

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 4 月 30 日現在

機関番号：23901

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500584

研究課題名（和文） ヒトの下肢動作における時間的安定性と疲労特性

研究課題名（英文） The time-stability and of human movement during the high speed motion

研究代表者

湯 海鵬 (TOUKAI HOU)

愛知県立大学・教育福祉学部・教授

研究者番号：60227551

研究成果の概要（和文）：

身体運動における開始期（例えば試合の初期段階）と終了期（例えばレースの後半、あるいは疲労した時点）に、動作の不安定（バラツキが多く、ミスが目立つなど）がよく見られる現象である。本研究は、少年から高齢者までの被験者に対する測定から、それら動作の不安定性が存在していることを証明した。また、前後・左右のような空間的なバラツキは、リズムのような時間的なバラツキより大きいことが確認できた。

研究成果の概要（英文）：

The result showed that an unstable tendency exists in the lower limbs during the start stage and final stage in high speed motion. The result showed that no sexual distinction of the time-stability exists in the high speed motion. The time-stability of motion showed a greater tendency of stability than the space-stability, and the time-stability of motion was not influenced by aging or muscle strength from the age of 12 to 70.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1300,000	390,000	1,690,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2700,000	810,000	3,510,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：下肢動作、歩行、足踏み動作、安定性、疲労性、高齢者

1. 研究開始当初の背景

① 下肢の時間的安定性について

高齢者の歩行中に転倒リスクは高く、いま

まで、その起因は、高齢者の下肢筋力の衰退やバランス能力の低下とされているが、申請者は、転倒に関わるもう一個大きな起因

は、下肢動作における空間的と時間的安定性の衰退にあると推測する。

人間の歩行動作は、下肢の連続反復動作によって行われる。日常的に行う歩行動作は、身体動作の中でもっと完成度の高い動作である。このような完成度の高い歩行動作でさえ、毎回ごとに時間的なばらつきが出て、まったく同じ動作とはならない。このような時間的なばらつきは、下肢動作における安定性の重要な指標である。加齢に連れ、その時間的なばらつきが大きくなり、それによって、バランスが崩れ、歩行中の転倒を引き起こすと推測する。

今まで、歩行における脚の安定性を調べた報告はあるが、下肢動作の時間的安定性についての研究はほとんど見あたらない。

② 下肢動作の疲労特性について

運動の進行に連れ、肉体的疲労が進み、動作のばらつきが大きくなることがよく見られる。例えば陸上競技の競走や競歩では、レース後半でのフォームの崩れがよく見られる。

今まで、筋疲労が安定性に与える影響の報告はあったが、この安定性は、筋力と性別による影響の有無、また加齢による影響の有無に関する検討はなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は二つの研究課題で構成している。

① 少年者から高齢者までの多人数に対する足踏み動作から、下肢動作の時間的安定性を明らかにし、高齢者転倒防止に役立つ基礎データを提供すること。

② 筋力などの計測から、加齢、筋力などの諸要因が下肢動作の疲労に与える影響を明らかにすること。

本研究の研究対象となる足踏み動作は、歩行動作によく類似した下肢の上げ・下げ動作で構成され、下肢運動の基本となる空間と時

間的特徴を併有している。したがって、本研究課題の特色の一つは、下肢動作に対して数多くの標本数の計測が可能、また高い信頼性にある。

3. 研究の方法

少年者から高齢者までの被検者を用いて、高速連続足踏み動作を行う。ビデオカメラを用いて撮影し、被検者の下肢の変位を検出する。動作解析と同時に、被検者の股関節屈曲力の計測も行う。映像解析で得られた下肢データと筋力データを検討することによって、高速動作における下肢動作の時間的安定性、動作の疲労特性などを探り、加齢、筋力、性別などの要素が動作の安定性と疲労特性に与える影響を検討する。

① 被験者と撮影

整形外科疾患を有しない少年群から高齢群までの被検者を用いる。

本研究では動作の計測を行う。計測内容を対象者に説明し、調査の同意が得られたものだけを計測し、分析対象とする。個人が特定できないよう配慮する。

加齢が動作安定性と疲労へ及ぼす影響を明らかにするために、幅広い年齢層の被検者を用いる。また安定性と疲労の性差を調べるために、ほぼ同じ数の男女の被検者を用いる。試技は、15秒間におけるその場での高速連続足踏み動作である。足踏み動作では、被検者には高齢者が多く含まれるので、試技は手摺を保持した姿勢で行う予定。撮影の前に被検者に大腿が水平位置になるような模範試技をみせ、2～3回の試行試技を行わせる。試技の時間は15秒間とし、15秒間における足踏みの総回数も算出する。15秒を選んだ理由は高速動作を代表する100m走の青年男子の記録は約15秒前後のためである。試技の正面および側面の約10mからビデオカメラを用いて撮影する。膝蓋骨の中心に蛍光マーカーを貼り付け、撮影された映像から膝の動きをデジタイザーによって60フィールド/秒で読み取り、膝挙上して最高点に到達した座標点、15秒間に最高点に到達した総回数など

を算出した。分析は、全て右膝について行う予定

② 筋力測定

筋力が動作の安定性および疲労に与える影響を明らかにするために、股関節屈曲筋力を測定する。足踏み動作と歩行・走行動作は、主に股関節の屈曲によるもも上げであるので、股関節の屈曲力を計測することにする。股関節屈曲筋力の計測は測定台（ヤガミ社製）による。被験者は座位高調節可能な椅子に腰掛け、足首、膝をそれぞれ約 90 度に保ち、足首は補助具で固定される。足底面の板部中央には滑車を介してデジタル電子筋力計を接続する。被験者は座位部を手で握り、験者の合図によって膝を最大努力で挙上する。左右の脚についてそれぞれ 3 回試し、その平均値を用いる。

③ 変動係数の算出

動作の空間と時間的安定性は、足踏みする膝が到達した最高点の空間的と時間的ばらつきとして検討する。ばらつきに対する定量的な評価は、変動係数を用いる。

変動係数 CV は $CV=SD/X*100$

という式で算出され、SD と X はそれぞれ膝が到達した最高点の空間的と時間的標準偏差と平均値である。

各年齢群における差異を検討するために、少年群、青年群、中年群及び高齢群における変動係数と股関節屈曲筋力の平均値を求める予定。測定値から、筋力と変動計数との相関を計算し、相関係数を算出する。足踏みの総回数、筋力および変動計数について男女の各年齢群の間における有意差検定を行い、それぞれ有意差水準 5%、1% で算出する。変動計数における男女間の有意差検定もを行い、各年齢群における性差の有意差水準を算出する予定。筋力の変化によって、変動係数がある地点で顕著に変化し始める。その顕著に変

化する地点を臨界地点と仮定する。変動係数平均値の変化率を求め、変化率が最大となった地点における筋力の値を臨界値に決定する。

4. 研究成果

① 時間的安定性の優位性

空間的安定性を示す変動係数 DCV の値は時間的な変動係数 TCV より大きく、男子では少年から中年まで約 2 倍大きく、高齢群では約 4 倍大きかった。女子では少年群から中年群までは約 3 倍大きく、高齢者では約 4 倍大きかった。また、男女とも全て年齢群の空間的変動係数 DCV は時間的変動係数 TCV より統計的に有意に大きかった。これらのことから、高速動作では時間的安定性は空間的安定より優れていることが見られた。

② 加齢による変動

男女とも各年齢群の間に時間的変動係数 TCV の統計的有意差が見られなかった。また加齢と時間的変動係数 TCV との相関が見られなかった。すなわち、加齢による空間的安定性は低下するが、時間的安定性は保たれる。

加齢による筋力の衰退はみられたが、時間的安定性は、あまり筋力の変動に影響されないことも見られた。

③ 性差

時間的変動係数 TCV の性差について、いずれの年齢群でも統計的有意差はなかった

④ 動作開始における動作の安定性

動作開始時における安定性について、男子の少年から高齢者群から、変動係数の有意に大きいことが見られた。女子については、青年と高齢者群から、変動係数の有意に大きいことが見られた。以上のことから、開始局面において、下肢動作の不安定性が確認できたと考えられる。また、女子より男子のほうがその不安定性が顕著であることも見られた。

⑤ 動作の疲労性

動作の終了期における安定性について、男子について、全ての年齢群に変動係数の有意な差異が見られなかったが、女子については、

青年と高齢者群から、変動係数が有意に大きいことが見られた。すなわち、男子より女子の方が、運動の終了期における疲労による動作の不安定性が示させたと考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

湯海鵬、岡本 敦、金謙 樹、豊島進太郎：高速動作における動的安定性：バイオメカニズム学会誌、査読有、34-4、333-338、2010

湯海鵬、金謙 樹、黒須雅弘、豊島進太郎：中年者における定期的・持続的なスポーツ活動が身体運動能力に与える影響—8年間における縦断的な追跡から—：バイオメカニズム学会誌、査読有、37-2、127-133、2013

〔学会発表〕(計4件)

1. 湯海鵬、岡本 敦、豊島進太郎：高速動作における運動能力の個人差、第21回日本バイオメカニクス学会 2010.8 東京

2. 金謙 樹、湯海鵬、岡本 敦、豊島進太郎：高速動作の開始時と終了時における動作の安定性について、第61回日本体育学会、2010.9、愛知

3. 湯海鵬、金謙 樹、豊島進太郎：歩行・走行における下肢の左右差、日本体育学会第59回東海大会、2011、静岡

4. 湯海鵬、金謙 樹、豊島進太郎：歩行・走行における下肢の左右差、日本バイオメカニクス学会 第22回大会、2012、北海道

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況(計0件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

湯海鵬 (TOUKAI HOU)

研究者番号：60227551