

## 運動負荷後のストレッチングが筋硬度に及ぼす影響

† 木村篤史, 松本和久, 池内隆治

明治鍼灸大学 臨床柔道整復学Ⅲ教室

**要旨：**本研究の目的は、運動負荷後に行うストレッチングが筋硬度に及ぼす影響について検討することである。対象は健康成人男性6名とした。方法は6名の被験者をストレッチングなしの場合として実験後、筋疲労の回復期間として2ヵ月の休息期間のち再度、ストレッチングありの場合として実験を実施した。運動負荷は左腓腹筋を対象に、運動強度は60%ピークトルク量にて等尺性収縮運動を3日間断続的に実施させた。各日の運動負荷前、運動負荷直後、運動負荷15分後に左腓腹筋の筋硬度を計測しその変化を記録した。ストレッチングありの場合は運動負荷15分後に30秒間の静的ストレッチングを左腓腹筋に実施した。その結果、ストレッチングなしの場合は、筋硬度は1日目と比較し、2日目ではやや上昇し、3日目では有意に上昇した ( $p<0.05$ )。それに対してストレッチングありの場合は、筋硬度は2日目、3日目でも上昇せず1日目の状態に維持されていた。運動負荷後に行うストレッチングにより、その後生じる筋硬度の上昇は抑制され、筋柔軟性を維持することが可能であり、傷害発生の減少に有効であると考えられた。

### I. はじめに

ストレッチングは競技スポーツあるいはレクリエーションスポーツやリハビリテーション、日常生活におけるセルフメディケーションなどの場面において広く実施されているフィジカルケアの一つである。特にスポーツ医学の分野においてウォーミングアップでは運動前の筋のしなやかさを向上させることを目的に、クーリングダウンでは運動後に筋が硬くなることを防ぐことを目的にそれぞれストレッチングを行うことが望ましいと述べられている<sup>1)</sup>。しかし、スポーツ活動前後のストレッチング実施状況について、大学アスリートを対象にした調査では、プレー後のストレッチングの重要性は認識しているものの実際にはプレー前のストレッチングよりもプレー後のストレッチングの実施率は低く、プレー後のストレッチングが適切に実施されていないことが示唆されている<sup>2)</sup>。

高校生陸上競技選手を対象とした調査<sup>3)</sup>、中学生の運動部員を対象とした調査<sup>4)</sup>、スポーツ活動中に肉離れを受傷したアスリートを対象とした調査<sup>5)</sup>において、スポーツ活動前のウォーミングアップに費やす時間と比較し、スポーツ活動後に行うクーリングダウンに費やす時間は半分以下もしくは0分という結果であった。それらのクーリングダウンの内容にはいずれもストレッチングが含まれていることより、スポーツ活動後における

ストレッチングの必要性は意識されていても重要視されておらず、効果的に実施されていないのが実情である。

運動後のストレッチングの有効性に関して、筋硬度を指標に運動負荷前後にその効果を測定した報告は見られるが、運動負荷は1日のみの実施であり、測定が運動後のストレッチングの直後<sup>6)</sup>、23分後<sup>7)</sup>、翌日<sup>8)</sup>であった。しかし、実際のスポーツ活動や様々な日常生活動作の場面では身体にかかる運動負荷は1日のみであることはなく、その多くは日常的に実施されるものであり、そのような状況の中で翌日の運動負荷をどのような状態で迎えるかという点について検証が必要である。

以上のことより、今回は実際のスポーツ活動や日常生活動作における運動負荷モデルとして、3日間断続的に運動負荷を実施した。各運動負荷後に静的ストレッチングを実施し、その後生じる筋疲労に対する有効性について筋硬度を指標に検証したので報告する。

### II. 方法

#### 1. 対象

下肢に障害を有さない健康成人大学生である男性6名を被験者とした。被験者の平均年齢および標準偏差は $25\pm 5$ 歳、平均身長は $173\pm 3$ cm、平均体重は $75\pm 17$ kgであった。被験者のうち3名は大

平成19年8月27日受付、平成19年11月28日受理

Key Words：運動負荷 exercise, 筋硬度 muscle hardness, ストレッチング stretching,

ビーナストロンⅡ Venustron Ⅱ

† 連絡先：〒629-0392 京都府南丹市日吉町保野田ヒノ谷6-1

Tel: 0771-72-1181 Fax: 0771-72-0326

明治鍼灸大学 臨床柔道整復学Ⅲ教室

e-mail: a\_kimura@meiji-u.ac.jp

学部活動レベルの運動習慣があったが、他の3名は日常的な運動習慣はなかった。また被験者全員において日常的なストレッチングを行う習慣はなかった。

被験者全員に対して本実験の目的及び実施方法、実験により発生すると考えられる危険性について説明を行い、同意を得た上で本実験を実施した。なお、本実験は明治鍼灸大学倫理委員会にて承認を受けたうえ実施した（受付番号17-25）。

## 2. 実験デザイン

6名の被験者に対して運動負荷のみを行い、筋硬度の測定を行った後（以下、ストレッチングなしの場合）、筋疲労の回復期間として2ヵ月の休息期間を経て、同一被験者にて同様の運動負荷を行い、その後ストレッチングを導入させて筋硬度の測定を行った（以下、ストレッチングありの場合）。筋硬度測定時期は、ストレッチングなしの場合は「運動負荷前」、「運動負荷直後」、「運動負荷後15分間の安静後」であり、これら同様の事項を1日

目、2日目、3日目と3日間連続で行った。ストレッチングありの場合は「運動負荷前」、「運動負荷直後」、「運動負荷後15分間の安静後に静的ストレッチングを実施した後」であり、これら同様の事項を1日目、2日目、3日目と3日間連続で行った（図1）。

## 3. 運動負荷の方法

運動負荷は、被験者をベッド上に腹臥位にし、左膝関節伸展位、左足関節底背屈 $0^{\circ}$ の位置で左腓腹筋を対象に、等速性筋力評価訓練機器（Myoret RZ-450；川崎重工社製）を用いて実施した（図2-a）。

方法は、まず3秒間の等尺性収縮運動を3回実施し、そのうちの最大値をピークトルク量として求めた。そのピークトルク量の60%の値を算出し運動負荷の目標トルク量として設定した。その後、視覚的フィードバックにてモニター上の目標トルク量を示す点線まで筋出力し、その状態で3秒間静止する等尺性収縮運動を20回3セット行わせた（図2-b）。

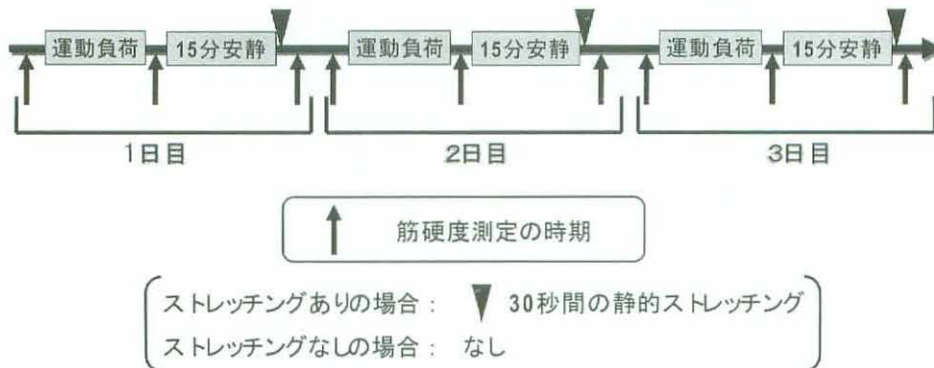


図1. 実験の流れ

本実験の流れの全体像を示す。

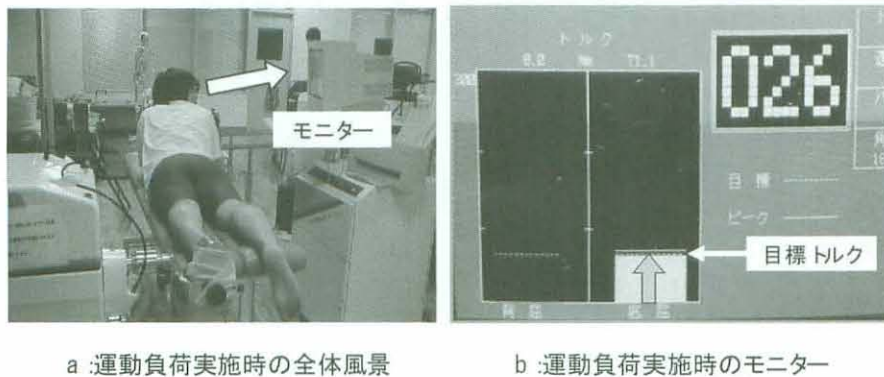


図2. 運動負荷の方法

(a)は運動負荷の全体風景である。ベッド上に腹臥位、膝関節伸展位、足関節底背屈 $0^{\circ}$ にて左腓腹筋の等尺性収縮運動をモニターを見ながら実施する。(b)はモニター画面である。被験者はモニター画面の点線（目標トルク）まで出力し、その状態で3秒間静止する運動を実施する。



a :筋硬度計本体, 計測プローブ, PC

b :計測プローブの先端

図3. 筋硬度計

a)は筋硬度計の全体図である。本機器は筋硬度計本体、計測プローブ、PCから構成される。(b)は計測プローブの先端である。プローブ先端中央のセンサーが測定ポイントに合致するように位置決めリングを皮膚表面に当て固定する。測定の際は、センサーが突出し(点線矢印)皮膚接触後8mm押し込む。

セット間の休息は30秒間とした。3日間連続で上記の同様の運動負荷を与えた。

#### 4. 筋硬度の測定

筋硬度の測定は、筋硬度計 (Venustron II ; AXIOM社製) にて測定した。筋硬度計は筋硬度計本体、測定プローブ、パーソナルコンピューターから構成される (図3-a)。

測定プローブは位置決めリングと測定のためのセンサーにより構成され (図3-b)、パーソナルコンピューターからの指令により、センサーが皮膚接触後、一定の速度にて押し込み、その際の荷重量を測定する。荷重量が大きいほどその組織は硬く、少ないほど軟らかいことを示す。今回の実験ではセンサーの押し込み速度は3mm/sec、押し込み距離は8mmにて測定を行った。

測定部位は、左側腓腹筋外側頭・内側頭、筋腱移行部とした (図4)。各部位の筋硬度測定のポイントは、外側頭は膝窩皮線より5横指下で外側筋腹部、内側頭は膝窩皮線より5横指下で内側筋腹部、筋腱移行部は膝窩皮線と踵との線分を3等分した遠位1/3部とした。筋硬度の測定部位を3日間同一部位にするため油性マジックにて測定部位にマーキングを施しその上をシールにて保護し、各日ごとに張替えた。

#### 5. ストレッチングの方法

ストレッチングありの場合におけるストレッチングの方法は静的ストレッチングを行い、被験者自身によるセルフストレッチングとした。その具体的な実施方法は、被験者を壁の前に立たせ手掌

を壁に接触する。右下肢を前方に、左下肢を後方に開き、左下肢の踵部をしっかりと床面に接触した状態で左膝関節は伸展位を保持した状態で、右膝関節を屈曲しながら骨盤を前方に移動し、左腓腹筋のストレッチングを行った (図5)。

静的ストレッチングの持続時間はWilliamら<sup>9)</sup>の結果に基づき30秒間とし実施回数は1回のみとした。ストレッチングの程度は、Bob Andersonによるeasy stretchingの方法<sup>10)</sup>に準じ、弾みをつけずに軽く緊張が感じられるまで伸張しその状態で保持させたのちリラックスさせることとした。

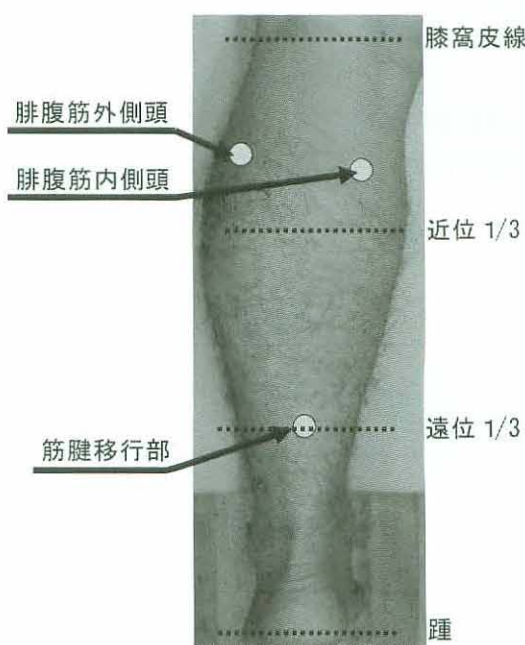


図4. 筋硬度の測定部位

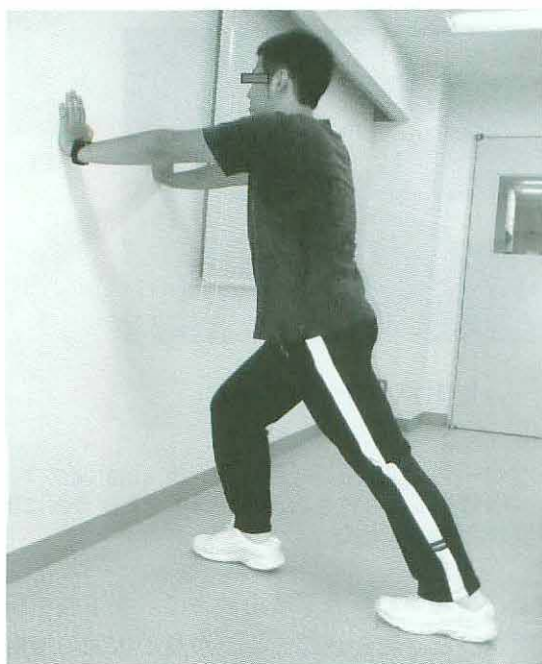


図5. 静的ストレッチングの実施方法

静的ストレッチングの実施方法を示す。ストレッチングを実施している間は、踵が床面から離れないようにすること、左膝関節を屈曲しないこと、下腿後面に伸張感を確認することに留意するよう被験者に指導した。

ストレッチングを行う際の注意点として、左踵が床面から浮上しないようにすること、左膝関節はできるだけ伸展位に保持すること、その際に左下腿後面に伸張感が出現することを確認しながら実施することの3点について被験者に対して指導した。

## 6. 統計学的処理

結果は運動負荷1日目の運動負荷前の筋硬度を

100%として、その後の各結果を正規化したうえで、平均値±標準偏差 (mean±S.D.) で表記した。統計学的処理はSPSS ver.11 for Windowsを用いた。ストレッチングあり、ストレッチングなしそれぞれの場合において、経時的変化について正規化の基準となった1日目の運動負荷前の結果を除き、1日目の運動負荷直後の結果とそれ以後の全ての筋硬度測定結果それぞれとの間の差について多重比較検定であるDunnettの方法を用いた。また、ストレッチングあり、ストレッチングなしのそれぞれの場合において実施した運動負荷に差がないか否かを調べるため、被験者ごとに最大筋力測定の結果についてWilcoxonの符号付き順位検定にて検証した。なお全ての検定の有意水準は5%とした。

## III. 結果

### 1. 運動負荷時の筋力について

運動負荷を決定するための左腓腹筋の最大筋力の測定結果を被験者ごとに、ストレッチングあり、ストレッチングなしのそれぞれの場合との間にてWilcoxonの符号付き順位検定を行ったが、全ての被験者で最大筋力に有意差は認めなかったため(表1)、ストレッチングあり、ストレッチングなしのそれぞれの場合において運動負荷強度の差はなく、両群は同様の運動負荷にて本実験を行った。

### 2. 腓腹筋外側頭における筋硬度の測定結果

腓腹筋外側頭における筋硬度の測定結果の平均値と標準偏差を図6に示す。ストレッチングなしの場合では1日目の運動負荷前を100%とすると、

表1. 各被験者の最大筋力測定結果

被験者	A	B	C	D	E	F
ストレッチングなし (単位:Nm)	109	109	83	93	103	111
	115	151	94	125	135	149
	110	149	102	147	164	124
ストレッチあり (単位:Nm)	116	129	79	135	154	122
	143	143	93	138	116	127
	138	177	124	168	162	139
p値	0.10	0.29	1.00	0.11	1.00	1.00

各被験者の最大筋力測定の結果を示す。Wilcoxonの符号付き順位検定を行った結果、全ての被験者において $p > 0.05$ であり、ストレッチングなしの場合とストレッチングありの場合との間で運動負荷強度の差は認めなかった。

負荷直後，負荷15分後，2日目の負荷前，負荷直後，負荷15分後，3日目の負荷前，負荷直後，負荷15分後の順に107±18%，101±17%，131±26%，137±28%，120±15%，203±42%，202±54%，189±67%であり，1日目の運動負荷直後と3日目の全ての測定時との間に有意差を認め (p<0.05)，1日目と比較し3日目では筋硬度は有意な上昇を認めた。

一方，ストレッチングありの場合では，1日目の運動負荷前を100%とすると，負荷直後，負荷15分後のストレッチング後，2日目の負荷前，負荷直後，負荷15分後のストレッチング後，3日目の

負荷前，負荷直後，負荷15分後のストレッチング後の順に87±26%，86±17%，60±8%，70±20%，67±15%，96±15%，94±11%，95±9%であり，1日目の運動負荷直後と2日目の負荷前との間に有意差を認め (p<0.05)，1日目と比較し2日目の負荷前では筋硬度は有意に低下した。

3. 腓腹筋内側頭における筋硬度の測定結果

腓腹筋内側頭における筋硬度の測定結果の平均値と標準偏差を図7に示す。ストレッチングなしの場合では1日目の運動負荷前を100%とすると，負荷直後，負荷15分後，2日目の負荷前，負荷直

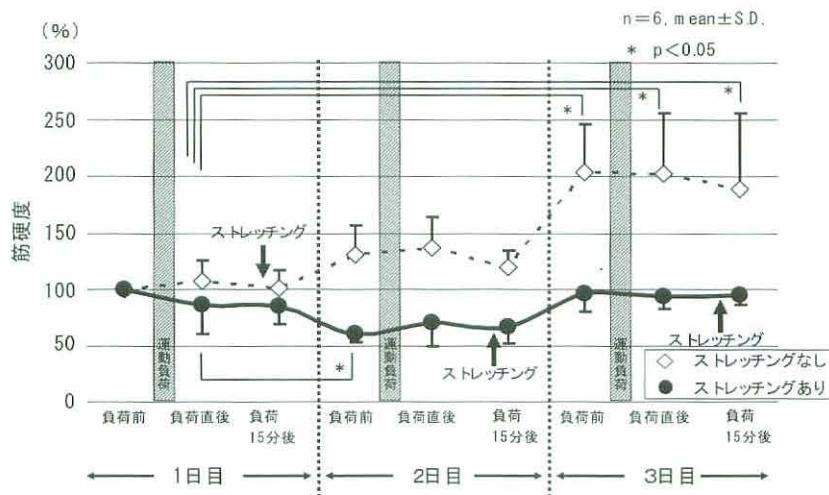


図6. 腓腹筋外側頭の筋硬度

腓腹筋外側頭の筋硬度の変化を示す。ストレッチングなしの場合 (◇) は2日目，3日目と硬度は有意に上昇するが，ストレッチングありの場合 (●) では3日目でもその上昇は見られず，1日目とほぼ同様の状態が維持されている。\*は1日目の運動負荷直後と比較したときの有意差を示す (p<0.05)。

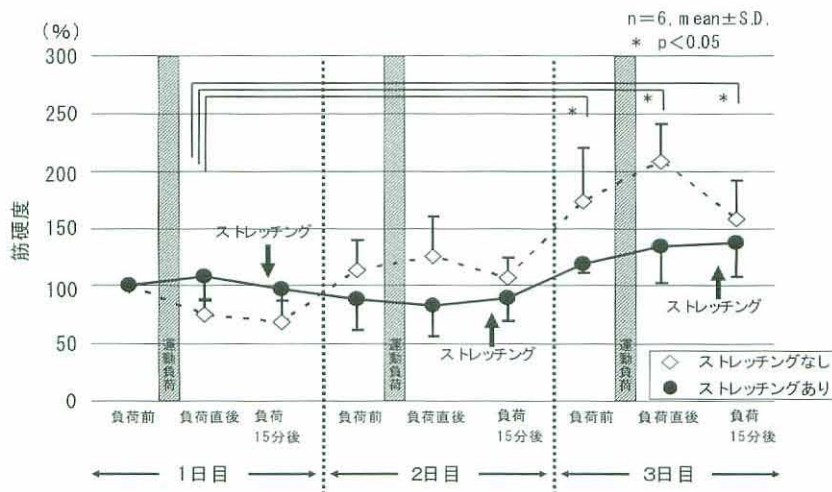


図7. 腓腹筋内側頭の筋硬度

腓腹筋内側頭の筋硬度の変化を示す。ストレッチングなしの場合 (◇) は2日目，3日目と硬度は有意に上昇するが，ストレッチングありの場合 (●) では3日目ではわずかに上昇するが，その程度は低く抑制されている。\*は1日目の運動負荷直後と比較したときの有意差を示す (p<0.05)。

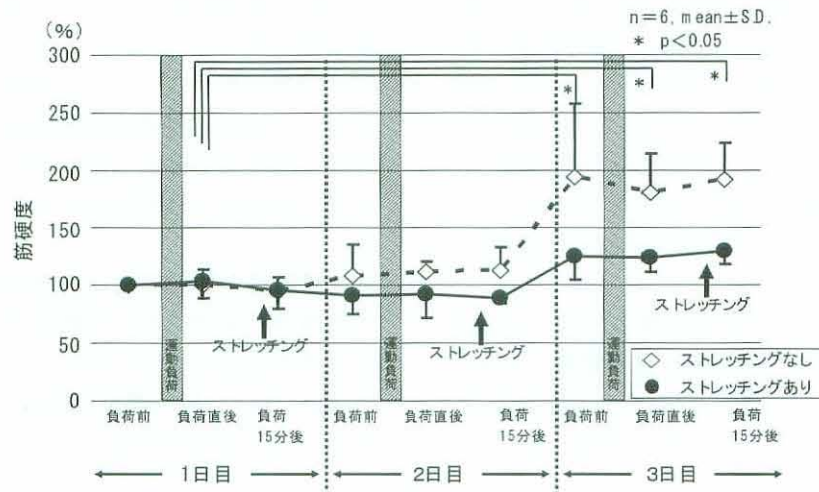


図8. 腓腹筋筋腱移行部の筋硬度

腓腹筋筋腱移行部の筋硬度の変化を示す。ストレッチングなしの場合(◇)は2日目、3日目と硬度は有意に上昇するが、ストレッチングありの場合(●)では3日目ではわずかに上昇するが、その程度は低く抑えられている。\*は1日目の運動負荷直後と比較したときの有意差を示す( $p < 0.05$ )。

後、負荷15分後、3日目の負荷前、負荷直後、負荷15分後の順に $75 \pm 12\%$ 、 $68 \pm 19\%$ 、 $114 \pm 26\%$ 、 $126 \pm 34\%$ 、 $107 \pm 17\%$ 、 $174 \pm 47\%$ 、 $208 \pm 33\%$ 、 $159 \pm 33\%$ であり、1日目の運動負荷直後と3日目の全ての測定時との間に有意差を認め( $p < 0.05$ )、1日目と比較し3日目では筋硬度は有意な上昇を認めた。

一方、ストレッチングありの場合では、1日目の運動負荷前を100%とすると、負荷直後、負荷15分後のストレッチング後、2日目の負荷前、負荷直後、負荷15分後のストレッチング後、3日目の負荷前、負荷直後、負荷15分後のストレッチング後の順に $108 \pm 19\%$ 、 $97 \pm 26\%$ 、 $89 \pm 27\%$ 、 $83 \pm 25\%$ 、 $89 \pm 20\%$ 、 $119 \pm 7\%$ 、 $135 \pm 32\%$ 、 $137 \pm 30\%$ であり、3日目において有意な筋硬度の上昇は認めなかった。

#### 4. 腓腹筋筋腱移行部における筋硬度の測定結果

腓腹筋筋腱移行部における筋硬度の測定結果の平均値と標準偏差を図8に示す。ストレッチングありの場合では1日目の運動負荷前を100%とすると、負荷直後、負荷15分後、2日目の負荷前、負荷直後、負荷15分後、3日目の負荷前、負荷直後、負荷15分後の順に $100 \pm 13\%$ 、 $94 \pm 13\%$ 、 $108 \pm 27\%$ 、 $111 \pm 10\%$ 、 $113 \pm 20\%$ 、 $194 \pm 63\%$ 、 $181 \pm 33\%$ 、 $192 \pm 32\%$ であり、1日目の運動負荷直後と3日目の全ての測定時との間に有意差を認め( $p < 0.05$ )、1日目と比較し3日目では筋硬度は有意な上昇を認めた。

一方、ストレッチングありの場合では、1日目の運動負荷前を100%とすると、負荷直後、負荷15分後のストレッチング後、2日目の負荷前、負荷直後、負荷15分後のストレッチング後、3日目の負荷前、負荷直後、負荷15分後のストレッチング後の順に $103 \pm 15\%$ 、 $96 \pm 16\%$ 、 $91 \pm 16\%$ 、 $92 \pm 21\%$ 、 $89 \pm 5\%$ 、 $125 \pm 21\%$ 、 $124 \pm 12\%$ 、 $129 \pm 11\%$ であり、3日目において有意な筋硬度の上昇は認めなかった。

全ての被験者において3日間通じて運動負荷による遅発性筋痛の愁訴は認めなかった。

#### IV. 考 察

ストレッチングなしの場合は外側頭、内側頭、筋腱移行部ともに1日目、2日目、3日目で徐々に腓腹筋の筋硬度は上昇傾向にあった。3部位ともに3日目においては有意に筋硬度の上昇を認めた。松橋ら<sup>8)</sup>は運動後24時間後の筋硬度の増加は運動前より30%程度の上昇であったと報告しているが、運動負荷は1日のみであった。今回の結果では1日目の運動負荷の後、1日経過した時点での筋硬度は10~30%増加し、類似する結果であった。これは、2日目の運動負荷を実施する時点で既に筋硬度が上昇しており、このような状態で運動負荷を実施することで最終的に3日目の筋硬度が著明に上昇したものと考えた。

これに対して、運動負荷後のストレッチングを実施することにより1日目の運動負荷の翌日に発生する筋硬度の上昇を抑え、2日目の運動負荷前

の時点でも1日目の運動負荷前の状態と同様の状態を維持することが可能であった。3日目においては運動負荷前の時点で1日目の運動負荷前よりも30%程度の上昇であり、運動負荷により更に上昇したが、いずれの部位においてもストレッチなしの場合と比較して有意な低下を認めた。

この結果から、断続的な運動負荷を実施してもストレッチなしの場合にみられた階段状の筋硬度の上昇を抑制することができた。

佐藤ら<sup>11)</sup>は、筋疲労を筋電図学的に検証し、筋が疲労すると筋線維の活動が同調しあい筋電図の振幅は増加し、筋電図の周波数特性において中心周波数は低域へ移動すると述べている。また、岡ら<sup>12)</sup>は筋電図の周波数特性における中心周波数の減少と筋の弾性係数の増加に相関関係があると述べており、これらのことより筋硬度が増加することは対象筋が疲労している状態、すなわち、筋硬度は筋疲労の指標の一つとして用いることができる。今回の実験における運動負荷は筋痛を発生しない程度の運動負荷であるが、2日目、3日目と負荷を加重することで筋硬度が上昇し左下腿三頭筋に疲労が重なり生じたものと考えられた。

通常、スポーツ選手においては筋痛が発生しない程度の運動負荷をほぼ毎日繰り返しており、筋硬度の上昇がこのような階段状に加重していき、慢性的な筋の硬さと筋疲労の状態を形成していくことは容易に推測できる。

筋の硬さと傷害との関係については多くの報告がある。山本ら<sup>13)</sup>は、中学生陸上競技大会におけるトレーナーステーション活動の報告結果の中で、腰痛や大腿部および下腿の疲労性疾患を有する選手の多くが、柔軟性に乏しい傾向があり適切なストレッチが行われていなかったと報告している。

小田ら<sup>14)</sup>はラグビー選手の柔軟性と腰痛の関連性について、腰痛を有する選手ほど下肢伸展挙上角度や指床間距離の結果が低い傾向があったという報告をしており、鈴木ら<sup>15)</sup>はオスグッド病の罹患例において患側の下腿三頭筋の柔軟性が有意に低下し、オスグッド病の発生と下腿三頭筋柔軟性との関連性を示唆している。

小島ら<sup>16)</sup>は筋疲労の状態ではパフォーマンスの発揮は期待できず、スポーツ活動を継続することで傷害を引き起こす可能性があるとして述べている。以上のことから、筋の硬さと疲労状態が継続的に

存在することは様々な傷害を引き起こすことにつながるものと考えられた。従って、これらの傷害の発生を減少させるためには筋の柔軟性の確保と、疲労状態を解消しておく必要がある。今回の結果では、運動負荷の実施が断続的であっても、運動負荷後にストレッチを実施することにより、翌日の運動を行う前の筋硬度の上昇と筋の硬さの階段状の上昇を抑制することができた。つまり、運動後にストレッチを実施することにより、その後に発生する慢性的な柔軟性の欠如による様々なスポーツ傷害の発生を減少させることができるものと考えた。

運動後のストレッチの効果について、松橋ら<sup>5)</sup>は、ストレッチに不慣れた被験者自身によるストレッチでは運動後に上昇した筋硬度は低下せず、他者が他動的にストレッチを行った場合には筋硬度は低下したと述べているが、今回の結果では、被験者自身によるストレッチであったがストレッチを実施することにより有意に筋硬度は低下しており、たとえセルフストレッチであっても、その方法について適切な指導を行うことでその効果を高めることができるものと考えた。また、運動実施後にストレッチを実施しないと筋の硬さが上昇し、様々な傷害発生の発生率を高めるが、運動後の適切なストレッチの実施により傷害の発生を低下させることができるということを、スポーツ選手や指導者、保護者らに対して提示し、運動後にストレッチを実施することの重要性を示すことにより、スポーツ現場における運動後のストレッチの実施率を高めることにつながるのではないかと考えた。また、その際には、ストレッチの実際の方法について適切に指導することも必要である。

ストレッチを実施することで1日目、2日目は有意に筋硬度の上昇を抑制することができた。しかし3日目にはストレッチを行っても筋硬度の上昇を認めた。今回のストレッチの方法は被験者に対して具体的な方法を指導した上での被験者自身による30秒間の静的ストレッチであり、回数は1回のみであった。3日目の筋硬度の上昇を抑制するためにはその回数が不十分であった可能性があり、今後の検討課題として断続的な運動負荷による筋硬度の上昇を継続的に抑制し、筋のコンディションを維持していくためには、静的ストレッチの実施回数に関する検討が必要であると考えた。

## V. 結 語

1. 被験者に対して、3日間連続にて等速性筋力評価訓練機器を用いて左腓腹筋への運動負荷を実施した。2ヵ月の休息期間を空けて、同一被験者にて運動負荷のみを実施する場合と各日運動負荷後に下腿三頭筋に静的ストレッチングを実施する場合との間で、運動負荷後に生じる筋硬度の上昇の程度について比較検討した。
2. 筋硬度の測定は腓腹筋外側頭、腓腹筋内側頭、筋腱移行部の3部位とし、筋硬度計にて皮膚接触後8mmの深さまで押し込んだ際の圧力を測定した。
3. その結果、ストレッチングなしの場合では3日目には全ての測定部位にて有意に筋硬度の上昇を認めたが、ストレッチングありの場合ではその上昇は抑制された。
4. 以上のことより、運動負荷後にストレッチングを実施することは、筋硬度の上昇によって生じる様々なスポーツ傷害の発生を減少させることができるものと考えた。

## 謝 辞

本稿を終えるにあたり、研究の遂行に多大なる協力をして頂いた平成17年度明治鍼灸大学卒業ゼミ生の上原正義、太田陽、加納輝之、日下部剛司、篠田正司、田中大喜各氏に心より感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) Lyle J. Micheli, Mark Jenkins : スポーツ損傷の予防. 中嶋寛之 : THE SPORTS MEDICINE BIBLE, (有) ナップ, 東京, pp6-21, 2003.
- 2) 桜庭景植, 石川拓次ら : スポーツ傷害治療を考えるーストレッチング, アイシング, 筋力トレーニングに対するアスリートの意識調査を中心にー. 日本臨床スポーツ医学会誌, 11 : 170-179, 2003.
- 3) 木村篤史, 富田健一, 松本和久ら : 高校生陸上競技選手におけるスポーツ障害予防の実態調査. 関西臨床スポーツ医科学研究会誌, 8 : 37-39, 1998.
- 4) 小西倫太郎, 木村篤史, 松本和久ら : 中学生運動部員のスポーツ傷害に関する調査ースポーツ傷害の発生とケアとの関連についてー. 関西臨床スポーツ医科学研究会誌, 15 : 35-36, 2005.
- 5) 重田光一, 山本泰雄, 管靖司ら : スポーツによる肉離れの年代別発生状況の検討. スポーツ傷害, 7 : 13-15, 2002.
- 6) 坂上昇, 大倉三洋 : ストレッチングの筋疲労回復に関する研究. 高知リハビリテーション学院紀要, 2 : 1-7, 2001.
- 7) 後藤篤志, 池原忠明, 堀居昭 : ストレッチングにおける疲労回復効果に関する研究. 日本体育大学スポーツ・トレーニング・センターBulletin, 12 : 67-81, 2003.
- 8) 松橋明宏, 佐藤孝雄, 朝比奈茂 : ストレッチングが運動後の筋硬度上昇からの回復に与える影響. 昭和医学会誌, 62 : 401-406, 2002.
- 9) William D Bandy, Jean M Irion : The Effect of Time on Static Stretch on the Flexibility of the Hamstrings Muscles. Physical Therapy, 74 : 845-852, 1994.
- 10) Bob Anderson, Jean Anderson : はじめに. 小室史恵, 杉山ちなみ : ストレッチング, (有) ナップ, 東京, pp1-15, 2002.
- 11) 佐藤方彦 : 疲労 : 人をはかる, 日本規格協会, 東京, pp41-60, 1990.
- 12) 岡久雄, 岸本寛志, 大島正和 : 筋疲労の定量化ー筋の粘弾性, 筋電図, 電気刺激閾値ー. 信学技報, M B E 96-50, 41 : 33-40, 1996.
- 13) 山本利春, 岩垣光洋, 中野江利子ら : 中学校陸上競技大会におけるトレーナーステーション活動ージュニア選手の傷害予防教育の実践ー. 陸上競技研究, 59 : 48-54, 2004.
- 14) 小田桂吾, 齊藤秀之, 田中直樹ら : 高校ラグビー選手の柔軟性と腰痛の関連性について. 日本臨床スポーツ医学会誌, 10 : 519-523, 2002.
- 15) 鈴木英一, 齋藤知行, 森下信 : Osgood-Schlatter 病の成因と治療・予防ー身体特性と成長過程の観点からー. 臨床スポーツ医学, 23 : 1035-1043, 2006.
- 16) 小島敦, 後藤勝正, 吉岡利忠 : 筋疲労のメカニズム. 整・災外, 48 : 389-399, 2005.



## Effects of Stretching After Exercise in Muscle Hardness

†KIMURA Atsushi, MATSUMOTO Kazuhisa, IKEUCHI Takaharu

*Department of Clinical Judo Seifuku Therapy III, Meiji University of Oriental Medicine*

### Abstract

**[Purpose]** This study investigated how static stretching after exercise affects muscle hardness.

**[Methods]** The subject were 6 healthy male college students without lower extremity disability. Initially, to obtain control data, the 6 subjects underwent exercise for 3 days (Control group) and then rested for 2 months to recover muscular fatigue. Then to obtain experimental data, the same 6 subjects underwent exercise with static stretching after exercise each day (Stretching group). The exercise load that the subjects underwent was determined as 60% peak torque output of their the gastrocnemius muscle for 3 days in both groups. The hardness of the gastrocnemius muscle was serially measured prior to exercise and immediately after exercise, and 15 minutes after exercise each day, and a change in muscle hardness was noted. In the Stretching group, static stretching of the gastrocnemius muscle was performed for 30 seconds 15 minutes after exercise.

**[Results]** On the first day, muscle hardness prior to exercise was determined as 100% in both groups, and subsequent results were normalized by that value. The results showed that while muscle hardness was significantly increased on the third day compared to the first day in the Control group ( $p < 0.05$ , Dunnet test), muscle hardness remained unchanged between the first day and the third day in the Stretching group.

**[Conclusion]** It is already well accepted that increased muscle hardness is associated with injury and decreased muscle flexibility. From the results of our study, it is considered that performing static stretching after exercise may decrease the risk of injury.