

平成 2 6 年 6 月 9 日現在

機関番号：12605

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2012～2013

課題番号：24800020

研究課題名（和文）二重課題による注意配分の変化は主動作の円滑性に影響を及ぼすか

研究課題名（英文）The influence of dual task on movement smoothness during a ball-bouncing task

研究代表者

岩見 雅人（Masato, Iwami）

東京農工大学・工学（系）研究科（研究院）・助教

研究者番号：50634698

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,000,000 円、（間接経費） 600,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究は、動作課題中に二重課題および外乱を付加することによる、動作パフォーマンスへの影響を明らかにすることを目的とした。ボールバウンス動作中に減算課題や聴覚的外乱（音声遅延・音声遮断）を与え、上肢関節角度や筋活動パターンに及ぼす影響を、熟練度の異なる群間（バスケットボール経験者群vs未経験者群）で比較・検討した。その結果、未経験者群は外乱によって肩関節角度の変動が顕著に増大し、動作の安定性および円滑性が阻害されることが捉えられた。本研究の結果から、外乱付加による近位関節部への影響が熟練度で異なることが明らかとなり、高度な身体スキルを実現する運動戦略の解明に寄与する知見が得られた。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to compare experienced basketball players and novices in terms of kinematic variability and muscular activities of the upper limbs during basketball-bouncing movements in a dual task paradigm. The participants were college basketball players and novices. In dual task conditions, novices showed greater variability in the amplitude of shoulder angular displacement during bouncing movements than did experienced basketball players. These results suggest that the novices were more affected by variability in the angular displacement of the proximal element of the upper limb joint, and that this could negatively affect their performance by reducing the accuracy and smoothness of ball bouncing. These findings imply that there are differences in proximal control strategy that influence kinematics between skill levels.

研究分野：スポーツ科学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・身体教育学

キーワード：二重課題 円滑性 筋電図 ボールバウンス

1. 研究開始当初の背景

我々は日常生活を送る上で、歩行、立ち上がりなど単独の動作だけでなく、「人と会話をしながら歩く」など、複合した課題を遂行している。これらの様々な環境下においても、必要な情報に注意を向けてスムーズに動作や作業を実施するためには、周囲の情報を瞬時的に理解する認知能力と、適切な動作を遂行する運動能力を同時に発揮しなければならない。このような、2つの課題を同時に遂行する「二重課題」の実行時において、同時並列的に処理できる情報量は限られている。例えば、簡単な暗算や文字の読み取りをさせながらのバランス能力、筋力、敏捷性などの運動能力の変化を観察すると、高齢者では大きく成績が低下することが報告されている。

さらに、若年者で専門性を要するスポーツ競技者においても二重課題による情報処理能力の差異を検討した研究もされている。Beilock ら (2004) および Perkins-Ceccato ら (2005) は、ゴルフのパッティング動作中にゴルフの熟練者および初心者に二重課題を課したところ、初心者は動作への注意力が減少し成績が低下したが、反対に熟練者は二重課題で成績が向上したと報告している。この結果は、初心者は二重課題によって注意資源が不足することでパフォーマンスが低下するが、熟練者は二重課題によって動作自体への注意配分が減少したことで成績が向上したことを示唆している。

しかしながら、これまでの研究では二重課題を課したときの課題成績のみの変化を検討するに止まっており、二重課題による運動学的変化や円滑性などの動作特性がどのように影響されるかは検討されていない。

よって、本研究では動作分析 (キネマティクス) および筋活動の変化 (電気生理学的指標) から二重課題や外乱刺激による注意量の変化がヒトの動作特性および身体運動制御システムに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 研究の目的

本研究では、ボールバウンシング課題を用い、速度変化や外乱条件によってヒトの動作特性および身体運動制御システムに及ぼす影響を、キネマティクスおよび筋活動の変化 (電気生理学的指標) から明らかにすることを目的とした。また、課題の熟練度によって動作への影響がどのように異なるかを検討するため、バスケットボール経験群と未経験群で比較を行なった。

3. 研究の方法

被験者は、健康で右利きの男子大学生とした。現在、大学のバスケットボール部に所属しており、定期的な練習に参加している選手をバスケットボール群 (BB 群) とした。また、専門的なバスケットボール競技経験のない、一般大学生を対照群 (CON 群) とした。

二重課題がバウンシング動作のキネマティクスおよび筋活動パターンに及ぼす影響を見積もるために、バウンシング動作実施中に以下の課題を付加した。

- (1) 個人の最適な速度でのバウンシング中、視覚信号の合図で可能な限り速いバウンシング速度へと変化させた。【Change of pace 条件】
- (2) 個人の最適な速度でのバウンシング中、モニタ上に表示された数字から 7 を減算させた。【減算条件】
- (3) 個人の最適な速度でのバウンシング中、バウンシング音を数 100ms 遅延して被験者にフィードバックした【音声遅延条件】
- (4) 個人の最適な速度でのバウンシング中、バウンシング音を遮断し無音状態にした。【音声遮断条件】

被験者は椅子に座った状態で、ボールを見ないようにバウンシングを実施した。適宜、疲労しないように休息時間を設けた。なお、Change of pace 条件では公式のバスケットボール (7 号球) を使用し、その他の課題ではバウンシング音を減弱させるために同等の大きさのゴム製ボールを用いて実験を行なった (図 1)。

二次元キネマティクスデータを記録するために、身体 の 5 ヶ所に反射マーカーを取り付けた。反射マーカーは、上前腸骨棘、肩峰、肘頭、尺側茎状突起、第三中手骨頭に貼付し、高速度カメラ (毎秒 100 コマ) のデータから肩関節、肘関節、手関節の角度波形を求めた。また、円滑性の指標として、動作解析から得られた角度波形を 3 階微分することで、躍度 (加速度の微分) 波形に変換し、各局面における角躍度波形の zero-crossing 数を算出した。例えば二峰性の加速度波形では躍度波形の zero-crossing 数が増え、動作の加減速頻度の少ない滑らかな動作であるとその数は減少する。このことから、ボールバウンシング動作における「円滑性」の指標として、定量的な評価・比較を試みた。

また、動作中の表面筋電図 (EMG) を、上肢 6 筋 (三角筋前部、三角筋後部、上腕二頭筋長頭、上腕三頭筋長頭、橈側手根屈筋、尺側手根伸筋) から導出した。

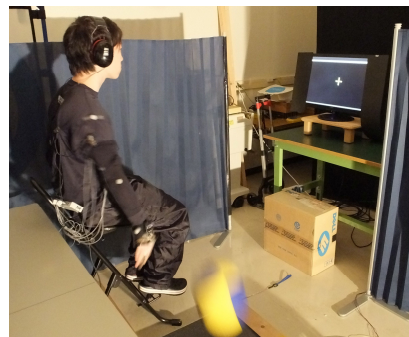


図 1 実験風景 (音声遮断条件)

各関節の動きに関わる屈筋 (flex) と伸筋 (ext) の筋活動から同時収縮量を定量化した。肩関節、肘関節、手関節それぞれの屈筋と伸筋の組み合わせにおいて、各筋の%MVC の値から、同時収縮値 (Co-contraction index, CI) を、Falconer and Winter (1985) の式を用いて算出した。同時収縮値は、関節のスティフネスおよび動作の効率性を評価する指標として用いられている。

4. 研究成果

(1) Change of pace 条件

本条件では個人の最適な速度でのバウンシング中、LED 信号を合図に可能な限り速いバウンシング速度へと変化させた。その結果、BB 群と CON 群で筋活動パターンが異なっており、速度変化局面の前半 (SC 局面) および後半 (FC 局面) において、BB 群は CON 群より手関節の同時収縮値が有意に低値を示した (表 1)。また、躍度波形の zero-crossing 数を群間で比較したところ、BB 群が CON 群より速度変化局面の後半 (FC 局面) における zero-crossing 数が有意に低値を示した (図 2, 肩関節: BB 群 4.5 ± 1.1 回, CON 群: 5.8 ± 0.7 回, 肘関節: BB 群 3.3 ± 1.2 回, CON 群: 4.5 ± 0.8 回, 手関節: BB 群 4.1 ± 1.2 回, CON 群: 5.3 ± 0.6 回, 群間全て $p < 0.05$)。

筋の同時収縮が少ないことは、主動作に拮抗する筋活動が少ないために力発揮時のエネルギー効率に優れており、サイクリングなどの周期的な動作における疲労の軽減やパフォーマンスの向上につながる事が先行研究で示されている (Candotti et al., 2009)。BB 群は、同時収縮の少ない効率的なバウンシング動作の学習によって、疲労を蓄積させずに高いパフォーマンスを発揮できたと考えられる。一方でボールバウンシングに不慣れた CON 群は、エネルギーコストよりも動作の安定性を高める「衝突型」のバウンシングを行っており、より同時収縮が少なく滑らかな BB 群の「緩衝型」とは異なる動作戦略を採用していたと推測される。また、CON 群は zero-crossing 数が多かったことから、「ギクシャク」したバウンシング動作であったことが捉えられた。

このように、Change of pace 条件が加わることで同時収縮値や zero-crossing 数からバウンシング戦略の差異が捉えられたことは、動作スキルを評価する指標としての有用性を示している。

表 1 Change of pace 条件での同時収縮値 (%)

		BB 群	CON 群	p
肩関節	SC	62.0 ± 5.0	58.9 ± 6.1	N.S.
	FC	56.4 ± 7.4	61.1 ± 6.5	N.S.
肘関節	SC	38.2 ± 3.1	37.5 ± 8.1	N.S.
	FC	33.9 ± 7.5	36.7 ± 5.4	N.S.
手関節	SC	38.9 ± 10.4	51.2 ± 10.4	<0.05
	FC	41.4 ± 6.2	50.3 ± 5.8	<0.05

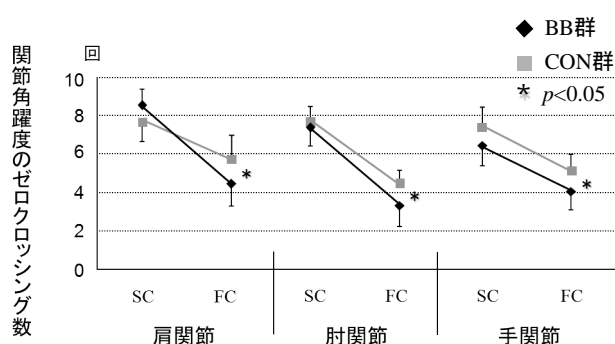


図 2 Change of pace 条件における躍度波形の zero-crossing 数

(2) 減算・音声遅延・音声遮断条件

二重課題および外乱条件として「減算・音声遅延・音声遮断条件」を設定し、各刺激を付加する前後のキネマティクスおよび筋活動パターンの変化を計測した。減算条件では、バウンシング中にランダムなタイミングで数字をモニタに表示し、その数字から 7 を減算させた。また音声遅延条件では、バウンシング音を数 100ms 遅延させてフィードバックし、音声遮断条件ではバウンシング音を遮断した。現在もデータ解析中のため、本稿ではキネマティクスデータの一部について示す。

バウンシング中に減算・音声遅延・音声遮断の 3 条件を付加したところ、減算および音声遮断条件において、CON 群は BB 群よりバウンシング頻度が顕著に増加した。また、音声遮断条件での肩関節角度における変動係数 (Coefficient of Variation, CV) を比較すると、CON 群は BB 群より顕著に高い CV 値を示した (図 3)。

以上より、二重課題や外乱に伴う動作への影響が群間で異なることが明らかとなった。減算および音声遮断条件においては、CON 群はバウンシング頻度を増加させて感覚入力量を増加させることで、注意配分や感覚情報の変化に対応したと考えられる。また、外乱付加による近位関節部への影響が熟練度で異なることが明らかとなり、高度な身体スキルを実現する運動戦略の解明に寄与する知見が得られた。今後もキネマティクスおよび筋活動データの解析を継続し、運動制御システムの解明を進めていく。

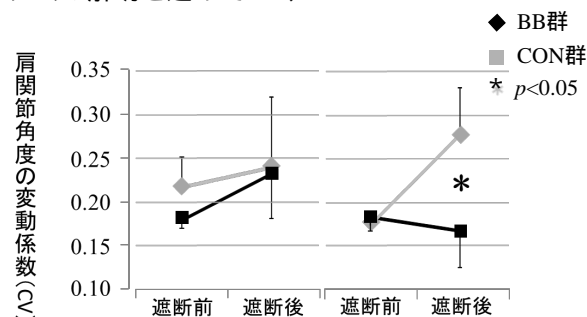


図 3 音声遮断条件における肩関節角度の変動係数 (Coefficient of variation)

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1件)

岩見雅人, 田中秀幸, 木塚朝博, 速度変化を伴うボールバウンシング課題の動作円滑性の評価, バイオメカニズム 22, 査読有, 2014, 167-176

〔学会発表〕(計3件)

岩見雅人, 木塚朝博, 速度増加局面を含む追従課題における動作の円滑性評価, 第156回日本体力医学会関東地方会, 2012.12.8, 東京

岩見雅人, 田中秀幸, 木塚朝博, 速度変化を伴うボールバウンシング課題を用いた上肢筋活動と円滑性の評価, 第23回バイオメカニズムシンポジウム, 2013.7.27, 京都

Masato Iwami, Hideyuki Tanaka, The influence of visual and auditory interruption on the kinematics of a ball bouncing task, 11th Motor Control and Human Skill Conference, 2013.11.28, Australia

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.tuat.ac.jp/~fitness/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩見 雅人 (IWAMI, Masato)

東京農工大学・大学院工学研究院・助教

研究者番号: 24800020