

知覚入力型インソールを用いた教示が動作の理解にあたる影響

長谷川正哉¹⁾, 田村 栄治¹⁾, 後藤 拓也²⁾, 島谷 康司¹⁾, 高宮 尚美¹⁾, 沖田 一彦¹⁾

¹⁾県立広島大学, ²⁾広島鉄道病院

key words インソール・教示・足底感覚

【はじめに, 目的】我々の研究グループでは足底感覚入力を用いた動作方法を教示するインソールの開発を進めている。以下に開発コンセプトを示す。まず, 靴の中に小石が入った場面を想像すると, 不快感がなければ異物を感知しながら動作を続けることが可能である。この際, 足底感覚からは小石の特徴のみでなく「接触部位」や「動作中に接触が強くなるタイミング」などの情報がフィードバックされる。我々はこれらの感覚情報を動作中の「重心移動方向」や「接地・蹴り出し位置」として動作指導に用いる手法を提案し, 足底感覚入力を行う突起を配した知覚入力型インソール (Perceptual Stimulus Insole 以下, PSI) を試作した。本研究では「足底圧中心 (Center of foot pressure 以下, COP) の移動方向」の教示に対する PSI の効果について, 口頭による教示法, 画像を用いた教示法との比較から検討を進めた。

【方法】運動学および PSI に関する知識のない健康女性 11 名を対象とした。課題は踏み返し動作中の COP 軌跡の制御とし, 実験前にモデルとなる COP 軌跡を作成した。モデルは踵内側で着地した後, 小指球に向かい, 母指球で離地する COP 軌跡とし, 着地点, 小指球の折り返し地点, 離地点およびそれぞれの中点の座標を計 5 カ所抽出した。実験条件は口頭による教示 (言語条件), 足底に COP 軌跡を描画した画像による教示 (図示条件), PSI を用いた教示 (PSI 条件) とし, 踏み返し動作中の COP 軌跡を足底圧分布測定システム F-scan にて計測した。なお, PSI 条件では突起を踏みながら踏み返しを行うよう指示した。各条件 10 試行分の平均座標を求めた後, モデルとなる COP 軌跡の座標 5 カ所との最短距離とその平均値を求め, 「課題理解の正確性」とした。次に 10 試行分の標準偏差を求め, 「課題遂行の再現性」とした。また, 「課題理解の難易度」および「課題遂行の難易度」に関するインタビューを実施し内容分析を行った。なお, 統計には一元配置分散分析を用い, Bonferroni 法による多重比較を行った。統計学的有意水準は 5% とした。

【結果】COP 軌跡の正確性は, 言語条件 3.4 ± 0.9 cm, 図示条件 2.9 ± 0.9 cm, PSI 条件 2.1 ± 0.7 cm となり, 言語条件と PSI 条件 ($P < 0.001$), 図示条件と PSI 条件 ($P = 0.031$) に有意差を認めた。COP 軌跡の再現性は, 言語条件 1.6 ± 0.5 cm, 図示条件 1.5 ± 0.7 cm, PSI 条件 1.1 ± 0.2 cm となり, 言語条件と PSI 条件 ($P = 0.025$) に有意差を認めた。次に, 内容分析の概要を以下に示す。言語条件では教示内容が曖昧なため正確な課題の理解と身体座標の照合が行えず, また, 行っている動作の正否の判断が困難であった。図示条件では教示内容は理解が可能な一方, 身体座標との照合が行えず, 動作の正否判断も困難であった。PSI 条件では足底感覚を通じて課題の理解と身体座標との照合が可能であり, 動作の正否判断が容易であった。

【考察】本研究結果を要約すると, 言語条件では課題理解の正確性と課題遂行の再現性が低く「闇雲に課題を遂行している状態」, 図示条件では正確性が低い一方で再現性が高く「(教示とは異なる) 被験者が解釈した課題を反復している状態」, PSI 条件では正確性, 再現性がともに高く「検者が教示した課題を正しく認識し反復している状態」と言い換えることが出来る。また, 各条件に差異が生じる理由について, 言語条件では「エリア」として漠然と解釈した課題に対し, 心的な身体座標を照合しようとするため, COP 軌跡の正確性や再現性が低いものとする。次に, 図示条件では, 被験者が COP 軌跡を「ライン」上に制御する必要があると認識し, COP 軌跡の再現性が高くなったものとする。しかし, 言語条件と同様に理解した課題を心的な身体座標に照合することが求められ, COP 軌跡の正確性が低いものとする。最後に PSI 条件は, 突起による「ポイント」が提示され, 被験者が限局した部位として COP 軌跡を認識したため, 再現性が高いものとする。加えて「今まさに体験している」感覚情報をもとに自身の身体座標を認識したことで, 現在の経験と身体座標との照合が容易となり, COP 軌跡の正確性の向上につながったものとする。

【理学療法学研究としての意義】本研究では足底感覚入力を用いた教示法の有効性を確認した。教示が運動学習の効果に影響をおよぼすことが報告されており, 理学療法士は対象者の状態を適切に判断し, 課題に応じて適切な教示法を選択する必要がある。その中で PSI は動作を教示する際の補助ツールとして応用可能と考える。なお, 本研究は平成 26 年度科学研究費助成 (挑戦的萌芽研究: 課題番号 25560290) を受け実施した。