ジムボールを用いたストレッチング運動がヒラメ筋の H波に及ぼす影響

Influence of a Spinal Mobilization Exercise Using a Gym Ball on the Soleus H-Reflex

江口 淳子¹⁾ 小原 謙一²⁾ 渡邊 進²⁾ 石田 弘²⁾

ATSUKO EGUCHI¹⁾, KENICHI KOBARA²⁾, SUSUMU WATANABE²⁾, HIROSHI ISHIDA²⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Fukuoka Rehabilitation College: 3-29-17 Hakata-Ekimae, Hakata-ku, Fukuoka city, Fukuoka 812-0011, Japan. TEL +81 92-475-1000 FAX +81 92-475-1002

²⁾ Department of Rehabilitation, Faculty of Health Science and Technology, Kawasaki University of Medical Welfare

Rigakuryoho Kagaku 25(2): 281-284, 2010. Submitted Oct. 1, 2009. Accepted Nov. 11, 2009.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to investigate the influence of stretching exercise on the excitability of the soleus muscle using a gym ball. [Subjects] Ten healthy males aged 24.7 ± 3.9 years without pathologies in the leg and/or trunk participated in this study. [Methods] Excitability of the soleus muscle was measured indirectly using the H-reflex. In a control test, the subjects rested in the supine position for a minute. In the exercise test, the same subjects were asked to practice the stretching exercise for a minute. The soleus H-reflex amplitude was measured before and after rest or exercise in the supine position. The H-reflex amplitude before and after was compared under each condition. [Results] In the exercise test, the H-reflex after exercise was significantly lower than the H-reflex before exercise, while in the control test, there was no significant difference between the H-reflex before and after rest. [Conclusion] The result shows that the stretching exercise using the gym ball controlled the excitability of the soleus muscle.

Key words: gym ball, stretching exercise, H-reflex

要旨: [目的] 本研究の目的はジムボールを用いたストレッチング運動がヒラメ筋の興奮性に及ぼす影響を評価することであった。[対象] 下肢・体幹に疾患のない平均年齢 24.7 ± 3.9 歳の健常男性 10 名であった。[方法] ヒラメ筋の興奮性の評価には H 波を用いた。運動の有無で異なる 2 つの条件を設定した。対照条件下では安静仰臥位を 1 分間とらせた。運動条件下では同じ被験者にジムボールを用いたストレッチング運動を 1 分間行わせた。各条件を施行する前後のヒラメ筋 H 波を計測し、各条件で前後の H 波を比較した。[結果] 運動条件下では運動前に比べ運動後で H 波振幅は有意に小さい値を示した。一方安静条件下では、前後に有意差はなかった。[結語] ボールを用いたストレッチング運動を行うことで、ヒラメ筋の H 波の振幅は小さくなり、ヒラメ筋の興奮性は抑制されたと考える。

キーワード: ジムボール, ストレッチング運動, H波

¹⁾ 福岡リハビリテーション専門学校 理学療法学科: 福岡県福岡市博多区博多駅前3-29-17 (〒812-0011) TEL 092-475-1000

²⁾ 川崎医療福祉大学 医療技術学部リハビリテーション学科

I. はじめに

身体の柔軟性は、動作のパフォーマンス向上や、障害を予防するうえで重要な要素の一つであり、スポーツや理学療法において、準備段階として静的ストレッチングを用いることは多い¹⁾。たとえば、スポーツの分野ではハムストリングスの肉離れは代表的なスポーツ障害の一つであるが、その予防、あるいは再発予防の手段としてストレッチングは非常に重要な役割を果たしている²⁾。また、心身ともに健康で過ごせることを目標としたヘルスプロモーションが盛んに行われている現在、高齢者に対する転倒や寝たきり予防のための運動として、あるいは、長時間同じ姿勢をとり続けるデスクワーカーなど労働者に対しての肩こりや腰痛改善の運動として、様々なメディアで健康体操の一つとしてストレッチングは紹介されている。なかでも、最近ではジムボールを使ったストレッチング運動が多く紹介されており、バランス強化と柔軟性向上という、筋の伸長のみならずプラスアルファの効果が期待される³⁾として、様々な場面で頻繁に用いられている。このジムボールを用いたストレッチング運動の一つに背筋群をストレッチする運動が紹介されている。筆者らは先行研究^{4,5)}にて、健常成人男性を対象にこのジムボールを用いたストレッチング運動を行い、脊柱可動性に対する効果を脊柱計測分析器（インデックス社製 Spinal Mouse[®]）を用いて検討した。その結果、胸・腰椎の彎曲角に変化は見られなかったが、仙骨後面が鉛直線に対して作る仙骨傾斜角、すなわち骨盤傾斜角がストレッチング運動後に有意に増大していた。骨盤の傾斜に直接影響を及ぼすハムストリングスは、上述の運動においては直接的には伸長されていない。このことから、ジムボールを用いたストレッチング運動によって脊柱周辺の筋の支配神経の興奮性が抑制され、脊髄からの影響により他の髄節神経にて支配されているハムストリングスの興奮性も抑制されたと考え、ジムボールを用いたストレッチングのプラスアルファの効果であると考えた。しかしながらこのことについては検証していないため推測の域を出ない。

そこで本研究にて、ジムボールによるハムストリングスの興奮性の抑制について、H波を用いることで検証することを考えたが、H波をハムストリングスから導出するのは困難である。そこで脊柱起立筋とは別髄節であり、ハムストリングスのうちの半腱様筋、半膜様筋、大腿二頭筋長頭と同様に脛骨神経によって支配されているヒラメ筋のH波を測定し、その振幅を運動

前後で比較することで、「ジムボールを用いたストレッチング運動が脛骨神経を介してその被支配筋群の興奮性を抑制する」という推察を検証することを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、下肢・体幹に疾患の無い健常男性10名（平均年齢：24.7±3.9歳，身長：176.7±6.1cm，体重：71.3±8.9kg）とした。全対象者には事前に本研究の趣旨と目的を文書にて説明した上で協力を求め、同意書に署名・捺印を得た。

2. 方法

ヒラメ筋H波の導出には、刺激装置（Neuropack 8，日本光電社製）を用いて右膝窩部から経皮的に脛骨神経を電気刺激した。皮膚の接触抵抗を下げる為に皮膚前処理剤を使用して前処理を施した右ヒラメ筋の筋腹部の皮膚に表面電極を貼付してH波を導出し、筋電計（Neuropack 8，日本光電社製）に記録した。

刺激は持続1 msecの矩形波で、刺激頻度は1 Hzとした。刺激強度は村岡らの方法⁶⁾に従い、安静仰臥位の状態で最大M波振幅の20～40%のH波が得られる強度とした。誘発刺激を繰り返し施行し、安定した4回目以降で、8回分のH波を採用した。H波は振幅値を計測し、採用された8回の計測値の平均を求めた。

ジムボールを用いたストレッチング運動は、筆者らの先行研究^{4,5)}に従い、肩・肘・股・膝関節を軽度屈曲位、前腕と下腿を軽く接地させ、頭部は軽く垂らせたリラックスした状態でボール上に腹這位を1分間とらせた。その際の膝関節は45度屈曲位とし、ボールの頂点は臍のレベルに合わせるように指示した。なお、ボールは最大直径65 cm（Reebok社製Gym ball）のものをを使用した。ボールの硬さは10 kgの重錘をボールの頂点にのせた際にボールの鉛直方向の直径が7 cm縮む程度とし、空気の量を調節した。運動時間については、筆者らの先行研究⁵⁾にて、1分間行うことで脊柱可動性の増大が確実に認められたため、本研究でも1分間とした。

実験条件は、ストレッチング運動を行う条件（運動条件）と運動を行わない条件（安静条件）の2条件とした。運動条件では、ストレッチング運動を行う前後のH波を仰臥位にて記録した。また、安静条件ではストレッチング運動の代わりに安静仰臥位を1分間とらせ、その前後のH波を仰臥位にて記録した。対象者には24時間以上空けて2条件をランダムな順序で施行した。各

表1 各条件での運動前後のヒラメ筋H波の
平均値と標準偏差 n=10

	運動条件	安静条件	
運動前	6.5 ± 2.3	5.3 ± 2.5	} n.s.
運動後	5.1 ± 2.2	5.2 ± 2.3	

mean ± S.D. [mA]

*: p<0.05, n.s.: not significant

条件において、運動あるいは安静前後でH波の実測値(mV)を比較した。

統計解析用ソフトウェアはSPSS for Windows Ver. 15.0 J (エス・ピー・エス・エス社製)を用いた。運動前後のH波振幅を比較するための統計学的解析には対応のあるt-testを用い、有意水準を5%未満とした。

III. 結 果

各条件における運動前後のH波振幅を表1に示す。

運動条件では、運動前の平均H波振幅は6.5 ± 2.3 mA、運動後は5.1 ± 2.2 mAで、運動後は有意に小さい値を示した(t=6.05, 自由度9, p<0.01)。安静条件では運動前5.3 ± 2.5 mA、運動後は5.2 ± 2.3 mAであり、有意差は認められなかった(t=1.14, 自由度9, p=0.28)。このことから、ジムボールを用いたストレッチ運動は、脛骨神経を介してヒラメ筋の興奮性を抑制し得ることが示唆された。

IV. 考 察

本研究結果では、ボールを用いたストレッチング運動を行うことで、脛骨神経に支配されているヒラメ筋のH波振幅は運動前に比べ有意に小さくなった。すなわち脛骨神経を介してその被支配筋群の一つであるヒラメ筋の興奮性が抑制されたと考える。

ボールは支えるという機能的特性をもつ。これは空気圧の反発力とクッション作用が互いに補うように作用することで、ボールに触れている体の部分に馴染んだ形で、ソフトに体の動きを支えることができることによる。この特性は、リラクセーションにも役立っており、ボールを抱くように静かに体を預ける姿勢は筋の弛緩を進め、また腕や脚を脱力させてボールに預ける姿勢はリラックスした状況をつくることができると言われている⁷⁾。本研究においても、全身リラックスした状態で、頭部、下肢の質量によって脊柱が頭部、尾

部方向へ牽引されやすい状態となり、脊柱周辺にある脊柱起立筋や多裂筋が適度に牽引、伸長されたものと思われる。筋伸長による生理的作用には、脊髄神経機構を刺激して生じる伸張反射、自己抑制、拮抗作用、反回作用などが挙げられているが^{8,9)}、その中でも一定時間以上筋が伸長されることによって起こる自己抑制の作用により背筋群の支配神経の興奮性が抑制されたのではないかと考える。

さらに、脛骨神経を介したヒラメ筋の興奮性の抑制効果については、吉崎ら¹⁰⁾や弓永ら¹¹⁾の研究から次のように推察する。吉崎ら¹⁰⁾は下腿三頭筋に対する他動的筋伸長により反対側のヒラメ筋H波に弱い抑制を認めたと報告している。また弓永ら¹¹⁾は、背臥位、立位時、右側下肢荷重肢位という姿勢変化が、上肢筋に対応する脊髄神経機能の興奮性にどのように影響するかについて右短母指外転筋より導出したF波を用いて検討した結果、一側下肢荷重肢位で脊髄の興奮性増加を示したと報告している。これらの研究は、他動的に伸長されたあるいは随意的に収縮した筋のみならず、他の髄節レベルで支配されている筋へも興奮性の促進や抑制といった影響が及ぶことを示唆している。これらの報告から、本研究においても背筋群が伸長されたことによって神経・筋の興奮性が抑制され、さらに他髄節である脛骨神経により支配されたヒラメ筋にも興奮性の抑制が働いたと考える。

前述したように脛骨神経は、本研究にてH波を導出したヒラメ筋のみならず、ハムストリングスと称される筋群のうち半腱様筋、半膜様筋、大腿二頭筋長頭を支配している神経である。従って、筆者らの先行研究での「ジムボールを用いたストレッチング運動が脛骨神経を介してその被支配筋群の興奮性を抑制する」という推察が正しいことが示唆され、骨盤の傾斜角の増大は、被支配筋群であるハムストリングスの興奮性が抑制されたためであると考えられる。

さらに、本研究で行ったジムボールを用いたストレッチング運動は、直接伸長位にあった背筋群だけでなく、ハムストリングスなどの下肢筋群の興奮性も抑制することができたことから、筋を直接伸長して抑制を図る従来のストレッチング運動に比べ、筋が過度に伸長されて損傷してしまう可能性が低く、より安全な方法といえるだろう。

最後に、本研究を行った際、対象者からは「腰が楽になった」、「疲れがとれた」などの感想が聞かれた。ストレッチングには持続的、慢性的筋収縮を改善し血管の圧迫を軽減することによる局所循環の促進の作用が

あり, このことから疲労回復効果があるといわれている^{8,9)}。疲労を残さない, 蓄積しないことは怪我の予防やパフォーマンスの向上を図る上で非常に重要であるため, 今後の研究課題として, ボールを用いたストレッチング運動が腰背筋群の疲労に対する効果を検証する。

引用文献

- 1) 山際哲夫: ストレッチングの理論と実際. 医学のあゆみ, 1992, **163**(5): 445-449.
- 2) 原 賢二: 肉離れのアスレティックリハビリテーション. 医道の日本, 2006, **745**: 49-56.
- 3) 高橋直樹: 体のバランスを整えながら, 疲労回復を図るボールを使ったストレッチング. Training Journal, 2004, **11**: 20-23.
- 4) 江口淳子, 渡邊 進, 小原謙一・他: ボールを用いた脊柱可動性増大運動による脊柱彎曲角の変化. 理学療法科学, 2008, **23**(1): 17-21.
- 5) 江口淳子, 小原謙一, 渡邊 進・他: ジムボールを用いた脊柱可動性運動の効果—運動時間の違いによる検討—. 理学療法科学, 2008, **23**(4): 481-485.
- 6) 村岡慶裕, 正門由久, 富田 豊・他: 治療的電気刺激による脳卒中患者の足関節筋群における2シナプス性Ia相反抑制の変化. リハビリテーション医学, 2000, **37**(7): 453-458.
- 7) 森谷敏夫, 石井千恵: ボールエクササイズ. 伊丹康人 (監修). 金原出版, 東京, 1999, pp1-20.
- 8) 岡田真平, 木村貞治, 武藤芳照: ストレッチングの生理. 理学療法, 2000, **17**(4): 426-430.
- 9) 浅井友詞, 鈴木重行, 森本浩之・他: 体幹に対する徒手療法ストレッチング. 理学療法, 2006, **23**(11): 1475-1480.
- 10) 吉崎邦夫, 遠藤敏裕, 宇都宮雅博・他: 下腿三頭筋の他動的ストレッチによる脊髄興奮単位への影響について—反対側のヒラメ筋H波の変動—. 日本生理人類学会誌, 2006, **11**(3): 27-30.
- 11) 弓永久哲, 鈴木俊明: 姿勢変化による上肢脊髄神経機能の興奮性の変化. 総合リハ, 2007, **35**(4): 373-378.