

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：25503

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K19601

研究課題名（和文）全身の関節間協調の観点からみた片脚立位姿勢制御メカニズム

研究課題名（英文）Postural control mechanism of single-legged upright standing

研究代表者

大庭 尚子（Oba, Naoko）

山陽小野田市立山口東京理科大学・共通教育センター・講師

研究者番号：70762037

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、片脚でのつま先立位姿勢保持においてトゥシューズ内の足部に作用する圧力分布を測定し、つま先立位時にそのように足部に力が作用しているのかを明らかにすることであった。本研究で用いた測定手法はトゥシューズ内の圧力分布の差異を検出でき、トゥシューズ内の圧力分布の測定に有用であることが示された。本研究結果はバレエダンサーのつま先立位姿勢制御において足部内に作用する力を含めた分析手法の開発に寄与するものであった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果はバレエダンサーのつま先立位姿勢制御において足部内に作用する力を含めた分析手法の開発に寄与し、立位姿勢制御においてより多くの関節運動を考慮に入れた制御メカニズムの解明の一助になるものである。さらに、バレエダンサーに多い足部障害の発生メカニズム解明や予防法の開発にも貢献するものである。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to measure the pressure distribution in the pointe using pressure-sensitive films as a first step toward understanding the complex forces on foot associated with single-legged toe standing. The measurement method used in this study can detect differences in pressure distribution in a pointe shoe, and was shown to be useful for measuring pressure distribution in a pointe shoe. The result contributes to the development of an analysis of postural control mechanism considering forces on foot joints during toe-standing in the ballet dancer.

研究分野：運動制御

キーワード：立位姿勢制御 片脚立位 つま先立ち トゥシューズ バレエダンサー

1. 研究開始当初の背景

立位姿勢の維持は、日常生活の中で最も基本的な動作の一つであり、あらゆる身体運動はこの姿勢を基に遂行される。ただし、ヒトの立位姿勢は、構造的に不安定であり、生まれてから自立まで約 1 年要し、その後十数年かけて成人並みの立位姿勢制御を獲得していく。立位姿勢制御能力やその背景となる神経メカニズムは、加齢や疾病によっても変化し、可塑性が存在する。

片脚立位での姿勢制御研究では、足圧中心 (COP) 動揺を姿勢制御能力の指標として評価している研究が散見される。倒立振子モデルを基に姿勢動揺の指標として従来使用されてきた足圧中心 (COP) 動揺は、逆動力学的に考えると、足関節トルクと比例関係にある。つまり COP は単一関節の運動出力を反映している。しかし実際は、静止しているように見受けられる両脚立位姿勢保持であっても、足関節だけでなく全身の関節が協調して制御されている多関節運動であり、両脚での立位姿勢保持よりも難易度が高く関節角度変位のより大きい片脚立位の姿勢制御メカニズムを解明するには、特に複数関節を考慮にいたした全身レベルでの評価が求められる。一方で、身体重心 (COM) 加速度は全身の関節角加速度の加重和であり、各関節の角加速度は、全身の関節に作用する関節トルクと重力トルクによって決まる。つまり、COM 加速度は、全身の関節間協調や力学的相互作用を反映した指標である。

両脚立位姿勢および片脚立位姿勢保持課題において全身の姿勢制御を反映する COM 加速度とそれを生み出す関節運動や筋活動を分析することによって、片脚立位姿勢制御における両脚立位姿勢制御との共通点および片脚立位姿勢制御に特異的な点を明らかにすることを目指す。

2. 研究の目的

本研究の申請当初の目的は、全身の姿勢制御を反映する COM 加速度とそれを生み出す関節運動や筋活動を分析することによって、片脚立位姿勢制御の運動生理学的・生体力学的メカニズムを全身の関節間協調の観点から明らかにすることであった。

しかしながら、2020 年からの新型コロナウイルス感染症の拡大により、研究対象者を大学構内に入構させることができない期間が長く続いたことや、機材の不具合により当初の計画を実行することが厳しい状況となったため実施可能な計画へ変更した。バレエダンサーを対象としてトゥシューズ着用時の片脚つま先立位姿勢保持におけるの足趾への圧力分布を分析し、片脚でのつま先立位姿勢制御に際しどのように足部に力が作用しているのかを明らかにすることを目的として研究を実施した。

3. 研究の方法

バレエダンサーを対象にトゥシューズを着用して片脚つま先立ちでのホッピング動作を課し、動作中に足趾に作用する力を圧力測定フィルムを用いて測定した。圧力測定フィルムの貼付部位は、全足趾のつま先、中足趾節関節、近位趾節間関節であった。

研究 1 では 4 名のダンサーを対象として新しいトゥシューズと古いトゥシューズとでの圧力分布を比較した。研究 2 では 4 名のダンサーを対象として測定の再現性を確認した。研究 3 では外反母趾を有する 3 名のプロダンサーを対象としてトゥセパレータを装着した場合と装着しない場合の圧力分布を比較した。

4. 研究成果

【研究 1】

使用中の古いトゥシューズでは圧力が比較的全体に分散しているのに対して、新しいトゥシューズでは圧力の高い場所と低い場所が観察されたことから、圧力測定フィルムはトゥシューズ内の圧力分布の差異を検出でき、トゥシューズ内圧力分布の測定に有用である可能性が示された。

【研究 2】

再現性について、関節と足指にかかる圧力分布は対象者内では 2 回の測定でほぼ同様であったことから、圧力測定フィルムを使用したトゥシューズ内の圧力分布測定は、再現性があると解釈することができる。一方で対象者間では圧力分布が異なっていることから、足部の形態、つま先立位時の加重の位置、シューズの形状などにより個人差があると考えられた。

【研究 3】

トゥセパレータの影響について、トゥセパレータを習慣的に使用している対象者では、セパレータなし条件よりもあり条件の方が、第 1 および第 5 中足趾節関節への圧力が小さかった。これらのことから、セパレータはより広範囲に影響を及ぼし外反母趾の症状を軽減する可能性が示唆された。

【結論】

これら 3 つの研究から、圧力測定フィルムはトゥシューズ内の圧力分布の差異を検出でき、トゥシューズ内圧力分布の測定に有用であることが示された。これらの結果は、バレエダンサーの片脚でのつま先立位姿勢制御において足部内に作用する力を含めた分析手法の開発に寄与するものである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Naoko Oba, Akito Miura, Masahiro Okano, Haruka Seki, Nahoko Sato
2. 発表標題 Effect of toe separator on pressure distribution in pointe shoe during single-legged toe hopping
3. 学会等名 14th Annual Conference of Australian Society for Performing Arts Healthcare (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大庭尚子、佐藤菜穂子、関巴瑠花、三浦哲都
2. 発表標題 片脚つま先立ちにおけるトゥシューズ内圧力分布の計測方法の検討
3. 学会等名 第13回日本ダンス医科学研究会学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Akito Miura, Haruka Seki, Takahide Etani, Naoko Oba, Nahoko Sato, Kazutoshi Kudo
2. 発表標題 Perceptual effects of tensegrity on classical ballet techniques
3. 学会等名 The 31st Annual Meeting of the International Association for Dance Medicine and Science (国際学会)
4. 発表年 2021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
---------	---------