

足部および下腿冷却が立位姿勢に及ぼす影響 ～重心動揺と足圧分布による検討～

新潟リハビリテーション病院 リハビリテーション部

佐々木 幸絵

新潟医療福祉大学 理学療法学科

相馬 俊雄

1. はじめに

ヒトが立位姿勢の調節を行うためには、体性感覚系からの情報入力が必要な役割を果たしており、足底感覚が低下すると、足底圧情報のフィードバックが困難となり、立位姿勢に影響を及ぼす。本研究の目的は、足部および下腿冷却による感覚低下が、立位姿勢に及ぼす影響を重心動揺と足圧分布より明らかにすることである。

2. 方法

1) 対象

対象は、インフォームドコンセントの得られた健常成人13名とし、年齢は 21.5 ± 1.0 歳(平均値 \pm 標準偏差)、身長は 167.2 ± 8.8 cm、体重は 57.1 ± 5.0 kgであった。

2) 条件

(1) 使用機器

重心動揺の測定には、立位練習器エチュードボーEx(日立機電工業株式会社)を用いた。足圧分布の測定には、F-スキャン(NITTA)を用いた。

(2) 冷却条件・課題動作

被験者は、冷却なし、足部冷却、下腿冷却の3条件で重心動揺と足圧分布を測定した。冷却は両側下肢とし、足部冷却は外果下端、下腿冷却は腓骨頭下端までを冷却した。冷却には 0°C から 5°C の氷水を用いた。冷却前に痛み刺激を行い、冷却後に痛み刺激感受性が消失していることを確認した。痛み刺激にはバネ付針を使用し、冷却前後で刺激の強度が変わらないように配慮した。冷却は10分間行い、残存している場合は5分間延長し、消失するまで繰り返した。また、冷却は座位で行い、水温を一定に保つよう温度計で確認した。測定肢位は、足幅を10cm開脚位に合わせ、上肢は体側に自然下垂し、裸足にて閉眼静止立位を30秒間測定した。

(3) 解析

解析は、3条件における静止立位30秒間における重心動揺(総軌跡長:cm, 矩形面積:cm², 前後動揺中心:cm)と足圧分布とした。足圧分布は足底を足趾部, 前足部, 中足部, 後足部の4分割した場合の各部位における接触圧力とし、左右の総和を算出した。

(4) 統計処理

3条件での総軌跡長, 矩形面積, 足趾部圧, 前足部圧, 中足部圧, 後足部圧に対し二元配置分散分析を行い、事後検定にはTukey法を用い、有意水準を5%とした。

3. 結果

(1) 重心動揺

総軌跡長は、冷却なしが、 $26.2\text{cm} \pm 5.4\text{cm}$ 、足部冷却が $35.9 \pm 8.6\text{cm}$ 、下腿冷却が $46.6 \pm 20.6\text{cm}$ となり、下腿冷却が冷却なし、足部冷却に対して有意に大きな値を示した。矩形面積の平均値は、冷却なしが $2.3 \pm 2.0\text{cm}^2$ 、足部冷却が $6.0 \pm 7.9\text{cm}^2$ 、下腿冷却が $9.3 \pm 11.3\text{cm}^2$ となり、冷却なしに対して下腿冷却が有意に大きな値を示した。前後動揺中心は、3条件において有意差は認められなかった。

(2) 足圧分布

接触圧力では、前足部において、冷却なしが $918.4 \pm 113.1\text{g/cm}^2$ 、足部冷却が $1048.8 \pm 188.2\text{g/cm}^2$ となり、冷却なしに対して足部冷却が有意に大きな値を示した。その他の部位、条件間には有意な差は認められなかった。

4. 考察

1) 重心動揺への影響

冷却による影響として、運動及び知覚神経の神経線維のインパルス伝導率を減少させ、伝導速度も低下させると報告されている。また、シナプス伝達障害、感覚受容器の閾値の上昇などが挙げられる。ヒトは立位姿勢を保持するため、ヒラメ筋などの抗重力筋の持続的収縮を行っている。このことから、下腿冷却により、足部および下腿にある筋への情報伝達の遅延、および感覚入力の低下が起こり、立位姿勢保持に適切な足部・下腿の筋活動が阻害されるため、重心動揺が増加したと考えられる。しかし、前後動揺中心においては、3条件において有意な差は認められなかった。足部・下腿の感覚低下は重心位置には影響を及ぼすことは少なく、立位姿勢における股関節や頭部の位置が関与していると推察される。

2) 足圧分布への影響

前足部の接触圧力において、冷却なしに対し、足部冷却が有意に大きな値を示した。足部に感覚麻痺を生じると、感覚麻痺のない時と比べて足圧中心軌跡が拡がり収束しないことから、足底が姿勢制御に有用な足底感覚情報を得るために探索を続けていると報告されている。また、足底部のメカノレセプターの分布は、前踵部, 中足骨頭部, 母趾部に存在する。これらから、足底からの感覚情報が低下した場合、姿勢調節に有用な足底感覚情報を、圧覚情報が得られやすい前足部へと足圧分布を移行させたと考えられる。