

令和元年6月26日現在

機関番号：34416

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01684

研究課題名(和文) 精神的・肉体的疲労が運動時の認知・運動制御と機能別動作に及ぼす影響に関する研究

研究課題名(英文) influence of mental and physical fatigue on cognition-motor control and function-specific movements during exercise

研究代表者

河端 隆志 (kawabata, takashi)

関西大学・人間健康学部・教授

研究者番号：90195131

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)：スポーツ時の精神的・身体的疲労が視覚情報・認知・運動制御能及び身体的行動体力の機能別に及ぼす影響について検討した。その結果、身体的行動体力の機能に及ぼす影響は高強度間歇的運動前後でVO2maxに13%の低下、サイドステップ及び前後方向ステップ動作に疲労の影響が強く現れた。また、運動時視覚認知・運動制御系に及ぼす影響では、20分間運動時の認知・運動制御テストにおいて正答率は安静時に比べ各運動時テストにおいて増加したが、運動時テスト2回目と3回目では、正答率が低下、無回答率も低下し、平均正答時間は安静時に比べ1回目に短縮するが2回目及び3回目では正答までに時間を長く要する結果となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

スポーツ・シーンにおける選手の疲労・疲労感を、精神疲労・肉体疲労の混在モデルとしてwhole bodyで捉え、パフォーマンスに及ぼす精神的(中枢性・末梢性)・身体的疲労の解析から運動時の視覚情報による認知・運動制御能(集中力・注意力・思考力)及び身体的行動体力の機能別因子への影響について検討することは、疲労・疲労感からくる身体的行動体力の運動機能の低下をいち早く評価できる運動検査法の確立と視覚情報を基とする認知・運動制御能への影響から運動や行動における未然の事故防止に繋がる疲労・運動制御のメカニズムの解明にある。

研究成果の概要(英文)：Catch the player's fatigue and in the sport scene with whole body as a mixed model of mental fatigue and physical fatigue. From analysis of mental (central / peripheral) and physical fatigue that affect performance to function-specific factors of cognition, motor control ability (focusedness, attentiveness, thinking ability) and physical activity physical ability with visual information during exercise It is important to examine the effects of physical activity, such as feeling of fatigue and fatigue, from the establishment of a movement test method that can quickly evaluate the decline in physical function and the influence on cognitive and motor control ability based on visual information. It is to elucidate the mechanism of fatigue-motor control that leads to the prevention of accidents in action.

研究分野：運動・環境生理学

キーワード：運動・スポーツ 精神疲労 肉体疲労 行動体力 最大酸素摂取量

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

スポーツ・シーンに限らず健康スポーツに取り組む人々にとっても、パフォーマンスを維持するために疲労と上手く付き合うことは重要なことといえる。スポーツにおける疲労・疲労感については精神疲労と肉体疲労の混在モデルとして捉えることができるが、運動時の視覚情報から行う認知・運動制御能(集中力・注意力・思考力)および身体的行動体力の機能別に影響を受ける因子について、これまで whole body で統合的に捉えて取り組む研究にまでは至らなかった。

## 2. 研究の目的

スポーツ・シーンでは、身体的ストレス(運動強度、環境因子など)が主な疲労の要因であると考えられがちであるが、ゲーム・メイキングや的確な決断をするための注意・集中・判断など脳の様々な部位が働いていることは明らかであり、精神的ストレスによる疲労も同時に感じていると考えられる。そこで本研究では、スポーツにおける疲労・疲労感を精神疲労・肉体疲労の混在モデルと捉え、スポーツ・運動パフォーマンスに及ぼす精神的(中枢性・末梢性)・身体的疲労の影響について whole body で統合的に解析し、運動時の視覚情報から行う認知・運動制御能(集中力・注意力・思考力)および身体的行動体力の機能別に影響を受ける因子について検討することを目的とする。

## 3. 研究の方法

スポーツにおける疲労・疲労感を精神疲労と肉体疲労の混在型モデルについて解析

### 1) 身体的行動体力の機能に及ぼす影響:

・1 試合の競技をシュミレーションした運動負荷および中枢性疲労負荷を与え、その前後の持久性運動能(最大酸素摂取量)、身体的行動体力の機能測定(スポーツ・テスト項目及び競技特性にみる身体動作)

被験者

健常なサッカー競技者男子 6 名(年齢;  $24.3 \pm 1.2$  yrs, 体重;  $67.3 \pm 1.5$  kg, 身長;  $174.3 \pm 2.1$  cm) が被験者となった。

プレテスト:

被験者の最大酸素摂取量および心拍応答の測定を行った。

本実験:

実験 1 間欠的高強度運動時の深部体温の測定

サッカー競技を想定した間欠的高強度運動時の深部体温の連続測定を行った。深部体温は食道温を持って評価した。

実験 2 間欠的高強度運動が持久性運動能およびスポーツ動作に及ぼす影響

はじめにスポーツ動作テスト(4 種目)を課した。その後、サッカー競技をシミュレートした間欠的高強度の走運動をトレッドミルで行い、運動時の酸素摂取量と心拍応答を測定した。運動終了後、スポーツ動作テストを行い、その後最大酸素摂取量の測定を行った。

### (1) スポーツ動作テストの測定

サイドステップ、前後ステップ、ジャンプ動作に加えて、サッカーでは多く用いられるクロスステップの測定を実施した。測定方法は、サイド、前後、ジャンプ、クロス順で、測定 30 秒、インターバル 3 分の計 14 分。測定条件は、ジャンプ動作はその場で腿上げジャンプをしてもらい、ジャンプできた回数を測定した。サイドステップ、前後ステップ、クロスステップは、3m 間隔でマーカーを設置し、その間を各動作で 30 秒の間往復してもらい、何回マーカーをタッチできたか(数値 1 につき 3m)を測定した。

## (2) サッカーの試合を想定した運動

トレッドミルで時速 9~11km の運動を実施し、さらにサッカーという競技特性を再現するため移動スピードを 3 段階に設定した。1 段階目はサッカーの試合中でセットプレー中やボールが外に切れている時などの歩行運動を想定し、時速 2km。2 段階目はサッカーの試合中最も多いジョギングを想定し時速 9km。3 段階目はサッカーの試合中ではカウンター時や動き出しの際に使うダッシュを想定し時速 16km。この 3 段階運動を 1 分間の間で、休憩 10 秒、ジョギング 40 秒、ダッシュ 10 秒を前半 30 セット(30min)、ハーフタイムを想定した 14 分を挟み、後半 30 セット(30min)行った。

## 2) 運動中の視覚情報による認知・運動制御系に及ぼす影響について

1 試合の競技をシュミレーションした運動負荷および中枢性疲労負荷を与え、運動実行中に視覚からくる情報を基とした課題を与え、その認知・運動制御を測定し、集中力・注意力・思考力への影響について検討する

### 被検者：

被験者は、スポーツ鍛錬者の男女 8 名を対象とした。

### ストループテスト：

ストループテストを認知機能の評価検証として用いた。本実験では逆ストループテストを用いている。

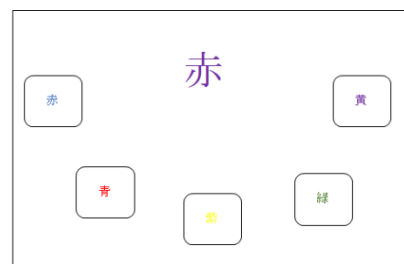
### プロトコル：

本実験における運動強度の決定は、プレテストを基に、最大運動強度の 65% の負荷 (watt) を算出し、それにより各被験者の運動強度とした。人工気候室(室温 25、相対湿度 40%)にて行った。自転車エルゴメーターのペダル回転数は 60rpm とした。この運動・環境条件の中で休憩 2 分 - 65%VO<sub>2</sub>max20 分 - 逆ストループテスト 1 分を 3 セット続けて実施した。

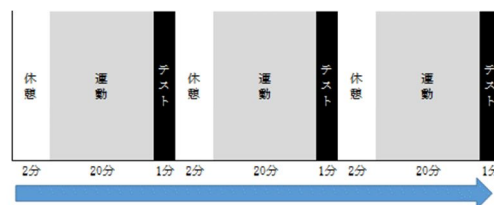
逆ストループテスト(インタークロス株式会社)は、被験者の前に液晶画面(Dell 24 タッチパネルモニター)を設置しタッチパネル方式により行った。逆ストループテスト(以下「テスト」と略す)の出題方法は、液晶画面に図 3 に示す画面が表示される。回答方法は、正答を指で選択するマッチング法を用い、被験者は予め右手または左手のどちらか利き手を決め、利き手のみで回答することとした(箱田・佐々木, 1990)。問題表示時間は、出題から回答するまで 1 間につき最大 0,8 秒に設定した。設定時間を過ぎるか、被験者が回答するか、どちらか早い時点で次の問題に移る。1 回のテストのトータル時間は 1 分とした。

	100%	65%
a	177	109
b	184	118
c	200	125
d	210	137
e	194	120
f	200	114
g	216	140
h	183	108

### 被験者の運動強度



ストループテスト



実験プロトコル

## 4 . 研究成果

### 1 ) 身体的行動体力の機能に及ぼす影響 :

#### 間欠的高強度運動時の深部体温の動態

図 2 は、サッカー競技を想定した間欠的高強度運動時の深部体温(食道温、Teso)の動態について示した。今回は 2 名の被験者のデータのみとなった。運動開始より Teso は直線的に上昇を示した。そして、休憩を介しての 2 回目の運動時においても運動開始より上昇がみられた。EX-1 では運動終了時で約 38 に上昇しており、さらに EX-2 の運動終了時においても 38 を超える Teso の上昇がみられた。

#### 間欠的高強度運動が持久性運動能およびスポーツ動作に及ぼす影響

##### (1) サッカーを想定した運動前後の持久性運動能について

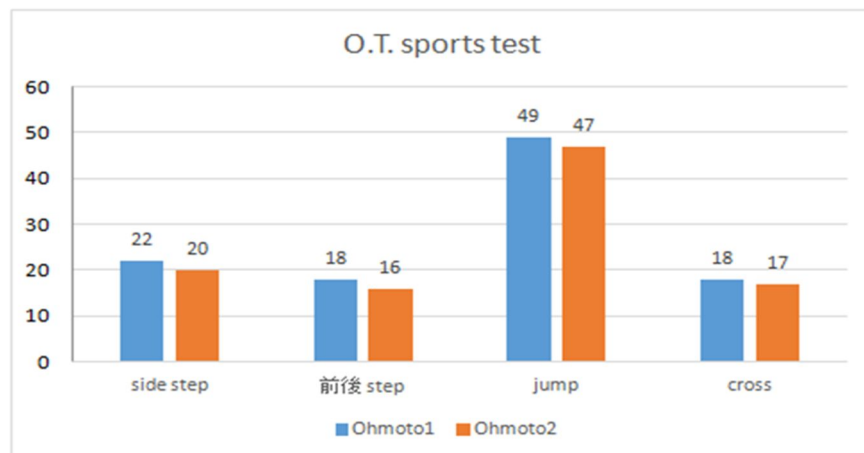
サッカーを想定した運動終了時の持久的運動能の指標として最大酸素摂取量を測定した。被験者 6 人とも、運動後の最大酸素摂取量およびパフォーマンスタイムに有意な低下が示された。

表 シミュレーション前後の酸素摂取量とパフォーマンスタイム

	1-pre	1-post	2-pre	2-post	3-pre	3-post	4-pre	4-post	5-pre	5-post	6-pre	6-post
VO2(mi/kg/min)	50.3	43.7	43	35.6	44.3	40.1	65.39	58.43	44.6	40.8	55.6	51.8
EX Time	26.8	23.2	19.7	14.8	22.6	22	34.84	31.6	24.2	21.6	26.8	25.8

##### (2) サッカーを想定した運動前後の行動体力について

図は運動前後のスポーツ動作テストの典型的データを表した図である。被験者 O.T. の場合、Side step は 2(6m)、前後 Step は 2(6m)、Jump は 2 回、Cross step は 1(3m)といずれもパフォーマンスの低下が認められた。また、各種目の測定結果の低下の平均値は、Side step が 3(9m)、前後 step が 2(6m)、Jump が 3、Cross step が 2.5(7.5m)であった。



スポーツ動作テストの測定結果 5 . 主な発表論文等

### 2 ) 運動中の視覚情報による認知・運動制御系に及ぼす影響について

正答率、無回答率、平均正答時間の3項目の結果を節ごとに示す。各節では被験者全体の平均値を図、安静時を従属変数にした回帰分析結果を表に示す。

### 正答率

運動時テスト1回目では安静時正答率に比べ、約3.1%正答率が増加したが有意差はみられなかった。運動時テスト2回目、運動時テスト3回目では、安静時に比べ正答率が有意に増加した。安静時と運動時テスト2回目、安静時と運動時テスト3回目を比較すると運動時テスト3回目に正答率が微減であるがやや低下した。性別は、男女間で有意差はみられなかった。年齢および運動負荷では、1単位増えるごとに正答率が有意に増加した。

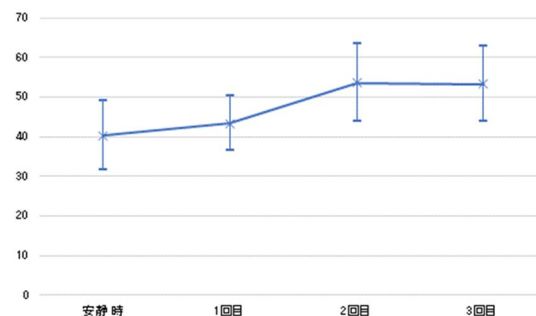


図 各テストの正答率 (%) の平均値と信頼区間

### 無回答率

各運動時テストにおいて安静時に比べ、無回答率は低下した。また、運動時テスト2回目、運動時テスト3回目は有意に低下した。安静時と運動時テスト2回目、安静時と運動時テスト3回目を比較すると運動時テスト3回目にやや無回答率の増加がみられた。性別は、男女間に有意差はみられなかった。年齢および運動負荷でも、有意差はみられなかったが1単位増えるごとに無回答率がやや低下傾向がみられた。

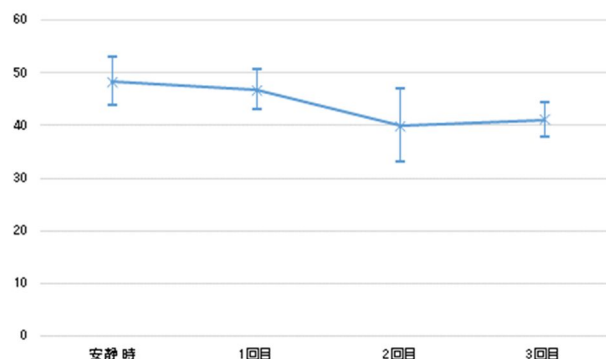


図 無回答率 (%) の平均値と信頼区間

### 平均正答率

運動時テスト1回目は安静時に比べ、正答までに要した時間が早かったが有意差はみられなかった。運動時テスト2回目、運動時テスト3回目では、安静時に比べ正答までに長く時間を要した。運動時テスト3回目には有意差がみられた。性別は、男女間で有意差はみられなかった。年齢および運動負荷では、1単位増えるごとに正答までに要する時間が遅くな

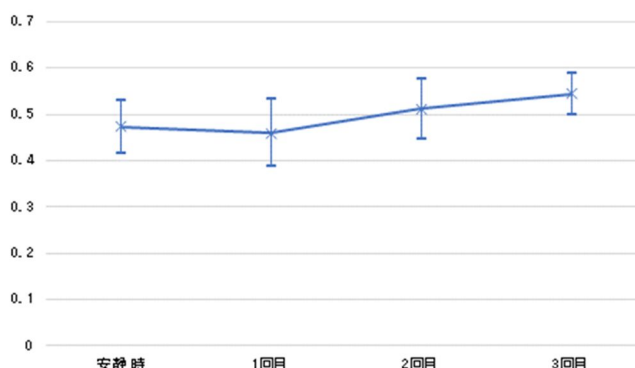


図 平均正答時間の平均値と信頼区間

り、有意差がみられた。

実際のスポーツ・シーンに着目し、長時間最大下運動時に引き起こされる身体的疲労・精神的疲労が視覚情報を基にした認知 - 運動制御（集中力・注意力・判断力・思考力）に及ぼす影響について whole-body で統合的に解析を行った。

実験デザインは、自転車エルゴメーターで 65%VO<sub>2</sub>max を休憩 2 分 最大下 65%運動 20 分 逆ストループテスト 1 分を 1 セットとし、これを連続して 3 セット行った。

分析方法として、認知 - 運動制御（集中力・注意力・判断力・思考力）の代理変数に逆ストループテストの正答率、無回答率、平均正答時間の 3 つを用い、安静時と各運動時テストの実験における平均の推移と回帰分析による検証を実施した。検証の結果として次のことが得られた。安静時に比べ各運動時テストにおいて無回答率が低下し、正答率では、増加がみられた。平均正答時間については、安静時に比べ早くなった。しかし、反復的な運動によって微減であるが無回答率は増加し、正答率が低下する傾向がみられた。平均正答時間では、運動序盤に早くなったが徐々に正答までに時間を長く要した。

〔雑誌論文〕(計 0 件) 2 編作成中

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

## 6 . 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：小田伸午

ローマ字氏名：oda shingo

所属研究機関名：関西大学

部局名：人間健康学部

職名：教授

研究者番号 (8 桁): 10169310