

短報

ハムストリングスに対する振動刺激とストレッチが柔軟性に与える影響

山崎 裕司¹⁾, 柏 智之¹⁾, 宮崎 登美子¹⁾, 稲岡 忠勝¹⁾

Effect of vibration stimulation and stretching on hamstrings flexibility

Hiroshi Yamasaki¹⁾, Tomoyuki Kashiwa¹⁾, Tomiko Miyazaki¹⁾, Tadakatsu Inaoka¹⁾

要 旨

健常者を対象としてハムストリングスに対する振動刺激とストレッチが、筋の柔軟性に与える影響について検討した。

対象は、健常男性10名。まず、両側膝窩角度を測定した。次いで、腹臥位にて一側の内外側ハムストリングスの腱に対して振動刺激（周波数：100Hz）を2分間与えた。反対側は対照脚とした。治療後、再度両側膝窩角度を測定した。次いで、同様の肢位で両側のハムストリングスのストレッチをHold Relaxの技法を用いて実施した。日を変えて反対側の内外側ハムストリングスの腱に対して振動刺激与えた。反対側を対照脚として、同じ実験を実施した。

振動刺激前、後、ストレッチ後の膝窩角度は、順に134.8±9.1度、142.5±7.7度、145.7±8.1度であり、振動刺激によって膝窩角度は有意に増大した（ $p<0.01$ ）。対照脚の膝窩角度は、振動刺激前、後、ストレッチ後の順に134.7±8.2度、134.2±9.3度、141.2±7.5度であり、ストレッチ後、膝窩角度は、有意に増大した（ $p<0.01$ ）。振動刺激前後での膝窩角度の変化量は6.6±7.5度、対照脚の変化量は-0.1±7.7度であり、有意差を認めた（ $p<0.01$ ）。

振動刺激による膝窩角度の変化量は、ストレッチと同等であった。ストレッチが適応できない環境下において筋の柔軟性を維持改善させるうえで振動刺激は有効に機能する可能性がある。

キーワード：ハムストリングス、振動刺激、膝窩角、ストレッチ、バイブレーター

【はじめに】

効率よいストレッチを行うには当該筋の柔軟性を改善しておく必要がある。例えば、温熱療法は軟部組織の伸展性を改善する効果があり、ストレッチとの併用によって関節可動域を拡大できることが明らかとなっている¹⁾。骨格筋に対する振動刺激は、脊髄内の介在神経を活性化し、シナプス前抑制を介して脊髄運動細胞の興奮性を抑制することが報告されている²⁾。脊髄運動細胞の興奮性は筋緊張の状態を表す指標として解釈されているため、振動刺激には筋緊張を抑制する効果があると考えられる。中林

ら³⁾は、健常者の下腿三頭筋に対して76.6Hzの振動刺激を加えて筋緊張抑制効果について検討した結果、振動刺激の効果は1分後から生じ、3分間で最大に達することを報告した。脳卒中片麻痺患者を対象とした研究においても、痙性筋への振動刺激が上肢・下肢筋群の筋緊張を低下させ、関節可動域を拡大することが報告されている^{4,5)}。

振動刺激発生装置（Vibrator）は、家庭用の電源があれば使用できる。さらに、スライヴ社製ハンディタイプの重量は420g、長さ30cmであり、病棟、在宅、施設など場所を選ばず携帯が可能である。も

1) 高知リハビリテーション専門職大学 理学療法学専攻

Division of Physical Therapy, Kochi Professional University of Rehabilitation

し、健常者に対する振動刺激によって筋の柔軟性が改善できるのであれば臨床的価値は高い。

本研究では、健常者を対象としてハムストリングスに対する振動刺激とストレッチの併用が、その柔軟性に与える影響について検討した。

【対象および方法】

対象は、健常男性10名である。年齢は 23.1 ± 10.8 歳、身長は 169.5 ± 5.6 cm、体重は 61.8 ± 9.8 kgであった。本研究は、被験者に研究の目的と内容、個人情報秘匿、被験者の自由意志の尊重について説明を行い、同意を得た後に測定を行った。

まず、両側の膝窩角度を測定した(図1)。仰臥位にて測定下肢を台上にのせ大腿部を垂直に保持した。膝関節を最大自動伸展させ最終可動域で検査者Bが踵を保持し、側方からデジタルカメラで撮影した。基本軸は腓骨頭を通る垂直線、移動軸は下腿長軸とした。得られた映像データは、パーソナルコンピュータに取り込み、Image Jを用いて膝窩角度を算出した。次いで、腹臥位にて一側の内外側ハムストリングスの腱に対して振動刺激を2分間与えた(図2)。振動刺激の付与にはスライヴ社製ハンディバイブを用い、周波数は100Hzとした。振動刺激を付与する際の圧迫は、バイブレーターヘッドの重みによって行った。反対側は対照脚とした。治療後、再度両側の膝窩角度を測定した。次いで、振動刺激側のハムストリングスのストレッチを実施した。膝窩角の測定肢位においてHold Relax(10秒間収縮、30秒間伸張)の手技を用いて実施した。2回を1セットとし、合計2セット行い、直後に膝窩角度の測定を実施した。最後に、反対側に対しても同様の方法でハムストリングスのストレッチを実施し、膝窩角度を測定した。3日間以上の間隔を空けて反対側の内外側ハムストリングスの腱に対して振動刺激与えた。反対側を対照脚として、上記と同様の方法で実験を実施した。

10名の左右20脚を対象として統計解析を実施した。振動刺激前、刺激後、ストレッチ後の膝窩角度の比較には、一元配置の分散分析検定と、多重比較

検定(Tukey-Kramer法)を用いた。振動刺激前後、ストレッチ前後の膝窩角度変化量の比較には対応のあるt検定を用いた。治療前膝窩角度と治療による変化量の関連分析にはピアソンの相関係数を用いた。いずれも危険率5%を有意水準とした。統計解析には、改変Rコマンドー4.0.2を使用した。



図1 膝窩角測定場面

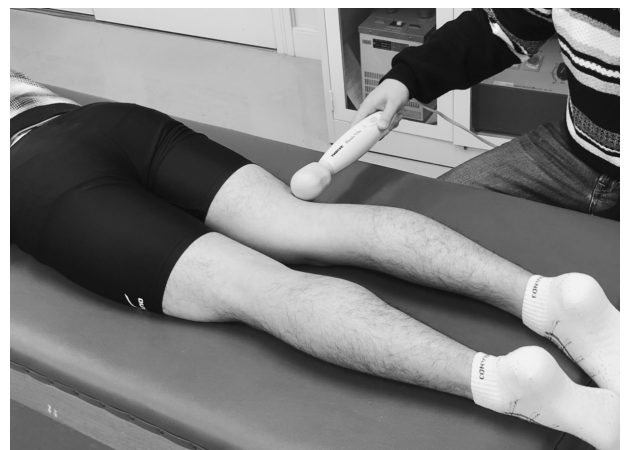


図2 右外側ハムストリングスに対する振動刺激

【結果】

振動刺激前、後、ストレッチ後の膝窩角度は、順に 134.8 ± 9.1 度、 142.5 ± 7.7 度、 145.7 ± 8.1 度であり、有意な主効果を認めた($p < 0.01$)。振動刺激前と後、前とストレッチ後には、有意差を認めた($p < 0.01$)。振動刺激後とストレッチ後の間には有意差を認めなかった。

対照脚の膝窩角度は、振動刺激前、後、ストレッ

チ後の順に 134.7 ± 8.2 度, 134.2 ± 9.3 度, 141.2 ± 7.5 度であり, 有意な主効果を認めた ($p < 0.01$). 振動刺激前とストレッチ後, 振動刺激後とストレッチ後には, 有意差を認めた ($p < 0.01$). 振動刺激前後で対照脚の膝窩角度には, 変化を認めなかった.

振動刺激前後での膝窩角度の変化量は 6.6 ± 7.5 度(変化率 $5.4 \pm 4.8\%$), 対照脚の変化量は -0.1 ± 7.7 度であり, 有意差を認めた ($p < 0.01$). 振動刺激後のストレッチによる膝窩角度の変化量は 3.2 ± 4.7 度, 対照脚のストレッチ後の変化量は 7.0 ± 6.9 度であり, 有意差を認めた ($p < 0.05$). 振動刺激とストレッチによる膝窩角度の総変化量は 10.9 ± 7.4 度であり, 対照脚のストレッチ前後の変化量 (7.0 ± 6.9 度) と有意差を認めなかった.

振動刺激前後での膝窩角度の変化量と治療前膝窩角度の間には, 相関係数 -0.571 の有意な関連を認めた ($p < 0.05$). 同様に, 膝窩角度の変化率と治療前膝窩角度の間には, 相関係数 -0.638 の有意な関連を認めた ($p < 0.05$).

【考察】

今回, 健常者を対象としてハムストリングスに対する振動刺激とストレッチがその柔軟性に与える影響について検討した. 振動刺激によって膝窩角度は有意に改善した. 一方, 振動刺激を与えなかった対照脚の膝窩角度は変化しなかった. 以上のことから, 今回の膝窩角度の改善は, 振動刺激によって生じたものと考えられた.

振動刺激による膝窩角度の変化量は, 6.6 ± 7.5 度であった. 対照脚のストレッチによる変化量は 7.0 ± 6.9 度であり, ほぼ同等の効果が得られた. 平賀ら⁶⁾は, ホールドリラックス手技(10秒間収縮, 30秒間伸長)を用いたストレッチをハムストリングスに適応した結果, 1週間(4回)の実施による改善率を $3.8-4.9\%$ と報告している. 今回わずか2分間の振動刺激によって得られた改善率は, 5.4% であった. 振動刺激による可動域の短期的な改善効果は大きいものと考えられた.

振動刺激とストレッチ併用による膝窩角度の変化

量は 10.9 度, 対照脚のストレッチ単独による膝窩角度の変化量は 7.0 度であり, 有意差を認めなかった. 振動刺激後のストレッチによる変化量は 3.2 度であり, ストレッチ単独の効果に比較して有意に小さかった. 推測の域を出ないが, 静的ストレッチによる生理学的機序はI b抑制によるハムストリングスの α 運動神経の興奮性の抑制であり, 振動刺激と同様シナプス前抑制を介する. したがって, ストレッチと振動刺激の効果機序が重複した結果, ストレッチ効果が相殺された可能性が考えられた. しかし, 骨癒合が得られていない時期などストレッチが実施できない臨床場面は少なくない. そのような状況で振動刺激は筋の柔軟性を維持・改善させるうえで有効に機能するかもしれない.

振動刺激前後での膝窩角度の変化量・変化率と治療前膝窩角度の間には, 有意な負の相関を認めた. つまり, 膝窩角度の改善幅は, ハムストリングスの柔軟性が不良な対象者で大きかった. 以上のことは, 筋短縮の著しい症例において振動刺激がより有効に機能することを示唆している.

振動刺激による筋緊張の抑制効果は, 3分で最大に達すると報告されている. 今回の振動刺激は2分間であった. また, 内外側のハムストリングスに対して振動刺激を加えたため, 片側の腱に与えられた持続時間は1分間にとどまった. 本研究における周波数は 100Hz であり, 先行研究²⁻⁵⁾(76.6Hz)とは異なっていた. このような違いが振動刺激の筋緊張抑制効果を減弱させた可能性がある. 今後は, 刺激時間や周波数を変えてその効果について再検討する必要がある. また, 筋緊張を低下させる効果機序の異なる物理療法との併用が有効に機能する可能性がある. 今後, 温熱療法と振動刺激の併用が筋柔軟性に与える影響についても検討していきたい.

【文献】

- 1) Knight CA, Rutledge CR, et al.: Effect of superficial heat, deep heat, and active exercise warm-up on the extensibility of the plantar flexors. Phys Ther 81: 1206-1214, 2001.

- 2) 中野治郎, 沖田 実, 坂本淳哉: 振動刺激を利用した関節可動域制限の治療法. 理学療法探求7: 24-28, 2005.
- 3) 中林紘二, 児玉隆之・他: 振動刺激による下腿三頭筋の筋緊張抑制効果 -H/M比を用いた筋緊張の経時的解析-. 理学療法科学26: 393 - 396, 2011.
- 4) 野間知一, 衛藤誠二・他: 脳卒中片麻痺上肢への痙縮筋直接振動刺激による痙縮抑制効果. 作業療法27: 119-127, 2008.
- 5) 宮良広大, 松元秀次・他: 脳卒中片麻痺下肢への全身振動刺激 (Whole body vibration) による痙縮抑制効果-誘発電位F波を用いた検討-. 理学療法42: 90-97, 2015.
- 6) 平賀康嗣, 栗山裕司・他: ストレッチの長期的効果の出現時期. 高知リハ学院紀要20: 39-41, 2019.