



**Title:** Shared muscle synergies between running and physical performance tests

(ランニングと身体機能テストに共通する筋シナジー)

**Authors:** Hiroki Saito, Ayu Yamano, Nanae Suzuki, Kazuya Matsushita, Hikaru Yokoyama, Atsushi Sasaki, Tatsuya Takahashi, Sakiko Ito, Kimitaka Nakazawa

(齋藤 宏樹 (東京工科大学/ヒューマンムーブメントセンター、東京大学)、山野 亜友 (東京工科大学)、鈴木 菜苗 (東京工科大学)、松下 和哉 (ヒューマンムーブメントセンター)、横山 光 (東京農工大学)、佐々木 淳 (University of Miami/JSPS)、高橋 達也 (トヨタ記念病院)、伊藤 咲子 (東京工科大学)、中澤 公孝 (東京大学))

**Journal:** BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation (2025) DOI: 10.1186/s13102-025-01501-y

**掲載年月:** 2025 年 12 月

**研究概要:** リハビリテーションで広く用いられる身体機能テスト (PPT) が、「ランニングに必要な神経筋協調 (neuromechanics)」をどの程度再現しているかを、筋シナジー解析で検証した。健康男性 10 名がランニングと 9 種類の PPT 関連課題 (歩行、片脚ホップ [最大到達距離の 30/60/100%]、片脚スクワット、Y-Balance、ヒールレイズ、ステップアップ・ダウン、Diver バランス等) を実施し、下肢・体幹 16 筋の EMG から非負値行列因子分解 (NMF) で筋シナジーを抽出した。その結果、全ての課題でランニングと共通シナジーが確認されたが、共通率は課題により異なり、歩行・SLH30・ステップアップ・ダウンが他課題より高かった。一方で、時間パターン (発現タイミング) は全課題でランニングと有意に異なった。

**研究背景:** 復帰期の「走り出し (Return to Running: RTR)」は、ACL 損傷・再建術後などのスポーツ外傷リハビリにおける重要なマイルストーンである。PPT は臨床で頻用されるが、どの課題がランニングの神経筋要求をどの程度代替できるかは十分に検証されていない。PPT がランニングの代用指標として妥当であるためには、関与筋群だけでなく、筋群の協調様式 (筋シナジー) も類似している必要がある。

**研究成果:** 共有筋シナジーの中央値 (範囲) は、歩行 75% (40-100)、SLH30 60% (20-100)、SLH60 50% (28-75)、SLH100 50% (28-80)、片脚スクワット 32% (16-50)、Y-Balance 40% (25-80)、ヒールレイズ 22% (20-60)、ステップアップ・ダウン 63% (0-100)、Diver 40% (20-80) であった。統計的には、歩行・SLH30・ステップアップ・ダウンが他課題より高い共有率を示した。なお、共有率が高い課題であっても、時間パターンはランニングと有意差があり、PPT 単独でランニングの力学的要求を完全に代替できるわけではないことが示唆された。

**社会への影響:** RTR 判断に用いられる PPT の「神経筋的な妥当性」を定量的に示し、歩行、低負荷の片脚ホップ (30%)、低ステップ (10cm) の昇降が、ランニングに近い協調様式を引き出しやすい可能性を提案した。今後、これらの課題が安全な RTR を予測できるか (再受傷や走行フォーム異常のリスク低減に資するか) を検証する研究設計の根拠となる。

#### 専門用語:

**筋シナジー:** 中枢神経系が運動を制御する際に、個々の筋を独立に制御するのではなく、複数筋を一つのモジュール (協調パターン) としてまとめて動員するという概念。

**NMF (非負値行列因子分解):** EMG 行列を「筋の重み (W)」と「時間パターン (C)」に分解し、筋シナジーを抽出する代表的な手法。

**PPT (Physical performance test):** 歩行、片脚ホップ、片脚スクワット、バランス課題など、復帰判断に用いられる機能的課題・テストの総称。