

学位論文要旨

学位請求論文 (Dissertation)

題名 (Title) 転倒リスクにつながる病的跛行及び加齢に伴う歩行特徴量抽出

Extraction of gait characteristics associated with pathological claudication and aging that lead to fall risk

専攻 (Division) : 機械科学専攻

学籍番号 (Student ID Number) : 1824032014

氏名 (Name) : 村上唯

主任指導教員氏名 (Chief supervisor) : 渡辺哲陽

Abstract

The aim of this study was to investigate changing in gait due to physical diseases and aging that lead to falls, as a basic study to capture changes in gait, and found that the characteristics of gait with physical illness and aging. As a method of measuring walking, the motion while walking was captured using movie or using the acceleration and the gyro sensors. In the case of having physical illness, the subjects continue to walk until having pain. The walking motion was capture and was analyzed. In the result, the motion of upper body angle of HipOA was higher, the motion of thigh angle and knee angle of HipOA were lower than which of L4. In the case of aging, the subjects did the tasks while walking. The task conditions were 1) normal walking, walking with the following additional tasks: 2) a visual task, 3) an auditory task, 4) a calculation task, 5) visual and calculation tasks, and 6) auditory and calculation tasks. Significant differences about hip acceleration in left-right direction body sway in condition 5 and forward-backward direction body sway in condition 3 were observed between older and young people. Significant difference in angle of rotation of the shoulder seen from the hip were observed between the older and young people, but there was no relationship about direction and the tasks.

要旨

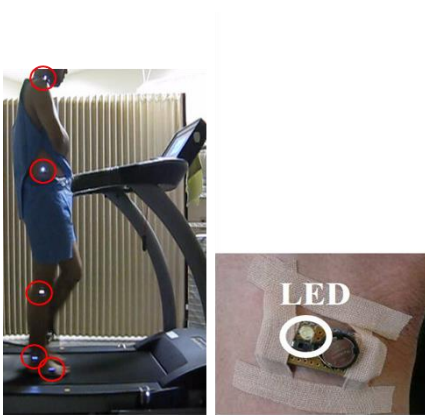
歩行は、日常生活上で欠かせない行動の1つである。リハビリテーションの教科書では歩行を以下のように定義している。歩行とは、ヒトの移動動作の一つで2本の下肢の交互運動を用いて、体重心を含む体幹をバランスを失わないように両方へ運ぶ方法である。ヒトの歩行は、日常で最も高頻度に行われる移動動作で、さまざまな環境や課題に対応できる応用性が必要である。しかし、歩行は加齢や病気の影響を受け、転倒の原因となることがある。転倒の原因である加齢や病気は、転倒の内的要因と言われている。転倒原因には内的要因と外的要因があり、外的要因は歩行中の環境である。

その転倒は日常活動で発生する最も代表的な事故の1つである。身体的疾患を持つ人や高齢者が転倒をすると、身体的疾患の更なる悪化や、高齢者では障害の発生により、介護の負担が増加してしまう。以上のことより、転倒防止は緊急かつ深刻な問題である。

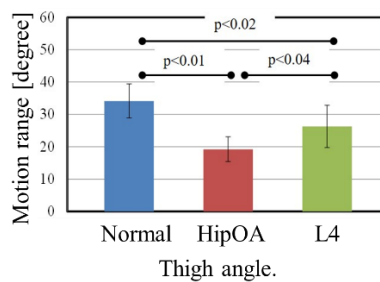
そこで本研究では、歩行は加齢や病気の影響を受けることから、転倒につながる身体的病気や加齢による歩行の変化がわかっているならば、転倒前に介護者が手を差し伸べることができると考えた。具体的には、歩行の変化を捉えるために、歩行の様子を動画で撮影して分析

したり、歩行者にセンサーを取り付けて加速度や回転角を抽出したりした。これらの結果から、歩行の変化を捉えるための基礎研究として、身体的疾患や加齢時の歩行の特徴を知ることができる。

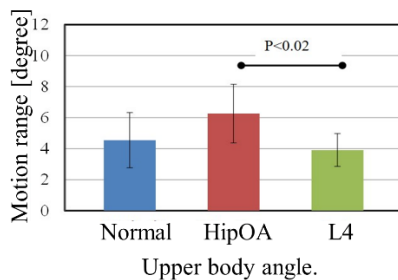
転倒の内的要因の一つである身体の病気による歩行の変化には、さまざま病気が関連しているが、そのうち股関節変形性関節症（HipOA）と腰椎脊柱管狭窄症（LSS）L4の2種類について調査した。この2つの病因は異なるが、症状は非常に似ている。症状が似ているため、問診以外にもいくつかの侵襲的検査を行わなければならない。そこで、非侵襲的検査の1つとなるように、歩行に影響がでるのであれば、歩行動作を診て疾患を判別できれば良いと考えた。本研究では、疾患鑑別の基礎となる歩行動作から疾患ごとの特徴を得ることを目的とした。方法は、これらの症状のある患者に、5つのLEDマーカーを取り付け、トレッドミルの上を歩行してもらった。歩行動作を動画で撮影し、分析した。その結果、HipOA群はLSS L4群とは異なり、上半身角の動作範囲が広く、大腿角と膝角の動作範囲が小さいことがわかった。



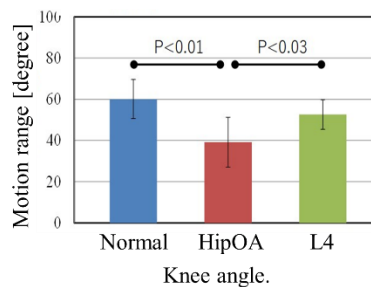
LED marker on the subject.



Thigh angle.



Upper body angle.

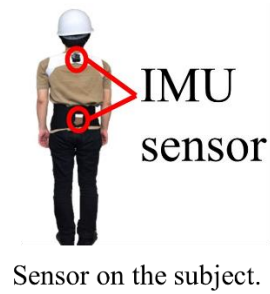
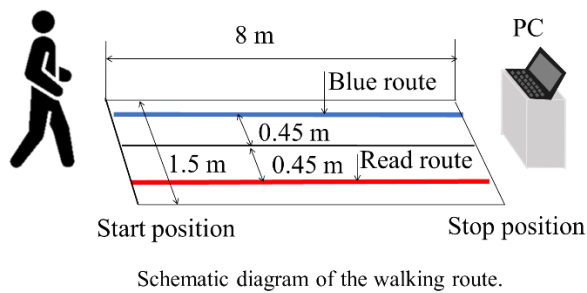


Knee angle.

転倒原因である内的要因のもう1つである加齢変化では、日本の厚生労働省が、年齢が上がるにつれ、転倒人数が増加しており、高齢者（65歳以上）における転倒割合は、全転倒者のうちの87%であると報告している。転倒は、一時的な歩行が困難になるだけでなく、特に高齢者の身体に障害が生じる可能性がある。さらに骨折と転倒は、寝たきりになったり、特別な治療を必要になったりする主な原因である。このように転倒による要介護高齢者の増加は、高齢者本人や介護者の経済的肉体的負担の増加につながる。転倒は一方向だけではない。高齢者の転倒方向の割合は、前方への転倒が約6割、側方への転倒が約2割、後方への転倒は約2割といわれている。このように多方向に倒れるため、介護者はどの方向に転倒するか察し、転倒の直前に助けることが難しい。また、人は歩きながら歩く以外の行動も行う。例えば、歩行中に、会話しながら信号機を見て横断可能かどうかを判断する。

先行研究では、歩行中に1つの課題が課され、歩行動作を加速度センサーによって測定した。しかしながら、上記のように、歩行中の歩行以外にも複数の行動が存在する。したがって、歩行中に1つの課題を行うだけでは不十分である。そこで本研究では、二つ以上の課題を行いながら歩行する条件を含む多重課題条件下で歩行を観察した。二つ以上の課題を行いながらの歩行バランスの変化を測定することは、歩行時における周囲の環境による影響（例えば会話をしながら信号を確認して道路を横断するなど二つ以上の動作が伴う場合）による歩行バランスの変化を明らかにすることができると考えられる。また、被験者は高齢者と若年者に協力していただき、若年者と高齢者の結果の違いを検討することで、加齢による変化を明らかにすることができると考えられる。調査した歩行中の変化部分は、重心の移動を調べるため腰部加速度を、上半身のふらつきを腰から見た肩の回転運動で調べた。

課題条件は、1) 通常歩行、2) 視覚課題を伴う歩行、3) 聴覚課題を伴う歩行、4) 計算課題を伴う歩行、5) 視覚および計算課題を伴う歩行、および6) 聴覚および計算課題を伴う歩行である。

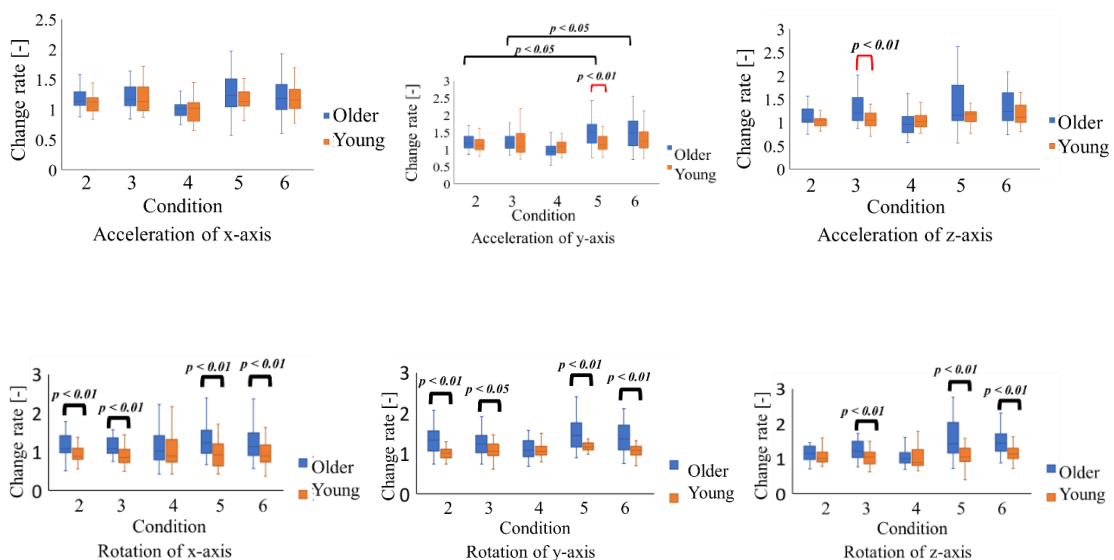


腰部加速度の計測結果は以下のとおりである。

多重課題条件下の歩行において、計算しながら視覚指示で歩行経路を変更する場合、高齢者の方が、若年者に比べ負荷が高く左右方向に揺れが見られた。聴覚指示で歩行経路を変更する場合、高齢者は一時的に立ち止まっていたため、前後方向に動揺していた。

腰から見た肩の回転角の計測結果は以下のとおりである。

多重課題条件下の歩行において、腰から見た肩の回転角に年配者と若年で大きな違いがありました。課題による方向性はなかった。



学位論文審査報告書（甲）

1. 学位論文題目（外国語の場合は和訳を付けること。）

転倒リスクにつながる病的跛行及び加齢に伴う歩行特徴量抽出

2. 論文提出者 (1) 所 属 機械科学 専攻

(2) 氏 名 村上 唯

3. 審査結果の要旨（600～650字）

当該学位論文に関し、令和3年8月2日に第1回学位論文審査委員会を開催し、提出された学位論文および関連資料について詳細に検討した。同日の口頭発表後、第2回学位論文審査委員会を開催し、慎重に協議した結果、以下の通り判定した。

本論文は、転倒リスクにつながる病的跛行及び加齢に伴う歩行特徴量抽出を見出す研究を行ったものである。具体的には、症状が類似している変形性股関節症と脊柱管狭窄症を歩容から簡易に鑑別するための指標の導出と、歩行被験者の腰部・肩部に設置したIMU（慣性）センサを用いて、歩行に加えて多重の課題を課したときの、課題の種類と加齢が歩行中の身体動揺に与える影響を調べたものである。前者においては、大腿角度の動作域、上体角度の動作域、膝角度、単脚支持率という指標を導出した。後者においては、腰部の併進方向の身体動揺に着目し、高齢者の姿勢制御が、視覚に依存していること、音声刺激に基づく経路変更は負荷が大きいことを明らかにした。また、腰部に対する肩部の回転方向の身体動揺に着目し、高齢者においては、視覚・聴覚といった追加課題により前後回転方向・左右回転方向に動揺が現れやすいことを明らかにした。以上の結果は、歩行解析に関して有益な知見や手法を示しており、学術的に寄与が高く、博士（学術）論文に値すると判定した。

4. 審査結果 (1) 判 定（いずれかに○印） 合格 ・ 不合格

(2) 授与学位 博士（学術）