



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ウェアラブルセンサを用いた3次元歩行解析システムH-Gaitの運動器障害への臨床応用に関する研究〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	片岡, 義明
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(保健科学)
Dissertation Number	甲第14611号
Issue Date	2021-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/82267
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Kataoka_Yoshiaki_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（保健科学）

氏名：片岡 義明

	主査	教授	前島 洋
審査委員	副査	教授	近藤 英司(北海道大学病院スポーツ医学診療センター)
	副査	准教授	寒川 美奈

学位論文題名

「ウェアラブルセンサを用いた 3 次元歩行解析システム H-Gait の
運動器障害への臨床応用に関する研究」

当審査は令和 3 年 4 月 26 日実施の公開発表にて行われた。（出席者 16 名）

リハビリテーションの臨床現場において、3 次元動作解析装置を用いた歩行解析は高い精度で定量的な評価が可能であるが、臨床現場には不向きであった。本学工学研究院と保健科学研究院ではウェアラブルセンサを用いた 3 次元歩行計測システム H-Gait を共同開発し臨床応用を進めてきた。本研究では H-Gait を用いた歩行解析を通して、変形股関節症（股 OA）症例およびロコモティブシンドローム（ロコモ）への臨床応用の検討を行った。

研究課題 1：下肢陽圧式トレッドミルによる免荷が変形性股関節症症例の歩行時下肢キネマティクスに与える影響

OA 症例を対象とした下肢陽圧式トレッドミルも用いた免荷歩行訓練の有効性が報告されている。しかし、一般的なカメラを用いた光学式動作解析システムでの歩行解析が困難なため、下肢陽圧式トレッドミルによる免荷が下肢キネマティクスに与える影響は調べられていなかった。研究課題 1 の目的は、H-Gait を用いて下肢陽圧式トレッドミルによる免荷が股 OA 症例の歩行時下肢キネマティクスに与える影響を明らかにすることであった。

股 OA 症例 15 名（股 OA 群）および健常高齢者 15 名（コントロール群）を対象とした。下肢陽圧式トレッドミル上を 3 つの免荷条件（100%荷重、75%荷重、50%荷重）にて免荷歩行を実施し、ウェアラブルセンサを装着して自己選択歩行速度にて歩行した。7 つのウェアラブルセンサを被験者の腰部および下肢に装着し、これらのセンサより座位時の加速度および歩行中の角速度を用いて、歩行時下肢キネマティクスを算出した。得られた下肢キネマティクスより各関節の最大角度を算出し、股 OA 群のみ歩行時の疼痛を numeric rating scale にて評価した。股 OA 群の免荷による疼痛の変化は一元配置分散を実施し、下肢キネマティクスの変化は二元配置分散分析を用いて、免荷条件（100%荷重、75%荷重、50%荷重）および群条件（OA 群、コントロール群）の主効果および交互作用を検証した。

股 OA 群では免荷量の増加に伴い、歩行時疼痛が有意に減少した。また、両群ともに免荷により、歩行時股関節および膝関節最大屈曲角度は減少を認めた。そのため、下肢陽圧式トレッドミルをリハビリテーション訓練として用いる場合は、疼痛の減少の利点を考慮しつつ下肢キネマテ

ィクスの変化に注意する必要がある。また、H-Gait を用いることで、光学式歩行解析装置では困難であった LBPP トレッドミル歩行時の 3 次元下肢キネマティクスを計測可能であることを明らかにした。

研究課題 2 : H-Gait を用いた **timed up and go test** 中の下肢キネマティクスによるロコモ罹患の有無を判別する因子の検討

急速な高齢化に伴い、運動器障害のために移動機能の低下をきたした状態を示すロコモが増加しているが、ロコモ罹患の有無を判別する因子を定量的に評価する方法は確立されていない。移動能力の評価として広く用いられる **timed up and go test (TUG)** は移動機能および歩行機能の低下の状態を遂行時間により評価することが可能であり、H-Gait を用いた TUG 中の下肢キネマティクスを解析することで、ロコモ罹患の有無を判別する因子の同定が可能となるのではないかと考えた。そのため、研究課題 2 の目的は、H-Gait を用いた TUG 中の下肢キネマティクスよりロコモ罹患の有無を判別する因子を明らかにすることであった。

60 歳以上の地域住民 140 名を対象とし、ロコモ度テストによりロコモおよび非ロコモに群分けを実施した。研究課題 1 と同様の方法で、H-Gait を用いて起立および着座区間では股関節、膝関節、足関節の角速度の平均値を算出し、往路および復路区間では各関節の可動域の平均値を算出した。統計学的解析において、多変量解析によりロコモ罹患の有無と下肢キネマティクスの関連を検討するために、目的変数をロコモ罹患の有無、説明変数を下肢キネマティクスとする二項ロジスティック回帰分析を行った。

ロコモ罹患の有無に有意に関連する因子として起立区間の股関節伸展角速度および復路区間の膝関節可動域が認められた。また、AUC 値より起立区間の股関節伸展角速度が中等度の予測能を有することが示された。

TUG 中の起立区間の股関節伸展角速度がロコモの判別精度に有用性の高い指標であることを明らかにし、股関節伸展角速度が小さいほどロコモに罹患している傾向があることを示した。したがって、本研究の結果はロコモ罹患者を同定するために、H-Gait を用いた TUG 中の下肢キネマティクスの評価がロコモ検診に活用できることが示された。

本研究では、H-Gait を用いてこれまで困難であった下肢陽圧式トレッドミル上での歩行解析および大規模な地域レベルでのロコモ検診への応用が可能であることを明らかにした。本研究成果は、股 OA 症例に対するリハビリテーション訓練の発展に繋がることが示唆された。また、ロコモの第一次ならびに第二次予防に有用な知見をもたらし、健康寿命の伸延に大きく寄与するものと考ええる。これを要するに、著者は 3 次元歩行計測システム H-Gait を用いた歩行解析の運動器障害について新たな臨床応用の可能性を得たものであり、運動器障害に対するリハビリテーション科学の発展に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士（保健科学）の学位を授与される資格あるものと認める。