

スターティングブロック面上の圧力中心を算出する方法の提案

研究代表者 永原隆 (スポーツ・武道実践科学系)

メンバー 大島雄治 (立命館大学)、Neil Bezodis (Swansea University)

目的

疾走などの動作において、支持期における関節周りの力発揮を推定するための逆動力学計算では、身体各部分の端点の座標や身体部分慣性係数、地面反力とともに、地面反力の作用点 (圧力中心) およびフリーモーメントを求めることが必要である。しかし、陸上競技の短距離走におけるスタート局面のキネティクスについて明らかにしたこれまでの研究では、フリーモーメントは計算されず、圧力中心は中足趾節関節中心をスターティングブロック面に投影して求めた値としており、実際の圧力中心が用いられていなかった。一方、フォースプレートとスターティングブロックの位置関係がわかれば、理論上、以下の連立方程式を解くことにより、座標変換を行うことでブロック面上の圧力中心とフリーモーメントを計算して求めることができる。したがって、本研究では、座標変換によって求めたスターティングブロック面上の圧力中心位置の精度について検証することを目的とした。

$$\begin{pmatrix} \vec{r}_x^{OB} \\ \vec{r}_y^{OB} \\ \vec{r}_z^{OB} \end{pmatrix} + \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \vec{r}_x^{BP} \\ \vec{r}_y^{BP} \\ \vec{r}_z^{BP} \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 \\ f_x \\ f_y \\ f_z \end{bmatrix} +$$

$$\begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ B_n^{couple} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ n_x^{total} \\ n_y^{total} \\ n_z^{total} \end{bmatrix}$$

方法

1. 実験

実験では、フォースプレートとスターティングブロックの位置を予め取得するために、フォースプレート上の4点、ブロック面上の18点に赤外線反射マーカを貼付し、モーションキャプチャシステムで計測した。その後、ブロック面上のマーカを貼付した位置に、先の尖った棒で力 (372.2±20.9 N) を加えた。ブロックの位置は3種類、ブロックの角度は2種類とし、計108試技の地面反力データを取得した。

2. 分析

得られた地面反力データからフォースプレート表面における圧力中心とフリーモーメントを算出し、フォースプレートとスターティングブロックの位置関係から、上記の式を用いて座標変換し、ブロック

面上の圧力中心位置とフリーモーメントを求めた。

結果

事前に取得したマーカ座標と地面反力から求めた圧力中心の位置の差は、XYZ軸方向にそれぞれ0.002 -0.001、0.002 mであった。また、95% limits of agreement は、全方向で±0.006 m以下であった。

考察

本研究で提案したスターティングブロック面上の圧力中心算出法による誤差は、0.002 m以下であり、高い精度で圧力中心を求めることができることがわかった。本研究の誤差の値は、圧力中心の精度を検証した先行研究の値 (0.003 m)¹⁾と比較しても同程度か小さいものであり、逆動力学計算の結果に与える影響も非常に小さいものである。このことから本研究で提案したスターティングブロック面上の圧力中心算出法は、逆動力学計算の入力として十分な正確性であることが明らかになった。

まとめ

本研究で提案した方法により、高い精度でスターティングブロック面上の圧力中心位置を求められることがわかった。²⁾

参考文献

- 1) Exell TA, Gittoes MJ, Irwin G, Kerwin DG. Considerations of force plate transitions on centre of pressure calculation for maximal velocity sprint running. Sports Biomechanics, 11, 532-541, 2012.
- 2) Ohshima Y, Bezodis N, Nagahara R. Calculation of the centre of pressure on the athletic starting block. Sports Biomechanics, in press