IDストレッチングが心身に及ぼす影響

Effects of Individual Muscle Stretching on Mind and Body

中村 浩一^{1,2)} 向野 義人²⁾ 兒玉 隆之¹⁾

KOUICHI NAKAMURA^{1,2)}, YOSHIHITO MUKAINO²⁾, TAKAYUKI KODAMA¹⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Fukuoka Wajiro Rehabilitation College: 2-1-13 Wajirogaoka, Higashiku, Fukuoka-city, Fukuoka 811-0213, Japan. TEL +81 92-608-8600 E-mail nakamura@fukuokawajiro-reha.jp

²⁾ Faculty of Sports and Health Science, Fukuoka University

Rigakuryoho Kagaku 26(1): 13-17, 2010. Submitted Jun. 29, 2010. Accepted Aug. 27, 2010.

ABSTRACT: [Purpose] We investigated the effect on mind and body of individual muscle stretching. [Subjects] Sixty right legs of 60 healthy students were the subjects. [Method] The subjects were divided into a group performing individual muscle stretching (ID group), a group performing static stretching (SS group) and a group performing no stretching, the control group. We investigated differences before and after each stretching session and among groups using a goniometer, a Cybex, and a questionnaire. [Results] We found a significant increase in flexibility and a significant decrease in muscle power in the ID group after the intervention. Both the ID and SS groups showed significant improvements in feelings of physical fatigue and mood after the intervention. [Conclusion] The results suggest that individual muscle stretching gives rise to increased flexibility, decreased muscle power and improvement of mood.

Key words: individual muscle stretching, muscle function, psychophysiology

要旨: [目的] Individual Muscle Stretching (ID) が心身に及ぼす影響を検討した。[対象] 健康男子学生60名60肢右脚とした。[方法] IDを施行する群 (ID群), Static Stretchingを施行する群 (SS群), ストレッチングを施行しない群 (control群) に被験者を分け, 群間及び各ストレッチング前後で, ゴニオメーター, サイバックス, アンケートを用いて比較検討した。[結果] 柔軟性と筋出力において, ID群は介入後有意に柔軟性の向上と筋出力の低下を認めた。アンケートの結果, ID, SS群ともに, 介入後, 有意に身体的疲労及び気分の改善を示す結果を得た。[結語] IDは柔軟性向上, 筋出力低下, 精神心理の改善をもたらすことが示唆された。

キーワード: IDストレッチング, 筋機能, 精神心理

¹⁾福岡和白リハビリテーション学院 理学療法学科: 福岡県福岡市東区和白丘2丁目1-13 (〒811-0213) TEL 092-608-8601

²⁾福岡大学大学院 スポーツ健康科学研究科

I. 緒 言

単関節筋や二関節筋の起始、停止の両端を伸張するStatic Stretching（以下SS）¹⁾は、高齢者からスポーツ競技者および愛好家に至るまで幅広く普及しており、その効果として、これまでの研究から関節可動域（柔軟性）の改善と筋緊張の低下²⁻⁹⁾、血液循環の改善^{2,10,11)}、筋痛の緩和^{2,12,13)}、障害予防・競技パフォーマンスの改善^{1,2,13)}などが共通してあげられる。従来リハビリテーション治療介入として行われているSSは、一つの運動方向の筋群をまとめてストレッチングすることで、短時間でより多くの筋群をストレッチングできるという利点²⁾があげられる。しかし、解剖学的に見た場合、大殿筋をはじめとして、一つの筋でも筋線維走向は異なることが多い。したがって、筋を効果的に伸張するには、筋線維がなるべく一直線上になるような肢位を選択し、同じ筋でも筋線維走行に合わせて、それぞれの方向で個別にストレッチングする必要がある²⁾と考えられる。

鈴木ら²⁾によって考案されたIndividual Muscle Stretching（以下ID）は、一つ一つの筋を個別的にストレッチングし、筋の柔軟性、伸張性を高めることによる、筋が関与する関節可動域と巧緻性の改善を目的²⁾として、1999年以降、SS同様に病院、クリニックからスポーツ領域に至るまで、主に理学療法士を中心に広く活用されている。IDの特徴²⁾は、①個々の筋に対するIb抑制を利用した他動的SSであること、②筋の走行、刺激に対する筋の反応などの解剖学・生理学の詳細な知識が必要であること、③筋緊張の程度により、等尺性収縮を組み合わせることが挙げられている。IDは、筋線維走行に即したそれぞれのポジションからストレッチングを施行する特性を持つため、ターゲットとする筋に対し、個別的にアプローチを行う際は、有効な手段のひとつと考えられる。しかしながら、IDはSSの範疇²⁾にあるためか、その特異的な手技がもたらす効果の検討を行った研究は、私たちの知る限り見当たらない。

そこで本研究は、SSとIDを比較しながら、IDが筋機能に及ぼす影響を関節可動域器具並び等速性筋力測定器を用いて検討することを主目的とした。また、SSが精神心理へ影響を及ぼすことは既に報告¹⁴⁾されているが、IDが精神心理へどのような影響を及ぼすかを報告したものは、私たちの知る限り見当たらない。そこで、主観的な身体疲労及び気分の変化に関するアンケートを実施し、その結果を解釈することで、IDが心身においてどのような影響をもたらすかを検討することを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

下肢に既往を持たない健常男子学生60名60肢右脚とした。対象の平均年齢は 20.4 ± 1.7 歳、平均身長は 171.5 ± 6.4 cm、平均体重は 66.1 ± 8.5 kgであった。

本研究は、福岡大学研究倫理委員会の承認を受け、被検者に対し事前に口頭と文章で研究の内容および危険性の説明を行った。また、すべての被験者は研究内容を理解した上で承諾書に署名し、研究に参加した。

2. 方法

被験者を、IDを施行する群（以下ID群）、SSを施行する群（以下SS群）、ストレッチングを施行しない群（以下control群）の3群に無作為に20名ずつ分けた。

対象筋は足関節底屈筋であるヒラメ筋とし、各ストレッチング施行前後に関節可動域測定（以下ROM-T）、等速性足関節底屈筋力測定およびアンケート調査を行った。柔軟性を評価するROM-Tの測定方法¹⁵⁾は、日本リハビリテーション医学会評価基準委員会が定めた方法に順じ、関節可動域測定器具ゴニオメーター（メディカ株式会社製）を用いて、基本軸を膝関節屈曲位から腓骨への垂線とし、移動軸を第5中足骨としたときの足関節の背屈可動域として測定した。測定する際は、筆者らとは別の理学療法士2名（臨床経験： 9.5 ± 1.4 年）が固定者と測定者に分かれ、ID群、SS群は測定前後で入れ替わり実施した。等速性筋出力の測定には、等速性筋力測定器Cybex770-NORM（メディカ株式会社製）を使用した。角速度は、吉野ら¹⁶⁾の研究報告を参考とし、研究において指標とされる低速度（60 deg/sec）・中速度（180 deg/sec）・高速度（300 deg/sec）の3領域からそれぞれ検討することを目的に各角速度を設定した。測定時は、足関節底背屈運動を最大努力下でそれぞれ連続3回施行し、各角速度で達成したpeak torque（以下PT値）の平均を算出した。精神心理面¹⁷⁾の評価としては、主観的な身体的疲労の変化を日本産業衛生協会産業疲労研究会が開発した「自覚症状しらべ（Subject Symptoms Index）」を基礎とした「青年用疲労自覚症状尺度（Subjective Fatigue Scale for Young Adults；SFS-Y）」¹⁸⁾から抜粋した5項目と、気分の変化の指標として用いられるFace Scale（以下FS）によって評価した。SFS-Yは、5段階の評価尺度であり、それらは全24項目から構成され、最低点は合計24点、最高点は合計120点であり、合計点数が高いほど「状態が悪い」とされる。今回は、池田ら¹⁷⁾が精神心理の評価方法として用いた方法に準じ、SFS-Yの「だるさ」「意欲低下」「活力低下」「ねむけ」「身体違和感」の5領域から、それぞれ1項目ずつ抜粋し、最低点は合計5点、最高点は合計25点とし、原法同様に

点数が高いほど「状態が悪い」状態であるとした。FSは、現在の気分について紙面上に書かれた6段階の表情の書かれた絵から注釈を与えず選択し、数値が高いほど「気分が悪い」状態であるとした。

測定は一日、一手技、一角速度とし、順序効果を考慮し、日を替え、ランダムに行った。ID及びSSに要する時間は、20秒間^{1,2)}を1回とし、以下の方法で実施した。

ID群におけるヒラメ筋へのストレッチング方法²⁾は、腹臥位にて両上肢挙上位、膝関節90°屈曲位から膝関節屈曲を増強しながらの足関節最大背屈とした。SS群¹⁾では、背臥位にて股関節・膝関節屈曲位からの足関節最大背屈とした。なお、各ストレッチングを行う際の施行肢に加える他動的な外力を、客観的で定量化可能な筋力評価に用いられるハンドヘルドダイナモメーター(日本メディックス製品)を用い、ID、SS群ともに5 kgfで制御した¹⁹⁾。各ストレッチングを行う際は、筆者らとは別であり、かつROM測定を実施した者とは別の理学療法士2名(経験年数10±2.1年)が施行者と測定者に分かれ、施行後にID、SSの群を入れ替わった。Control群はストレッチングを施行せず、他群と同様の安静時間をとった前後に測定を行った。

なお、評価前に対象者の運動条件を整えるため、エルゴメーター(5 min, 60 w)を課した^{20,21)}。

統計処理は、次のようにした。①柔軟性に対して、群(ID×SS×controlの3水準)及び各群の足関節背屈可動域測定値(ストレッチング前×ストレッチング後の2水準)の2要因について二元配置反復測定分散分析にて行い、②筋出力に対しては、群(ID×SS×controlの3水準)、各群のPT値(ストレッチング前×ストレッチング後の2水準)および角速度(60 deg/sec×180 deg/sec×300 deg/secの3水準)の3要因について三元配置分散分析を行った。いずれも多重比較検定にはFisher's PLSDを用いた。③精神心理に対しては、SFS-YとFSそれぞれについて、群(ID×SSの2水準)、ストレッチング介入前後(2水準)を要因とした「一要因に対応があり一要因に対応のない二元配置分散分析」を用いて得点を比較した。なお、全ての有意水準は危険率5%未満とし、統計ソフトはSPSS12.0.J for Windowsを使用した。

III. 結 果

柔軟性において、群およびROM測定値にそれぞれ主効果を認めた。3群間を比較した結果、SS群とcontrol群、ID群とcontrol群でストレッチを施行した両群がcontrol群に比べ、有意に柔軟性の向上を認めた。しかし、ID群とSS群の間に、有意差は認められなかった(表1)。

各群の足関節背屈可動域前後を比較した結果、ID前17.8±5.2°, ID後23.7±3.8°となり、ID後に有意な柔軟

性の向上を認めた。しかし、SS前後ではSS前18.9±4.5°, SS後22.4±6.4°と前後において有意差は認められなかった(表1)。

筋出力において3群間で比較した結果、SS群とcontrol群、ID群とcontrol群でストレッチを施行した両群がcontrol群に比べ、有意に筋出力の低下を認めた。しかし、ID群とSS群の間に、有意差は認められなかった。各群の介入前後比較においてはID群のみ、ストレッチング後に有意に筋出力の低下を認めた(表1)。

角速度別にPT値を介入前後で比較した結果、ID群において角速度300 deg/secは、ID前40.7±15.4, ID後35.3±11.8, 180 deg/secはID前52.9±16.9, ID後42.5±13.4, 60 deg/secではID前70.4±19.5, ID後40.0±7.5となり、角速度60 deg/secの場合のみ有意差を認めた。SS群では、角速度300 deg/secはSS前38.4±14.7, SS後38.7±13.3, 180 deg/secはSS前51.8±17.9, SS後47.0±16.9, 60 deg/secはSS前71.9±29.7, SS後56.4±25.5となり、SS群もID群同様に角速度60 deg/secのみ有意差を認めた。control群では、角速度300 deg/secはcontrol前42.2±9.9, control後41.2±10.5, 180 deg/secはcontrol前46.1±14.2, control後47.5±13.7, 60 deg/secはcontrol前76.9±21.9, control後75.2±21.5となり、いずれも介入前と後の間に有意差は認められなかった。

ID群、SS群において有意差を認めた角速度60 deg/secで、ID群とSS群を比較した場合、ID群はSS群に比べ有意に筋出力の低下を認めた(表1)。

SFS-Y、FSの結果を表2に示す。ID前後におけるSFS-Yでは、ストレッチング後に主観的な身体的疲労項目及び精神心理項目の全てにおいて改善を認めた。SS後においても身体的疲労項目に改善を認められたが、精神心理項目における改善は認められなかった。FSでは、ID群、SS群ともにストレッチング後に気分の改善を認めた(表2)。

IV. 考 察

本研究は、SSとIDを比較しながら、IDが心身に及ぼす影響について、①柔軟性、②等速性筋出力、③精神心理の3点から比較検討した。

柔軟性においてID群、SS群のストレッチングを施行した両群は、control群に比べ、柔軟性の向上を認めた。これらの結果はMorseら⁷⁾の知見とほぼ一致する。Morseらによれば、ストレッチ直後の急性の変化として、筋肉の結合組織の弾力性が低下する(伸びやすくなる)ことを報告している。柔軟性の向上のメカニズムとしては、筋に持続的な伸張が加わると主動筋および共同筋に存在するゴルジ腱器官が興奮する。この信号が求心性にIb線維を伝播して、脊髄後角に入り、介在ニュー

表1 介入前後別にみた柔軟性と等速性筋出力の測定結果

群	柔軟性(ROM-T)の測定結果		Peak Torque値の結果 (300 deg/sec, 180 deg/sec, 60 deg/sec総計)		Peak Torque値の結果 (60 deg/sec)	
	前	後	前	後	前	後
ID	17.8±5.2	23.7±3.8 **	54.7±15.0	39.2±3.7 ***	70.4±19.5	40.0±7.5 ***
SS	18.9±4.5	22.4±6.4	54.0±16.8	47.4±8.8	71.9±29.7	56.4±25.5 **
Control	18.7±3.4	18.9±4.5	55.1±19.0	54.6±18.1	76.9±21.9	75.2±21.5

ID : Individual Muscle Stretching, SS : Static Stretching, 前 : ストレッチング前, 後 : ストレッチング後, n=60, 数値は角度 (°), Peak Torque (Nm), 平均±標準偏差, ***p<0.001, **p<0.01, *p<0.05

表2 ID群, SS群別にみた介入前後でのSFS-Y, FSの得点

項目	Individual Muscle Stretching		Static Stretching	
	前	後	前	後
足がだるい	3.0±1.2	2.0±1.1 ***	2.9±1.4	2.2±1.0 **
動くのが面倒である	3.0±1.1	2.5±1.2 **	3.2±1.3	2.6±1.2 **
元気がない	3.0±0.9	2.0±1.0 ***	2.6±1.4	2.3±1.3
憂鬱な気分がする	2.6±0.9	2.0±0.9 **	2.5±1.3	2.3±1.3
ねむい	3.7±1.1	2.5±1.1 ***	3.1±1.3	2.7±1.2 *
FS	2.4±0.9	1.4±0.8 ***	2.6±1.7	1.9±0.7 **

SFS-Y : Subjective Fatigue Scale for Young Adults, FS : Face Scale, 前 : ストレッチング前, 後 : ストレッチング後, n=40, 数値は平均値±標準偏差, ***p<0.001, **p<0.01, *p<0.05

ロンを介して同名筋の脊髄前角細胞の興奮を抑制し、逆に拮抗筋の脊髄前角細胞に対しては、促進的に働くことでおこる²⁾。つまり、ゴルジ腱器官を興奮させることにより、目的とする筋の緊張を低下させることが可能となる。柔軟性の向上は、この原理が有効に利用された結果であるといえる。しかし、ID群とSS群の間に有意差は認められなかった。この理由として、反動を利用せずにゆっくりと最終域で静止するSSの特徴はIDと共通しており、IDそのものの基盤がSS法の範疇²⁾に属していることが要因として考えられる。

各群の介入前後の結果、SS群はストレッチング後に柔軟性向上の傾向を示したが、統計学的に有意差は認められなかった。しかし、ID群では、ストレッチング後に柔軟性の向上を認めた。SSに比べIDでは、腹臥位からストレッチングポジションに入ることから、ヒラメ筋の筋腱移行部に対し容易にストレッチを加えやすく、その結果、Ib抑制^{2,3,6)}の影響を受けやすい。このことが柔軟性の向上につながったものと推測される。

等速性筋出力の結果について、ID群、SS群はcontrol群に比べ、介入後、筋出力の低下を認めた。しかし、ID群とSS群の間に有意差は認められなかった。これらの結果は、Avelaら³⁾の知見とほぼ一致する。Avelaらは、ストレッチ直後の急性の変化として、筋肉が伸ばされる刺激に対して脱力しやすくなると報告している。またKokkonenら⁴⁾は、ストレッチを行うと、その直後の

最大筋力や爆発的な発揮筋力の低下、持久力的な発揮筋力の低下を報告している。筋出力低下のメカニズムとしては、筋紡錘の感度低下(脱感作)、伸張反射における γ と α 運動神経系の共役機能の破綻、ゴルジ腱器官のIb抑制、中枢神経からの抑制、疲労などが考えられている^{3,6,23)}。今回の研究結果でも先行研究同様に、ストレッチ直後の急性の変化として、筋出力の低下が認められたものと考えられる。

角速度毎で発揮される等速性筋出力を調べた結果、角速度60 deg/secの場合のみ、ID群およびSS群の介入後において筋出力の低下が認められた。このことについて、Nelsonら²²⁾は、低速である60 deg/secは等尺性の運動様式に類似し、筋の収縮がより遅い短縮速度で発揮されるため、ストレッチの影響が大きいと報告している。さらに有意差が認められた角速度60 deg/secでID群、SS群の介入前後の結果、ID群はSS群に比べ介入後有意に筋出力の低下を認めた。IDはSSに比べ、個別的に筋を伸張する方法を選択する特性からIb抑制の影響を受けやすく、その結果、筋緊張の抑制効果を招きやすい。このことがID群で筋出力の低下へとつながったものと考えられる。その一方で、単一の筋を伸張するIDでは緊張が抑制されるのも単一の筋が中心となるため、個々の筋に対する緊張抑制効果は弱くとも関節運動に関わる多くの筋が伸張されるSSの方が筋出力低下につながる可能性も否めない。実際に関節運動を行う際は、多

数の筋が関与するため、今後は基本動作やスポーツ動作によるパフォーマンス評価等に加え、IDとSSの効果特性を詳細に検討する必要性が考えられた。

各ストレッチ前後におけるSFS-Y, FSを調べた結果、ID群ではストレッチ後に主観的な身体的疲労項目及び精神心理項目の改善が認められた。SS群でも同様にSFS-Y, FSにおける改善傾向を認めている。これらの結果は、Tworogerら²⁴⁾が、ストレッチには筋肉の緊張を解いてほぐすだけでなく、精神的なリラクセス効果もあると報告していることに一致する。さらにAnderson¹⁾も同様に、ストレッチングにより筋の緊張が減少し、身体がよりリラックスするように感じられることや、気分が爽快になることを報告している。今回もこれら先行研究と同様の効果が得られたものと考ええる。

以上本研究の結果、IDは柔軟性の向上、筋出力の低下、精神心理面の改善をもたらすことが示唆された。今回は、筋出力の低下という表現であるが、その背景に推測される筋緊張の変化、抑制効果に対する検討が行われていない。また、対象筋もヒラメ筋に限定している。精神心理面の評価においても、筋出力検査やROM-Tが個々の被験者に対して様々な影響を与えることは否めなく、SFS-YおよびFSそのものが主観的な評価方法であることを踏まえると、今後は、血圧、心拍、動脈血酸素飽和度などを含む客観的な評価¹⁷⁾や、筋緊張の抑制効果を検討するため、筋電図を用いての検討^{25,26)}などを加え、検討する必要があると考える。

引用文献

- Anderson B: STRETCHING. NAP Limited, 東京, 2002, pp4-36.
- 鈴木重行, 平野幸伸, 鈴木敏和: IDストレッチング 第2版. 三輪書店, 東京, 2006, pp2-46.
- Avela J, Kyrolainen H, Komi PV: Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *J Appl Physiol*, 1999, **86**: 1283-1291.
- Kokkonen J, Nelson AG, Cornwell A: Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Q Exerc Sport*, 1998, **69**: 411-415.
- Guisard N, Duchateau J: Effect of static stretch training on neuro and mechanical properties of the human planter-flexor muscles. *Muscle Nerve*, 2004, **29**(2): 248-255.
- Cramer JT, Housh TJ, Weir JP, et al.: The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *Eur J Appl Physiol*, 2005, **93**(5-6): 530-539.
- Morse CI, Degens H, Seynnes OR, et al.: The acute effect of stretching on the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle tendon unit. *J Appl Physiol*, 2008, **586**: 97-106.
- Yamaguti T, Ishii K, Yamanaka M, et al.: Effect of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *J Strength Cond Res*, 2006, **19**: 677-683.
- Behm DG, Bambury A, Cahill F, et al.: Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Med Sci Sports Exerc*, 2004, **36**(8): 1397-1402.
- 鈴木重行: 筋・筋膜性疼痛に対する理学療法の画像による効果検証の試み. *理学療法学*, 2005, **32**: 32-33.
- 影山滋久: Warming up (Cool down) におけるStretchおよびJoggingの効果について(カラーサーモグラフィを用いて). *デサントスポーツ科学*, 1996, **3**: 306-308.
- 森谷敏夫: ストレッチングによる筋痛の生理学的効果に対する電気生理学的解明. *デサントスポーツ科学*, 1987, **8**: 212-219.
- 山下敏彦, 関根将利, 竹林庸雄・他: ストレッチングの生理学—筋伸張が神経筋伝達機能に及ぼす影響—. *運動・物理療法*, 2001, **12**: 20-26.
- Engel L, Anderson LB: Effect of body-mind training and relaxation stretching on persons with chronic toxic encephalopathy. *Patient Educ Couns*, 2000, **2**: 155-161.
- 奈良 勲, 内山 靖, 小川克己・他: 理学療法検査・測定ガイド第2版. 文光堂, 東京, 2009, pp179-180.
- 吉野直美, 三和真人, 鈴木克彦・他: 等速性筋力測定装置Cybexの運動角速度の検証. *山形保健医療研究*, 2002, **5**: 51-56.
- 池田三紀, 松田久子, 藤田 愛・他: 精油を用いたマッサージが運動後の身体的疲労の回復と気分の改善に与える影響. *日本アロマセラピー学会*, 2007, **6**: 35-40.
- 齊藤友介, 矢嶋裕樹, 坂野純子・他: 青年用疲労自覚症状尺度の構成概念妥当性の検討. *大東文化大学紀要*, 2003, **41**: 61-71.
- 稲見崇考, 清水卓也, 宮川博文・他: 二関節筋に対するストレッチングが等速性筋出力に及ぼす影響. *日本臨床スポーツ医学会*, 2008, **16**: 395-401.
- Marsh D, Sleivert G: Effect of precooling on high intensity cycling performance. *Br J Sports Med*, 1999, **33**: 393-397.
- Hoffman M, Isikawa M, Komi PV: Age-related neuromuscular function during drop jumps. *J Appl Physiol*, 2007, **103**: 1276-1283.
- Shrier I: Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *J Sport Med*, 2004, **14**: 267-273.
- Nelson AG, Allen JD, Cornwell A, et al.: Inhibition of maximal voluntary isokinetic torque production following stretching. *J Strength Cond. Res*, 2001, **26**: 241-246.
- Tworoger SS, Yasui Y, Vitiello MV, et al.: Effects of a yearlong moderate-intensity exercise and a stretching intervention on sleep quality in postmenopausal women. *Sleep*, 2003, **26**: 830-836.
- Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, et al.: Effects of static stretching on the hamstrings to quadriceps ratio and electromyographic amplitude in men. *J Sports Med Phys Fitness*, 2009, **49**(12): 401-409.
- Marques AP, Vasconcelos AP, Cabral CM, et al.: Effect of frequency of static stretching on flexibility, hamstring tightness and electromyographic activity. *Braz J Med Bio Res*, 2009, **42**(8): 949-953.