



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_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（保健科学）

氏名：片岡 義明

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

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、解析に時間を要することや測定空間が限られることより臨床現場には不向きであった。近年、測定空間の制約を受けにくいウェアラブルセンサを用いた歩行解析の検証および臨床応用が注目されている。本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、変形股関節症症例およびロコモティブシンドローム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

1.1. 緒言

下肢陽圧式トレッドミルを用いたリハビリテーション訓練に関して、変形性関節症症例を対象として痛みの改善や機能改善などの効果が報告されている。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変形性股関節症（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。

1.2. 方法

人工股関節置換術が予定されている末期股 OA 症例 15 名および健常高齢者 15 名を対象とした。下肢陽圧式トレッドミル上を免荷条件にて歩行を実施した。免荷条件は 100% 荷重、75% 荷重、50% 荷重とし、ウェアラブルセンサを装着して自己選択歩行速度にて 30 秒間歩行した。H-Gait は慣性計および角速度計を内蔵した 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算出し、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および時空間的パラメータを算出し、股 OA 群のみ歩行時の疼痛を numeric rating scale にて評価した。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）およびグループ条件（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。

1.3. 結果

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、OA 群はコントロール群と比べ股関節最大伸展角度は有意に小さかった。両群ともに下肢陽圧式トレッドミルの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。

1.4. 考察と結論

免荷により OA 群の歩行時の疼痛は減少した。両群とも免荷により歩行時の股関節および膝関節最大屈曲角度は減少を認めた一方、両群間に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の差は認められなかった。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。

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

2.1. 緒言

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ティブシンドローム（ロコモ）が増加している。ロコモの増加や進行を抑制するためにロコモの早期発見および早期予防が重要視されている。ロコモはロコモ度テストによりスクリーニングされるが、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。

2.2. 方法

健康チェックに参加した 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度を判定した。TUG 中の下肢キネマティクスは、7つのウェアラブルセンサを用いた三次元歩行計測システム H-Gait を用いて評価した。TUG 動作を起立区間、往路区間、方向転換区間、復路区間および着座区間に細分化し、各区間の遂行時間および下肢キネマティクスを算出した。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。統計解析においては、検討項目の正規性を確認した後にロコモ群と非ロコモ群で各区間の遂行時間を比較した。また、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年齢、BMI および性別を調整した二項ロジスティック回帰分析を行い、TUG 中の下肢キネマティクスからロコモ罹患の有無を判別する因子を同定した。

2.3. 結果

ロコモ群と非ロコモ群では、TUG 中の各区間の遂行時間に有意な差は認めなかった。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、予測能を示す AUC は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。

2.4. 考察と結論

TUG の遂行時間に有意差はあったものの、TUG を細分化した区間の遂行時間にロコモ群と非ロコモ群では有意な差がなかったことより、H-Gait を使用した TUG 中の下肢キネマティクスを検討する必要性が示唆された。本研究では、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初めて明らかにし、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な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られる。