

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：14301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2022

課題番号：20K23253

研究課題名（和文）素早いステップ動作時の動的安定性の加齢変化および転倒との関連について

研究課題名（英文）Age-related changes in dynamic stability during quick step movements and its relationship to falls

研究代表者

加藤 丈博（Kato, Takehiro）

京都大学・医学研究科・客員研究員

研究者番号：70882348

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,400,000円

研究成果の概要（和文）：3軸加速度センサを内蔵した慣性センサを用いてバランス能力の評価が可能かどうかを検証した。若年者を対象とし、慣性センサを身体に取り付けた状態でバランス能力評価を行なった。その結果、慣性センサデータ測定には高い信頼性があること、バランス能力を示す指標と慣性センサデータの間には中程度の相関があることが明らかになった。本研究の結果から、慣性センサを用いることで簡便にバランス能力を評価できることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、慣性センサを用いた新たなバランス能力の評価方法を開発した。この方法を用いることで、機器の整った研究室以外の場所でも安全・簡便にバランス能力の評価ができる可能性があることが明らかにされた。健康若年者だけでなく、高齢者や疾患を有する者にも適用できるため、新たな転倒リスク評価指標開発の一助となり得る。

研究成果の概要（英文）：We verified whether it is possible to evaluate balance ability using an inertial sensor with a 3-axis acceleration sensor. The balance ability evaluation was conducted on young subjects with the inertial sensor attached to their bodies. As a result, it was found that the inertial sensor data measurement had high reliability and that there was a moderate correlation between the inertial sensor data and an index of balance ability. The results of this study suggest that inertial sensors can be used to easily assess balance ability.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：バランス能力 慣性センサ

1. 研究開始当初の背景

高齢者の姿勢制御能力の低下は転倒リスク要因として知られている。特に立位保持のような静的な姿勢制御能力よりも、一歩踏み出すステップ動作のような動的姿勢制御能力は加齢による低下が著明である (Isles, 2014)。加齢に伴い低下するステップ動作の接地時における姿勢制御能力 (Porter, 2015) つまり身体動揺に対して重心を制御する動的安定性が高齢者の転倒回避能力として注目されている。

動的安定性の評価は三次元動作解析装置のような大がかりな測定機器を用いた運動学データ計測がゴールドスタンダードとされているが、フィールド評価には不向きである。そのため、地域在住高齢者を対象として素早いステップ動作接地期の動的安定性に影響を及ぼす運動学的・運動力学的要因の解明や動的安定性と転倒・運動機能との関連について詳細に検討した報告は少ないのが現状である。

近年、3軸加速度センサーを内蔵した慣性センサーを用いた姿勢制御評価方法が開発されており、体幹に装着した慣性センサーから得られた立位や歩行、ジャンプ課題時における加速度データの妥当性について検証されている。しかし、素早いステップ動作におけるこれら加速度データの再現性および妥当性に関しては不明である。高齢者においても安全・簡便に評価できる慣性センサーを用いた動的安定性指標が確立され、動的安定性の関連要因が明らかとなれば、高齢者のステップ動作の動的安定性向上を目的とした介入プログラム開発に向けての知見を深めることができる。よって、本研究の「問い」は、1. 慣性センサーを用いてステップ動作時の動的安定性を正確に評価することは可能か、2. 加齢変化や高齢者の身体特性 (転倒歴、運動機能) および動作中の運動学的・運動力学的な振る舞いはステップ動作接地期の動的安定性に関連するか、である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、1) 慣性センサを用いた動的姿勢制御の信頼性と妥当性を検証すること、2) 慣性センサを用いた動的姿勢制御指標と運動機能との関連性について明らかにすることである。

3. 研究の方法

対象は健常若年者 39 名 (男性 18 名、女性 21 名、年齢: 24.2 ± 3.3 歳) とした。動的姿勢制御能力として、姿勢測定装置 (ディジョックボード・プラス、酒井医療社製) を使用し、不安定板上での立位保持課題における姿勢動揺を評価した (図 1)。姿勢測定装置は、前額面を軸とした前後方向へ最大 12 度傾斜する不安定板であり、対象者は利き足を用いて不安定板上で 30 秒間片脚立位を保持する課題を 5 回実施した。姿勢動揺の指標には不安定板の前後角度変動を用いた。なお、前後角度変動は値が小さいほど姿勢制御能力に優れていることを意味する。分析には 5 回の角度変動の平均値を用いた。

慣性センサ (TSBD151, ATR-promotion 社製) を姿勢測定装置本体の不安定板及び対象者の下腿外側中央に取り付け、片脚立位課題中の角速度データを計測した。解析ソフト (DataConverter, ATR-promotion 社製) を用いて角速度データをオイラー角に変換した後、

不安定板と同様の算出方法にて角度変動を求めた。なお、5回の平均値を分析に用いた。また、運動機能として、足関節底屈・背屈の最大等尺性収縮 (MVIC) 及び力発揮率 (Rate of Force Development : RFD) を測定した。多用途筋機能評価運動装置 (BDX-3、BIODEX社製) を用いて、利き足を対象に膝関節伸展位、足関節低背屈 0 度の長座位姿勢にて各 3 回ずつ測定し、平均値を分析に用いた。対象者 39 名の内、データ欠損のない 15 名を分析対象とした。研究目的 1) 慣性センサを用いた動的姿勢制御の信頼性と妥当性を検証するため、SPSS (ver.28、IBM 社製) を用いて、不安定板本体及び下腿部の角度変動の検者内再現性を検証した。また、基準関連妥当性の検討として、姿勢測定装置本体の角度変動と慣性センサによって測定した角度変動との間で Pearson の相関分析を行なった。2) 慣性センサの角度変動と運動機能との関連を検討するために、慣性センサの不安定板角度変動を従属変数、足底屈および背屈筋力を独立変数として重回帰分析を行なった。有意水準は 5% とした。



図 1 姿勢測定装置及び動的立位姿勢制御課題

4. 研究成果

1) 信頼性に関して、慣性センサ角度変動の級内相関係数 (ICC1,5) の結果、不安定板本体は 0.908、下腿中央部は 0.716 といずれも高い信頼性を示した。妥当性に関して、姿勢測定装置本体の角度変動と慣性センサ角度変動との相関分析の結果、姿勢測定装置本体の角度変動と不安定板本体との間には $r=0.631$ 、下腿中央部との間には $r=0.586$ と中程度の相関を認めた (図 2)。

Heebner らは、片脚立位時の床反力と慣性センサの左右加速度との間に中程度の相関があることを報告している (Heebner,2015)。本研究においても、姿勢測定装置の角度変動と慣性センサによる角度変動との間には中程度の相関を認めたことから、動的な立位姿勢制御課題においても、慣性センサを用いた姿勢動揺計測が有用であることが示唆された。

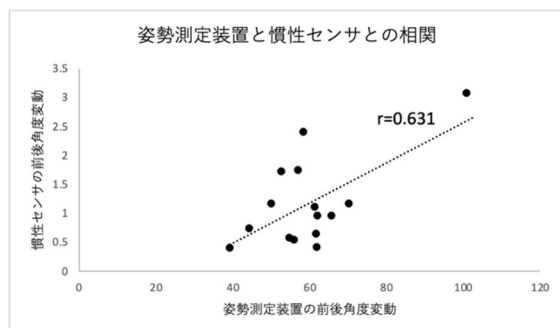


図 2 姿勢測定装置と慣性センサとの相関

2) 不安定板本体に取り付けた慣性センサのオイラー角角度変動には足背屈 MVIC 及び足背屈 RFD が有意に関連し ($R^2=0.873$)、足背屈 MVIC 及び足背屈 RFD が大きいほど慣性センサ角度変動が大きかった。また、下腿中央部に取り付けた慣性センサ角角度変動には足背屈 RFD のみが有意に関連し ($R^2=0.594$)、足背屈 RFD が大きいほど慣性センサ角度変動が大きかった。これらのことから、動的な立位姿勢制御能力には足背屈筋力の影響が大きい、足背屈筋力の影響は小さいことが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 加藤丈博、池添冬芽、八木優英、市橋則明
2. 発表標題 足関節底屈Rate of Force Developmentの増大は立位姿勢制御能力を向上させる
3. 学会等名 第26回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤丈博、池添冬芽、田原康玄、松田文彦、坪山直生、市橋則明
2. 発表標題 プレサルコペニアステージの高齢者における運動機能特性に関する大規模研究
3. 学会等名 第7回日本地域理学療法学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤丈博、池添冬芽、八木優英、市橋則明
2. 発表標題 足関節底屈Rate of Force Developmentの増大は立位姿勢制御能力を向上させる
3. 学会等名 第26回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------