

腕振りがスプリント中の水平方向の力発揮に与える影響

コーチング科学研究領域

5022A064-2 根津 直岐

研究指導教員：岡田 純一 教授

【背景】

スプリントにおいて、疾走速度の向上は多くの競技種目で重要である。疾走速度はストライド長とストライド頻度の積によって決定され、それらは立脚期の力積によって決まる。立脚期における力積は、床反力と接地時間の積であり、床反力を大きくして接地時間を短縮することでストライド長とストライド頻度の増大につながり、疾走速度の向上がもたらされる。それを可能にするために、多くのトレーニング方法が開発されてきた。しかし、これらのバイオメカニクスの分析やトレーニング論は下肢に着目したものが多い。走動作における上肢の代表的な動態は腕振りであり、その中でも腕振りが最大努力下のランニングに与える影響はバイオメカニクスや生理学の観点から明らかにされている。一方で、腕振りが最大努力時のスプリントに与える影響を調査した研究はキネマティクスの要因を検討したものに限られていて、スプリントの疾走速度の原因となる水平方向の床反力に与える影響は明らかになっていない。そこで本研究は、腕振りがスプリント中の水平方向の力発揮に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

被験者は、運動習慣のある 18-30 歳の男性 15 名とした（年齢： 22.5 ± 1.7 歳、身長： 170.4 ± 8.2 cm、体重： 65.3 ± 7.0 kg）。

準備運動および本試技は屋内体育館施設で行った。被験者に統一された準備運動を指示し、それ

を完遂した後に腕振りあり条件と腕振りなし条件で最大努力の 30m スプリントを 2 本ずつ実施した。0m、10m、20m、30m 地点に設置した光電管から 30m スプリントのスプリットタイムを取得し、得られたスプリットタイムからスプリントカー速度プロファイルを作成して、水平方向に発揮した力を評価した。

スプリントカー速度プロファイルは、スプリント中の任意の疾走速度で発揮した水平方向の力を評価する手法である。この手法では、疾走区間全域にわたる水平方向に発揮した力の評価が可能であり、床反力計を用いて実測された水平方向の床反力とスプリントカー速度プロファイルを用いて推定された水平方向の力は高い精度で一致することが報告されている。

データの正規性は Shapiro-Wilk 検定を用いて確認した。各区間の水平方向に発揮した力の比較には、区間 (0-10m vs 10-20m vs 20-30m) と条件 (腕振りあり vs 腕振りなし) を要因とする反復測定二元配置分散分析を行った。データの球面性は Mauchly の球面性検定を用いて確認し、球面性が仮定されない場合は Greenhouse-Geisser の補正を行なった。事後検定は Bonferroni 補正を用いた対応のある t 検定を行なった。有意水準は 5%未満とした。

【結果】

反復測定二元配置分散分析の結果、区間と条件に有意な主効果が認められた（区間: $p < 0.01$; $F = 1642.6$; 偏 $\eta^2 = 0.99$ 、条件: $p < 0.01$; $F = 58.1$; 偏

$\eta^2=0.81$)。また、区間と条件の間に有意な交互作用が認められた ($p<0.01$; $F=9.8$; 偏 $\eta^2=0.41$)。事後検定の結果、腕振りあり条件と腕振りなし条件のいずれにおいても走行距離の増加に伴い水平方向に発揮した力は有意に低下した ($p<0.01$)。また、0-10m、10-20m、20-30m のいずれの区間においても腕振りなし条件の方が腕振りあり条件よりも水平方向に発揮した力が有意に低かった (0-10m: $p<0.01$; $F=28.1$; 偏 $\eta^2=0.67$ 、10-20m: $p<0.05$; $F=5.1$; 偏 $\eta^2=0.27$ 、20-30m: $p<0.01$; $F=12.6$; 偏 $\eta^2=0.48$)。

【考察】

本研究では、腕振りを制限することで全区間の水平方向に発揮した力が有意に低下し、とくに0-10m 区間において水平方向の力発揮が有意に低下するという結果が得られた。スプリントカー速度プロファイルはアスリートが床に対して発揮した水平方向の力を評価しているが、0-10m 区間においては、アスリートは体幹を前傾させてスプリントをしていることから、アスリートにとっては鉛直方向に力を発揮して推進力を得ることが考えられる。したがって、腕振りなし条件において0-10m 区間の水平方向の力発揮が低かったことは、すなわち、腕振りはアスリートにとって鉛直方向の力発揮に影響を及ぼすことが考えられる。腕振りがカウンタームーブメントジャンプに及ぼす影響を検証した研究では、腕振りをするすることで鉛直下向きに負荷が加わり、カー速度関係から筋の収縮速度が遅くなることで発揮できる力が大きくなることが報告されている。また、腕振りを制限することでランニング中の鉛直方向の床反力が減少することも先行研究では報告されている。これらのことから、腕振りはアスリートの鉛直方向の力発揮に影響を及ぼすことが考えられ、0-10m の水平方向に発揮した力が他の区間と比較して大きく低下する傾向があったと考えられる。

また、腕振りは疾走速度がプラトーに達する 20-

30m の最大疾走局面での走りにおいても重要な役割を果たしていると考えられる。腕振りは下肢の角運動量とは逆位相の角運動量を生み出すことで身体の全体的なバランスを維持する役割も果たしていることが報告されている。したがって、腕振りを制限すると、下肢の角運動量を相殺するだけの上肢の角運動量を生み出せず、結果として下肢の角運動量も低下する可能性がある。さらに、疾走速度の増加に伴い、骨盤回旋角度振幅が大きくなることが疾走速度向上のために必要であることが報告されており、最大疾走局面において腕振りはスプリント中のバランス維持に寄与し、また、下肢を効果的に後方にスイングするためにも重要であると考えられる。

【結論】

本研究は、腕振りがスプリント中の水平方向の力発揮に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、スプリントカー速度プロファイルを用いて30m スプリントを分析した結果、腕振りを制限することで初期加速区間 (0-10m) の水平方向の力発揮に影響を及ぼすことが示唆された。

