

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：32511

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2015

課題番号：24650394

研究課題名(和文)立位股関節回旋角度並びに荷重動揺軌跡測定による運動技能評価システムの確立

研究課題名(英文) Establishment of evaluation system for athletic skill based on rotation angle and load trajectory during rotation movement of hip joint in standing position

研究代表者

竹内 京子 (TAKEUCHI, Kyoko)

帝京平成大学・ヒューマンケア学部・教授

研究者番号：20531388

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、回旋角度測定器付き荷重動揺計を用いた立位股関節回旋角度測定法を普及させ、この装置の自動運動中に得られる股関節回旋角度および荷重動揺軌跡から姿勢制御力や身体運動能の評価システムを確立することである。この評価システムの意義は、動的荷重動揺軌跡の形状や角度変化に着目し、動作の精度や運動能の評価を容易にしたところにある。平成24～27年度にトップアスリートから一般人まで1000名近くのデータを得た。軌跡図の形状や回旋角度の変化を精査した結果、下肢動作の左右差(一側優位性)やスポーツ種目ごとの特性を見出した。動作の精度に影響を及ぼす疲労や開脚幅の広がり等の諸要因について検討を加えた。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to diffuse the measuring method of rotation angle of hip joint during upright position by using a load oscillometer with a rotation angle measuring tool. Also the aim of this study was to establish the evaluating systems on the abilities of posture control and physical exertion, by the trajectories of hip rotation angle and load oscillation acquired during active exercises. This evaluation method serves to easy evaluation of movement accuracy and athletic ability focusing on tracking changes in forms and angles of dynamic load oscillation. Data were collected from nearly 1000 people ranging from top athletes to ordinary people from fiscal 2012 to fiscal 2015. A close examination on the trajectory changes of shapes and rotation angles revealed that there was one side dominance in lower limb movements and characteristics in each athletic event. The factors which affected the accuracy of bodily movement including fatigue were discussed.

研究分野：スポーツ健康科学、応用解剖生理学、人類学、バイオメカニクス分野を含むに基づく学際領域

キーワード：股関節 回旋角度 荷重動揺軌跡 姿勢制御 重心動揺 運動能評価 バイオメカニクス 一側優位性

1. 研究開始当初の背景

(1) 学術的背景

股関節は直立二足歩行形態をとるヒトにとり、殆どの身体活動に関わる重要な関節である。そのため人々は股関節の可動域確保や柔軟性維持に努力し、研究者は股関節の運動能の解析を試みている。そして、立位姿勢における股関節の関節可動域測定の必要性や、動的条件下での姿勢制御能評価が求められるようになってきた。

竹内らはこれまで、簡易型重心動揺計を用いた姿勢制御力検査を通して、スポーツ種目特性や習熟度を間接的に評価してきたが、重心動揺計だけでは股関節の回旋運動能の解析には不十分であった。

(2) 測定器の開発

立位姿勢における股関節回旋角度測定器は研究用としては開発されてこなかったが、商用目的では既に開発されていた。竹内はこれに着目し、重心動揺計と商用の立位股関節回旋角度測定器を組み合わせた新しい概念の回旋角度測定器付き重心動揺計を発売し、多用途回旋角度測定器(ジャイロメディメータ、ジャイロテクノロジー社、埼玉)(図1)が開発された。これにより、立位股関節回旋運動時の下肢荷重回旋動揺軌跡の解析から身体運動技能を総合的に評価することが可能となった。藤野ら(2010)はスタンサーを用いた測定法と従来の座位・臥位測定法を比較検討し、立位では有意に内旋角度が減少するが、読み替えは可能であると報告した。



図1 ジャイロメディメータの全景
上部：回旋角度測定部(直径31cm)
下部：三脚部が重心動揺計

2. 研究の目的

(1) 立位股関節回旋角度測定法の普及活動

運動や生活行動現場での新しい標準の測定法として立位股関節回旋角度測定法を広めることを目的の一つとする。

(2) 新運動技能評価システムの開発

回旋運動時の股関節回旋角度変化曲線および下肢荷重回旋動揺軌跡分析から運動技能評価とそれに伴って明らかにされる課題をスクリーニングする新しい身体運動技能評価システムの確立を第二の目的とする。

3. 研究の方法

(1) 研究の流れ

平成24年度から平成27年度までの4年間可能な限りデータ収集および解析に努め、順次学会等で公表していく流れである。連携研究者は、それぞれの専門領域においてアドバイザーとして解析補助を行い、測定に応じてくれる組織の紹介に努めている。

(2) 対象者

本研究期間に得られた対象者は医学的には健康な男女で、20歳代の大学運動部所属の学生を中心に16歳から79歳まで1000名に近い。体力レベルは、一般人から競技選手までを含む。得られたデータは連結可能な匿名化処理が施されている。

(3) 測定方法

測定時の基本姿勢は立位、開眼、膝関節および股関節伸展、横開脚(37cm)、上肢自然下垂である。被験者はジャイロメディメータの上に立ち、メトロノームの音に合わせ、2秒間に一往復のペースで30秒間、股関節最大内外旋運動を行う(図2)。測定値としては3座標(X、Y、Z)で表される荷重動揺および回旋角度データが得られる。本研究でのサンプリング周波数は50Hzである。

測定では、上半身の屈曲など代償作用が起ころぬよう注意する。十分な練習を行った後測定する。視線は被験者の2-3メートル前方の目の高さにつけた目印周辺に置く。安全のために補助バー等を手の届くところに置くが、測定時は補助バーを使用していない。

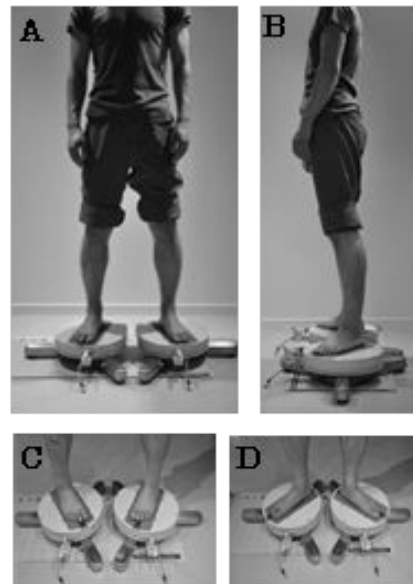


図2 基本測定の姿勢と内外旋肢位

上段 A:正面観、 B:左側面観
下段 C:最大内旋位、 D:最大外旋位

(4) データ解析法

荷重動揺軌跡分析

荷重心動揺軌跡図は、30 秒間の荷重動揺軌跡がディスプレイ上に表示される(図 3) ので、これを基に解析を進める。

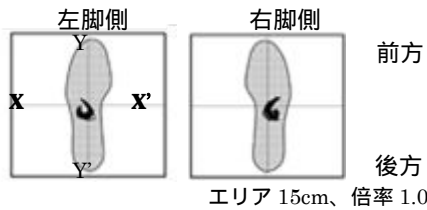


図 3. 動的荷重心動揺軌跡図

評価の第一段階は、XY 軸に平行な線で軌跡を囲む矩形の縦径(Y-Y')と横径(X-X')の関係から機械的に、縦型、横型、回旋型の3型に大別する(表1、図4)。

表 1 動的荷重心動揺軌跡図の分類

	分類名	定義
1	縦型(前後型)	縦径 > 横径
2	横型(左右型)	縦径 < 横径
3	回旋型	縦径 ≈ 横径

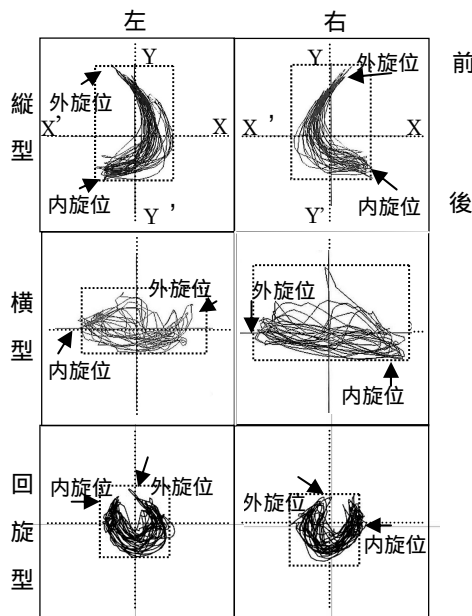


図 4 典型的な軌跡図 3 型

第二段階では、一回ごとの回旋動作(2 秒間)に分解し、得られる 15 軌跡図の特徴および動作の精度を評価し、運動制限要素の影響の有無を検討する。

回旋角度変化曲線分析

回旋角度変化曲線は毎回の最大内外旋角度の位置を示し関節可動域を示す。グラフは外旋をプラス(+)、内旋をマイナス(-)表記している。中間位は最大内外旋角度の midpoint の 15 回分の平均値である。自然立位時のつま先の向きを推察することが可能である(図5)。

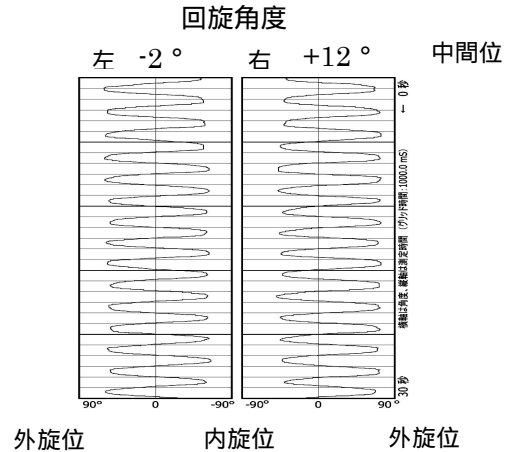


図 5 股関節最大内外旋角度変化曲線

(5) 回旋運動に及ぼす要因の検討

姿位、両円盤間距離、障害・外傷、運動錬度、身体状況や測定環境などの違いが回旋運動に及ぼす影響を検討する。

(6) 倫理的配慮

本研究は帝京平成大学倫理委員会の承認を得て行われた(承認番号 24-015)。

4. 研究成果

(1) 対象者の背景

運動歴として回答された競技種目は陸上競技サッカーはじめ多岐にわたるが、学校体育以外に課外運動活動の経験は無い者も多い。一般中高年齢者のデータは、体操教室や運動教室で採取した例が多かったが、若い時に競技スポーツを経験していた者は少ない。

(2) データ解析法

荷重動揺軌跡分析

評価の第一段階として、すべての軌跡図は一旦、矩形の縦径と横径の関係から縦型、横型、回旋型の何れかに区分されるが、中には動きの精度が異なる者、運動制限要素の影響を受けている例なども含まれる(図6)。

評価の第二段階では、15 回の回旋動作を個別に評価している。ここでは競技成績も良く、動きの精度が高いと評価された例(図7A)と、精度が低いと評価された一般学生の例の軌跡を示した(図7B)。図7Aは、往復の回旋動作が描く軌跡は滑らかで同じ形状の弧を描いているが、図7Bでは、外旋から内旋方向へ転換する際の軌跡は蛇行など不整な動きが多く、左右の動きも異なっている。

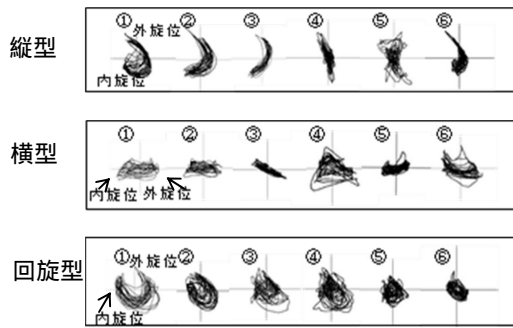


図6 3型に分類された荷重動揺軌跡例 (左脚側のみ)

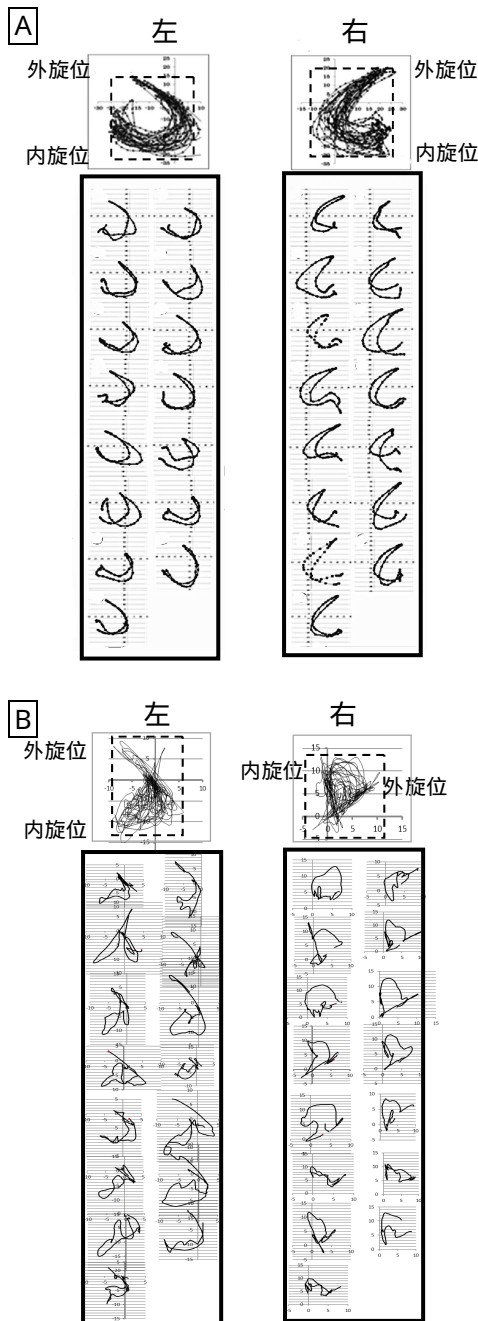


図7 荷重動揺軌跡の個別分析
動きの精度が高い例(A)と低い例(B)

回旋角度変化曲線分析
図8は、動きの精度の低い例(図7-B)の回旋角度変化曲線である。変化曲線は毎回異なる振幅を示しており、図5の例と比較すると回旋角度は狭く、振幅が不整な曲線あることから不安定な回旋運動をしていることが示唆される。

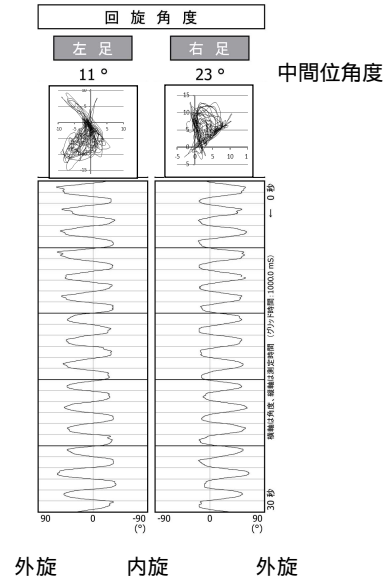


図8 回旋角度変化曲線分析例

(3)回旋運動に及ぼす要因分析

競技者を対象として開脚幅影響を観察したところ、肩幅より狭くなると回旋型、広くなると前後型に変化し、両者は下肢の開脚角度に依存することが示唆された。横型は骨盤の前後移動が少ない動きのタイプであり、検査回数を重ねるにつれ、前後型に変化する者も現れ、軌跡のタイプは、永続的ではないことが示唆された。一般に、測定肢位の違いや練習時の疲労などは、内旋角度に影響が大きいことが示唆され、また利き足との関係が強いことが示唆された。運動傷害既往例の解析から、運動制限要素を抽出することが可能であることも示唆された。

(4) 研究の総括

立位股関節回旋角度ならびに荷重動揺軌跡分析法は、身体運動の総合的な評価を可能としたところに応用学問としての学術的特色がある。

解析結果のフィードバックの過程で、回旋運動が回旋運動に関わる筋群へのストレッチと弛緩効果をもたらし、荷重動揺軌跡や回旋角度に変化をもたらすことも示唆された。本測定法は股関節の動きに対する運動療法的な要素も含まれていることがあきらかとなり、一般国民に広く本測定法を広め、定期的に測定をすることは、人々の健康な生活行動に良い影響をもたらすものと思われる。

ジャイロメディメータは、座位での測定や、

回旋角度計単体での使用が可能であり、様々な条件下で測定評価が可能である汎用性の高い測定機器として期待できる。

本研究により立位股関節回旋角度並びに荷重動揺軌跡測定による運動技能評価のシステムの基礎が確立されたが、取り組むべき新たな課題も生じている。現在も引き続き本測定法の普及に努めるとともに、実験室においては3D解析を併用した下肢の機能分化の解析等に取り組んでいるが、一般人に本測定法を広めるためには、運動技能を簡便に評価するソフトプログラムの作成も必要であると思われる。

<引用文献>

竹内京子ほか、酒井-藤野紀行、松村秋芳、菊原伸郎、煙山健仁、西田育弘、岡田守彦、股関節回旋運動時の回旋角度および荷重心動揺軌跡から得られる情報について、働態研究ツール集、人類働態学会編、(編纂中)

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計6件)

Ishida T, Takeuchi K, Hayashi S, Kawata S, Hatayama N, Qu N, Shibata M, Itoh M. Anatomical structure of the subcutaneous tissue on the anterior surface of human thigh. Okajimas Folia Anat Jpn, 査読有、2015;92(1):1-6. doi: 10.2535/ofaj.92

竹内京子、菊原伸郎、松村秋芳、酒井紀行、疋田拓也、岡田守彦、股関節回旋角度測定法による運動特性評価の試み、埼玉体育スポーツ科学、査読有、8:1-11,2013

[学会発表](計53件)

竹内京子、松村秋芳、菊原伸郎、煙山健仁、西田育弘、岡田守彦、Bilateral differences of human body motion based on load trajectory patterns and switching motion during rotation movements、第12回国際生理人類学会議、東京ベイ幕張ホール(千葉県千葉市)、2015.10.27-30

竹内京子、松村秋芳、酒井紀行、煙山健仁、西田育弘、菊原伸郎、岡田守彦、荷重動揺軌跡パターン解析による骨盤の動きの評価、第49回人類働態学会全国大会、東京農工大学(東京都府中市)、2014.6.27-28

竹内京子、ロコモティブシンドローム予防と骨盤の使い方、第68回日本人類学会、浜松アクトシティ(静岡県浜松市)、2014.10.31-11.3(招待講演)

竹内京子、松村秋芳、酒井紀行、梅原彰宏、福島諒、湯川優、片山証子、煙山健仁、岡田守彦、下肢開脚幅が股関節回旋角度並びに荷重動揺軌跡に及ぼす影響、

人類働態学会全国大会、和歌山大学工学部(和歌山県和歌山市)、2013.6.15-16
竹内京子、松村秋芳、菊原伸郎、煙山健仁、西田育弘、岡田守彦、骨盤の形態と機能：股関節回旋運動から見た骨盤の動きの評価-日常生活行動力および競技力評価の試み、第66回日本人類学会、慶応義塾大学、日吉キャンパス理工学部(神奈川県横浜市)、2012.11.2-4(招待講演)

[図書](計2件)

竹内京子、宮崎尚子、ラウンドフラット、肩甲ナビ、2015、208

竹内京子、岡橋優子、ラウンドフラット、骨盤ナビ、2012、189

[産業財産権]

取得状況(計1件)

名称：身体特性測定システム

発明者：小向裕道

権利者：野呂英明・竹内京子

種類：A61B

番号：5357361

取得年月日：平成27年4月10日

国内外の別：国内

6. 研究組織

(1)研究代表者

竹内京子(TAKEUCHI, Kyoko)

帝京平成大学ヒューマンケア学部・教授

研究者番号：20531388

(2)連携研究者

菊原伸郎(KIKUHARA, Nobuo)

埼玉大学教育学部・准教授

研究者番号：90319591

松村秋芳(MATSUMURA, Akiyoshi)

防衛医科大学校生物学講座・准教授

研究者番号：50531373

西田育弘(NISHIDA, Yasuhiro)

防衛医科大学校生理学講座・教授

研究者番号：90172668

煙山健仁(KEMURIYAMA, Takehito)

防衛医科大学校生理学講座・助教

研究者番号：90535171

岡田守彦(OKADA, Morihiko)

筑波大学・名誉教授

研究者番号：60011615