

低酸素暴露と有酸素運動が短期記憶に及ぼす影響

Effect of hypoxia or aerobic exercise on short-term memory

堀田典生, 平田豊

Norio HOTTA, Yutaka HIRATA

中部大学生命健康科学部スポーツ保健医療学科, 工学部ロボット理工学科
College of Life and Health Sciences, College of Engineering, Chubu University

1. はじめに

現在, 一過性の運動が, 主に記憶や判断, 注意などの知的活動である認知機能を向上させ得ると報じる研究は多数存在する. それらの多くは, 運動中の認知機能を運動前と比較している. 我々の興味は, 有酸素運動中や低酸素トレーニングを模擬した低酸素暴露中の知的学習が, その成果に及ぼす影響にある. なぜなら, 図1のように, 部活動やアルバイトなどで忙しい大学生が, 有酸素運動中あるいは低酸素暴露中に知的学習を行っているのを度々目にし, それら環境が知的活動の妨げにならないか疑問に思うからである.

そこで本研究の目的は, 有酸素運動や低酸素トレーニングを模擬した低酸素暴露が短期記憶に及ぼす影響を検討することにした.



図1 低酸素トレーニングをしながら知的学習を行う学生

出場を決めているトライアスロン全日本インターカレッジ直前に撮影. 右手に持つのは低酸素をつくるボトル. 左手にはパルスオキシメータを装着し, 動脈血酸素飽和度が過度に低下しないようにモニターしている. 本人の許可を得て掲載.

2. 方法

1) 被検者

健康な男子大学生6名と女子大学生3名を対象とした. 被検者の年齢, 身長, 体重は, それぞれ 21.2 ± 0.6 歳, 166.9 ± 6.7 cm, 59.2 ± 9.0 kg(平均値 \pm 標準偏差)

であった.

2) 概要・倫理手続き

研究は, 低酸素暴露の影響を検討する実験("低酸素暴露実験")と有酸素運動の影響を検討する実験("有酸素運動実験")からなり, 全ての被検者は両実験に参加した. また両実験に対照となる試行をそれぞれ用意し, ランダムオーダークロスオーバーデザインを採用した.

実験開始前に, 全ての被検者に本研究の目的と方法を, 文章並びに口頭にて十分に説明した後に, 研究に参加することの同意を得た. 本研究は, 中部大学倫理委員会の了承の下で行われた.

3) 知的課題

1-99の乱数表の暗記を5分間行った. その直後, 5分間で回答用紙に暗記した数字を書かせ, 何個数字を覚えられたのかを測定した.

低酸素暴露実験では, 暗記の環境を"低酸素試行"と, その対照を"常酸素試行"として比較した. 有酸素運動実験では, 自転車エルゴメータを用いた"有酸素運動試行"とその対照である自転車エルゴメータのサドルに座るだけの"座位安静試行"を比較した.

実験中は, 周囲の雑音の影響をなくすためノイズキャンセラ付きのヘッドフォン(ATH-ANC9, audio-technica社製)を装着し, ホワイトノイズを流した.

4) 低酸素暴露実験

再呼吸法を利用した低酸素吸入装置(Alto lab社製)を使用し動脈血酸素飽和度(SpO_2)を85-75%に維持して暗記を行った. これは, 標高4600m程度に相当する値とされる. SpO_2 はパルスオキシメータ(513, フクダ電子社製)で測定し, 30秒毎に記録した. 常酸素

試行では、低酸素試行と同じフェイスマスクを利用したが、再呼吸させないことで常に被検者は室内空気(常酸素)を吸うことができた。

5) 有酸素運動実験

自転車エルゴメータ(エアロバイク75XL III コンビウィルネス社製)を用いた。運動強度算出のために、運動負荷試験(YMCAプロトコル)を事前に実施し、その試験から最大酸素摂取量($\dot{V}O_2\max$)を推定した。

強度を45%酸素摂取予備能($\dot{V}O_2R$)とし負荷(W)の設定にはACSMの代謝に関する方程式を利用した。安静時酸素摂取量は、3.5 mL/kg/分とした。

すなわち、

$$\text{式1) } 45\% \dot{V}O_2R = (\text{推定した } \dot{V}O_2\max - 3.5) \times 0.45 + 3.5$$

$$\text{式2) } \text{運動負荷強度}(W) = (45\% \dot{V}O_2R - 7) \times \text{体重}(kg) / 11$$

安静座位試行との比較のため、心拍数(HR)をHRモニター(RC3 GPS, Polar社製)を使用し30秒毎に測定した。

6) 統計

値は平均値と標準偏差で示した。危険率を5%とし、統計解析にはStatView5.0ソフトウェアを用いた。対応あるt検定、あるいはWilcoxonの符号付順位和検定を行い試行間を比較した。

3. 結果・考察

1) 低酸素暴露実験、低酸素試行 vs 常酸素試行

5分間の暗記中、常酸素試行の SpO_2 は、 $97.3 \pm 0.4\%$ で正常の範囲であった。一方、低酸素試行のそれは $79.3 \pm 1.2\%$ であり有意な低値を示した($P < 0.008$)。

図2は、低酸素試行と常酸素試行における暗記の結果を示している。常酸素試行の 11.5 ± 3.9 個に比較し、低酸素試行では 8.5 ± 2.5 個で有意に少なかった($P < 0.02$)。

先行研究によれば、実験における低酸素暴露前後の認知機能は有意に低下しないことが示唆されている[1]。本研究から、少なくとも低酸素暴露中の知的活動による短期記憶に限っていえば、低下することが示唆された。息苦しさによる集中力の低下や脳への酸素供給不足に伴う一過性の機能低下などの理由が考えられた。

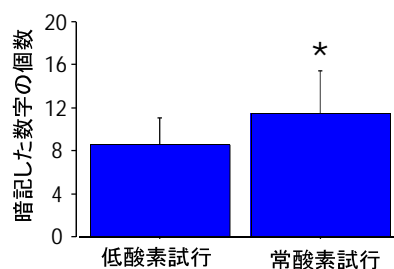


図2 暗記できた数字の個数(低酸素暴露実験)

値は平均値±標準偏差, * $P < 0.05$

2) 有酸素運動実験、有酸素運動試行 vs 座位安静試行

5分間の暗記中のHRは、座位安静試行では、 84.5 ± 14.1 bpmであった。それに対し、有酸素運動試行では、 131.2 ± 14.0 bpmであり有意に高かった($P < 0.008$)。暗記の結果について両試行間に有意差は認められなかった。

先行研究では有酸素運動中は前に比して認知機能が上昇することを報告しているが[1]、有酸素運動中の知的活動によるその直後の短期記憶には、有意な影響を与えないことが分かり、低強度有酸素運動中の知的学習は短期記憶定着を有意に妨げるわけではないことが示唆された。

3) 結論

SpO_2 80%前後の低酸素環境中の知的学習は短期記憶を有意に低下させる。45% $\dot{V}O_2R$ 強度の有酸素運動中の知的活動は短期記憶に有意な影響を及ぼさない。

参考文献

[1] Ando S, Hatamoto Y, Sudo M, Kiyonaga A, Tanaka H, Higaki Y. The effects of exercise under hypoxia on cognitive function. *PLoS One*. 2013 10;8(5):e63630

利益相反、謝辞、補足

利益相反なし。本研究は、土本芳輝の2015年度スポーツ保健医療学科卒業研究の一部をまとめ直したものである。本研究は、情報科学研究所プロジェクト「環境が知的・運動学習に及ぼす影響」(2015-2017年度)の一部である。