

有酸素運動が認知・判断のパフォーマンスに及ぼす影響 —ペダリング運動負荷の違いによる選択反応時間の変化について—

Effect of Aerobic Exercise on Performance of Cognition and Judgement

-Observation of Choice Reaction Time during High-speed Pedaling and Low-speed Pedaling-

中澤 朋弘

目 的

運動遂行がパフォーマンスに及ぼす影響について記した研究は少なく、運動の様式、強度などによって様々な実験結果が報告されている。¹⁻³⁾ また、実際のスポーツ場面においても、運動が多様な条件下で遂行されていることは周知の事実である。

そこで、本研究では、同一運動強度におけるエルゴメーター（有酸素運動）の動作スピードの違いが認知・判断の指標となる選択反応時間にどのように影響を及ぼすかについて検討した。

方 法

被験者は18歳から21歳までの健康な男子5名、女子5名（計10名）であり、平成15年6月初旬から中旬に桐生短期大学体育館（気温24.5～27.5度、湿度54.5～65.5%）にて測定を行った。各実験下での選択反応時間の測定に先立ち、全身ストレッチ準備運動を20分間行った後、個人の体力水準に応じた運動強度設定のために、最大下運動負荷テストを実施した。

被験者に与える運動負荷はNAPS社製自転車エルゴメーターCB-X1000を使用した。心拍数（HR）の測定はポータル社製Xトレーナー・プラスを用いインターフェース・プラスでデータの転送集計を行った。

1) 最大下運動負荷テスト

最大下運動負荷テストは、自転車エルゴメーター上にて安静を5分間取った後、ウォーミングアップの目的で回転数60rpmに維持し、1kpの負荷で2分間ペダリングをさせた。なおウォーミングアップに引き続いて1分間に0.5kpずつ漸増して運動を継続させ、HRが170bpmを越えた段階を最終段階として運動終了とした。

安静時およびウォーミングアップ時のHRの記録を除き、運動強度とHRの回帰式を求め、この値を基に個人の体力に応じた70%HRmaxに相当する運動強度を

導き出した。その際に推定HRmaxは「220-年齢」として算出した。

2) 運動条件

運動強度は、同じ時間と共通の器材を用いているため、自転車ペダリングの回転数とブレーキ抵抗の2つに関与する。そこで、ブレーキ抵抗優位条件（低速回転条件）およびペダリング回転数優位条件（高速回転条件）の2条件を設定した。低速回転条件では50rpm、高速回転条件では70rpmの回転数で自転車ペダリングを固定負荷し15分間行わせた。これらの運動条件に加えて、ペダリングを行わない条件を統制条件として設けた。

3) 光刺激提示測定

図1は実験のブロックダイアグラムである。選択反応時間測定のための刺激の提示および時間測定はタケイキ製全身反応測定装置T.K.K.510を用い、赤1色の色刺激を配置し、実験時15秒毎に刺激の提示、反応時間の測定を行った。刺激提示の5秒前には予備刺激のベルを鳴らし、その時点で被験者の利き腕を自転車エルゴメーターのハンドルから反応ボタンの中央に移動させるよう指示を与えておいた。刺激提示のランプは被験者前方100cm、高さ150cmの位置に、反応ボタンは自転車エルゴメーターの中央に設置された。

表1は実験手順を示したものである。まず、測定前に被験者の状態を把握するためのメディカルチェック質問用紙を記入させた後、被験者にHR測定器を装着し、自転車エルゴメーター上にて5分間の安静をとった。HRの安定を確認してから、15分間のペダリング運動を伴う選択反応時間の測定を行った。その際、1分毎に被験者の主観的運動強度を口頭にて質問し記録した。測定終了後も同様に質問用紙および内省報告を記入させた。

また、実験条件の配置は学習効果によって影響を及ぼされることのないようにカウンターバランスをとり

表1 実験の手順

- ① 質問用紙の記入
- ② ストレッチ準備運動20分
- ③ HR測定器装着
- ④ エルゴメータ上で安静5分
- ⑤ 反応時間測定15分
- ⑥ 質問用紙及び内省報告記入

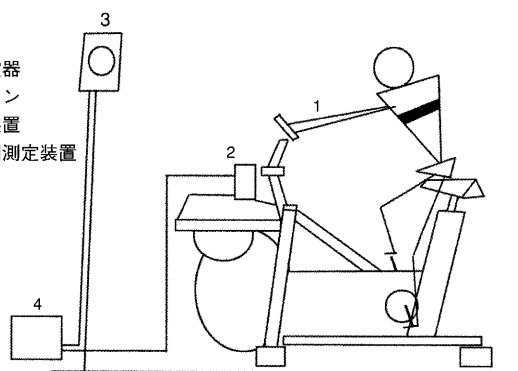


図1 ブロックダイヤグラム

配置した。

結果

1) 選択反応時間

反応に修正動作が介入している場合は、正しい反応を示した場合の選択反応時間とは異なる意味合いを含んでいると考えられる。そのため測定された選択反応時間の度数分布より著しく逸脱しているものを修正動作の入っている誤反応と見なして処理するのが通例である³⁾。

ここでも、反応時間測定値の度数分布から500msecを超えて反応しているものを分布より逸脱していると、誤答として処理した。また、被験者には個人差が生じるため、各条件において測定された選択反応時間の値は統制条件を100とした変化率で表した。図2は選択反応時間の変化率を示したものである。

統制条件を100とした時、低速回転条件は98.27、高速回転条件は96.67とペダリング速度が増すにしたがって、選択反応時間がわずかながら減少する傾向が見られた。しかし統計的には有意差はみられなかった。(F(2,10) = 1.10, P > .10)。

2) 誤答頻度

反応時間の誤答について、被験者全体の誤答の回数は1100回中96回であった。500msec以上の時間を要した1回も誤答として加え、その発生数に注目した。図3は誤答発生頻度を示したものである。統制条件平均3.80回の誤答に対し、低速回転条件は4.10回、高速回転条件は5.10回とペダリング速度の増加に伴い誤答が増す傾向が見られた。しかし統計的な有意差は見られなかった (F(2,10) = 0.36, P > .10)。

3) 選択反応時間と誤答の関わり

表2は各被験者の選択反応時間と誤答発生数を示し、2つの相関係数を求めたものである。本実験における被験者10名の測定結果を個別にみると、選択反応時間が速い順に誤答が多いという傾向がみられた者は6名であり、選択反応時間と誤答回数に高い負の相関係数を示したものは4名であった。

また逆に正相関のみられた者もあり、すべての被験

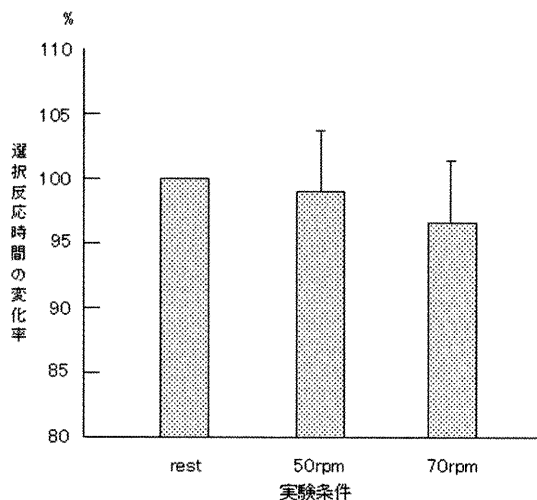


図2 各条件での選択反応時間変化率

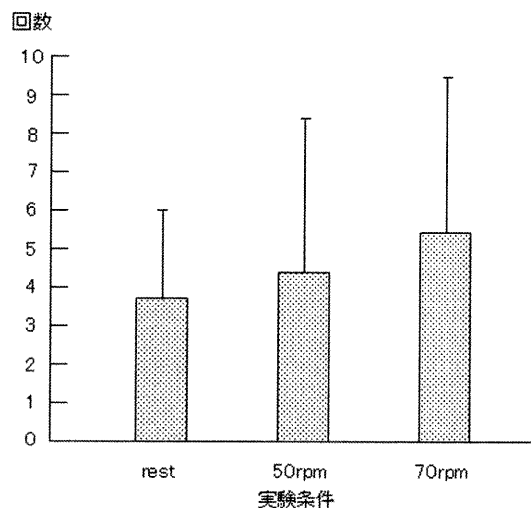


図3 誤答発生回数

表2 選択反応時間平均値と誤答発生回数及び相関係数

No	sex	CPT			miss			r
		rest	50rpm	70rpm	rest	50rpm	70rpm	
1	f	394.3	387.7	388.3	2	3	4	-0.822 *
2	f	375.2	345.6	321.2	5	6	4	0.451
3	f	366.1	360.7	345.3	4	5	6	-0.964 *
4	m	357.3	326.3	343.5	3	2	9	0.194
5	m	347.5	353.5	328.1	5	8	8	-0.291 *
6	m	336.4	314.5	318.4	3	6	6	-0.886 *
7	f	335.4	353.2	349.5	3	1	2	-0.948 *
8	m	332.3	311.8	310.5	4	2	3	0.838
9	m	325.9	313.4	295.9	3	4	6	-0.996 *
10	f	317.4	315.4	299.6	6	4	3	0.819
Ave.		348.8	338.2	330.0	3.80	4.10	5.10	-0.931

者に一致した方向性は見出せなかった。

4) 主観的運動強度

次に主観的運動強度であるが、各条件での主観的運動強度の平均値は、統制条件で6.00に対し、低速回転条件では13.37、高速回転条件では11.99であった。この運動を伴う2条件間に有意な差は見られなかった。しかし、統制的条件とは明らかな開きがみられた。

考 察

被験者個人の選択反応時間の結果では、低速回転条件において4名、高速回転条件において6名が統制条件より時間短縮をみせている。また、誤答の発生回数は回転速度が高くなるにしたがって多く、個人の中での時間短縮と誤答の発生に強い関わりのみられた者は5名と半数の者がSpeed-accuracy trade off（正確性と速度は相互に交換されうるといふ、運動行動の最重要原理）の生じている可能性を示した。これらのことから運動条件によって、スピード・正確性など、優先されるものが異なることが考えられる。しかしながら、その運動を伴う2条件間の差は統計的に有意でなかった。また、運動を行った2条件は統計条件と比べて、主観

的運動強度をよりきつく感じているにもかかわらず、選択反応時間のパフォーマンスが遅延しているとは思われない。このことから70%HRmax程度の運動強度では認知・判断のパフォーマンス低下の要因にはならないものと推察される。この実験において、細部にわたる分析を施していないため動作時間の変動を確認できなかったが、ペダリングの速度が、動作スピードや正確性に何らかの影響を及ぼしていると考えられよう。

今後、実際の運動競技による同実験や運動強度変化による脳血流の変化を導入しながら、さらに研究を進めていきたいと考える。

引用文献

- 1) 松波謙一他：運動と脳。サイエンス社（東京），67，2001.
- 2) 堀居昭：運動処方入門。共栄出版（東京），105，1990.
- 3) 中野昭一：からだの仕組みと働。医歯薬出版（東京），49，2001.
- 4) 大内哲彦：体育測定評価法。さつき書房（東京），161，1983.