

## 論文審査の要旨

報告番号	保研 第 <b>20</b> 号		氏名	宮崎 宣丞
審査委員	主査	牧迫 飛雄馬		
	副査	榊間 春利	副査	田平 隆行 印
	副査	大渡 昭彦	副査	福留 清博

Validity of measurement for trailing limb angle and propulsion force during gait using a magnetic inertial measurement unit

ウェアラブルセンサーを用いた歩行時の Trailing Limb Angle と推進力の計測の妥当性

## 【研究背景】

推進力とtrailing limb angle (TLA) は歩行の質を評価できる有益な指標であると考えられる。TLAは歩行中の推進力と関連することが報告されており、これらの指標を用いた歩行評価や介入を行うことで、歩行能力向上に寄与すると考えられる。しかし、TLAや推進力に関する先行研究は3次元動作解析装置を用いているものが多く、臨床場面での活用頻度は低い。近年、慣性センサーなどのウェアラブルセンサーが普及しており、様々な動作分析の精度確認が行われている。本研究の目的は、三次元動作解析装置と床反力計を外的基準とし、慣性センサーで計測した推進力とTLAの基準関連妥当性を検討することである。

## 【方法】

対象は健康成人18人(年齢 $25.2 \pm 3.2$ 歳, 身長 $1.70 \pm 0.06$  m)とし、歩行速度を変化させた3条件(通常, 遅い, 速い)と体幹の前後動揺を組み合わせた歩行の2条件(体幹前傾-通常, 体幹前傾-遅い), 計5条件で計測した。観測肢は右下肢とし、胸部と腰椎の後面, 右下肢の大腿と下腿の前面, 計4箇所慣性センサーを取り付けた。慣性センサーから得られた情報を基に、グローバル座標における加速度と傾斜角度を算出した。TLAは、矢状面において股関節と足関節を結ぶ線と、股関節から下した垂線がなす角とした。TLAは、慣性センサーにより得られた大腿と下腿の傾斜角度、および3次元動作解析装置により計測した大転子と外果の座標データからそれぞれ算出した。推進力の指標としては、立脚後期における体幹に取り付けた慣性センサーの加速度、床反力の前方成分(anterior ground reaction force, AGRF)を時間積分し、それぞれ体幹速度の変化量と力積を算出した。

慣性センサーにより計測したTLAの妥当性の検討をするために、立脚後期から遊脚初期におけるTLAの重相関係数(coefficient of multiple correlation, CMC), TLA最大値の級内相関係数(intraclass correlation coefficient, ICC<sub>(2,1)</sub>), 測定誤差の二重平均平方根(root mean square, RMS)を算出した。また、慣性センサーにより計測した推進力の妥当性を検討するために、慣性センサーにより計測した速度の変化量とAGRFの力積を相関分析にて分析した。

## 【結果・考察】

いずれの歩行条件においても、TLAのCMCは、0.956-0.959と非常に高い一致度を示した。同様に、TLA最大値のICC<sub>(2,1)</sub>も0.831-0.876と高い一致度を示し( $p < 0.001$ ), 測定誤差RMSは $1.50-1.92^\circ$ と低かった。推進力に関しては、腰部の慣性センサーから算出した速度の変化量はAGRFの力積と中等度以上の相関を示した( $r=0.755-0.892$ ,  $p < 0.001$ )。

本研究の結果は、慣性センサーによるTLAと推進力計測の高い妥当性を示すものであり、臨床現場における歩行評価に貢献すると考えられる。今後は、臨床現場における歩行評価をはじめ、歩行のバイオフィードバックトレーニングなどへの応用に取り組んでいきたい。

審査の結果、5名の審査委員は、本論文は臨床現場における歩行の推進力評価を可能にする基礎情報となり得るものであることから、博士(保健学)の学位論文としての価値を十分に有すると判定した。