

大腿四頭筋に対する微振動刺激が膝関節伸展筋力に及ぼす影響

三森由香子¹⁾ 2), 小山貴之³⁾, 新田収²⁾

- 1) 慶應義塾大学病院リハビリテーション科
- 2) 首都大学東京人間健康科学研究科理学療法領域
- 3) 日本大学文理学部体育学科

【目的】

筋紡錘は振動刺激にきわめて鋭敏であり、振動刺激は筋の収縮を誘発するとされている。近年、感覚受容器に対する微振動刺激により筋活動を促通する目的で、体表面に貼付し微振動を起こす機器が開発され、スポーツ現場において使用されるようになってきている。微振動刺激による生理学的影響については検証されており、筋紡錘に対する刺激は、当該筋の出力を増大させる可能性があると考えられる。しかし、微振動刺激を加えることで運動パフォーマンスにどのような影響を及ぼすかを検証した報告はほとんどない。そこで今回我々は、微振動刺激が膝関節伸展筋力に及ぼす影響について検証することを目的とした。

【方法】

体育学生から応募した 15 名（男性 7 名，女性 8 名）を対象とした。除外基準は、過去 3 ヶ月以内に下肢の整形外科的既往がある者、半月板または膝靭帯損傷の手術歴がある者とした。対象者の年齢（平均±標準偏差）は 21.1±0.7 歳，身長は 166.1±7.7cm，体重は 60.6±8.5kg であった。微振動刺激はフィードバックディスク（ブラフ社製，直径 33mm，厚さ 11mm，重さ 10g，振動周波数 200Hz，以下 FBD）を使用し，電源を切った状態で Perotto の針筋電図電極挿入部位に準じて内側広筋（膝蓋骨上内側縁より 4 横指近位部）および外側広筋（膝蓋骨上縁より 5 横指近位部，大腿外側面）上に貼付した。FBD は，刺激順応を生じないように，電源入力後 45 秒間の振動と停止を繰り返すように設定されている。膝関節伸展筋力の測定には，ハンドヘルドダイナモメーター（アニマ社製 μ Tas F-1；以下 HHD）を使用した。対象者は，ベッドにて端座位となり，被験肢をベッド脚の直上でタオルを大腿遠位後面に当てて股関節と膝関節がそれぞれ 90 度になるように位置させた。HHD は，キャリブレーションを行った後に下腿遠位前方にセンサーパッドが当たるようにベルトでベッド脚に固定し，膝関節裂隙からセンサーパッド中央までの距離（下腿長）を記録した。対象者には，骨盤を中間位としたままベッドの左右端をそれぞれ把持し，約 3 秒で最大となりその後 5 秒で定常状態となるような最大等尺性膝伸展運動を指示し，練習を数回行わせた。測定は，刺激前，刺激開始後，刺激開始 5 分後に行い，それぞれ 60 秒以上の休憩をとり，2 回ずつ測定した。なお，微振動刺激時の筋力測定は，刺激を開始した 10 秒後に行った。分析は，得られた各測定条件の 2 回の平均値を代表値とし，下腿長を乗じて体重で除した値（Nm/kg）を算出し，Shapiro-Wilk 検定で正規性を確認した後一元配置分析を行った。主効果が認められた場合には，多重比較検定

(Tukey 検定) を行い各条件間の差を検討した。統計学的分析には、SPSSVer.11 を使用し、有意水準は 5%未満とした。

【説明と同意】対象者には事前に口頭および書面にて実験内容を説明し、同意を得た後に実施した。

【結果】

刺激前の膝関節伸展筋力は $2.64 \pm 0.80 \text{Nm/kg}$ 、刺激開始後は $2.79 \pm 0.89 \text{Nm/kg}$ 、刺激開始 5 分後は $2.84 \pm 0.87 \text{Nm/kg}$ であり、主効果を認めた。多重比較検定 (Tukey 検定) において刺激前と刺激開始後、刺激前と刺激開始 5 分後の間に有意な差を認めた ($p < 0.05$)。内側広筋および外側広筋に対する微振動刺激時の膝関節伸展筋筋力は、刺激前と比較して、刺激後は筋出力が大きくなり、その効果は 5 分間の断続的な刺激後も持続していた。

【考察】

微振動刺激により筋紡錘の興奮性が増強することは先行研究によって報告されているが、今回の結果から、内側広筋および外側広筋に対する微振動刺激が膝伸展筋筋力を増大させることが確認出来た。これは、微振動刺激が筋紡錘の興奮性を高め、Ia 群求心性線維を介して α 運動ニューロンの興奮性が高められた結果と考えられる。

また、刺激開始 5 分後においても、刺激開始後と同様に筋出力を増大させる効果を認めた。これは断続的に振動刺激を与えたことで、刺激に対する生体の順応を避けることができたためと考えられ、持続的な使用による効果も期待できると考える。

廃用症候群を呈した患者や手術直後の患者に対して、FBD を使用した筋力トレーニングは効果的であると考えられ、臨床応用の可能性が示唆された。

【理学療法学研究としての意義】

局所に対する微振動刺激が同部位の筋出力に与える影響についての科学的根拠の一端を明示することができた。今後、臨床現場やスポーツ領域でのパフォーマンスの向上等へ寄与する可能性が考えられ、意義のある結果であったといえる。

【キーワード】微振動刺激、膝関節伸展筋力、フィードバックディスク