

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 22 日現在

機関番号：37101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25870988

研究課題名(和文) 手部の感覚情報を利用したバランス能力向上に繋がる方策の検討

研究課題名(英文) Investigation for the effects of providing additional tactile sensory cue through the hand or finger on postural control

研究代表者

大下 和茂 (OSHITA, Kazushige)

九州共立大学・スポーツ科学部・助教

研究者番号：10615826

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,300,000円

研究成果の概要(和文)：姿勢を保持する際に、床面に固定された物へ身体を支えられない程度の力で軽く触れることにより姿勢動揺が低下する。本研究は、日常生活でも応用可能な触覚情報入力を利用した姿勢調節向上の新たな方策について検討を加えた。その結果、杖や自らの大腿部に接触することでも姿勢調節が向上し、動的な姿勢制御時においても認められることを明らかにした。また、触覚情報による姿勢調節への効果には一過的な学習効果があることや、受動的な接触によっても姿勢調節は向上することも明らかにした。これらの結果は、身の回りの物に軽く接触する、もしくは形状によっては衣服などの接触により、姿勢調節および動作が円滑になる可能性を示している。

研究成果の概要(英文)：The aim of the present study was to investigate the effects of providing additional tactile cue through the personal belongings on postural control. Postural control was improved by not only supporting own weight with a cane but also just light-touching (LT) the cane. It has also been found that LT a finger to own thighs improves postural control. Therefore, LT provides a tactile sensory input during postural maintenance that can be used to assist postural control mechanisms due to enhanced perception of self-motion through sensory interaction with the environment. Further, the association between postural control and tactile cue might have an immediate effect on perceptual motor learning. It has also been found that tactile cue of LT with a cloth improves postural control. These results suggest a potential new use for a tactile cue, and it would be more helpful in the development of a useful application for activities of daily living than that of the previously mentioned studies.

研究分野：健康・スポーツ科学

キーワード：姿勢制御 姿勢動揺 触覚入力 ライトタッチ 生理的振戦 杖 衣類

1. 研究開始当初の背景

立位など一定の姿勢を保持する際に、床面に固定された物に身体を支えられない程度の力で軽く触れること(ライトタッチ)により姿勢動揺が低下する。この現象について、Rabinら(2006)は、手指の力と姿勢動揺(足圧中心点)の変化を相互相関関数により調べた結果、手指の接触力が姿勢動揺の変化よりも、同方向に若干(約0.3秒)先行して変化していたことを報告し、立位時における身体各部位の相対的な位置関係の変化を手指からの触覚情報として知覚でき、姿勢調節に繋がっていることを示唆した。さらに、Kouzakiら(2008)は、ライトタッチする腕を阻血し求心的な感覚を弱めると姿勢動揺へ効果が消失すると報告している。この結果も、手指からの触覚情報が姿勢調節に貢献することを示している。このようなライトタッチによる触覚情報入力が姿勢調節へ及ぼす効果は学術的に興味深い内容だが、日常生活において固定された物に触れながら動作を行うことはほとんどないと言える。

2. 研究の目的

本研究は、ライトタッチによる触覚情報を利用した姿勢調節への効果について、日常生活でも応用可能な新たな方策について検討することを目的とした。

1) 日常生活において使用可能な道具による検討

まず、これまで報告されている固定された物への接触だけでなく、日常生活において利用可能な道具を用いることによっても、触覚情報の入力による姿勢調節への効果は認められるかを確認し、そのメカニズムについて検討する。

2) 学習効果に関する検討

触覚情報の入力による姿勢調節への効果について、学習効果、すなわち、接触している時だけでなく、その後、接触しなくなった場合の姿勢調節について調べる。

3) 動的な姿勢制御時における検討

1) の効果を日常生活でも応用するためには、静的に一定の姿勢を保持するだけでなく、動作にも応用させる必要がある。そのため、静的な姿勢保持時のみでなく、動的な姿勢制御時についても検討を加える。

4) 受動的な触覚入力による検討

日常生活において、何かに触れながら動作を行うよりも、何かが触れている状態で動作を行うことの方が多く考えられ、能動的な接触のみでなく、受動的な接触についても検討する必要がある。そのため、受動的な触覚情報入力と姿勢調節との関係についても検討を加える。

3. 研究の方法

目的1~3について、通常の杖や自らの身体部位であれば、日常生活でも利用可能である。そこで、杖や自らの大腿部へ軽く触れた

際の姿勢動揺を確認する。姿勢動揺は、第三腰椎部に加速度センサを装着することで重心位置動揺や、床反力計を用いることで足圧中心点の動揺(平均移動速度、前後および左右方向の動揺最大レンジ)を評価した。これらのメカニズムについては、表面筋電図を用い、下肢筋活動の変化を調べた(目的1)。

学習効果に関する検討では(目的2)、杖や自らの大腿部へ接触した際の姿勢動揺を確認した直後、接触をなくした場合の姿勢動揺の変化を調べる。また、これが接触による効果なのかどうかを調べるため、自体重を支持した際との比較も行った。

動的な姿勢制御時における検討について(目的3)、簡便な動的バランステストであるFunctional Reach Test(FRT)を用い、杖を用いた触覚情報の入力によるFRTへの影響について調べた。

触覚入力について、受動的な接触の場合についても検討するため(目的4)、上肢姿勢保持時における生理的振戦をモデルとした検討を行った。安静座位から肩関節90°屈曲位となるようレーザーポインタで2m前方に設置したマーカーに焦点を当てることで姿勢を制御し、前腕部に装着した加速度センサにより上肢の生理的振戦を評価する。この時に前腕部へ布を接触させることが、生理的振戦に及ぼす影響を調べた。

4. 研究成果

1) 日常生活において使用可能な道具による検討

触覚情報の入力による姿勢調節への効果について、静的な立位のみでなく、不安定面上での立位や片足立ち時においても、自らの大腿部[論文③]や杖[学会発表⑤]に身体を支えない程度の力で軽く触れるだけで重心位置動揺や足圧中心点動揺は小さくなった。すなわち、日常生活でも利用可能なものに軽く触れるだけでも、姿勢保持時の動揺は小さくなり、比較的動揺が大きく、大きなトルク発揮による姿勢制御が必要な姿勢保持時でも、触覚入力による姿勢制御への効果は認められた。

また、これらのメカニズムについて、静的立位時における下腿筋活動を調べた結果、接触による触覚入力によって、立位時の主動筋である足関節底屈筋(ヒラメ筋)の活動に有意な影響は認められなかったが、拮抗筋である足関節背屈筋(前頸骨筋)の活動は触覚入力により有意に小さくなった。すなわち、立位時に触覚情報を入力することにより、身体各部位の相対的な位置関係の変化が知覚できるため、共縮により足関節周りのstiffnessを高めずとも、姿勢を保持しやすくなる可能性を示している[論文③]

2) 学習効果に関する検討

触覚情報の入力による姿勢調節への学習効果について検討した結果、杖への接触によ

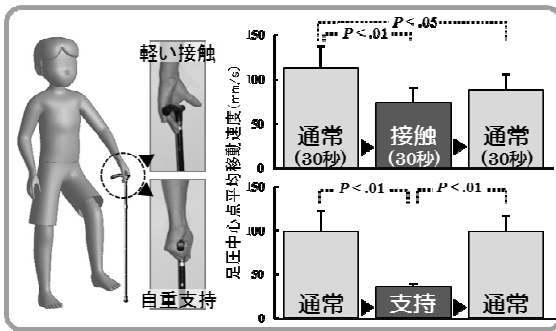


図 1 杖の支持方法の違いによる姿勢動揺への影響

る姿勢動揺低下の効果は、杖に接触している時のみでなく、その後、杖に触れなくなった場合でも残存することを明らかにした。しかし、杖で身体を支えるように使用した場合、この効果は認められなかった (図 1)。すなわち、触覚入力に姿勢制御に及ぼす影響は、一過的な学習効果があることを示唆した [学会発表③, 論文投稿中]

3) 動的な姿勢制御時における検討

FRT 時に杖へ接触することによって、静的な姿勢保持時と同様に、FRT も向上した (図 2)。すなわち、触覚入力により動的な姿勢制御時も向上することを示し、ヒトの動作改善へ繋げられる可能性を示唆した [論文①]。

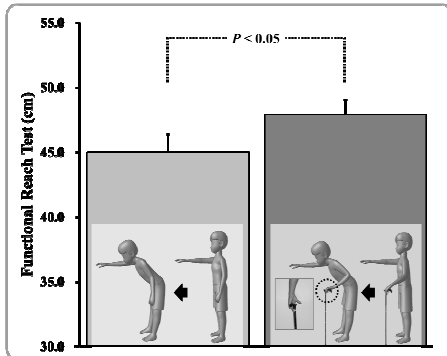


図 2 杖への軽い接触による動的姿勢制御 (Functional Reach Test) への影響

4) 受動的な触覚入力による検討

上肢姿勢保持時における生理的振戦を調べた結果、姿勢保持時に前腕部に布が接触することで生理的振戦は小さくなった (図 3)。また、振戦信号を周波数解析した結果、上位中枢の影響を反映すると言われる 8~12 Hz の成分に有意な変化は認められなかったが、末梢における反射に起因すると言われる 4 Hz 以下の成分が有意に低下していた。そのため、布の接触による姿勢調節への影響は、随意的なものに起因するのではなく、反射による成分に起因することが示唆された。これらの結果は、布が目的とする姿勢保持に関わる身体の一部に接触するだけでも姿勢制御が行い易くなることを示しており、普段身に纏っている衣服の形状を工夫し、身体の動きを反映しやすくするような素材や形状で作成でき

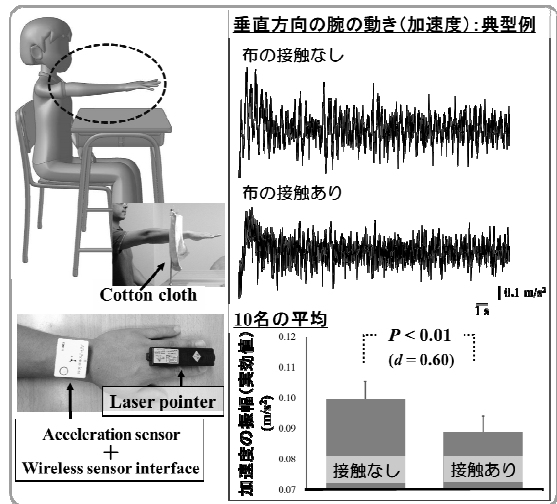


図 3 上肢姿勢保持時における布の接触が生理的振戦に与える影響

れば、それを介した触覚入力で身体的位置関係が把握でき、姿勢制御や動作が円滑に遂行できる可能性を示している [論文②]。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① Oshita K., Yano S. The effect of lightly gripping a cane on the dynamic balance control. *Open Biomed Eng J*, in press. (査読有り)
- ② 大下和茂, 矢野澄雄. 姿勢保持時における布を介した触覚入力は生理的振戦を低下させる. *ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014 論文集*: 239-242, 2014.
- ③ Oshita K., Yano S. Effects of light finger touch to the upper legs on postural sway and muscle activity during quiet standing. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2013: 7459-7462, 2013. (査読有り)

[学会発表] (計 6 件)

- ① 大下和茂, 矢野澄雄. 布の着用による触覚情報入力は動的姿勢制御能力を向上させる. *第16回 日本健康支援学会 年次学術集会*, 福岡, 2015.
- ② 大下和茂, 矢野澄雄. 姿勢保持時における布を介した触覚入力は生理的振戦を低下させる. *ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014*, 京都, 2014.
- ③ Oshita K., Funatsu K., Yano S. Effect of lightly touching to a cane on postural sway during single-leg standing. *International Society for Posture & Gait Research World Congress*, Canada, 2014.
- ④ 大下和茂, 矢野澄雄. ファンクショナルリーチテストにより評価した動的バランス能力は杖に軽く触れただけでも向上する. *第15回 日本健康支援学会 年次学術大会*, 東京, 2014.
- ⑤ Oshita K., Yano S. Lightly touching to the cane reduces postural sway during single-leg

standing. *The 6th Asia-Pacific Conference on Exercise and Sports Science*, Taiwan, 2013.

- ⑥ Oshita K., Yano S. Effects of light finger touch to the upper legs on postural sway and muscle activity during quiet standing. *35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, Osaka, 2013.

6. 研究組織

(1)研究代表者

大下 和茂 (OSHITA Kazushige)
九州共立大学・スポーツ学部・助教
研究者番号：10615826

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

矢野 澄雄 (YANO Sumio)
神戸大学・大学院人間発達環境学研究科・
教授
研究者番号：20115306