

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：34435

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K19855

研究課題名（和文）足底知覚に基づいたダイナミック・タッチの有無が姿勢制御に与える影響

研究課題名（英文）Influence of dynamic touch on postural control with and without dynamic touch based on plantar perception

研究代表者

藤田 浩之（FUJITA, HIROYUKI）

大阪人間科学大学・保健医療学部・准教授

研究者番号：70549766

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）：本研究は、知覚といった認知機能の向上による立位バランスの促進する要因について検討した。立位バランスの促進は、硬度の弁別を行うことで積極的に足関節を動かしてスポンジの硬度に関する情報を探索・入手し、知覚することでダイナミック・タッチとしての運動を行い、運動主体感を向上させた。結果、知覚課題による足底感覚の改善や直接的な筋力の増強といった身体機能の変化は認めないにも関わらず、自分が運動を行ったという意識的な部分の向上に伴い、積極的に足関節の運動を行い、同時収縮を向上させバランスの維持を行ったことによりバランス機能を向上させたことが明らかとなったことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

足底知覚を用いたバランストレーニングは足底を用いて対象物の硬度を識別し、立位バランスの安定化を図る。様々な年代で立位バランスの改善に対するトレーニングとして有効に作用することが可能である。この足底知覚の向上によるバランス機能を改善させるメカニズムはトレーニングにより直接的な筋力の向上や感覚機能の改善ではなく、対象物の硬度を識別することで能動的に足関節の運動を誘発し、より積極的に運動を遂行することが可能となった。結果、自ら運動を行ったという意識的な部分の向上により、バランス機能を改善させた。また、本介入方法は特別機器やコストを必要としないことから、臨床現場や在宅医療への波及効果は大きい。

研究成果の概要（英文）：This study examined the factors that promote standing balance by improving cognitive functions such as perception. The dynamic touch improved standing balance, in which the subjects actively moved their ankle joints to search for and obtain information about the sponge's hardness by discriminating the sponge's hardness. As a result, improving the motor function by enhancing the plantar perception was possible. The results suggest that the improvement of balance function by enhancing the sense of motor initiative contributed to the improvement of motor function as well as the improvement of motor function, especially in the conscious part that the subject performed the exercise, even though no improvement of physical function such as improvement of plantar sensation or direct muscle strength was observed.

研究分野：認知神経科学

キーワード：立位バランス 足底知覚 ダイナミックタッチ 同時収縮

1. 研究開始当初の背景

足底知覚課題は、硬さの異なるスポンジマットを用いて、足底に敷かれたスポンジマットの硬さを知覚し、スポンジマットの硬さの判断を求める課題である。足底感覚を用いて、素材の硬さを探索し認識することはダイナミック・タッチの一種であると考えられる。外部の環境に対し適切に感覚情報を知覚し、環境に応じた適切な筋活動を出力することは日常生活を円滑に遂行するために重要である。つまり、立位バランスの安定には足底から入力される外部環境からの感覚情報に対して、自由に变化させられる運動能力が求められる。これらの背景から立位バランスを安定させる上で、ダイナミック・タッチは非常に重要な要素である。また、足底知覚課題には前述したように探索対象である床の硬さに関する硬度を探索・知覚し、自らの意図をもって適切な筋出力として運動を行うといった要素が内在していると考えられる。積極的に硬度を知覚するために、能動的に足関節の運動を遂行することで、「自ら運動を行っている」という運動主体感を課題によって起因させることが予測される。運動主体感は自身でこの行動を起こしているという意識であり、期待する結果(予測)と実際の感覚経験が一致する時に生成される。近年の研究から加齢による身体機能の低下による運動主体感の低下も明らかになっている。運動機能の向上には運動意図と感覚情報との比較照合プロセスによる「運動主体感」の獲得も重要な要素であり、運動を円滑に行うためにも運動主体感の獲得は重要である。

本研究の足底知覚課題における立位バランスの促進は、硬度の判別を行うことで積極的に足関節を動かしてスポンジマットの硬度に関する情報を探索・入手し、知覚することでダイナミック・タッチとして運動自体に対して自らの意図を起因させ運動主体感を誘発し、結果として足底知覚を向上につながり立位バランスの向上に繋がっていることが仮説として考えられる。しかしながら足底知覚課題における、筋活動及び、運動主体感が発生しているのかについて証明するためには、実際の被験者の足底知覚課題時の運動主体感や足関節の運動に関して検討する必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は足底知覚課題の実施前と後における足底知覚課題の成立による運動主体感および知覚的探索活動である足関節の運動を客観的に評価し、足底知覚課題の立位バランスへの促進の要因を明らかにすることである。足底知覚課題を用いた立位バランスの促進作用について、先行研究にて報告されている。しかしながら、足底知覚の向上がなぜ立位バランスの促進に帰結するかは不明瞭である。この足底知覚課題による立位バランスの安定化は、単に体性感覚の増大といった外的刺激による効果ではない。足底からの皮膚・圧感覚や筋感覚をもとに感覚情報を統合し、硬さの知覚を生成し、能動的な意図をもって判断するといった運動主体感を持って課題を遂行することにより立位バランスの安定化を築いているのではないかと推測されるがその機構について明らかになっていない。本研究は、足底知覚の変化をダイナミック・タッチと捉え、知覚といった認知機能の向上による立位バランスの促進する要因について明確化することを本

研究の目的とする。

3. 研究の方法

本研究では地域在住の高齢者対象に、足底感覚を用いて対象物の硬さを知覚する足底知覚課題を実施した。被験者の取り込み基準として閉眼立位 30 秒以上が介助なく自立にて可能な者、Japan Coma Scale (JCS) で意識障害がない者、両足部に感覚脱失がない者、言語教示が理解可能な者、課題の理解を行うため HDS-R 22 点以上の者とした。実験に用いた足底知覚課題は硬度の異なる 5 段階のスポンジマットを用いた。手続きは、立位にて提示されたスポンジマットの硬さを足底で踏み、上昇系列でそれぞれの硬度を記憶するように指示し、その後、ランダムに 5 段階の異なる硬度のスポンジマットを足底に設置し、被験者にスポンジマットのそれぞれの硬度の判別を求めた。硬度の提示順は乱数にてランダムに並び替え作成したランダム表に基づき 10 試行を課題として実施し、被験者に硬度の判別を求めた。この 10 試行中の日々の誤判断数を足底知覚の指標とした。これらの介入を 10 日間実施した。10 日間の課題前後において、筋活動計測、重心動揺計測、足関節可動域計測、足底 2 点識別感覚を計測した。筋活動の計測は、表面筋電図 (NORAXSON 社製) を用い、左右の前脛骨筋と内側腓腹筋の計 4 チャンネルを装着した。条件として、静止時立位及び足底弁別課題時において測定を行い、サンプリング周波数 1000 Hz で計測しデータをデジタル化した後、4 次ゼロ位相差バターワースフィルタ(カットオフ周波数 450Hz と 20Hz)を用いてハイパスフィルタ処理とローパスフィルタ処理を行った。整流化には Root Mean Square(RMS: 二乗平均平方根)を用い、その後、平均値を減算した値から同時収縮指数 (Co-contraction: CCI) を算出し比較を行った。重心動揺計測の測定には、重心動揺計 UM BAR (株式会社ユニメック製) を用いた。重心動揺計の測定時間は開眼立位姿勢の 30 秒間とし、サンプリング周波数を 100Hz とした。抽出項目として総軌跡長、平均移動速度、前後最大位置とした。加えて、課題実施の前後に、被験者には知覚課題の際に必要な足関節の運動がどの程度自分の意図で運動を行っているかといった「運動主体感」に関して 5 段階で主観回答を求めた。運動主体感の評価方法の一つとして、足関節の底背屈運動に対して「自分で動かしているように感じたか」について主観をもとに評価するものであり、被験者は日々の課題実施の直後に、足関節の動きがどの程度自分の意図で運動を行えたと感じたかを 5 段階で回答した (1 = 完全に他者 5 = 完全に自分)。足底知覚課題前後のタブレット端末にて記録し、これらの結果を被験者の内省として運動主体感 (主観的知覚) の指標とした。

4. 研究成果

足底知覚課題が立位バランスを促進させる要因を明らかにするための実験を行った。被験者は 10 日間 5 種類の硬度が異なるスポンジマットを知覚、識別する足底知覚課題を実施した。課題の開始前後で、重心動揺計測、筋活動計測、足底知覚課題における運動主体感に関する内省足関節可動域計測、足底 2 点識別感覚検査について評価した。結果、10 日間の足底知覚課題の遂行により硬度識別の誤差数は課題が経過するごとに有意に減少した ($p < 0.05$)、重心動揺計測に

おけるそれぞれの項目の変化は総軌跡長 ,および平均移動速度は有意な差を認めた ($p<0.05$) が , 前後最大位置に関しては課題前後で有意な差は認めなかった (図 1). 下肢の筋活動に関しては課題の開始前と比べ , 課題後に足関節における同時収縮が有意に増加した (図 2 : $p<0.05$). また , 運動主体感に関しては 1 日目と比較し , 8 日目で有意な差を認めた (図 3 : $p<0.05$). 一方で , 足関節可動域 , 2 点識別感覚に課題前後による結果の有意な差は認めなかった . これらの結果から足底知覚課題による立位バランスの促進する要因は , 課題により関節可動域や足底感覚自体を向上させ , 立位バランスの安定化を促進するのではない . 運動に対する意図を向上させることで「自ら運動を行った」というダイナミック・タッチが足底知覚課題により顕在化され , 課題後に自らの意思で積極的に立位バランスの制御を行ったことから足関節の同時収縮を増加させ , 立位バランスの促進につながったことが示唆された . 関節可動域や感覚機能といった機能的な変化がないにも関わらず運動機能を向上させたことは特筆すべき結果である . 一方で , 研究実施前の仮説としては足底知覚課題時の硬度の弁別により , 足関節の能動的な運動を誘発し , 主動作筋と拮抗筋の同時収縮を減少させることで立位バランスを安定させると考えたが , 今回の結果では足関節周囲筋の同時収縮を増加させることで立位バランスを安定させる結果となった . 足関節における同時収縮の増加は動的バランスの安定性に対して負に作用するといった報告もあり , 静的バランスの評価のみならず動的バランスへ及ぼす影響についても引き続き検討が必要である .

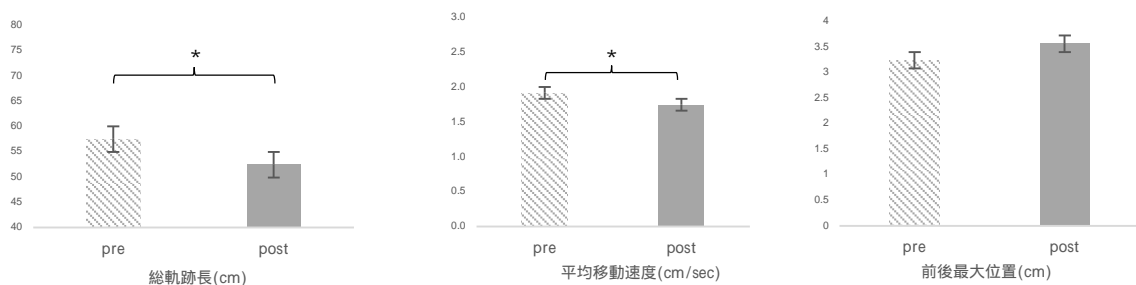


図 1 , 重心動揺計測における各項目の結果の比較

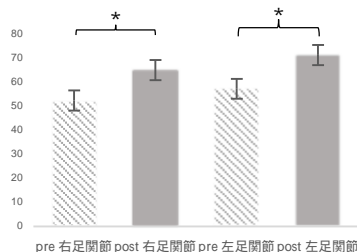


図 2 , 課題前後の足関節同時収縮率の比較 (%)

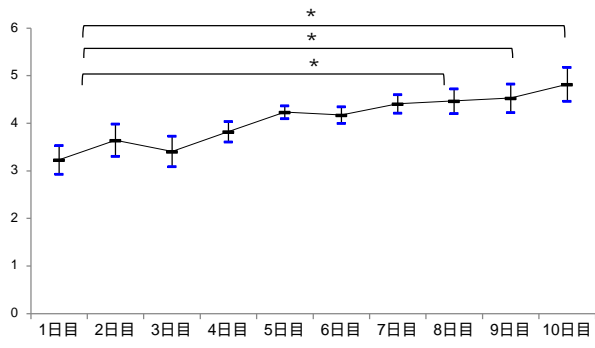


図3, 課題における運動主体感の推移

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔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
---------	---------