

【助成 40-58】

末梢神経刺激が静的ストレッチングの柔軟性向上効果に与える影響とその神経機序

研究者 九州産業大学 健康・スポーツ科学センター 助教 齋藤 輝
名古屋大学 総合保健体育科学センター 准教授 水野 貴正

〔研究の概要〕

本研究の目的は、末梢神経刺激で誘起した感覚神経活動が静的ストレッチング後の関節可動域の変化に与える影響を明らかにすることであった。20 分間の末梢神経刺激と 5 分間の静的ストレッチングが足関節の柔軟性に与える影響を調べた。感覚神経を優先的に活動させる末梢神経刺激の比較対象として、骨格筋電気刺激と電気刺激なしの安静条件を設けた。末梢神経刺激は静的ストレッチング後の関節可動域変化 ($2.3 \pm 2.3^\circ$) を骨格筋電気刺激 ($0.7 \pm 3.5^\circ$) や安静条件 ($1.2 \pm 2.1^\circ$) と比べて有意に改善させなかった。

〔研究経過および成果〕

静的ストレッチングは関節可動域の限界まで筋を伸ばし、数十秒間その姿勢を維持する。これを繰り返し行うことで、関節可動域の拡大が期待できる。随意運動と静的ストレッチングを組み合わせると効果的に柔軟性を向上させるストレッチング法がスポーツ現場で活用されている(例、PNF ストレッチング)。しかし、静的ストレッチング効果が向上する神経メカニズムは不明な点が多い。そこで、我々は末梢神経刺激を用いて静的ストレッチングにより柔軟性が向上する神経メカニズムの研究に取り組んでいる(Saito & Mizuno, 2023)。本研究は末梢神経刺激で誘起した感覚神経活動が静的ストレッチング後の関節可動域の変化に与える影響を明らかにすることを目的とした。

対象者は健康な成人男性 13 名(年齢 19.7 ± 0.8 歳, 身長 169.0 ± 5.6 cm, 体重 62.9 ± 6.7 kg)であった。対象者の足首を等速筋力計に固定し、足関節を最大限の伸張感を生じる角度まで背屈させて下腿三頭筋にストレッチングを与えた。1 分間の静的ストレッチングをセット間休息なしで 5 回繰り返した。静的ス

トレッチングの直前に下腿三頭筋の支配神経に 20 分間の電気刺激を与えた。感覚神経を優先的に刺激する末梢神経刺激と比較するため、骨格筋の皮膚上の電極から末梢神経を刺激する骨格筋電気刺激を行う条件を設けた。電気刺激の頻度は 10Hz であり、刺激強度は随意最大収縮の 5%の筋力が誘起される強度とした。末梢神経刺激中にヒラメ筋から表面筋電図を記録してホフマン反射(H 反射)を計測した(図 1)。なお、電気刺激を付加しない条件も設け、これらと静的ストレッチングによる変化率を比較した。

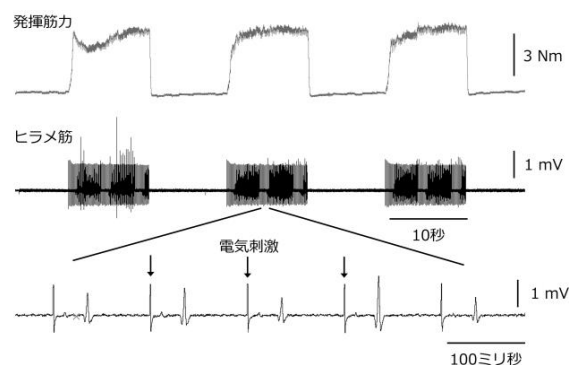


図1. 末梢神経刺激中の発揮筋力とヒラメ筋のH反射

静的ストレッチングの前後に、等速筋力計を用いて足関節を 1° /秒で受動的に背屈させ、足関節の柔軟

性を計測した。最大背屈角度で足関節全体の柔軟性を評価した。最大背屈位における受動トルクで知覚的な柔軟性(筋や腱の伸張に対する痛みの耐性)を評価し、角度—受動トルク曲線の傾きで組織の柔軟性(筋や腱の硬さ)を評価した。

末梢神経刺激は静的ストレッチング後の最大背屈角度を $2.3 \pm 2.3^\circ$ 増加させた ($p < 0.01$)。骨格筋電気刺激は静的ストレッチング後の最大背屈角度を $0.7 \pm 3.5^\circ$ 増加させた ($p = 0.44$)。電気刺激のない条件では静的ストレッチング後の最大背屈角度を $1.2 \pm 2.1^\circ$ 増加させた ($p = 0.05$)。静的ストレッチングによる最大背屈角度の変化に条件間で有意な主効果は認められなかった ($p = 0.285$, 図 2)。

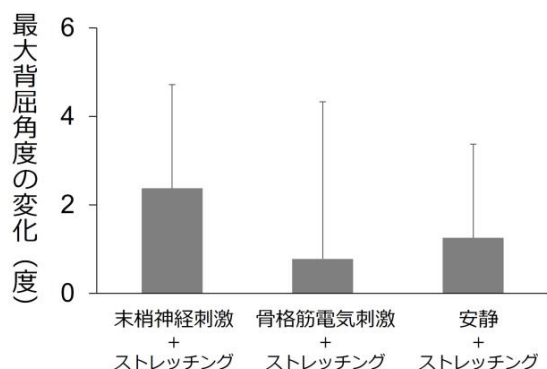


図2. 経皮的電気刺激が静的ストレッチング後の最大背屈角度の変化に与える影響

末梢神経刺激は静的ストレッチング後の受動トルクの最大値を $4.5 \pm 13.1\%$ 増加させた (前: 16.4 ± 4.9 Nm; 後: 17.1 ± 5.3 Nm, $p = 0.28$)。骨格筋電気刺激は静的ストレッチング後の受動トルクの最大値を $1.2 \pm 14.9\%$ 減少させた (前: 17.2 ± 6.0 Nm; 後: 17.0 ± 6.6 Nm, $p = 0.79$)。電気刺激のない条件では静的ストレッチング後の受動トルクの最大値を $2.6 \pm 6.0\%$ 減少させた (前: 16.6 ± 5.5 Nm; 後: 16.0 ± 4.9 Nm, $p = 0.13$)。静的ストレッチングによる受動トルクの最大値の変化率に条件間で有意な主効果は認められなかった (p

$= 0.194$, 図 3)。

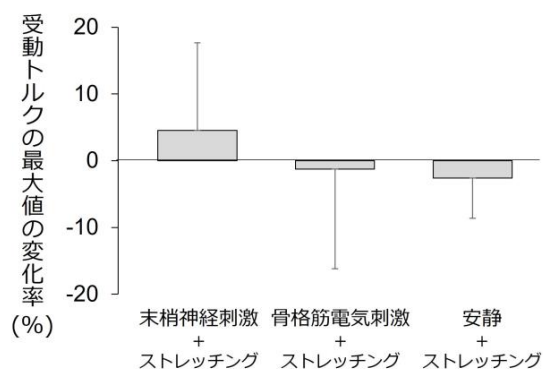


図3. 経皮的電気刺激が静的ストレッチング後の受動トルクの変化率に与える影響

末梢神経刺激は静的ストレッチング後の角度—トルク曲線の傾きを $12.3 \pm 6.8\%$ 減少させた ($p < 0.01$)。骨格筋電気刺激は静的ストレッチング後の角度—トルク曲線の傾きを $14.2 \pm 12.3\%$ 減少させた ($p < 0.01$)。電気刺激のない条件では静的ストレッチング後の角度—トルク曲線の傾きを $11.0 \pm 10.4\%$ 減少させた ($p < 0.01$)。静的ストレッチングによる角度—トルク曲線の傾きの変化率に条件間で有意な主効果は認められなかった ($p = 0.622$, 図 4)。

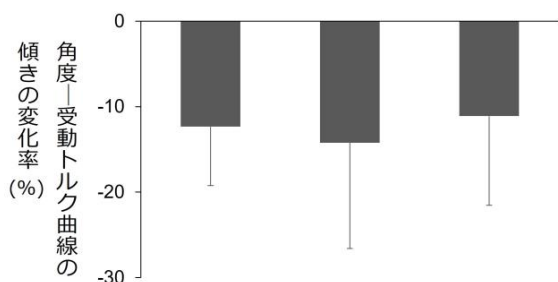


図4. 経皮的電気刺激が静的ストレッチング後の角度—受動トルク曲線の傾きの変化率に与える影響

以上の結果から、末梢神経刺激は静的ストレッチングによる関節可動域の向上効果を改善させなかった。末梢神経刺激条件に静的ストレッチング後の関節可動域の有意な向上が認められた。これは末梢神経刺激条件に静的ストレッチング後の知覚的な柔軟性の増加が認められたことが関与した可能性がある。