

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：24405

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K11162

研究課題名（和文）立位姿勢のタイプ分けに基づく歩行速度の規定要因分析および介入プログラムの開発

研究課題名（英文）Analysis of Determinants of Gait Speed Based on Standing Posture Typology and Development of an Intervention Program

研究代表者

岩田 晃（IWATA, Akira）

大阪公立大学・大学院リハビリテーション学研究科 ・教授

研究者番号：90382241

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、高齢者の自立生活に不可欠な歩行機能の維持・向上を目指し、立位姿勢のタイプ分けと介入方法の開発を目的とした。まず、骨盤の傾斜角と膝関節の角度に基づき、姿勢のタイプの分類を行った。さらに、特別な技術を持たない計測者でも精度の高い姿勢分類が可能となるように、骨盤傾斜角度の推定方法を開発した。

これらの技術を活用し、地域高齢者を対象とした大規模な立位姿勢と身体機能の計測を実施した。その結果、タイプごとの歩行機能を決定する要因の違いが明らかになった。これにより、立位姿勢のタイプに応じた高齢者の個別性に対応した介入プログラムの開発が必要であることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義として、立位姿勢を骨盤傾斜角度（前傾・後傾）および膝角度（屈曲・伸展）で4タイプに分類した際、歩行機能に有意な差が認められないこと、また歩行速度の規定要因がタイプごとに異なることが明らかになった点が挙げられる。さらに、骨盤傾斜角度の推定が触診やレントゲン等の特別な技術・機器を用いずに可能になった点の社会的意義も大きいと考えている。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to maintain and improve gait function essential for independent living in the elderly by developing a classification system for standing postures and intervention methods. First, posture types were classified based on pelvic tilt angles and knee joint angles. Furthermore, a method for estimating pelvic tilt angles was developed to enable accurate posture classification by measurers without specialized skills.

Utilizing these techniques, large-scale measurements of standing posture and physical function were conducted on community-dwelling elderly individuals. The results revealed differences in the determinants of gait function for each posture type. Consequently, the study demonstrated the necessity of developing intervention programs that address the individual characteristics of the elderly according to their standing posture types.

研究分野：リハビリテーション学

キーワード：立位姿勢 歩行速度 高齢者 姿勢タイプ

1. 研究開始当初の背景

「健康寿命の延伸」を目標に掲げる我が国にとって、健康状態の総合指標である「歩行速度」を維持・向上させることは、重要な社会的課題の一つと言える。これまでに多くの先行研究で、地域在住高齢者を対象とした歩行速度の規定要因分析が行われているが、身体機能と歩行速度との相関関係の強さは中等度以下で、重回帰分析における寄与率も総じて低い傾向がある。また、様々なコンセプトに基づき、多くの介入研究が実施されているが、介入前後で効果が認められない人が一定の割合で存在することが推定される。これらの要因として、高齢者の身体機能は個々で大きく異なるため、一律の評価や介入では十分な効果を得ることが難しい点が挙げられる。理想としては、高齢者の身体機能を個々に丁寧に計測し、それぞれに応じた介入を行うことが効果的と考えられるが、時間や設備、さらに人的リソースなど、効率性に問題がある。

そこで我々は、一定のルールでタイプに分類し、それぞれのタイプごとに適した運動を実施することによって介入効果を上げることができるとの仮説を立てた。タイプ分類の基準として、筋活動に影響を与えることが示されている「立位姿勢」に着目した。

2. 研究の目的

高齢者の歩行速度向上を効率的に行うための理論の構築が本研究の目的である。そのためのステップとして、以下の4点を目的とする。

(1) 立位姿勢タイプの分類

立位姿勢について、何を基準に、幾つのタイプに分類することができるのかを検証すること。

(2) 立位姿勢の評価方法の確立

立位姿勢の評価を正確に、かつ効率化する方法を確立すること。

(3) タイプ別の規定要因の分析

立位姿勢タイプごとの歩行速度の規定要因を明らかにすること

(4) タイプ別介入研究

立位姿勢タイプごとに適した介入研究を行い、その効果を検証すること

3. 研究の方法

(1) 高齢者の立位姿勢を分類する新たな方法

立位は人間にとって基本の姿勢であり、これまでに様々な分類方法が提案されている。代表的な立位姿勢の分類方法に、Wiles の分類や Staffel の分類があり、これらは脊柱アライメントおよび骨盤傾斜角度に基づき、lordosis や flat back など5つほどのタイプに分類している。しかし、従来の立位姿勢分類には下肢が含まれていない。また、従来の方法で分類の基準となっている脊柱アライメントや骨盤傾斜角について、なぜこれらが立位姿勢の指標として用いられているのか、その客観的な理由は示されていない。そこで、本研究では、下肢を含めた全身の姿勢パラメータの中から、立位姿勢を分類する評価指標として有用であるものを抽出し、新たな立位姿勢分類の方法を検討する。

対象は、163名の地域在住健康高齢者とした。被験者は手を腹部に置いた安静立位を取り、右側方からデジタルカメラでその姿勢の撮影を行った。第7頸椎棘突起、胸骨柄上端、右上前腸骨棘、右上後腸骨棘、右大腿骨大転子、右外側膝関節裂隙、右外果の合計7カ所にマーカーを設置した(右図)。撮影した写真から、ImageJ(アメリカ国立衛生研究所)を用いて、体幹前後傾斜角度(以下、体幹傾斜角度)、骨盤前後傾斜角度(以下、骨盤傾斜角度)、股関節屈曲伸展角度(以下、股関節角度)、大腿前後傾斜角度、膝関節屈曲伸展角度(以下、膝関節角度)、下腿前後傾斜角度を算出した。立位姿勢に関する6項目の姿勢パラメータすべてを用いて、主成分分析を行った。



(2) 骨盤傾斜角度測定方法の開発とその信頼性・妥当性の検証

骨盤傾斜角度の測定方法には画像診断(X線やCT)と体表の触診によるものがある。画像診断は正確で信頼性が高い一方、費用が高く、被ばくりリスクがあり、測定場所に制限がある。一方、触診による測定にはPSIS(後上腸骨棘)の正確な触診が難しいという問題が複数の先行研究で指摘されている。本研究では骨盤傾斜角度を測定する新しい方法として、骨盤ベルトを使用する方法を開発し、その信頼性・妥当性を検証した。

対象は、健常者 89 名 (61.1 ± 16.1 歳) とした。触診法とベルト法の 2 つの方法で骨盤傾斜角度を測定した。触診法では、訓練を受けた理学療法士が立位での ASIS と PSIS を触診し、マーカーを配置し、マーカー間の傾斜角度を計測した。ベルト法では、被験者が座位で骨盤ベルトを装着し、立位でベルトを締め、マーカーを配置した。使用した骨盤ベルトは二重ギア構造を持ち、腰部と骨盤を固定するもので、ベルトの前後それぞれの中央にマーカーを配置し、角度を計測した。



データの正規性を Shapiro-Wilk 検定で確認後、相関関係は Pearson の相関係数を用いて評価した。信頼性は ICC (1,1) で、妥当性は ICC (2,1) で評価した。Bland-Altman plot を用いて測定間の誤差を解析し、Cohen's Kappa を用いて一致度を評価した。

(3) タイプ別の規定要因の分析

地域在住高齢者 373 名 (73.4 歳) を対象とした。計測項目は、身長・体重、歩行速度、立位姿勢 (骨盤傾斜角度・下腿傾斜角度)、下肢筋力 (股関節伸展・屈曲、膝関節伸展・屈曲、足関節底屈)、下肢運動速度 (股関節伸展・屈曲、膝関節伸展・屈曲、足関節底屈) とした。下肢筋力については等尺性筋力をハンドダイナモメーターで計測し、運動速度については、無負荷で、それぞれの関節運動を最大速度で実施した際の角速度をジャイロセンサーを用いて計測した。

立位姿勢の結果に基づき 4 つの姿勢タイプに分類し、それぞれのタイプにおいて、歩行速度と下肢機能の関係性について、Pearson の相関分析、重回帰分析を実施した。

4. 研究成果

(1) 姿勢タイプ分類

立位姿勢に対する主成分分析の結果、第 2 主成分までが抽出され、第 1 主成分では膝関節角度が、第 2 主成分では骨盤傾斜角度が高い因子負荷量を示す項目として抽出された。この結果から、高齢者の立位姿勢は、膝関節角度、および、骨盤傾斜角度の 2 つの要因で分類することができることが明らかとなった。

主成分分析による各主成分の因子負荷量と寄与率

	PC1	PC2
体幹傾斜角度	0.10	0.41
骨盤傾斜角度	0.20	0.89
股関節角度	0.74	0.65
大腿傾斜角度	0.10	0.41
膝関節角度	0.95	-0.31
下腿傾斜角度	0.66	-0.52
寄与率 (%)	45.9	29.1
累積寄与率 (%)	45.9	75.0

(2) 骨盤ベルトを用いた骨盤傾斜角度の信頼性・妥当性について

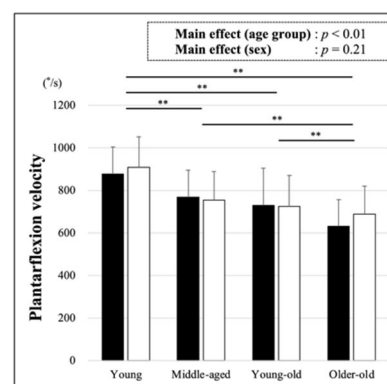
我々が開発した骨盤ベルトを用いた骨盤傾斜角度の推定方法について、その検証を行った。その結果、骨盤ベルトでの骨盤傾斜角度の推定方法は再現性が高いこと (ICC_{1,1}=0.85)、一般的に用いられている触診を用いた骨盤傾斜角度の計測方法との相関が高いこと (r=0.77, ICC_{2,1}=0.76)、さらに加算誤差や比例誤差が認められないことが明らかとなった。この結果から、骨盤ベルトを用いた骨盤傾斜角度の推定方法には信頼性・妥当性があると判断し、今後の様々な分野での活用を検討している。なお、この方法に関しては特許の申請を行なっている (特願 2022-016721)。

(3) 姿勢タイプ別の規定要因の分析

骨盤傾斜角度、下腿傾斜角度のそれぞれの中央値を基準に立位姿勢を 4 タイプに分類した。その結果、タイプ別に歩行機能、下肢機能に有意な差が認められなかった。また、全体として、股関節伸展、膝伸展、膝屈曲、足底屈の筋力、運動速度に、歩行速度との中等度の有意な相関が認められた。さらに、タイプ別に歩行速度と下肢機能の関係を分析した結果、タイプによって重要な要因が異なるという結果が得られた。この結果から、姿勢タイプによる身体機能の優劣はないが、歩行に重要な下肢機能はタイプによって異なるということが明らかになった。

(4) 運動速度の特性について

運動速度の計測を行う中で、速度の特性について明らかにすることができた。速度は筋力と同様に加齢に伴い低下するが、筋力とは異なり性差がないことが明らかとなった。このことから、運動速度には筋力とは異なる要因が関与していることが示唆された。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Iwata A, Sano Y, Wanaka H, Kobayashi S, Okamoto K, Yamahara J, Inaba M, Konishi Y, Inoue J, Kanayama A, Yamamoto S, Iwata H.	4. 巻 17
2. 論文標題 Maximum knee extension velocity without external load is a stronger determinant of gait function than quadriceps strength in the early postoperative period following total knee arthroplasty	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLoS One.	6. 最初と最後の頁 e0276219
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0276219. eCollection 2022.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kanayama A, Minami M, Yamamoto S, Ohmine T, Fujiwara M, Murakami T, Okuno S, Ueba R, Iwata A	4. 巻 10
2. 論文標題 Examination of the Impact of Strength and Velocity of the Knee and Ankle on Gait Speed in Community-Dwelling Older Adults	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Healthcare(Basel)	6. 最初と最後の頁 2093
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/healthcare10102093	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 藤原 南美, 村上 貴之, 矢野 勇貴, 金山 篤樹, 南 真由香, 大嶺 俊充, 山本 沙紀, 入江 保雄, 岩田 晃	4. 巻 70
2. 論文標題 足関節自動運動における静脈血流速増加の要因分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 体力科学	6. 最初と最後の頁 327-335
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7600/jspfsm.70.327	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Keisuke Honma, Yuki Yano, Saki Yamamoto, Toshimitsu Ohmine, Hideyuki Wanaka, Kazuma Senzaki, Atsuki Kanayama, Hiroyuki Oonishi, Akira Iwata	4. 巻 10
2. 論文標題 Immediate Effects of Single-Session High-Velocity Training for Lateral Trunk Movement on Gait Function in Early Postoperative Patients after Total Hip Arthroplasty: A Nonrandomized Controlled Trial	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Healthcare	6. 最初と最後の頁 256
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/healthcare10020256	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 金山篤樹, 南真由香, 有原和, 武貞ゆりか, 大前麻希, 笹田啓太, 高橋ひな, 藪田拓武, 三上紘哉, 山本沙紀, 岩田晃	4. 巻 36
2. 論文標題 未習熟課題に対する継続的なInternal Focus指示の効果について	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 理学療法科学	6. 最初と最後の頁 29-34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1589/rika.36.29	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 和中 秀行, 岩田 晃, 佐野 佑樹, 大嶺 俊充, 山本 沙紀, 柚友 ひかり, 安田 晴彦, 西井 孝	4. 巻 47
2. 論文標題 人工膝関節全置換術患者の両下肢間協調性について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 理学療法学	6. 最初と最後の頁 402-410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15063/rigaku.1157	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計19件(うち招待講演 0件/うち国際学会 5件)

1. 発表者名 金山篤樹, 山本沙紀, 小林美緒, 上羽凌雅, 岩田晃
2. 発表標題 高齢者の転倒関連因子として下肢運動速度が重要である
3. 学会等名 第 64 回日本老年医学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 金山篤樹, 山本沙紀, 小林美緒, 上羽凌雅, 岩田晃
2. 発表標題 足関節底屈運動速度の決定に関わる要因の検討
3. 学会等名 第 10 回日本運動器理学療法学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤翼, 川村知史, 瀬尾充弘, 金山篤樹, 山本沙紀, 岩田晃
2. 発表標題 回復期脳卒中片麻痺患者のRate of Force Development と最大筋力の関連性
3. 学会等名 第20回日本神経理学療法学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kanayama A, Ueba R, Yamamoto S, Ito T, Iwata A.
2. 発表標題 Sex differences in the importance of lower extremity strength and velocity on walking speed
3. 学会等名 The ACRM 99th Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ueba R, Kanayama A, Yamamoto S, Ito T, Iwata A
2. 発表標題 Maximum velocities of knee flexion and extension under no-load are associated with gait speed.
3. 学会等名 The ACRM 99th Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 金山篤樹, 山本沙紀, 小林美緒, 上羽凌雅, 岩田晃
2. 発表標題 健常大学生における立位時骨盤傾斜角と走行速度の関係
3. 学会等名 第32回日本運動器科学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 和中秀行, 岩田 晃, 佐野 佑樹, 大嶺 俊充, 山本 沙紀, 安田 晴彦
2. 発表標題 TKA術後患者の術後早期の歩行機能と転倒リスクとの関連について
3. 学会等名 第9回 日本運動器理学療法学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本沙紀, 岩田晃, 金山篤樹, 岡本英也, 板花俊希, 船橋祐美子, 岡本尚美
2. 発表標題 高齢者の立位姿勢を分類する新たな方法-触診から得られる姿勢パラメータを用いて-
3. 学会等名 第42回バイオメカニズム学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本沙紀, 小林美緒, 金山篤樹, 上羽凌雅, 三善仁, 中野優, 詫間優, 上田哲也, 森野佐芳梨, 杉山恭二, 岩田晃
2. 発表標題 緊急事態宣言下の同期型と非同期型の運動介入が地域在住高齢者の心身機能にもたらす効果について
3. 学会等名 第8回日本地域理学療法学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小林美緒, 山本沙紀, 金山篤樹, 上羽凌雅, 三善仁, 中野優, 詫間優, 上田哲也, 森野佐芳梨, 杉山恭二, 岩田晃
2. 発表標題 オンラインの同期型での集団体操と非同期型での個別体操の併用が地域在住高齢者の身体機能に与える影響
3. 学会等名 第8回日本地域理学療法学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金山篤樹, 岩田晃, 山本沙紀, 南眞由香
2. 発表標題 足関節の高速度他動運動が高齢者の底屈角速度と歩行速度に及ぼす即時効果
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Atsuki Kanayama, Akira Iwata, Saki Yamamoto, Toshimitsu Ohmine
2. 発表標題 Immediate effects of passive ankle joint movement with electrical muscle stimulation on walking speed in older adults
3. 学会等名 The ACRM 98th Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永田稔, 和中秀行, 成松義将, 三好昭裕, 宮本涼, 小椋拓郎, 木村剛, 丸野文雅, 岩田晃, 佐々木宏
2. 発表標題 人工股関節全置換術後早期における歩行速度に関連する因子の検討について
3. 学会等名 第52回日本人工関節学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金山篤樹, 南眞由香, 山本沙紀, 大嶺俊充, 村上貴之, 藤原南美, 岩田晃
2. 発表標題 高齢者の歩行速度における下肢筋力及び運動速度の重要性
3. 学会等名 第75回日本体力医学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本沙紀, 岩田晃, 金山篤樹, 南眞由香, 大嶺俊充, 藤原南美, 村上貴之
2. 発表標題 健康高齢女性の立ち上がりにおける筋力と運動速度の重要度について
3. 学会等名 第75回日本体力医学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本沙紀, 金山篤樹, 上羽凌雅, 小林美緒, 岩田晃
2. 発表標題 安静立位時の骨盤傾斜角と下肢筋力との関連について
3. 学会等名 第28回日本運動生理学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金山篤樹, 山本沙紀, 小林美緒, 上羽凌雅, 岩田晃
2. 発表標題 健康大学生における立位時骨盤傾斜角と走行速度の関係
3. 学会等名 第32回日本運動器科学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kanayama A, Yamamoto S, Kobayashi M, Ueba R, Iwata A
2. 発表標題 Reliability of remote evaluation of muscle strength and angular velocity of the lower limb
3. 学会等名 The 25th ISfTeH International Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yamamoto S, Kanayama A, Ueba R, Kobayashi M, Iwata A
2. 発表標題 Investigation of the changes in physical fitness between before and after the lifting of the stay-at-home order by using remote evaluation
3. 学会等名 The 25th ISfTeH International Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 骨盤傾斜角度推定方法および推定システム、推定補助具、推定用ベルト	発明者 岩田晃、山本沙紀、 金山篤樹、上羽凌雅	権利者 公立大学法人大阪
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-016721	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 情報処理装置、および情報処理方法	発明者 板花俊希、岡本英也、 船橋祐美子、岩田晃、山本沙紀	権利者 美津濃株式会社
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-165527	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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
研究分担者	淵岡 聡 (Fuchioka Satoshi) (30290381)	大阪府立大学・総合リハビリテーション学研究所・教授 (24403)	
研究分担者	米津 亮 (Yonetsu Ryo) (50363859)	東京家政大学・保健福祉学部・教授 (32647)	
研究分担者	樋口 由美 (Higuchi Yumi) (60312188)	大阪府立大学・総合リハビリテーション学研究所・教授 (24403)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	片岡 正教 (Kataoka Masataka) (60611910)	大阪府立大学・総合リハビリテーション学研究科・講師 (24403)	
研究分担者	杉山 恭二 (Sugiyama Kyoji) (70774610)	大阪府立大学・総合リハビリテーション学研究科・助教 (24403)	

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