

令和 7 年 6 月 10 日現在

機関番号：25406

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2024

課題番号：20K19422

研究課題名（和文）足底感覚入力を用いて指導者・学習者双方の効率化を図る新しい動作指導方法の確立

研究課題名（英文）Establishment of a new method of motion instruction using plantar sensory input to improve the efficiency of both instructor and learner.

研究代表者

大古場 良太（Okoba, Ryota）

県立広島大学・保健福祉学部（三原キャンパス）・助教

研究者番号：30825253

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：足底部に半球状の突起を貼付することで足底感覚を賦活し、同部位へ荷重するような課題指示を付与した際の動作指導への影響を検証してきた。例えば、歩行動作を例にとると、足底感覚入力した場合は通常歩行と比較して、つま先高や遊脚期クリアランスの上昇、下肢筋活動のパターン変化などをもたらす効果がみられた。これは、対象者が突起による足底感覚により注意を向けることで動作に変化を与えるものであり、能動的な注意によるこのような変化は、リハビリテーションにおける新しい荷重練習や歩行練習への応用可能性を示唆する結果となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

リハビリテーションの臨床場面において、歩行練習等での動作指導の場合には、対象者に対して口頭指示（言語指示）や視覚指示（ジェスチャー）などが頻用される。しかし、運動イメージの想起に乏しい高齢者等は、療法士の指示を全て理解することに難渋するケースが多い。そこで我々は、足底感覚を用いて直接足底に突起を貼付することで、対象者と療法士の共通理解の感覚的ポイントを教示するアプローチの効果を検証した。動作指導が円滑に進む、また、歩行動作においては足底圧軌跡を修正するポイントに貼付し動きの改善を図ることができる手法としてリハビリテーションにおける新しい動作指導方法としての応用が期待される。

研究成果の概要（英文）： We have been investigating the effect on movement instruction when a task instruction is given to activate the plantar sensation by attaching a hemispherical protrusion to the sole of the foot and to apply weight to the same area. For example, in the case of walking, when the plantar sensation is input, effects such as an increase in toe height and swing phase clearance, and a change in the pattern of lower limb muscle activity were observed compared to normal walking. This is because the subject changes their movement by paying attention to the plantar sensation caused by the protrusion, and such changes due to active attention suggest the possibility of applying this to new weight-bearing and walking training in rehabilitation.

研究分野：理学療法

キーワード：足底感覚 歩行 筋活動 知覚 注意 動作指導 知覚入力型インソール

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

動作指導の際、口頭指示(言語教示)やジェスチャー(視覚教示)による指導が多く用いられるが、運動イメージの想起に乏しい高齢者や下肢疾患後の機能障害が残存している場合、指導者と対象者との運動イメージにズレが生じ、指導に難渋する。我々はこれまで、足底に貼付した突起を踏みながら歩行するよう指示(体性感覚教示)することで、着用者自身が荷重位置や移動方向を意識的に制御することで動作パターンの変容を促せることを明らかにした。この知見を基に、足底に貼付した突起から得られる感覚情報に注意を向けることで動作を教示する手法を提案し、「突起」という明確な目標点の存在が、指導者と学習者間のイメージの違いを解消できる可能性があると考えた。加えて「突起を踏む」という課題指示による突起位置への選択的注意は、身体外部に注意を向ける外部焦点化(External Focus: EF)を促しつつ、身体内部に注意を向ける内部焦点化(Internal Focus: IF)による運動理解を促す効果を持つため、動作指導および運動学習過程の効率化を促す介入方法になるものと考えた。以上より、「突起を用いた足底感覚入力による動作指導方法は、言語・視覚教示などを用いた従来の指導法よりも効率的な介入となり得るか」を検証することとした。

2. 研究の目的

本課題では、足底感覚を用いた動作指導が、対象者の理解や運動学習をより賦活させ得るのかについて検証し、荷重練習や歩行指導で応用可能な新しい動作指導法の確立を図ることを目的とした。そのために足底感覚入力と動作指導への有効性について、突起の位置設定などの具体的方法や、症状別・動作別の介入手法を開発することを目指した。具体的には以下である。

- ・対象者が理解しやすい足底感覚入力の具体的方法
- ・突起による足底感覚入力動作指導や課題理解に与える影響について
- ・足底感覚入力による動作指導と従来法による動作指導との運動学的変化について

3. 研究の方法

対象者が理解しやすい足底感覚入力の具体的方法は、突起の構造や配置について知覚部位(前足部・後足部/内側・外側)や突起の個数、大きさなどの条件を複数設定し、対象者が理解しやすい構造を検証した。

突起による足底感覚入力動作指導や課題理解に与える影響は、教示方法の違いによる動作指導や課題理解への影響を調査するため、「コントロール(教示なし)」条件、「口頭指示のみ」条件、「足底感覚入力のみ」条件、「口頭指示+足底感覚入力」条件の比較を行った。動作課題としては歩行や立ち上がり動作で各条件における介入前後の動作を計測し、運動理解に与える影響をみた。

また、臨床応用として変形性膝関節症に対する足底感覚入力での動作指導の影響を検証するため、従来法との動作指導による運動学的変化を検証した。

(1) 足底感覚入力による動作指導が膝関節動態に及ぼす影響

健常成人男性 20 名を対象に、従来法としてウェッジソール使用した条件、歩行時の足圧中心軌跡(COP)を言語教示する言語条件、足底感覚入力により COP を教示する PSI 条件を設定し、各条件で足底内側・外側に COP を誘導した。解析には三次元動作解析を用い、踏み返し中の外部膝関節内転モーメント(KAM)の 1st、2nd ピーク値を抽出した。その後、KAM の外側誘導から内側誘導時の差分を変化量として求め、各介入がもつ制御能と定義して、どの条件が動作理解と実際の運動の再現性に有効であるか検証した。

(2) 足底感覚入力による動作指導が変形性膝関節症例の歩容や力学的ストレスに及ぼす影響

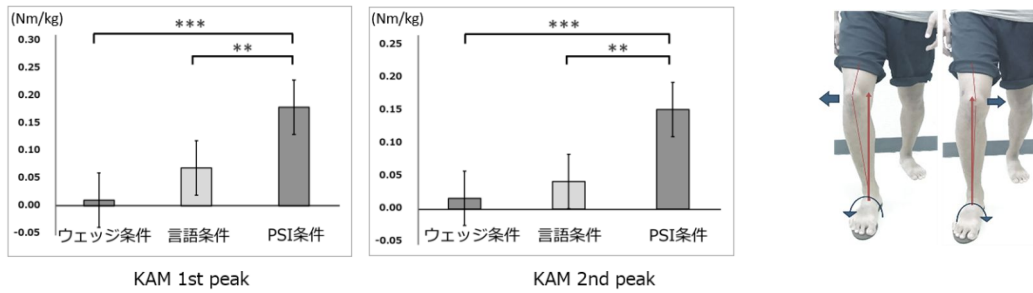
変形性膝関節症者(膝 OA)を対象に、同様の条件で突起を介して足底感覚フィードバックを強化したインソールを用いた歩行修正トレーニングが、膝 OA 患者における歩行中の KAM および膝内転角に与える影響を検証した。膝 OA 患者 22 名を対象に、コントロール条件とインソール条件(PSI 条件)を設定した。コントロール条件は突起なしでの歩行で、インソール条件では踵と第 1 中足骨頭に半球状の突起部を装着し、被験者は突起部に荷重をかけるよう歩行することで COP 軌跡を制御するための練習を 5 分間受けた後、突起を装着せずに計測を行った。

4. 研究成果

(1) 足底感覚入力による動作指導が膝関節動態に及ぼす影響

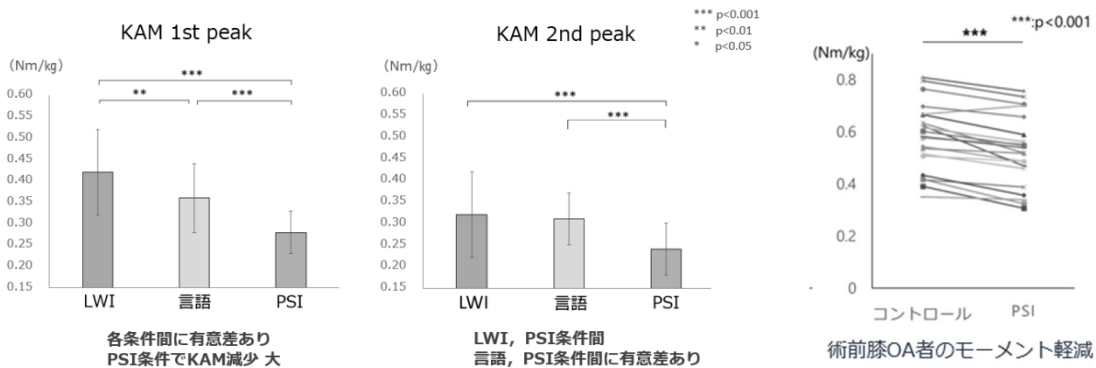
COP は 1st peak 時点で内側、外側誘導とも全条件間に有意差があり、2nd peak 時点で外側誘導時にウェッジ条件と PSI 条件、言語条件と PSI 条件間に有意差があり、内側誘導時にウェッジ条件と言語条件、ウェッジ条件と PSI 条件間に有意差があった。KAM は 1st peak および 2nd peak 時点でウェッジ条件と PSI 条件、言語条件と PSI 条件間に有意差があり、PSI で最も変化量が大きかった。FTA は 1st および 2nd peak 時点で全条件間に有意差があり、PSI で最も変化量が大きかった。

ウェッジを用いた他動制御と比較し PSI を用いた能動制御が有効であることを確認した。さらに、言語指導よりも PSI による体性感覚を用いた指導で制御能が高く、PSI による動作指導が新たな介入戦略につながる可能性が示された。



(2) 足底感覚入力による動作指導が変形性膝関節症例の歩容や力学的ストレスに及ぼす影響

知覚型インソール (PSI) 条件は、対照条件と比較して最大 KAM ($p < 0.001$)、最大 KAM 時の膝内転角 ($p = 0.002$)、および膝内転角インパルス (KAAI) ($p = 0.013$) を有意に減少させた。最大 KAM 時の歩幅および床反力の大きさには統計的に有意差は認められなかった。本研究の結果は、PSI の使用が膝 OA 患者の KAM および膝内転角を効果的に低減し、疾患の進行を抑制する可能性を示唆している。この簡便な介入は、臨床現場で容易に実施できる膝 OA 管理のための新たなアプローチを提供する。

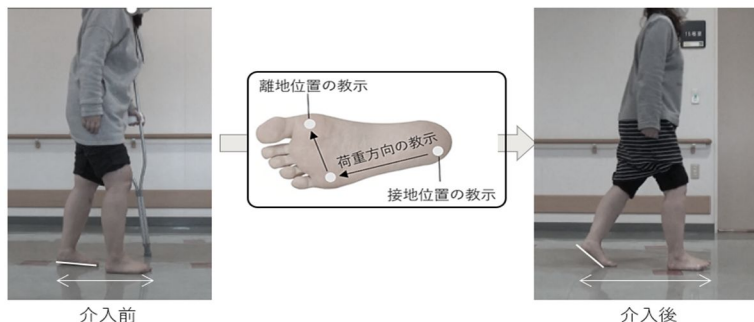


(3) 個別症例への効果

ACL 再建および高位脛骨骨切り術後症例

患側膝関節可動域：-15/100、MMT：4、安静時痛 2、荷重時痛 9 (恐怖心強い)

踵後外側 小趾球 母趾球の順に突起を踏むよう歩行指導を実施 荷重時痛 2 へ軽減



介入前
「手術したところがまだ動かないから痛い」
「体重をかけるときに膝が疲れて転びそうで怖い」

介入後
「膝の動きが軽くなった」
「体重をかけるときの怖さがなくなった」

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 大古場良太, 長谷川正哉 |
| 2. 発表標題 日常生活動作に対する足底感覚を用いた動作指導の効果：筋電図学的視点から |
| 3. 学会等名 第61回日本臨床生理学会総会（招待講演） |
| 4. 発表年 2024年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大古場良太, 長谷川正哉, 岡村和典, 吉岡聖真, 金井秀作 |
| 2. 発表標題 知覚入力型インソールが膝関節動態へ与える影響 外側ウェッジソールとの比較検証 |
| 3. 学会等名 第40回日本義肢装具学会学術大会 |
| 4. 発表年 2024年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 大古場良太, 長谷川正哉, 岡村和典, 吉岡聖真, 島谷康司, 金井秀作 |
| 2. 発表標題 知覚入力型インソールによる膝関節内転モーメント低減効果：外側ウェッジソールとの比較検証 |
| 3. 学会等名 第5回足の構造と機能研究会学術集会 |
| 4. 発表年 2024年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 長谷川正哉, 大古場良太, 倉田加奈子, 吉岡聖真, 石崎崇天 |
| 2. 発表標題 足底感覚入力を用いた荷重位置の教示が動的姿勢制御能力に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第36回中国ブロック理学療法士学会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 吉岡聖真, 大古場良太, 石崎崇天, 福田謙吾, 島谷康司, 金井秀作, 長谷川正哉 |
| 2. 発表標題 知覚入力型インソールを用いた能動的な動作制御が膝関節動態に与える影響 |
| 3. 学会等名 第28回日本基礎理学療法学会学術大会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 大古場良太, 長谷川正哉 |
| 2. 発表標題 知覚入力型インソールによる動作指導が片脚ジャンプ着地時のハムストリング筋活動比に与える即時効果 |
| 3. 学会等名 第27回広島県理学療法士学会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 長谷川正哉, 大古場良太, 倉田加奈子, 吉岡聖真, 石崎崇天 |
| 2. 発表標題 知覚入力型インソールを用いた荷重位置の教示が動的姿勢制御時の主観に与える影響について |
| 3. 学会等名 第27回広島県理学療法士学会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大古場良太, 長谷川正哉, 浅見豊子 |
| 2. 発表標題 知覚入力型インソールを用いた指示方法の違いが歩行初期接地時の股関節周囲筋活動に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第59回日本リハビリテーション医学会学術集会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大古場良太, 長谷川正哉, 吉塚久記, 本多裕一, 高野吉朗, 松田憲亮, 有家尚志, 浅見豊子 |
| 2. 発表標題 足底の特定部位への知覚と荷重指示による歩行時の体幹移動量の変化について |
| 3. 学会等名 第57回日本リハビリテーション医学会学術集会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大古場良太, 高野吉朗, 松田憲亮, 有家尚志 |
| 2. 発表標題 体幹加速度リサージュ波形からみる歩行時の足底部位への知覚と荷重指示の影響 |
| 3. 学会等名 第10回国際医療福祉大学学会学術大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|