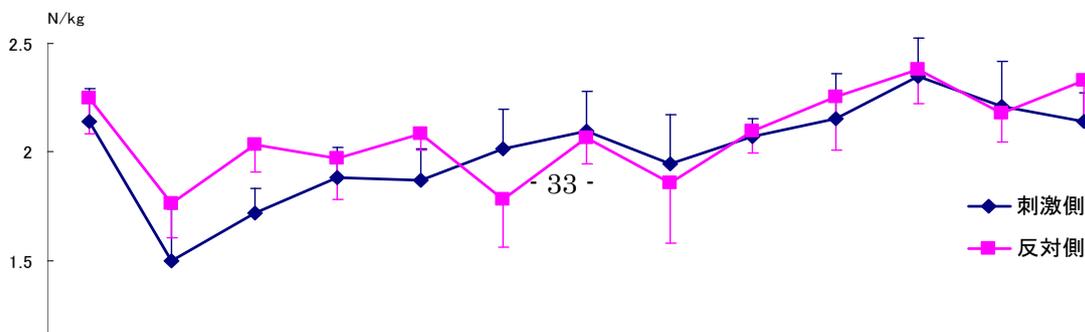
直後、1時間後に有意 ($P < 0.05$) に上昇し、一度低下するが、その後1日以降有意に上昇していた。反対側では EAT 後1日以降有意に上昇していた。Tukey では EAT 前と比較し刺激側では5日後 ($P < 0.05$)、7日後 ($P < 0.01$) で有意に増加し、反対側では7日後 ($P < 0.05$) で有意に増加していた。EAT 前・直後の増加率は刺激側では31.5%増加していたが、反対側では7.2%にとどまった。SA 群 (図—V(6)) では刺激側は4日後 ($P < 0.05$) で有意に増加していた。Tukey では有意な変化は見られなかった。反対側では有意な変化は見られなかった。膝関節伸展の筋力の変化(図—V(7))を示す。



図—V(5) 1S 群での股関節屈曲筋力の変化(N=6)
刺激側で EAT 直後に大きく筋力が増加していた。



図—V(6) SA 群での股関節屈曲筋力の変化(N=3)
EAT 前と比較し EAT 1日後以降、回復が早い傾向にあった。

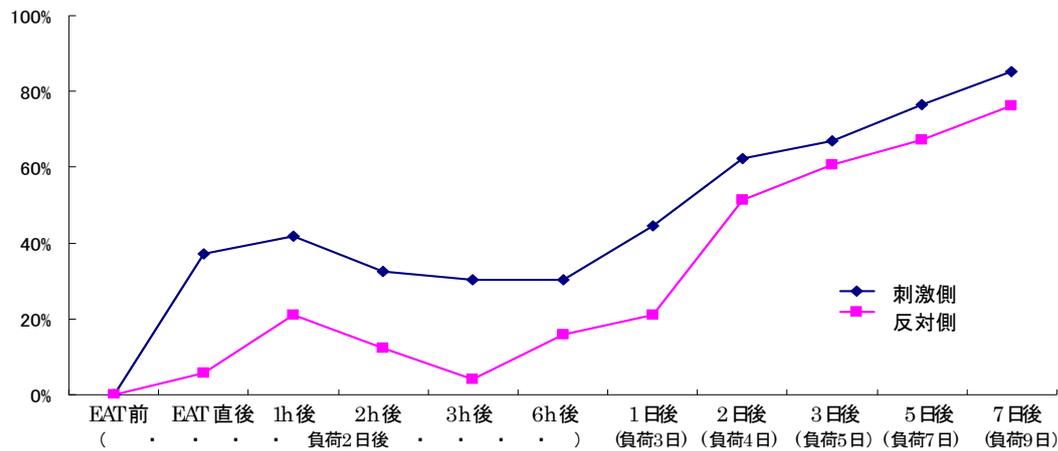


安静時 負荷後 EAT前 EAT直後 1h後 2h後 3h後 6h後 1日後 2日後 3日後 5日後 7日後
 (負荷当日) (. 負荷2日後) (負荷3日) (負荷4日) (負荷5日) (負荷7日) (負荷9日)

図—V(7) 1S群の膝関節伸展筋力の変化(N=4)

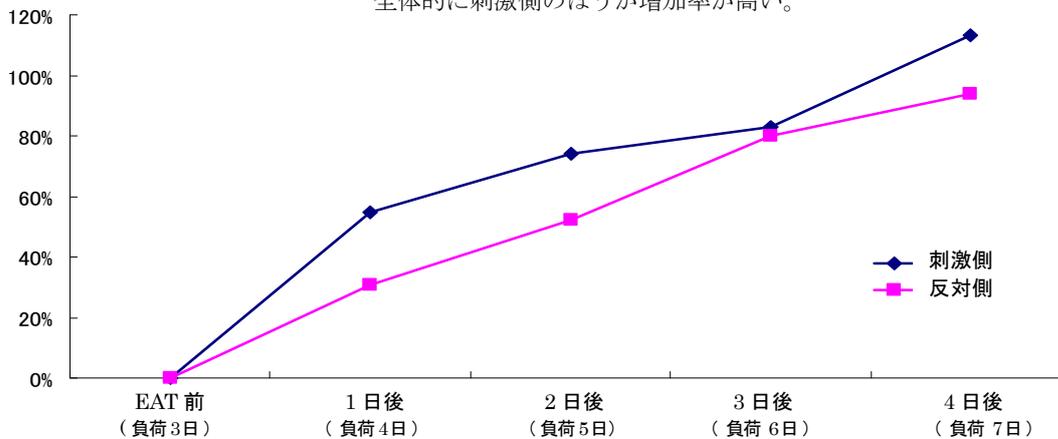
膝関節伸展筋力では大きな変化は見られなかった。

1S群、SA群ともにEAT前の時点で刺激側・反対側の間に差があったため、鍼前の値を基準として1S群(図—V(8))、SA群(図—V(9))での筋力の増加率をグラフに示した。両群とも反対側よりも刺激側の増加率が高かった。



図—V(8) 1S群での股関節屈曲時筋力の増加率 (N=6)

全体的に刺激側のほうが増加率が高い。



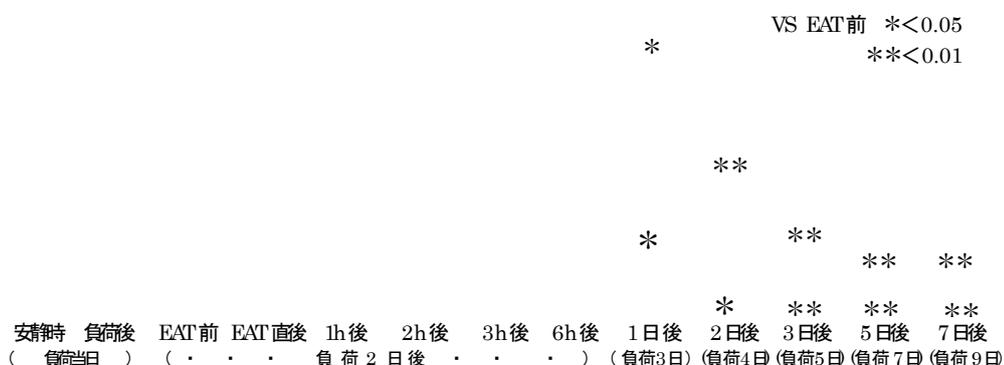
図—V(9) SA群での股関節屈曲時筋力の増加率 (N=3)

全体的に刺激側のほうが増加率が高い。

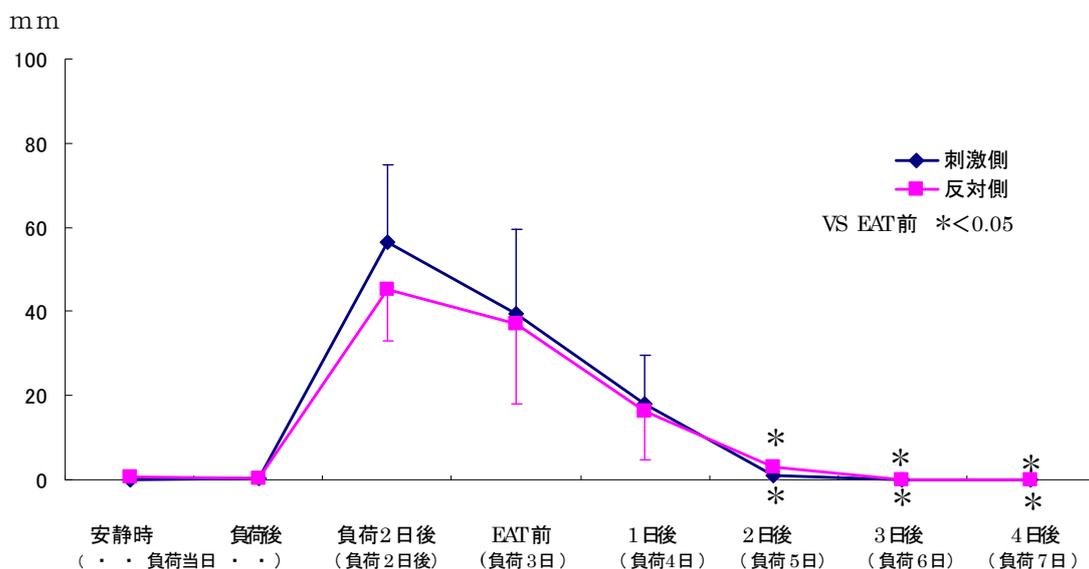
【VAS】

1S群での股関節屈曲時のVASの変化(図—V(10))はEAT前との比較は刺激側で

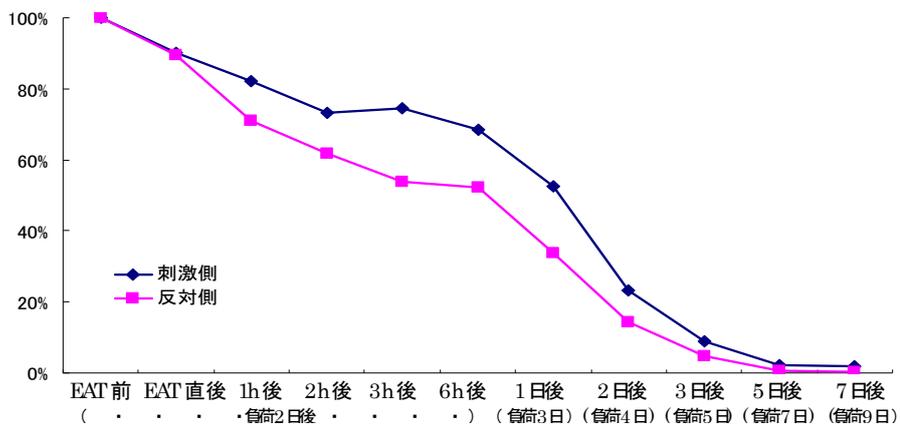
は EAT1 日後では $P<0.05$ で、2 日以降は $P<0.01$ で有意に改善していた。反対側では 1 日後、2 日後では $P<0.05$ で、3 日以降は $P<0.01$ で有意に改善していた。Tukey では EAT 前と比較し刺激側では EAT2 日後は $P<0.05$ で、EAT3 日後以降は $P<0.01$ で、反対側では EAT3 日後より $P<0.05$ で有意に改善していた。SA 群 (図—V(11)) では負荷 5 日後以降は刺激側・反対側ともに有意に改善していた。鍼前を 100%とした回復率をみると 1S 群 (図—V(12)) では負荷 7 日後、SA 群 (図—V(13)) では負荷 5 日後刺激側ではほぼ 0%に近づいていた。



図—V(10) 1S 群での股関節屈曲時 VAS の変化 (N=6)
EAT 前との比較では刺激側・反対側ともに 1 日以後に有意に低下していた。

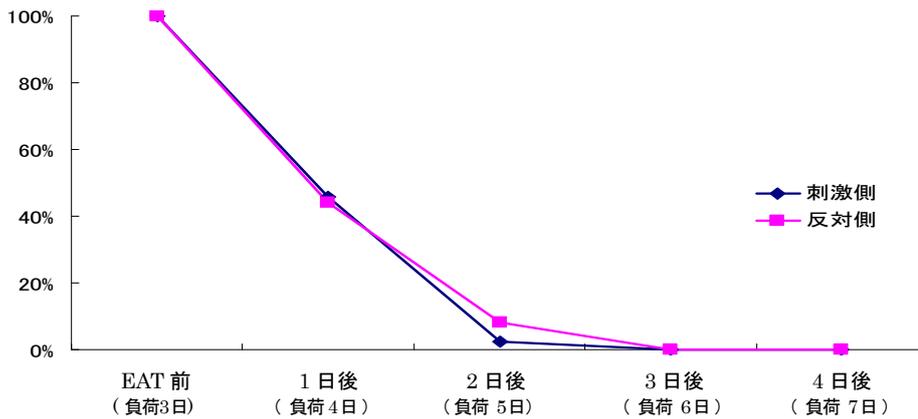


図—V(11) SA 群での股関節屈曲時 VAS の変化 (N=3)
EAT3 日後にはほぼ痛みは無くなっていた。



図一V(12) 1S群 (N=6) のVASの回復率

負荷7日後にはほぼ痛みが無くなっていた



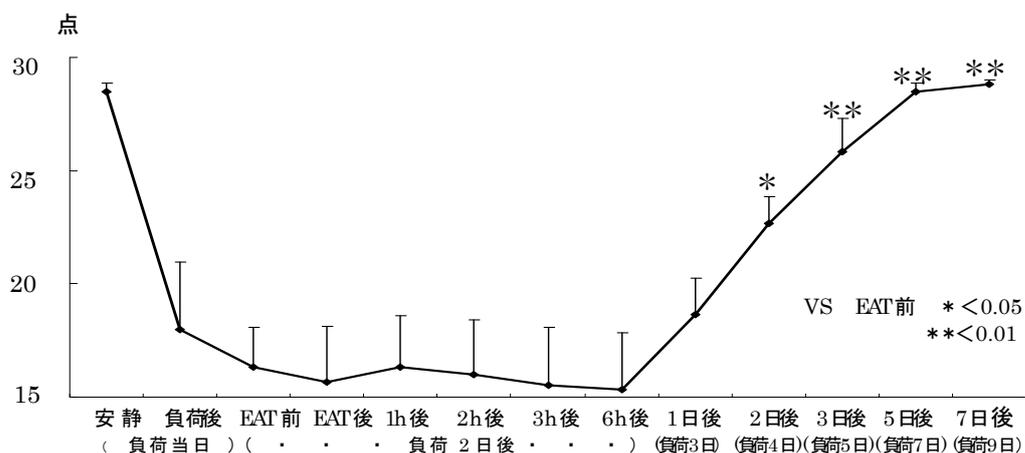
図一V(13) SA群 (N=3) のVASの回復率

負荷5日後にはほぼ痛みは無くなっていた。

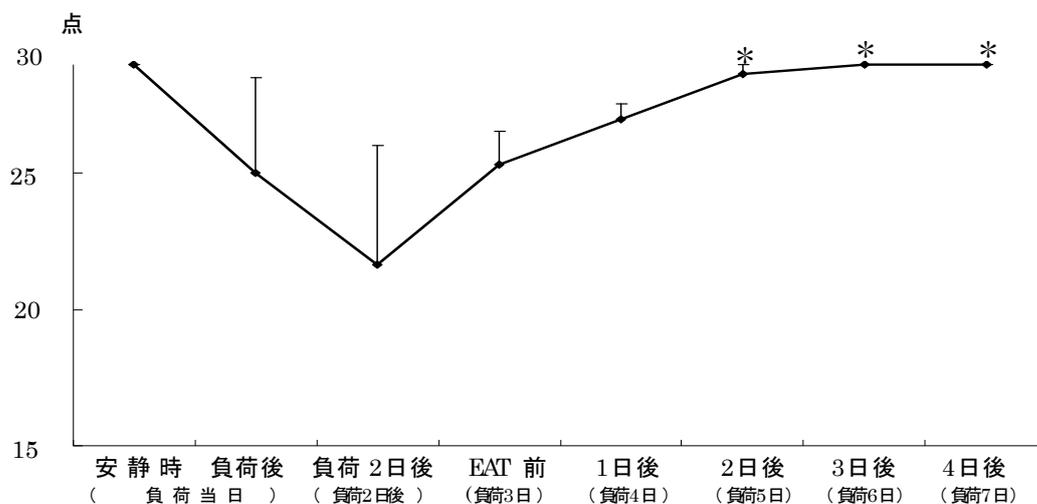
【JOA スコア】

1S群 (図一V(14)) では EAT前と比較すると EAT2日後は $P < 0.05$ 、3日以降は P

<0.01 で有意に改善していた。Tukey では EAT3 日後は $P<0.05$ で、5 日以降は $P<0.01$ で有意に改善していた。SA 群 (図—V(15)) では EAT 前と比較し EAT2 日以降は $P<0.05$ で有意に改善していた。Tukey でも同様の結果であった。



図—V(14) 1S群 (N=6) のJOAスコアの変化
負荷5日後で90.5%の回復にとどまった。



図—V(15) SA群 (N=3) のJOAスコアの変化
負荷5日後で98.9%回復していた。

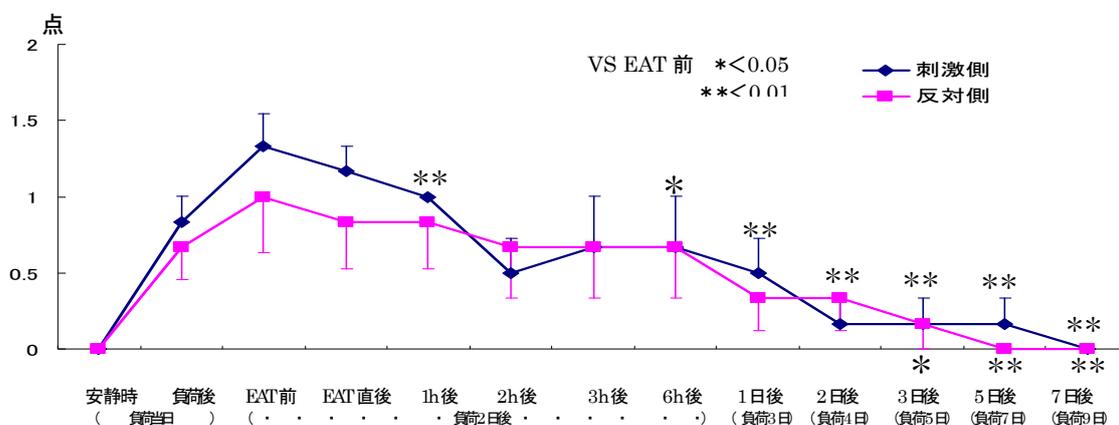
【各タイトネス】

1S 群のトーマステストの変化 (図—V(16)) をみると EAT 前との比較では刺激側

では EAT1 時間後と EAT1 日後～7 日後まで、反対側では 3 日後～7 日後まで有意に減少していた。Tukey では刺激側では EAT 1 日後～5 日後までは $P < 0.05$ で、7 日後は $P < 0.01$ で有意に改善していた反対側では有意な変化は見られなかった。SA 群では刺激側では EAT 1 日後から $P < 0.05$ で有意に低下し、反対側では有意な変化は見られなかった。Tukey でも同様の結果であった。

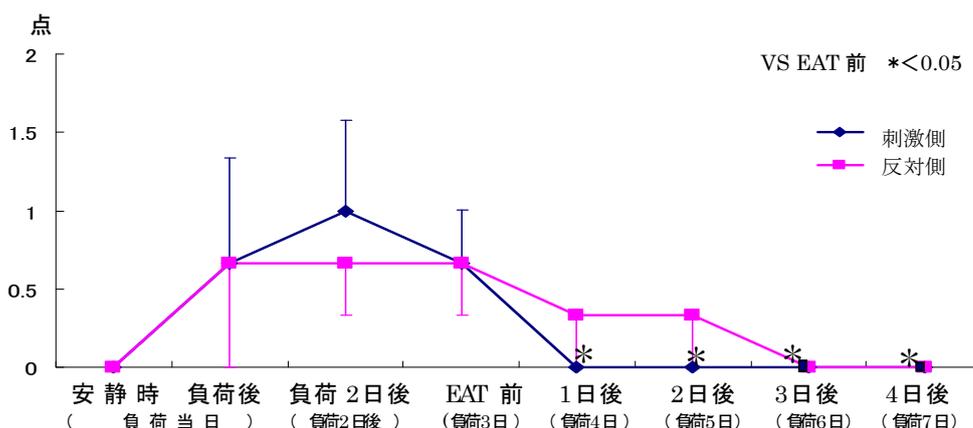
1S 群と SA 群の両群において EAT 前の値に左右差があったため、EAT 前の値を 100% としてその回復率についてみてみると 1S 群 (図—V(17)) の刺激側では完全回復までに 1 週間かかっているが SA 群 (図—V(18)) では 2 日後に回復していた。

股関節内転筋群と大腿前面筋群のタイトネスについては 1S 群 (図—V(19))、SA 群 (図—V(20)) とともに EAT 前との比較で有意な変化は見られなかった。



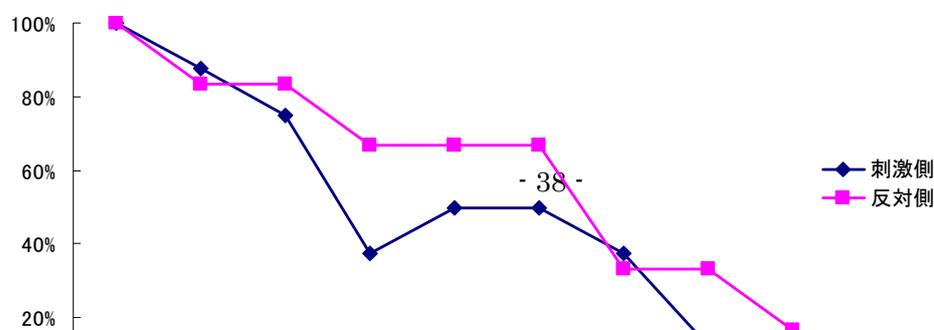
図—V(16) 1S 群のトーマステストの変化(N=6)

EAT 前との比較では刺激側では 1h,6h 後～7 日後まで、反対側では 3 日後～7 日後まで有意に変化していた。



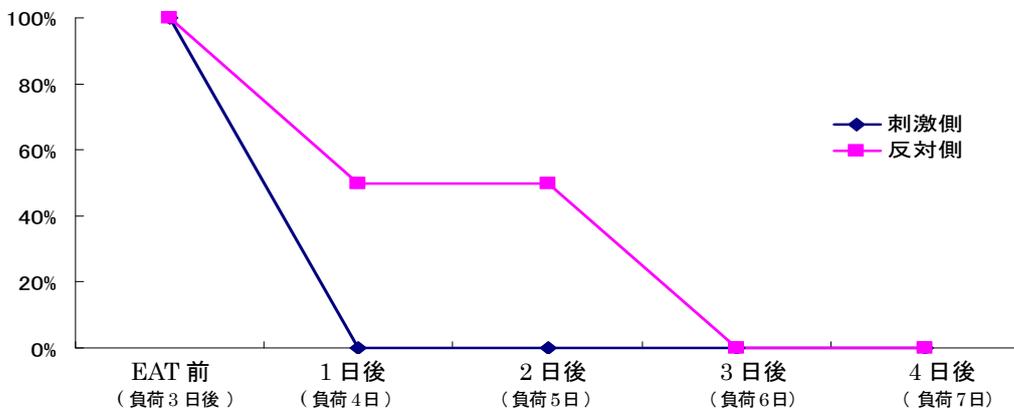
図—V(17) SA 群のトーマステストの変化(N=3)

EAT 前との比較では刺激側では 1 日～4 日後まで有意に変化していた。反対側では有意な変化は見られなかった。

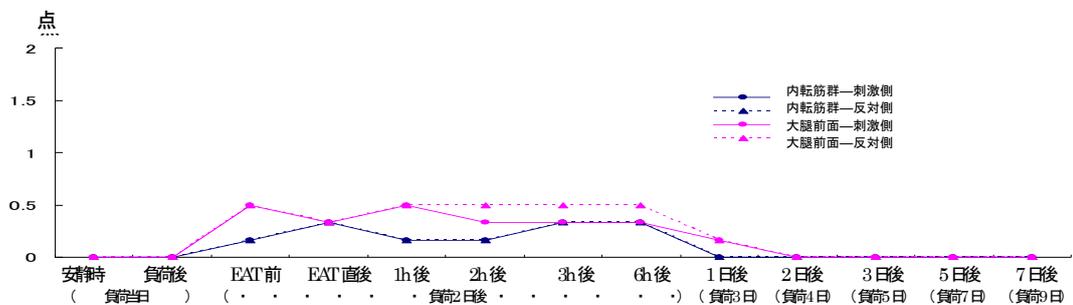


EAT前 EAT直後 1h後 2h後 3h後 6h後 1日後 2日後 3日後 5日後 7日後
 (. 負荷 2日後) (負荷 3日) (負荷 4日) (負荷 5日) (負荷 7日) (負荷 9日)

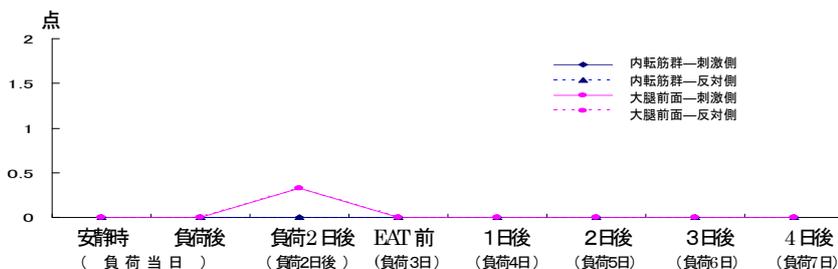
図—V(18) 1S群 (N=6) のトーマステストの変化率
 SA群のほうが1S群よりも回復が早い傾向が見られた



図—V(19) SA群 (N=3) のトーマステストの変化率
 SA群のほうが1S群よりも回復が早い傾向が見られた



図—V(20) 1S群の股関節内転筋群と屈曲筋群のタイトネスの変化 (N=6)
 各タイトネスにおいて有意な変化は認められない



図—V(21) SA群の股関節内転筋群と屈曲筋群のタイトネスの変化 (N=3)
 各タイトネスにおいて有意な変化は認められない

各項目についての実数値の平均値を表—V(3)、(4)に示した。

表—V(3) 1S群の各項目の実数値の平均値 (N=6)

		負荷前	負荷後	EAT前	直後	1h後	2h後	3h後	6h後	1日後	2日後	3日後	5日後	7日後
		負荷当日	負荷2日後							負荷3日	負荷4日	負荷5日	負荷7日	負荷9日
筋力(N/kg) (股屈曲)	刺激側	3.6	2.0	1.9	2.6	2.7	2.5	2.5	2.5	2.7	3.1	3.2	3.3	3.5
	反対側	3.5	1.8	1.9	2.1	2.4	2.2	2.0	2.3	2.4	2.9	3.1	3.3	3.4
筋力(N/kg) (膝伸展)	刺激側	2.1	1.5	1.7	1.9	1.9	2.0	2.1	1.9	2.1	2.2	2.3	2.2	2.1
	反対側	2.2	1.8	2.0	2.0	2.1	1.8	2.1	1.9	2.1	2.3	2.4	2.2	2.3
VAS(mm)	刺激側	1.2	27.5	81.0	77.5	70.2	63.3	66.7	61.0	43.7	19.2	6.2	1.8	1.7
	反対側	1.2	27.0	65.7	62.2	51.8	50.0	47.5	45.3	26.3	11.0	2.8	0.5	0.3
JOAスコア(点)		28.5	18.0	16.3	15.7	16.3	16.0	15.5	15.3	18.7	22.7	25.8	28.5	28.8
トーマス(点)	刺激側	0.0	0.8	1.3	1.2	1.0	0.5	0.7	0.7	0.5	0.2	0.2	0.2	0.0
	反対側	0.0	0.7	1.0	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0
内転筋(点)	刺激側	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	反対側	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大腿前面(点)	刺激側	0.0	0.0	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	反対側	0.0	0.0	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0

表—V(4) SA群の各項目の実数値の平均値 (N=3)

		安静時	負荷後	負荷2日	EAT前	1日後	2日後	3日後	4日後
		負荷当日	負荷2日	負荷3日	負荷4日	負荷5日	負荷6日	負荷7日	
筋力(N/kg)	刺激側	3.4	1.1	1.4	1.6	2.5	2.8	3.0	3.5
	反対側	3.3	1.3	1.6	1.7	2.2	2.6	3.1	3.3
VAS(mm)	刺激側	0.0	0.3	56.3	39.3	18.0	1.0	0.0	0.0
	反対側	0.7	0.3	45.3	37.0	16.3	3.0	0.0	0.0
JOAスコア(点)		29.0	25.0	21.7	25.3	27.0	28.7	29.0	29.0
トーマス(点)	刺激側	0.0	0.7	1.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	反対側	0.0	0.7	0.7	0.7	0.3	0.3	0.0	0.0
内転筋(点)	刺激側	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	反対側	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大腿前面(点)	刺激側	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	反対側	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

V-4. 考 察

研究 3 では運動負荷により DOMS を生じた被験者に対し、負荷 2 日後に刺激を行なった 1S 群と、急性期をやや過ぎた負荷 3 日後に刺激を行なった SA 群について T2 値、筋力、VAS、JOA スコア、タイトネスについて評価しその効果について検討した。

大腰筋への刺鍼を画像により確認したものは先行研究にはなかった。今回、超音波診断装置により確実に大腰筋への刺鍼が行われていたことを確認した。

DOMS に対する刺鍼刺激についての先行研究はいくつか見られるがその効果については統一した見解が得られていない部分も多い。主な先行研究の特徴を表—V(5)に示した。

表—V(5) DOMS に対する刺鍼刺激の効果の先行研究の主な結果

	運動様式	刺激時期	治療方法	動作時痛	圧痛	筋力	ROM	筋弾性	周計	筋電図	T2 値
宮本 ⁷³⁾ ら(1992)	膝伸展	負荷直後	EAT 30Hz	○	○	○					×
Katayama ⁸²⁾ ら(1995)	ハドミントン	負荷直後	EAT 2Hz	○	○						延長
巻 ²⁹⁾ ら(1997)	膝屈曲	負荷直後	単刺	○		○	×		×	○	
Barlas ⁷⁸⁾ ら(2000)	上腕屈曲	不明	置鍼雀啄	○	×		×				
寺田 ²⁸⁾ ら(2001)	カーフレイズ	24h 後	置鍼	○	×	×	×	×			
Itoh ⁸¹⁾ ら(2008)	上腕屈曲	負荷直後	置鍼	○							

注：(置鍼) 鍼を目的部位に刺入後 10～15 分そのまま放置しておく。

(単刺) 鍼を目的部位に刺入後、ただちに抜鍼する。

(雀啄) 鍼を目的部位に刺入後、鍼を上下し刺激を加える。

表中の○印は改善、×印は効果なし、無印は試行しなかったもの。

先行研究では DOMS の早期緩和、症状の予防に重点を置き、運動負荷直後に刺鍼刺激を加えているものが多かったが、発症した DOMS の症状に対する EAT の効果について検討したものは見られなかった。今回の研究で刺激時期を負荷 2 日目としたのは、今回の研究の目的のひとつである「低下した筋力に対する刺鍼治療の効果」を見る目的があったため、確実に筋力が低下している時期は先行研究より負荷 2 日後としていることによる。また、刺激方法も研究 1 と比較検討するために研究 1 と同じ方法をとった。

DOMS に対する刺鍼刺激の効果について MRI を用いた先行研究として宮本⁷³⁾らは片足で座位—立位の運動を繰り返し行わせ、運動直後に EAT を行い安静時との比較を

おこなっている。T2 緩和時間は運動直後に有意に増加し、その後 60 分まで低下するが、12 時間以降、外側広筋、内側広筋、中間広筋などで増加が認められたが対照群と鍼群との有意な差はみられなかったとし、また Katayama⁸²⁾らは DOMS を起こすような運動としてバドミントンを 2 時間行わせた直後に EAT を行い安静時との比較を行っている。運動 48 時間後に腕橈骨筋部での High intensity が少なく、T1 緩和時間では対照群（無処置）では 24 時間後に緩和時間延長のピークに達し、鍼施術群では 12 時間がピークで鍼施術により DOMS を早く改善させる可能性があるとしている。

今回の実験での T2 値の変化を見ると 1S 群では EAT 前と比較し、刺激側では反対側と比較し EAT 後、5 日後に増加していた。SA 群では鍼前と比較し EAT5 日後に増加していたが、刺激側と反対側に大きな差が見られなかった。これは症状のもっとも強い急性期に EAT を行い筋を軽く収縮させたことにより水分量が増加したためであると思われる。SA 群では症状が比較的安定したために T2 値の変化という大きな変化をみることは出来なかった。

また、個別にみると 1S 群において MRI の T2 値は EAT の前後で全例が上昇したわけではなく、1 例低下している例が見られた。EAT を行った際にエコーで大腰筋の収縮を確認していたが、他の例では大腰筋が大きく収縮し、脊柱起立筋の収縮は小さかったが、T2 値が低下した例では他に比べ、起立筋も大きく収縮していたことを確認している。このために大腰筋だけではなく周囲の筋についても循環改善が行われ T2 値が低下したことが考えられた。

DOMS による T2 値の変化の原因は運動負荷により筋損傷が発生し、筋損傷修復のために細胞浸潤および液体成分の貯留によるものだとされ、またこれらの変化の度合いは筋ごとに異なるとする報告もある⁷⁰⁾。EAT は通電により刺入された筋が収縮し循環改善が行われる。このことにより、目的部位が不安定な状態（刺激時期により効果が異なる）にあるときには EAT により水分量の変化に関与できる可能性があると考えた。

筋力についての先行研究は寺田²⁸⁾らは負荷 24 時間後に鍼刺激を行い鍼と偽鍼（先が丸くなっている）との比較において鍼側で刺激直後に筋力(Biodex 使用)の低下が見られたが、それ以降の経過において偽鍼との間に有意な差はなかったとしている。巻ら²⁹⁾は KIN-COM により筋力を測定し、実数値、変化量ともに鍼刺激群のほうが有意に大で筋力の回復を早める可能性があるとしている。また宮本ら⁷⁸⁾は Cybex による測定で peak torque %BW では 60・180deg/sec とともに対照群では負荷 48 時間後、鍼群では鍼刺激直後から徐々に回復し筋力低下の予防に効果があるとしている。

今回の実験での結果は EAT 前と比較し 1S 群では EAT 前との比較では刺激側は直

後、1時間後と1~7日、反対側では1~7日に有意に上昇していた。P値は2日後で刺激側では(P<0.01)であったが、反対側では(P<0.05)と異なっていた。EATにより筋力は一時的にも長期的にも反対側と比較し回復が早い傾向があったことが示唆された。3・6時間後にEAT前との有意差がなくなっているが、これは「筋力を何回も測っているのにだんだん痛くなってきた」という被験者の感想もあったので、疼痛が強い時期の測定として患部に負荷のかからない測定方法を導入する必要性があることが感じられた。SA群は1S群と比較し負荷前と比較し負荷5日後では1S群では76.5%、SA群では74.1%とほぼ同じであったが、負荷7日後では1S群では85.2%、SA群では100%以上回復し刺激時期により筋力の回復が異なる傾向にあった。

1S群について実験1と比較するとEAT直後の増加率は実験1では21.6%、実験3では36.8%と実験3のほうがいい結果であった。実験1の被験者は症状を長い期間有し、また腰痛などの症状もあったためやや低い結果になったと思われた。

DOMSでの動作時痛についての先行研究では7件ですべて改善していた。評価の仕方としてはVASを用いているものが多かった。今回の実験では股関節屈曲抵抗運動時の疼痛をVASとして評価した。1S群では刺激側・反対側ともにEAT1日後より有意に減少し、EAT5日後ではほぼ痛みは無くなっていた。しかし回復率で見ると反対側と比較し刺激側での回復率が悪い傾向にあった。SA群では刺激側・反対側に大きな差は見られなかったが、EAT2日後にはほぼ痛みが無くなっていた。1S群の結果は他の先行研究と異なるものであったが、刺激時期を遅らせたSA群で回復が早かったことより、1S群では治療時期が急性期であったため痛みに関してはいい結果につながらなかったものだと思われた。

1S群について実験1と比較するとEAT直後の減少率は実験1では-48.3%、実験3では-4.4%と大きく異なった。先に述べたように刺激時期が不適切であったためだと思われる。

JOAスコアについてはDOMSの評価に用いた先行研究はなかった。今回の研究結果で1S群とSA群について安静時と負荷後の回復率を比較するとEAT直後の減少率は実験1では-5.9%、実験3では-3.8%と大きな差は認められなかった。しかし、1S群では負荷5日後では90.5%、SA群での負荷5日後は99.0%と8.5%の差があった。この差は「腰痛に関して」の項目によるところが大きいと思われた。

各項目についてみると「下肢痛」、「歩行能力」、「軽度の筋力低下」、「立ち上がり動作」、「中腰姿勢または立位の持続」、「重量物の挙上または保持」、「歩行」について低下しているものが多く見られた。腰痛については研究1のように必ず腰痛が発症していたわけではなく、発症した例は9人中4例であった。他の項目と比較し人数は少な

かったが回復まで長くかかる傾向にあった。

スポーツ選手では長期間にわたり股関節屈曲運動による腰部に負担がかかったため腰痛が発症したと思われるが、研究 2、3 での運動負荷は DOMS を発症するほど大きなものであったが、その運動時間は両側で 30 分程度で終了してしまう。このことにより腰痛が発症しなかったのではないかと思われた。今回の実験では大腿四頭筋の負担を少なくするために膝屈曲位から伸展位への運動であったが、膝伸展位で腹筋運動を行うと腰痛が発症しやすい¹¹⁾としているものもあるので、今後実験を行う上で考慮すべき点であると思われる。また、今回の実験では EAT 群と比較するものがなかったために JOA スコアについては有用性について検討することはできなかった。今後、比較対照群を設置し自然経過について詳しく観察する必要があると思われた。

今回の実験ではタイトネスとして腸腰筋ではトーマステストを行い指標のひとつとした。他に除外項目として内転筋群、大腿前面の筋群でのストレッチ痛を -・±・+ で記入し、点数化して評価した。タイトネスに関しての先行研究としては関節可動域が近いものだと思われるが、有意な変化は認められていない。今回の実験においても関節可動域を指標のひとつとして取り入れることを考えたが、股関節の可動域の伸展ではもともと 15 度程度しかなく、また測定時に体幹部のねじれなどによりゴニオメーターを用いても正確に測定することは予備実験においては困難であった。このことにより可動域の測定に変わるものとして各タイトネステストを用いた。結果は実数値では刺激側のほうが高い傾向にあったが、EAT 前で左右差があったため EAT 前を基準として回復率としてみると 1S 群、SA 群ともに刺激側のほうが回復が早い傾向があった。1S 群と SA 群を比較すると 1S 群では完全に回復するまでに負荷 7 日以上要していたが、SA 群では刺激側では負荷 4 日後、反対側では 1S 群と同じように負荷 6 日を要した。適切な刺激時期に EAT をおこなえば DOMS の症状の回復に効果が見られることが示唆された。また股関節の可動域としてはビデオ撮影などを行い動作解析により可動域を測定するなどの方法を今後行う必要があると思われた。

VI. 総合考察

本研究では研究1として股関節屈曲筋力の低下したスポーツ選手の大腰筋へのEATの効果について検討するために、股関節屈曲筋力の低下したスポーツ選手に対して鍼治療を行い、治療前後で筋力、股関節屈曲時の疼痛、日本整形外科学会腰痛評価表について評価を行った。また、前述のスポーツ選手への大腰筋へのアプローチが妥当なものであることを確認するために研究2の股関節屈曲運動によりT2値や症状などからDOMSを生じた大腰筋に対しての経過観察を行い、また研究3としてEATを行い、確実に大腰筋に鍼が刺入されていることの確認とその効果について検討した。

EATの利点として山口⁸³⁾は①刺激を定量的に与えられる：周波数や電流量、刺激時間を決めてしまえばトータルでどのくらいの刺激が加えられたかを客観的に知ることができる。②筋に対して確実に刺激できる：刺入した筋に直接電気を流し、そのことにより筋が収縮するので確認が容易である。また筋を刺激することで筋を支配している神経に含まれている求心性神経を興奮させ、中枢神経に信号を送り、このことにより鎮痛系を賦活したり、反射によりホルモンの分泌や自律神経系を調節したりする。などの点を上げている。今回の研究1,2,3においても治療（刺激）方法はすべてEATにより刺激時間、周波数は統一し（ただし、電流量については通電したときの被験者本人の感じ方が異なるため痛みのない程度で収縮が確認できる程度とした）、また、収縮により画像上でも股関節の動きにおいても大腰筋の収縮を確認した。

これまで腸腰筋に対しての鍼治療の効果についてはいくつかの研究がなされてきたが、スポーツ選手での障害について述べたものは見られなかった。またDOMSに対しての鍼治療の研究もいくつか見られたが、大腰筋に対して行ったものはなく、また症状出現後に刺激を加えたものは見られなかった。

本研究においては股関節屈曲筋力の低下しているスポーツ選手に対し、大腰筋にEATを行い筋力の回復と疼痛、日本整形外科学会腰痛評価表での項目についての改善を確認した。また、股関節屈曲運動によりDOMSの生じた被験者において経過観察を行い、大腰筋のT2値が上昇していること、股関節屈曲筋力の著しい低下、動作時痛などから股関節屈曲には大腰筋の関与が大きいことを確認し、股関節屈曲筋力の低下しているスポーツ選手の治療において大腰筋を選択した妥当性が得られたと考えられた。

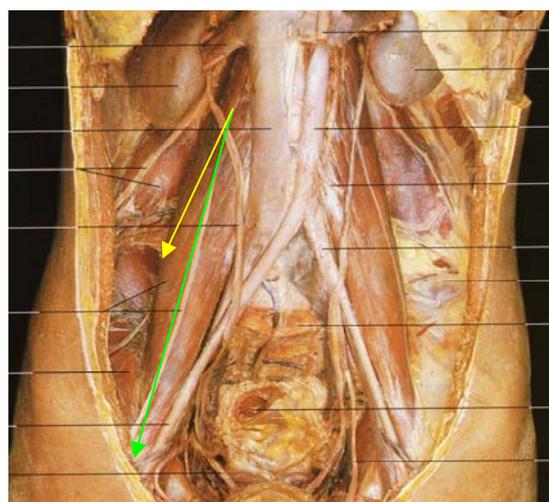
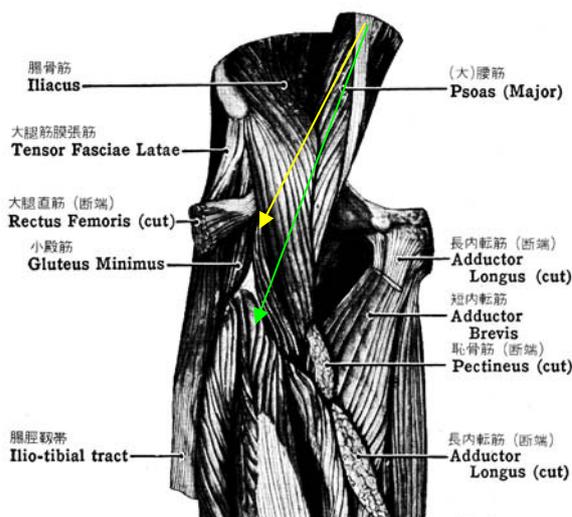
臨床研究での被験者の腰痛の理由として大腰筋の疲労によるものだと考えられるが、疲労を起こすと筋は短縮し起始部である第12胸椎と第1～4腰椎の外側面ならびにそれらの間にある椎間円板に負担がかかり、そのために腰痛が発症と考えた。

また、実験により生じたDOMSに対してEATを行い、刺激側でT2値の上昇、反対側と比較し筋力の回復が早く、またタイトネスにおいて改善が見られた。しかし、

先行研究にあった疼痛の改善は見られなかった。これは急性期に刺激を加えたためだということが考えられ、治療時期をやや後にした例では刺激側のほうが回復が早い傾向にあった。

実験 2・3 で負荷後、経過観察の開始時期を負荷 2 日後としたのは、先行研究において T2 値、筋力、VAS などの項目においてピークを迎えるのは負荷 2 日後としているものが多かったことによった。先行研究の結果と比較しても結果は大きく変わっていないと思われるが、考察を行う上では負荷 1 日後も測定を行ったほうがよりよかったと思われた。

MRI 画像（特に図IV-8、p22）で負荷 1 週間後に大腰筋の背部が三日月型に白くなっている部分が認められる。これは肉離れの好発部位（損傷が起こりやすい部位）は筋腱移行部だとされている。筋の構造は起始・停止部が直線的につながっているのではなく、起始—停止部の線（緑矢印）に対し筋繊維は斜め（黄矢印）に走行している（図VI-1、2 参照）。このために筋の中間であった撮像部分に白色部が現れたことが推察される。



図VI-1 大腿前面の筋群
(グラント解剖学図譜 4-28B より⁸⁴⁾)

図VI-2 後腹壁および腹膜後器官
(解剖学カラーアトラス P.318 より⁸⁵⁾)

※起始—停止部の線（緑矢印）に対し筋繊維は斜め（黄矢印）に走行している

今回の実験 2・3 において股関節屈曲運動の負荷を最大筋力の 120%を錘で与えた。予備実験において Biodex を用いてエキセントリックな負荷を与えたが、力を強く入れなくても動いてしまい被験者本人の努力に関わる場所が大きいように思えた。Biodex と比較し錘による負荷は人の心理としていきなり力を抜くことは少ないというアドバイスもあり本実験においてはこちらを選択した。

運動負荷の方法としては被験者の症状が負荷 2 日後に各項目でピークを迎え、一般的に言われている DOMS の経過に合致していたことから本実験で用いた運動負荷の方法は大腰筋に DOMS を生じさせるために適当であったと考えられたが、負荷量については先行研究と比較し、負荷直後より VAS がやや上昇し、また筋力の低下も見られることから負荷としてはやや強すぎる傾向があったと思われた。また、負荷量は最大筋力の 120%と均一にしたはずであったが、被験者での筋力の減少率をみると 18%~84%と被験者間では差がでてしまった。ただし被験者個人での左右差は平均 2.9%(±7.6%)と個人の中では問題がなかった。被験者間で差が出たのは運動歴や運動習慣など個人の能力に関わる場所が大きいと思われるが、今後、研究を行う上で筋力の減少率も被験者間でなるべく同じになるような方法をとる必要があると思われた。

今回は JOA スコアを用いたが、近年、腰痛の評価として Roland-Morris Disability Questionnaire(RDQ)や 2007 年に作成された日本整形外科学会腰痛評価質問票 JOA back pain evaluation questionnaire (JOABPEQ)が用いられている。本研究は 2004 年に体力医学会で発表した研究を継続した関係上、臨床研究と比較するために今回の評価表は JOA スコアを用いた。しかし、スポーツ選手の評価としては日常生活動作を基準としているために適さない点もありスポーツ動作に重点を置いた質問紙が作成される必要性を感じた。

実験により生じた股関節屈曲の障害は臨床研究と比較していくつかの異なる点があった。一つ目として実験の被験者では腰痛を発生したものは 9 例中 4 例で、全員には腰痛が発症しなかった。次に症状の出現期間が臨床研究のスポーツ選手では約 2 週間~3 ヶ月と比較的長かったのに対し、実験による被験者では DOMS ということもあり約 1 週間ではほぼすべての症状が改善されていた。また、1 例ではあったが MRI 画像上、臨床研究では特に問題は見られなかったが、実験ではすべての被験者で T2 値が上昇していた。これらのことより臨床研究と実験で得られたデータが同じようなモデルの作成の必要性が感じられた。今後、細胞学的事項なども含め詳細な検討を実施していく必要があると考える。

VII. 結論

本研究において以下の結果を得た。

- ①スポーツ選手において股関節屈曲筋力低下の主な原因としては大腰筋の疲労が考えられ、大腰筋に EAT を行い、筋力、股関節屈曲時の疼痛、日本整形外科学会腰痛評価表において治療前後で有意な改善をみた。
- ②股関節屈曲でのエキセントリックな強い運動を行うと大腰筋に遅発性筋痛が生じる。
- ③大腰筋で生じた遅発性筋痛の各症状に対し、最も症状の強い時期に低周波鍼通電療法を行い鍼刺激側で刺激前と比較し
 - ・ T2 値の有意な増加を得た。
 - ・ 筋力、疼痛、タイトネスについて早期の回復が得られた。

これにより、大腰筋の疲労により股関節屈曲筋力の低下したスポーツ選手に対して鍼治療を行う上で大腰筋へのアプローチの妥当性が示唆され、また遅発性筋痛により生じた症状に対し低周波鍼通電療法は回復を早める可能性があることが示唆された。

参考文献

- (1) 権田絵里：直立二足歩行と腰痛症—抗重力姿勢の影響．理学療法 41:99-105. 2007
- (2) 菊池臣一：続・腰痛をめぐる常識のウソ．金原出版株式会社，東京，9-12. 1998
- (3) 星野雄一：腰痛とつきあう．順天堂医学 48(2):197-201. 2002
- (4) Kahle W, Leonhardt H, Platzner W (越智淳三訳)：解剖学アトラス．文光堂、東京，117. 1984
- (5) 伊藤俊一，隈元康夫，白土修：腰痛症者の理学療法評価の臨床的思考過程．理学療法ジャーナル 41:113-121. 2007
- (6) 田中健一：大学女子バレーボール選手における腰痛と体幹筋力および下肢の柔軟性の関係．関西臨床スポーツ医・科学研究会誌 12:37-39. 2002
- (7) Kamaz M, Kirsi, Oquz H, et al:CT measurement of trunk muscle areas in patients with chronic low back pain. Diagn Interv Radiol, 13(3):144-148. 2007
- (8) Hides JA, Belavy DL, Stanton W, et al :Magnetic resonance imaging assessment of trunk muscles during prolonged bed rest. Spine, 32(15): 1687-1692. 2007
- (9) 早坂弘司，伊礼修，国分正一：腰椎姿勢の変化における大腰筋の役割．日本腰痛学会誌 2(1):27-32. 1996
- (10) CW, Floyd RT(栗山節郎 監修，中村千秋，土屋真希 翻訳)：身体運動の機能解剖，医道の日本社，神奈川 95. 1998
- (11) Donnelly JE(福林徹 監修，中村千秋，渡部賢一 翻訳)：動きでわかる解剖と機能，医道の日本社，神奈川 153. 2001
- (12) 木村忠直：数種類霊長類における大腰筋の筋繊維構成と組織化学的特徴．バイオメカニズム学会雑誌 24(3):141-147. 2000
- (13) 久野譜也：高齢者の筋力トレーニング．体育の科学 52(8):617-625. 2002
- (14) 金俊東，久野譜也，相馬りから：加齢による下肢筋量の低下が歩行能力に及ぼす影響．体力科学 49:589-596. 2000
- (15) 光本健次，今村貴幸：高齢者のスポーツにおける運動の効果—運動に対する意識の変容と大腰筋量の変化を中心にして—．東海大学紀要開発工学部 14:7-13. 2004
- (16) 福井勉：大腰筋機能の臨床的考察. バイオメカニズム学会誌 24(3):153-158. 2000
- (17) 久野譜也：大腰筋の横断面積と疾走能力及び歩行能力との関係．バイオメカニズム学会誌 24(3):148-152. 2000
- (18) 星川佳広，飯田朝美，村松正隆ら：高校生スポーツ選手の競技種目別の大腰筋横断面積．体力科学 55:217-228. 2006
- (19) Dorge HC, Andersen TB, Sorensen H et al :EMG activity of iliopsoas muscle

- and leg kinetics during the soccer place kick: *Scandinavian Journal of Medicine & Science Sports* 9(4):195-200. 1999
- (20) 山田勝弘：急性腰下肢痛としびれ感. *医道の日本* 66(11):45-50. 2007
- (21) 井上基浩, 松本勲：腸腰筋の緊張に由来する腰痛に対する鍼治療経験. *全日本鍼灸学会雑誌* 45(1):67. 1995
- (22) 井上基浩：慢性腰痛に夾脊穴及び腸腰筋刺鍼が奏効. *医道の日本* 66(11):58-61. 2007
- (23) 谷直樹：大腰筋に対する的確な刺鍼方法確立のための解剖学的考察. *全日本鍼灸学会雑誌* 55(3):395. 2005
- (24) 廻谷滋, 福林徹, 鳥居俊ら：腸腰筋由来による腰痛に対する鍼治療の効果. *体力科学* 53(6):878. 2004
- (25) Andersson E, Oddsson L, Grundström H, et al: The role of the psoas and iliacus muscles for stability and movement of the lumbar spine, pelvis and hip, *Scandinavian Journal of Medicine & Science Sports*, 5(1):10-16. 1995
- (26) Andersson E, Nilsson J, Thorstensson A, et al: Intramuscular EMG from the hip flexor muscle during human locomotion. *Acta Physiol Scand*, 161(3):361-370. 1997
- (27) 津山薫, 小林剛, 斉藤照夫ら：サッカー選手の等速性筋力と MRI からみた下肢筋力特性—アーチェリー選手との比較から—. *体力科学* 56:223-232. 2007
- (28) 寺田和史, 向井直樹, 宮本俊和ら：エキセントリック運動により生じた遅発性筋痛に対する鍼刺激の効果. *体力科学* 50:583-592. 2001
- (29) 巻礼史, 向野義人：遅発性筋痛に対する鍼治療の効果について—筋力、筋放電量からの検討—. *体力科学* 46(6):775. 1997
- (30) 吉川恵士：筑波大式低周波鍼通電療法(2). *医道の日本* 49(10):20-27. 1990
- (31) 羽尻裕美, 塩谷正弘：図説 ペインクリニック(14)大腰筋筋溝ブロック. *Medical Postgraduates* 36(2):17-22. 1998
- (32) 樋口比登実, 増田豊：大腰筋筋溝ブロック. *Pain Clinic* 18(3):342-347. 1997
- (33) 尾崎昭弘編：鍼灸医療安全ガイドライン. 医歯薬出版株式会社, 東京. 2007
- (34) 川喜多健司, 中村行雄：Medline による鍼の有害性に関する調査報告の紹介. *全日本鍼灸学会雑誌* 47(3):196-204. 1997
- (35) 小竹伴照, 土肥信之：CT像による脳血管障害片麻痺患者の体幹および下肢筋の検討. *リハビリテーション医学*, 28(8):607-612. 1991
- (36) 横山貴司, 和田野安良：腰痛と腸腰筋の筋硬結を呈した競輪選手へのモビライゼーションを伴った徒手理学療法への介入. *理学療法*, 30:354. 2003
- (37) 丹波滋朗, 高柳富士丸, 宮川博文：腰痛予防に対する腸腰筋のストレッチング. *愛知医科大学医学会雑誌*, 34(1):40. 2006

- (38)宮本俊和,市川あゆみ,保坂理樹ら:スポーツ傷害に対する鍼治療—適応と限界—
大学スポーツ選手の腰痛に対する低周波鍼通電療法の効果.臨床スポーツ医学,
17:1073-1076.2000
- (39)宮本俊和,大前優子,泉重樹:スポーツ選手の腰痛に対する低周波鍼通電療法.臨床
スポーツ医学,22:1095-1100.2005
- (40)Daniels L,Worthingham C(津山直一,東野修治 訳):徒手筋力検査法 改定第
5版.協同医書出版社,東京.1992
- (41)田中綾乃,網本和,松澤智美ら:ハンドヘルドダイナモメーターによる座位保持能
力の測定—健康人における加齢的变化—.理学療法学,28(6):282-285.2001
- (42)坂上昇,栗山裕司,山崎裕司ら:ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性足背
屈筋力の測定—検者間及び検者内再現性の検討—,高知リハビリテーション学院紀
要,4:13-17.2002
- (43)竹内孝仁,細田多穂,高橋輝夫ら:体表解剖と代償運動,医歯薬出版株式会社,
東京 192-194.2003
- (44)Nancy Berryman Reese(奈良勲 監訳):筋・感覚検査法,医歯薬出版株式会社,
東京.2001
- (45)舌間秀雄,吉本奈美,大嶺三郎ら:ハンドヘルドダイナモメーターによる筋力測定
時の一考察—Power Track II COMMANDER を使用しての検討—.理学療法福
岡,16:33-37.2003
- (46)佐藤滋,鎌田潤也,上嶋健治ら:ハンドヘルドダイナモメーターの精度評価と臨床
応用への検討—CYBEXNORM™ と Power Track II™ を用いて—.東北理学療法
学,12:6-9.2000
- (47)佐藤真一,佐藤滋,外久保恵美ら:異種機器による等尺性筋力測定設定での測定値
の相関関係の検討.理学療法学,26:38.1999
- (48)加藤宗規,山崎裕司,中島活弥ら:ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性股
屈曲,伸展筋力の測定—固定用ベルトの使用が再現性に与える影響—,高知リハビリ
テーション学院紀要,6:7-13.2004
- (49)小林聡,宮本始昌,長尾栄一ら:膝痛症に伴う大腿四頭筋筋力低下に対する鍼刺
激の効果.全日本鍼灸学会誌,34(3・4):236-241.1985
- (50)半田美香子,恒松隆太郎,宮本俊和ら:変形性膝関節症患者の膝伸展筋力に鍼施
術が与える効果.全日本鍼灸学会誌,58(3):523.2008
- (51)川村和也,後藤葉子,東別府一美ら:筋出力に対する鍼刺激の影響—ベンチプレ
スにおけるパワー値の測定.東洋療法学校協会学会誌,31:49-51.2008
- (52)坂口俊二,若山育郎,津嘉山洋:慢性腰痛症に対する皮内鍼治療臨床試験.関西
鍼灸大学紀要,3:20-25.2006

- (53)伊藤和憲, 越智秀樹, 北小路博司: 繊維筋痛症候群に対する鍼灸治療の効果: 慢性的な全身疼痛を主訴とした4症例に対する鍼通電治療. 日本東洋医学雑誌, 55(3):331-336. 2004
- (54)宮本俊和, 濱田淳, 和田恒彦ら: マラソン後の疼痛と筋硬度に対する円皮鍼の効果: 二重盲検ランダム化比較試験による検討. 日本東洋医学雑誌, 54(5):939-944. 2003
- (55)坂口俊二, 谷万喜子, 西口理恵ら: 冷え性に対する鍼治療の効果: 瘀血症候との関連について. 日本東洋医学雑誌, 45(4):919-925. 1995
- (56)宮本俊和, 保坂里樹, 村上さゆりら: スポーツ選手に対する鍼治療—その適応と限界—筑波大学におけるスポーツ選手に対する鍼治療. 臨床スポーツ医学, 17(9):1067-1071. 2000
- (57)河瀬美之, 石神龍代, 中村弘典ら: 腰痛に対する鍼治療 偽鍼を対象群に用いた多施設ランダム化比較試験. 全日本鍼灸学会雑誌, 56(2):140-149. 2006
- (58)粕谷大智: 間欠性跛行を主訴とする腰部脊柱管狭窄症に対する鍼灸治療. 現代鍼灸学, 2(1):59-63. 2002
- (59)野口泰博: 鍼刺激が筋疲労に及ぼす影響—血中乳酸と垂直とび及び筋硬度からみた変化—. 東海大学紀要 体育学部, 16:41-45. 1987
- (60)堀雅史, 大岡茂, 向井直樹ら: スポーツ選手の腰痛に対する低周波鍼通電療法が皮膚温、筋硬度に与える影響. 体力科学, 52(6):986. 2003
- (61)須川勲, 小林良充, 森脇正之ら: MRI でみる筋肉損傷. 日本整形外科スポーツ医学会誌, 11:29-32. 1992
- (62)名倉武雄, 山崎信寿: 生体力学モデルによる大腰筋の機能解析. バイオメカニズム学会誌, 24(3):159-162. 2000
- (63)William Kirk Isabell, Eariene Durrant, William Myrer, et al: The effects of massage, ice massage with exercise, and exercise on the prevention and treatment of delayed onset muscle soreness. Journal of Athletic Training 27(3):208-217. 1992
- (64)今井純子訳: アイスマッサージとエクササイズによる遅発性筋痛の治療、及び予防について. コーチング・クリニック 5:31-37. 1993
- (65)野坂和則: 遅発性筋痛. 臨床スポーツ医学 17(6):655-663. 2000
- (66)水村和枝: 筋性疼痛の抹消性機構. 日本醫事新報 4274:26-28. 2006
- (67)Ray H. Hashemi, Christopher J. Lisanti, William G. Jr. Bradley (荒木力 監訳): MRI の基本 パワーテキスト 基礎理論から最新撮像法まで. メディカル・サイエンス・インターナショナル, 東京, 58-65. 2006
- (68)奥脇透: 筋損傷のMRI. 臨床スポーツ医学 17(6):671-676. 2000

- (69)Prior BM, Jayaraman RC, Reid RW, et al : Biarticular and monoarticular muscle activation and injury in human quadriceps muscle. *European Journal of Applied Physiology* 85(1-2):185-190. 2001
- (70)Takahashi H, Kuno S, Miyamoto T, et al : Changes in magnetic resonance images in human skeletal muscle after eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology* 69(5):408-413. 1994
- (71)Nurenberg P, Giddings CJ, Stray-Gundersen J, et al : MR imaging-guided muscle biopsy for correlation of increased signal intensity with ultrastructural change and delayed-onset muscle soreness after exercise. *Radiology* 184(3):865-869. 1992
- (72)Warren GL, Lowe DA, Armstrong RB : Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports Medicine* 27(1):43-59. 1999
- (73)宮本俊和, 小林智子, 高橋英幸ら : 遅発性筋痛に対する鍼治療. *体力科学*, 41(6):747, 1992
- (74)Lund H, Vestergaard-Poulsen P, Kanstrup IL, et al : The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science Sports* 8(4):216-221. 1998
- (75)Jamurtas AZ, Theocharis V, Tofas T, et al : Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage. *European Journal of Applied Physiology* 95(2-3):179-185. 2005
- (76)Nancy Berryman Reese (奈良勲 監訳) : 筋・感覚検査法, 医歯薬出版株式会社, 東京. 2001
- (77)Hübscher M, Vogt L, Bernhörster M et al : Effects of acupuncture on symptoms and muscle function in delayed-onset muscle soreness. *J Altern Complement Med*, 14(8):1011-1016, 2008
- (78)Barlas P, Robinson J, Allen J, et al : Lack of effect of acupuncture upon signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Clin Physiol* 20(6):449-456, 2000
- (79)柳澤修 : MRI と遅発性筋痛 : T2 強調画像と拡散強調画像による評価. *体力科学* 55(6):617, 2006
- (80)田茂井克典, 鎌田昇, 佐藤正次ら : 運動負荷後の遅発性筋痛と生体硬度的変化, *理療の科学* 15(1):47-52, 1991
- (81)Itoh K, Ochi H, Kitakoji H : Effects of tender point acupuncture on delayed onset muscle soreness (DOMS). *Chinese medicine* 3(1):14, 2008
- (82)Katayama K, Ochi H, Ikeuchi T, et al : Effect of acupuncture treatment on delayed

onset muscular soreness studied by magnetic resonance method. Proceeding FISU/CESU conference The 18th Universiade Fukuoka, 306-307, 1995

(83) 山口真二郎: 鍼通電療法テクニック 運動器系疾患へのアプローチ, 医道の日本, 横須賀 6-8, 2001

(84) J. E. Anderson (森田茂、楠豊和訳): グラント解剖学図譜 第3版 (原著第8版). 医学書院、東京, 4-28B. 2002

(85) J.W.Rohen, 横地千仞, E.Lütjen-Drecoll: 解剖学カラーアトラス 第5版. 医学書院、東京, 318. 2004

今回、用いた略語

EAT : Electro Acupuncture Therapy 低周波鍼通電療法

HHD : Hand Held Dynamometer

PT II : Power Track II

VAS : Visual analog scale 視覚アナログ尺度

JOA スコア : 日本整形外科学会腰痛評価表

MMT : manual muscle test 徒手筋力検査法

トルクマシン : isokinetic dynamometer 等運動性筋力測定器

1S : 1 Stimulation 1回刺激群

SA : Subcute 亜急性期群

謝辞

本論分作成にあたり、多大なるご指導およびご高閲を賜りました福林徹教授には心より感謝致します。また、鳥居俊准教授、金岡恒治准教授におかれましてもご指導いただき、誠にありがとうございます。

本研究に当たり、当初からご指導、アドバイスをいただきました柳澤修先生、菱田慶文先生、東京女子体育大学体育学部・覚張秀樹教授、明治学院大学・加藤博人先生、また特に筑波大学大学院人間総合科学研究科・宮本俊和准教授には多大なるご指導をいただき誠にありがとうございます。

本実験に参加していただいた被験者の皆様、福林研究室の皆様、平山邦明君を始めとした川上研究室の皆様、そして小手指 4 丁目鍼灸院スタッフの皆様に心より御礼申し上げます。