

機関番号：32689

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20500243

研究課題名（和文）ダイナミック・タッチによる身体軸の知覚と、その成否が姿勢制御に与える影響

研究課題名（英文）Perception of body orientation by dynamic touch, and its consequences for posture control.

研究代表者

三嶋 博之（MISHIMA HIROYUKI）

早稲田大学・人間科学学術院・准教授

研究者番号：90288051

研究成果の概要（和文）：リハビリテーション領域の治療場面において、体幹への「揺すり」運動が用いられることがある。体幹への「揺すり」は、身体の知覚的定位を促すという意味で、ダイナミック・タッチの一種であると考えられる。本研究で、施術者による他動的な揺すりと、患者自身による自律的な揺すりの効果を検討した結果、これらはいずれも対象者の姿勢制御方略を静的なものから動的なものへと変化させることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：The effect of the act of wiggling one's body on posture control was studied. The change of strategy for posture control after the therapeutic wiggling movement (wiggling one's body by a physical therapist, or by oneself) was compared with the strategy after an ordinal strength training for outer muscles in terms of the sway in quiet standing. The results showed that the wiggling movement seemed to facilitate one's perception to his/her body by dynamic touch, and change the posture control strategy from static to dynamic.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,600,000円	780,000円	3,380,000円
2009年度	500,000円	150,000円	650,000円
2010年度	500,000円	150,000円	650,000円
年度			
年度			
総計	3,600,000円	1,080,000円	4,680,000円

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：感覚・知覚・注意・運動

1. 研究開始当初の背景

ヒトが特定の目的動作を行うためには、多くの関節と柔軟な組織によって構成される多自由度の身体（ベルンシュタイン，2003）を適正な範囲で時空間的に制約し、結果として全身を「相対的に安定的な部位」と「相対

的に活動的な部位」に機能分化させることによって、状況に応じた動的な姿勢を構築することが必要である。このとき特に体幹部は、活動的な各体肢の付け根となっているために「相対的に安定な部位」となりやすく、したがって多くの活動において身体の種々の

回旋運動を支える基本的な「身体軸」としての役割を担うこととなっている。

体幹を支える解剖学的な軸は脊椎であるが、(1)脊椎はおおよそ 30 の小さな骨の集合体であるためにその接続部で変形しやすいこと、(2)そもそも脊椎には自然な湾曲があり、コマの回転軸のような直線的な物体ではないこと、また、(3)たとえ脊椎を直線的な棒状に保とうと意識した場合であっても、現実の運動時にその状態が保たれ続けることは希であること（筋の過度の緊張を強いるため、弊害も多い）等から、結果として、身体の真の物理的回転軸は必ずしも脊椎には一致しないことが普通である。したがって、歩行動作やリーチング動作等の、回旋運動を含む日常基本動作を動的に安定させる身体軸は、状況に応じてその都度、なおかつ常に知覚され続けなければならない。その意味で私たちの身体軸は物理的・解剖学的である前に知覚的・機能的であり、この事実は、ヒトが新規に動作を獲得する際に直面する困難さの背景になっていると考えられる。スポーツに関する多くの教本において身体軸の重要性が指摘されているものの、その身体軸がいかにして知覚されているのかについて詳細に検討した実証研究は見あたらない。

身体軸の知覚について考える上で手がかりとなる知見は、ヒトの体肢（特に前腕）の向きのダイナミック・タッチ（「運動触」）による知覚に関する研究（ターヴェイ、2001）である。具体的には、腕の向きのダイナミック・タッチに関する一連の研究から、(1)腕の向きの知覚は、腕（前腕、ないしは上腕と前腕の複合体）を円筒形の剛体と見なした場合の慣性主軸（principal axes of inertia）の向きと一致していること、すなわち、ヒトは「腕の慣性主軸の向き」を自身の「腕の向き」として知覚していること、(2)また、その知覚は動き（正確には回旋運動）の中で探索されていること、(3)その動きにも、適切なものとそうでないものがあること、が示されている。

ベルンシュタイン, N. A. 工藤 和俊 (訳) (2003). デクステリティ: 巧みさとその発達, 金子書房

ターヴェイ, M. T. 三嶋 博之 (訳) (2001). ダイナミック・タッチ, 佐々木正人・三嶋博之 (編). アフォーダンスの構想: 知覚研究の生態心理学的デザイン, pp. 172-211, 東京大学出版会. (Turvey, M. T. (1996). Dynamic touch. American Psychologist, 51(11), 1134-1152)

2. 研究の目的

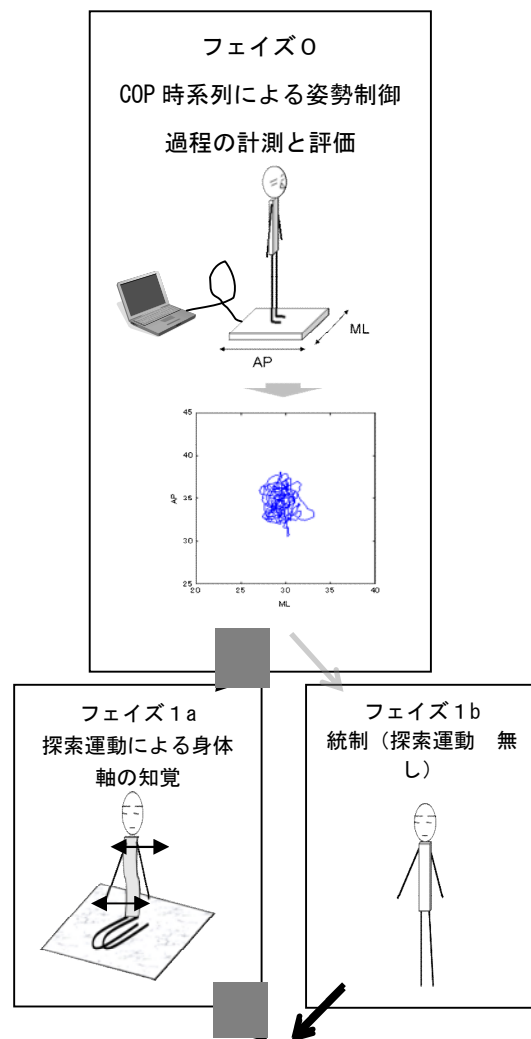
本研究で扱おうとしている体幹を含む全身の姿勢は、長く大きな骨で構成されている体肢とは異なって、より柔軟で変化しやすい

ものであるため、それらをすなわち単純な剛体と見なすことは難しいと考えられる。しかしながら、依然として身体の軸のある種の探索運動によって知覚する必要があると仮定することは妥当な研究戦略であろうと考えられる。

そこで本研究では、ヒトの運動や姿勢の制御において重要であると考えられる身体軸の知覚について、それが探索的なダイナミック・タッチによって行われていると仮定し、段階的な実験によって、(1)必要な知覚的探索運動（ダイナミック・タッチの過程）の特徴を明らかにすること、および、(2)探索による身体軸の発見がヒトの姿勢制御の安定化に貢献するか否かについて明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

前述の目的を達成するため、図 1 に示した手続きを基本として、身体軸の探索方略に関する条件を変化させた一連の実験を行う。これらの実験により、ダイナミック・タッチによって身体軸を知覚するために有効であろうと考えられる探索運動の特徴を特定する。



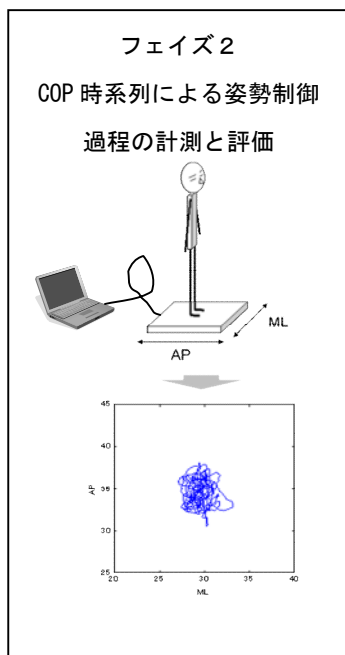


図 1. 実験パラダイム：

実験群（特定の動作による身体軸の探索的知覚を行う群）と統制群のそれぞれについて、実験前後の足底圧中心分布（COP）時系列を評価する。なお、実験の条件と、統制の条件は共に最適なものを探るため、複数の方法を用意することとする。

4. 研究成果

成果の概要について以下に記す。

本研究では、ヒトの運動や姿勢の制御において重要であると考えられる身体軸の知覚について、それが自身の身体に関する探索的なダイナミック・タッチによって行われていると仮定し、(1)安定した身体軸を獲得する上での必要な知覚的探索運動（ダイナミック・タッチの過程）の特徴を明らかにすること、および(2)探索による身体軸の発見がヒトの姿勢制御の安定化に確かに貢献するかどうかを明らかにすることを目標として、段階的な実験によりこれらを検討するものである。

(1) 筋力強化を目的とした運動と、「揺すり」運動に関して

「腹筋」や「背筋」の強化を目的として行われる通常の筋力トレーニング（表層筋を主として意識させ、また活性化すると考えられる、「遂行的」な活動）と、リハビリテーションの場面において施術者から施される全身の「揺すり」運動（深層筋を主として意識させ、また活性化すると考えられる、ダイナミック・タッチ様の「探索的」な活動）が、姿勢の安定に及ぼす影響について検討した。

実験は、健常な成人を対象とし、通常の筋

力トレーニング（「腹筋」および「背筋」）と、全身の「ゆすり運動」をそれぞれ行う前と後で、直立姿勢（閉眼）での足底圧中心分布（COP）が計測された（20Hz、15秒）。COPに関する時系列データを、再帰性定量化分析（Recurrence Quantification Analysis; RQA）の手法を用いて解析したところ、運動の複雑性に関連する指標の一つ（Entropy）について、「揺すり」運動を施した後において上昇する（複雑性が増大する）傾向があることが示唆された。これは、「ゆすり運動」によってもたらされると考えられる深層筋の意識化により、より柔軟で動的な姿勢調整が行われるようになった可能性を示していると解釈できる。

(2) 視覚環境と「揺すり」による姿勢制御への影響

実験参加者の頸部から脊柱を、施術者が小さく揺らす治療の効果に関して、視覚課題に合わせた姿勢制御を行うことが容易になるかどうかについて明らかにするため、立位時の重心動揺を指標とした評価をおこなった。

実験は、健常な成人を対象とし、頸部の揺すりによる治療（以降「揺すり」。なお、本研究では「揺すり」を広義のダイナミック・タッチと捉えている）を行う実験群、および「揺すり」を行わない対照群に分けた。また、各群の実験参加者は、ランダムな順番で割り当てられ、3種の視覚課題条件のすべてに参加した。3種の視覚課題は、「構造物」を見る、「構造物」を見ない（構造物のない空間を見る）、構造物に貼り付けられた紙の上の文字（詩）を黙読する、というものであった。この課題は、「揺すり」もしくは「背臥位保持」の前後で行われる立位での重心（足底圧中心分布：COP）動揺測定の際に課せられた。なお、測定条件を同一にするため、「揺すり」は、富田（2006）によって報告されている方法に従って、同一の施術者が行った。

COPデータの解析の結果、「揺すり」は、「背臥位保持」に比べ、概して視覚と姿勢制御を関係づける方向で作用することが認められた。例えば、文字黙読課題では、文字を注視する必要があり、それは姿勢制御との協調のもとで達成されるが、揺すり群では、COP動揺の面積を相対的に小さくできる実験参加者が多かった一方で、対照群では、COP動揺の面積が大きくなる実験参加者が多い傾向であり、対照群では、文字を読むための姿勢をとろうとするが、頭部を調整すると身体は動揺してしまい、結果として値が大きくなってしまったと考えられる。

(3) 他動的な「揺すり」と自律的な「揺すり」による効果の比較

施術者による頸部からの「揺すり」（他動

条件)と、実験参加者自身による腹臥位・パピーポジションでの床上での「揺すり」運動による姿勢制御への影響を検討する実験を行った。21名の実験参加者が、上記2条件、および筋力強化を目的としたトレーニングを行う条件(筋トレ条件)に参加した。各条件の前後で、重心動揺計を使用し、足底圧中心分布の時系列を記録した。

実験の結果、足底圧中心分布の単位面積軌跡長が他動条件および自律条件において増加した一方で、筋トレ条件ではこれが減少した。立位保持のバランス方略には主として身体各部の重量を利用し、身体を開いてモーメントを増大させることで安定させる方略(カウンターウェイト方略)と、反作用力を生む微小な身体動作による方略(カウンターアクティビティ方略)があり、カウンターウェイト方略は静的安定を、カウンターアクティビティ方略は動的安定を目指したものであると考えられる。単位面積軌跡長の増加がカウンターアクティビティの優位を反映すると解釈するならば、筋トレ条件に比して、2つの「揺すり」条件では動的なバランス方略を活性させる効果をもつ可能性が示唆される。なお、今回、能動、受動の両「揺すり」運動間における定量的な差は検出できなかった。

姿勢の保持は一つの「達成された運動」であるが、ダイナミック・タッチとしての「揺すり」は対象者の身体への知覚を適正化し、その帰結として姿勢制御の方略に影響を及ぼす可能性が示唆された。臨床的には、頸部からの揺すりや、腹臥位・パピーポジションでの運動により深層筋が活性化し、表在筋が緩む事で微細で能動的な姿勢制御を可能にすることが示唆された。これらの仮説は、さらなる実験により定量的に裏付けがなされることが期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

- ① 富田昌夫 (2010). 運動療法、その基本を考える：重力への適応, 27, 3-9, 査読無
- ② 富田昌夫 (2009). 生態学的アプローチ, 理学療法学, 36, 104. 査読無

[学会発表] (計4件)

- ① 三嶋博之 (2010.3.7). 「揺すり」運動の解析, TKP 熱海研修センター. 査読無
- ② 八木崇行・富田昌夫・三嶋博之・杉山智

久, (2010.3.6). 頸部から脊柱を揺する治療の効果に関する検討：重心動揺計を用いた定量的評価, TKP 熱海研修センター. 査読無

- ③ 野口 健人・富田 昌夫・三嶋 博之・古山 宣洋・八木 崇行 (2011.5.27). 頸部からの揺すりと腹臥位・パピーポジションでの運動の治療効果の検討, 第46回日本理学療法学会大会. 査読無
- ④ 八木崇行・富田昌夫・三嶋博之・古山宣洋・藤野宏紀・宮下大典・野口健人 (2011.5.27). 運動学習できる身体作りの効果に関する検討, 第46回日本理学療法学会大会. 査読無

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三嶋 博之 (MISHIMA, HIROYUKI)
早稲田大学・人間科学学術院・准教授
研究者番号：90288051

(2) 研究分担者

富田 昌夫 (TOMITA, MASAO)
藤田保健衛生大学・衛生学部・教授
研究者番号：40367694

古山 宣洋 (FURUYAMA, NOBUHIRO)
国立情報学研究所・情報社会相関研究系・准教授
研究者番号：20333544

杉山 智久 (SUGIYAMA, TOMOHISA)
藤田保健衛生大学・衛生学部・講師
研究者番号：60410734