

モーションセンサを用いた義足走行の動作分析 — 大腿義足走者の走行パフォーマンス向上を目指したフィードバック実験 —

竹田翔平¹⁾、渡辺廉¹⁾、高橋素彦¹⁾

1) 新潟医療福祉大学 義肢装具自立支援学科

【背景・目的】 2020年東京パラリンピックの開催決定により国内の障害者スポーツへの注目が集まりつつある。パラリンピックなどの障害者陸上競技で使用される義足足部は、通常走者の体重を目安に選定される。そして、走者は走行用足部の特徴を知り、それを使いこなすスキルが重要となる。短距離疾走には、スタートダッシュ、加速局面、定速局面、減速局面があり、身体動作は時々刻々と変化するため、全走行過程を通じた計測および評価が必要である。

動作計測には、赤外線カメラと床反力計を用いた3次元動作解析装置が多く使用されている。しかし、カメラや床反力計の台数によって計測範囲が制限され、ランニングや水泳などの広いフィールドで行うスポーツでは全動作の計測が困難となると報告されている。

そこで、高橋らは複数個のモーションセンサを用いて、一定の回転運動である走動作と走行用義足足部の特性を利用した床反力の導出法を用いて、全走行過程を対象とした義足走行の解析手法を提案している¹⁾。

本研究は、高橋らの提案した義足走行の解析手法を用いて、片側大腿切断者の走行を計測し分析する。その結果を対象者にフィードバックし、走行パフォーマンスの向上を図るとともに、義足走行の解析手法の有用性の検証を行うことを目的とする。

【方法】 対象は、研究内容を説明し同意の得られた女性右側大腿切断者1名とした。計測機器は小型9軸ワイヤレスモーションセンサを使用した。モーションセンサは第3腰椎、膝継手下部、走行用義足足部つま先の3カ所に設置し、60m走の計測を実施した。計測は月に1度実施し、試行数は1~2試行の計6回実施した。次回計測時までに対象者へフィードバックを行い、走行パフォーマンスの向上を図った。なお、本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認を受け、関連する利益相反はない。

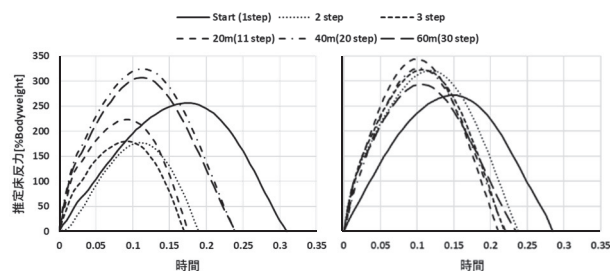
【結果】 走行データの結果を表1に示す。最も遅いタイムは11月計測の23.44s、最も速いタイムは3月計測の21.06sであり、2.38s短縮した。

スタートから1~3step、20m、40m、60m地点の推定床反力鉛直方向成分を図1に示す。縦軸は推定床反力鉛直方向成分(%Bodyweight)であり、横軸は義足側立脚期時間(s)である。スタートダッシュである1、2step目は走者の踏み込み力によってエネルギーを義足足部に蓄える形態であるTerminal型を示した。このTerminal型は

3step目には収束し、加速局面であるMid型へと移行している。対象者はMid型への移行が早く、義足足部に十分なエネルギーを蓄えられていないと考えられる。

表1 走行データ結果

	11月	12月	1月	2月	3月	4月
タイム[s]	23.44	21.92	21.40	22.62	21.06	21.51
総歩数[step]	60	59	58	59	57	59
推定平均床反力 [%bodyweight]	254.6±55.4	300.3±28.7	351.0±27.0	298.8±39.2	321.6±31.5	292.5±31.9
平均足部変位量[cm]	-5.9±1.3	-7.0±0.7	-8.1±0.6	-6.9±0.9	-7.5±0.7	-6.8±0.7



(a) 11月1日走行周期 (b) 3月1日走行周期
図1 11月および3月1日走行周期
(1~3step, 20m, 40m, 60m)

【考察】 本実験結果より、足部の撓みが大きくなるほどタイムが速くなる傾向にあった。そのため、対象者へのフィードバックとして、荷重を義足側下肢にかけること、体重心の上下動が大きい前方へ意識を向けることを伝えた。さらに、義足長がやや長く設定されているために接地時の踏み込みが不十分と考え、より荷重を掛けやすいように1.0cm短く調整した。

結果、タイムが短縮し足部の撓み量が増加した。これはフィードバックの際に伝えた義足足部接地時にしっかり荷重をかけることや義足長の短縮によって踏み込みを行いやすくなったことが一因になったと考えられる。

【結論】 本実験におけるフィードバックによりタイムは短縮した。しかし、義足のパーツ選択や走行の際の意識を変えるだけでは走行パフォーマンスの向上には限界があると考えられる。切断走者の走行パフォーマンスの向上には義肢装具士だけではなく、トレーナーなどが一緒になって評価し、日々のトレーニングメニューの改善や義足アライメントなどの調整を行うことが重要である。そのため、計測結果をデータ化し、走者やトレーナーが必要としているデータを迅速に提示することができるリアルタイムのフィードバックシステムの構築が必要である。

【文献】

1) 高橋素彦, 小野寺良二, 勝平純司, 本手亮太郎, 寺田晃太朗, 須田裕紀, 前田雄, 三村宣治, モーションセンサを用いた義足走行の解析手法の検討(全走行過程を通じた床反力推定値の導出), 日本機械学会論文集, Vol. 84, No. 865, 2018.