

# 体操競技の着地動作における運動制御方略について

上平 和人 (新潟大学)

## 1. 目的

本研究では、「垂直落下」「前方宙返り」「後方宙返り」の3つの動作からの着地について筋シナジー解析を用いて比較分析し、姿勢を安定させるための運動制御方略を明らかにすることで、着地のトレーニング方法や指導方法検討の際の一助とすることを目的とした。

## 2. 方法

### 1) 対象者

競技歴7年以上の男子大学体操競技選手

### 2) 実験方法

各動作3回ずつ行わせ、表面筋電センサ(1kHz)を用いて筋活動を測定した。試技に関して、2017年度版採点規則で定められている着地の減点項目を口頭で説明し、減点のない着地をするように指示した。

被験筋は、三角筋前部、大胸筋、広背筋、腹直筋、脊柱起立筋、大腿直筋、大腿二頭筋長頭、前脛骨筋、腓腹筋の計9筋(右半身)とした。また、動作解析ソフト(Frame-DIASV)を用いて身体重心を求めた。解析区間は、足部接地から身体重心最下点の1秒後までとした。

### 3) 解析方法

筋電位データを正規化した後、数値解析ソフト(MATLAB R2018a)を用いて、非負値行列因子分解(NMF)を行った。シナジー数の決定にはVAFを用い、その値が初めて90%を越えた時の個数かつそれ以上増やしても値の増加率が5%未満である個数を筋シナジーの数とした。筋シナジー分類の際の類似性評価にはScalar Product(SP)を用い、 $SP > 0.75$ となった場合にそれぞれの筋シナジーは一致すると定義した。

## 3. 結果と考察

各動作の筋電位データから2つのシナジーが抽出され、SPに基づいて2種類のシナジーに分類した。表1にSPの値を示す。

表1 分類した筋シナジーの類似度

	シナジー I	シナジー II
垂直落下	$0.81 \pm 0.08$	$0.93 \pm 0.04$
前方宙返り	$0.86 \pm 0.05$	$0.94 \pm 0.03$
後方宙返り	$0.87 \pm 0.07$	$0.97 \pm 0.04$
3動作	$0.84 \pm 0.07$	$0.92 \pm 0.04$

各動作及び全ての動作についてのシナジー類似度は、平均0.8以上と高い値を示し、回転方向に関わらず、共通の筋シナジーがあることが示唆された。

シナジー I は、三角筋前部、脊柱起立筋、前脛骨筋で高い貢献度を示し、活性係数が解析区間全体で0.2程度の値であることから、着地の際に身体重心を安定させる機能を有するシナジーであり、足部接地から身体重心が安定するまで常に機能していると考えられる。

シナジー II は、貢献度において被験筋間で大きな差が見られず、活性係数で足部接地直後に高い値を示していることから、全身の筋を活動させることで各関節の伸展トルクに寄与し、減点のない姿勢を維持した状態で着地の衝撃に対応する機能を有するシナジーであると考えられる。

## 4. 結論

3つの動作の着地について、それぞれ2つのシナジーによって説明することができ、回転方向に依存せず同じ方略をとっていることが示唆された。シナジー I は身体重心を安定させ、シナジー II は着地の衝撃に対応する機能を持つことが考えられる。

## <参考文献>

- 1) 長野 淳次郎, 体操競技における着地に関する研究 2: 運動形態学的考察を中心に, 天理大学学報, (第35巻3号), 54-74, 1984
- 2) 日本体操協会 審判委員会男子体操競技審判本部, 2017年度版男子採点規則, 2017