

身体運動がヒトの視覚情報認知に及ぼす影響

Effect of Physical Exercise on Cognition of Visual Information

キーワード: 身体運動、視覚認知、事象関連電位、P300

人間生活工学研究室: 駱 建松

■Abstract: The effect of physical exercise on cognition of information has important implications for occupational settings such as sporting contests or factory work, where important decisions must be made rapidly during or immediately following exercise.

Some studies suggested that information processing in the central nervous system differed depending on the exercise type, duration, and intensity, and for the result of the experiment, the difficulty of task also can impact the result.

Therefore, to verify the effect of physical exercise on cognition of visual information, the present research focused on the P300 of event-related brain potential. 10 subjects did 10 min low and high intensity cycling exercise. More difficult tasks were used to examine changes in task performance, P300 latency and amplitude of cognitive processing after exercise, and their relationship to exercise intensity.

The main findings indicate that the low and high intensity exercise may facilitate cognitive information processing speed, but is accompanied by decreased attention.

■背景

身体運動が認知機能に与える影響は、即座に正確な判断を下す仕事に従事する人、例えばスポーツ選手や工場労働者に対して、重要な意味を持つ。いくつかの調査により、中枢神経系における情報処理は、運動の種類、持続時間、運動強度に応じて異なる事が報告されている。さらに、タスクの難易度は結果に影響を与える可能性が示唆されている。

本研究においては、運動がヒトの視覚情報認知に与える影響を確認するため、運動タイプおよび持続時間を固定して、運動強度のみを操作した。困難な選択タスクにおける、タスクパフォーマンス(反応時間とエラー率)、運動後の認知処理時の P300 潜時および P300 振幅の変化を測定し、運動強度と認知処理の関係を検討した。

■方法

被験者

被験者は、21~34 (Mean ± SD: 26±4.0) 歳の右利きの健康な男子学生 10 人であった。

実験手順

実験では、タスク練習と安静に引き続き運動を行った(図 1)。2つの運動条件は異なる日に行われた。実験は被験者毎にカウンターバランスをとり、被験者の半数は高強度運動から、半数は低強度運動から実験を行った。タスク開始前に、タスクの説明を行い、被験者は5分間の練習を行った。運動条件では、設定された強度で運動した後、すぐに、タスクを行った。

第一日 / 第二日



図 1 実験の手順

運動

被験者はサイクリング運動をした。ペダル速度は 60 rpm で維持し、ワークロードを調節することで、低強度運動条件で最大心拍数の 50% を維持し、高強度運動条件で最大心拍数の 80% を維持した。どちらも運動状態は10分間続いた。最大心拍数は漸増負荷法によって、事前に求めました。

タスク

実験の呈示刺激は、ターゲットとノンターゲットであった(図 2)。タスクが始まると、まず、注視点がスクリーンの真ん中に呈示される、呈示する時間は 1000, 1500, または 2000 ms でランダムであった。その後、刺激が呈示され、被験者はターゲット刺激にのみ、ボタン押しを行った。合計 300 試行があった(図 3)。

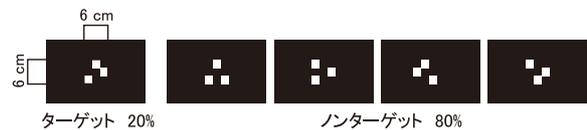


図 2 視覚刺激

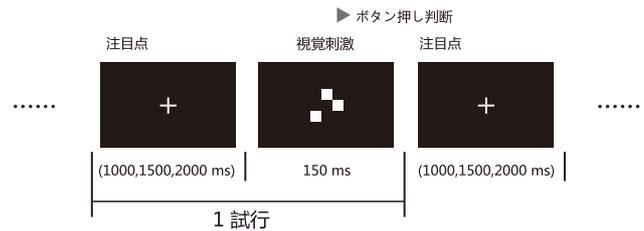


図 3 実験タスク

計測項目と分析方法

タスク中のタスクパフォーマンスと事象関連電位 (Fz Cz Pz 部位) を計測した。また、主観評価を各タスクの後に行った。

データは t 検定を使って分析した。t 検定により、低強度運動前安静 (Control1) と低強度運動後 (Low)、高強度運動前安静 (Control2) と高強度運動後 (High) の比較、および Δ Low (Low - Control1) と Δ High (High - Control2) の比較を行った。有意水準は 5% とした。

■結果

反応時間

運動後(低強度運動、高強度運動)の反応時間はコントロール条件より短縮した。 Δ Low と Δ High の有意差がなかった。

エラー率

運動前後のエラー率の変化は見られなかった。 Δ Low と Δ High の有意差がなかった。

P300 潜時と P300 振幅

P300 潜時の結果では、低強度運動の P300 潜時は有意に短縮された、高強度運動の P300 潜時に有意差は見られなかった。 Δ Low と Δ High の有意差がなかった(図 4)。

P300 振幅の結果では、低強度運動後と高強度運動後は共に、P300 振幅はコントロール条件よりも小さくなった。 Δ Low と Δ High の有意差がなかった(図 5)。

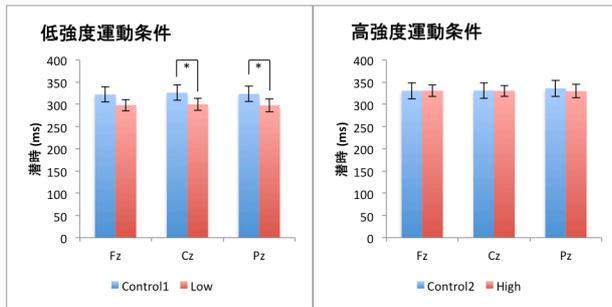


図 4 P300 潜時 (Fz, Cz, Pz) (mean ± S.E.) “*”: P<0.05

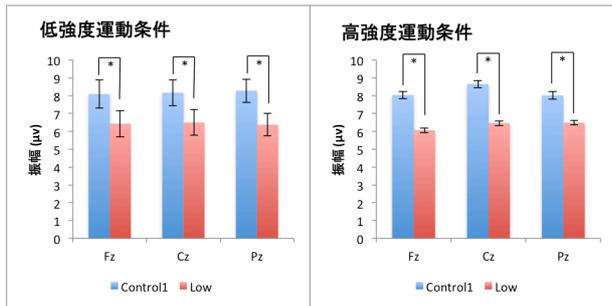


図 5 P300 振幅 (Fz, Cz, Pz) (mean ± S.E.) “*”: P<0.05

■考察

本研究では、タスクパフォーマンス(反応時間とエラー率)、運動後の認知処理時の P300 の潜時および振幅の変化を観測し、運動強度と認知処理の関係を検討した。

実験結果より、視覚タスクパフォーマンスにおいて、運動により情報処理過程が活性化され、P300 の成分も変化した。

P300 潜時の結果では、低強度運動の P300 潜時が有意に短縮された。Poloch et al. (1995) は、P300 潜時は生理的な覚醒度の向上に応じて、減少すると報告している。従って、低強度運動が覚醒度を高めながら、P300 潜時の促進することを示した。

高強度運動条件の P300 潜時に有意差はみられなかった。Smuders et al. (1993) は、疲労によって P300 潜時が延長されることを示した。高強度運動では、運動後は疲れやすいため、覚醒度に対する運動のポジティブな影響は疲労によってうち消されたものと思われる。

本研究では、高強度運動後、P300 潜時は変化しなかったにもかかわらず、反応時間が変わった。

Davranche et al. (2006) は、運動にともなう体温上昇は中枢神経から筋への伝達速度を早め、反応遂行時間を短縮することを示した。本研究のタスクの応答は、筋肉の動き(指で押す)なので、反応時間の変化の主な原因は体温上昇かもしれない。

P300 振幅の結果では、低強度運動後と高強度運動後共に、P300 振幅はコントロール条件よりも小さくなった。

先行研究から、P300 振幅は注意処理資源がタスクに分配される量にかかわる中枢神経活動を反映すると報告されている(Polish and Kok, 1995, Wickens et al., 1983)。したがって、運動の影響により、タスクに対して、注意を維持することが困難となるかもしれない。

低強度運動をした後、振幅が小さかったのに対して、潜時が減少した。P300 振幅は注意量に関連すると言われている(Kok, 2001)。振幅が高い場合には、情報処理へ分配する資源が多い。本研究の結果、運動が脳の活性を促進すると考えられる。脳の活性により、振幅が小さい場合でも、情報処理能力が高くなる可能性がある。

■まとめ

本研究は、運動強度の違いが脳内の情報処理に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、認知過程を反映する事象関連電位、反応

処理の指標となる反応時間も測定して検討した。本研究の結果から、低強度運動後、P300 の潜時と振幅は減少することを見出した。高強度運動後、P300 の振幅のみが減少した。

このことより、低強度運動後では、視覚情報認知処理速度が増強されることが示されたが、注意力の減少を伴うことが判明した。高強度運動後では、注意力の減少を伴うことのみが明らかになった。

本研究では、運動は認知機能にポジティブな効果があることを証明した。その一方で、運動中の注意力の低下だけでなく(Kamijo et al., 2004)、回復期間の注意力も低下することを示唆される。

■今後の研究

本研究では視覚のみの影響を検討したが、日常生活中には、人は聴覚、または視覚と聴覚の両方を用いて判断を行っている。

今後、これらの点について研究を続け、複数感覚器官の特性と関係をより明らかにする必要がある。

■参考文献

- 1) American College of Sports Medicine, 2010. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (8thed.). Lippincott, Williams, and Wilkins: New York, NY.
- 2) Davranche K, Burle B, Audiffren M, Hasbroucq T, 2006. Physical exercise facilitates motor processes in simple reaction time performance: an electromyography study. *Neurosci Lett*, 396, 54-56.
- 3) Kamijo K, Nishihira Y, Hatta A, Kaneda T, Kida T, Higashiura T, Kuroiwa K, 2004. Changes in arousal level by differential exercise intensity. *Clinical Neurophysiology*, 115, 2693-1698.
- 4) Kamijo K, Nishihira Y, Hatta A, Kaneda T, Wasaka T, Kida T, Kuroiwa K, 2004. Differential influences of exercise intensity on information processing in the central nervous system. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 92 (3), 305-311.
- 5) Kok A, 2001. On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity. *Psychophysiology* 38, 557-577.
- 6) Polish J, Kok A, 1995. Cognitive and biological determinants of P300: an integrative review. *Biol Psychol* 103:493-8
- 7) Smulder F, 1993. The selectivity of age effects on information processing. Ph.D. Thesis, University of Amsterdam.
- 8) Takuro H et al., 2006. The interactive effect of exercise intensity and duration on cognitive processing in the central nervous system. *Adv. Exerc. Sports Physiol.*, Vol.12, No.1 pp.15-21.