単眼HMD長時間使用時における負担の変動

○戸上 英憲¹, 佐藤 教昭¹, 橋本 正浩¹, 駒田 裕之¹, 泉 博之¹, 神代 雅晴¹, 坂下 哲也²

¹産業医科大学, ²宇宙航空研究開発機構

Changes in Workloads during 120 minutes of work with monocular HMD

Hidenori Togami¹, Noriaki Satoh, Masahiro Hashimoto, Hiroyuki Komada, Hiroyuki Izumi,

Masaharu Kumashiro, Tetsuya Sakashita

¹University of Occupational and Environmental Health, Japan, ²Japan Aerospace Exploration Agency

1. はじめに

携帯性を有する単眼HMDの装着形態は、主に片眼で画面を捉えるディスプレイ装着眼と装着者の周辺をみるための非装着眼によって構成される。同じ両眼であってもVDT画面をみる場合とは異なる負担が想定される。本研究では、携帯使用として2時間ほどのビデオ視聴を行ったときの負担の変動についてVDTを対照条件として比較検討したので報告する。

2. 方法

2.1 被験者 健康男子学生9名(19~26歳)。

2.2 実験条件 VDTを対照条件とし単眼HMD仕様に合わせて、視距離は1mとし17inchディスプレイを使用した(俯角15°)。単眼HMDは利き眼側に装着した(右7名、左2名)。また、椅座位とした。照明は通常環境を想定して水平面照度700lxとした。室温24~26℃、湿度40~60%であった。

2.3 実験課題 ビデオ視聴には、嗜好が平均的と思われる「ドラえもん」の10分間の完結版を採用し、12ステージを用意した(実質120分間の2種類)。ビデオ視聴の確認として、画面四方の4ヶ所にマークを提示し、マウスで反応することを求めた。各条件間の無作為化を行った。

2.4 実験手順 視聴前安静を10分とった。視聴途中の負担状況を把握するために視覚等の負担に関する質問項目を5つ用意した。また、赤・青・緑・黄の文字と同文字の色からなる構成(200ms提示)で「字」および「色」で答えるように心理的に干渉するストループ色名単語テストを各ディスプレイ上で実施した。また、30分ごとに選択的注意の状態による赤・青2色のサークルを提示して、赤をターゲットとしたときにボタンを押すことでターゲット30個/150個(500ms提示)によるP300の測定を行った。そのときの脳波の測定部位はF_z、C_z、P_z(10/20法)

とした¹⁻⁴⁾。ビデオ視聴後は安静時間を20分とし、回復傾向の有無を観察した。視聴前後に自覚症しらべ(日本産業衛生学会産業疲労研究会撰)等および調節等の視機能の測定を行った。

2.5 測定項目 生理的データとして、EOGによる眼球運動および瞬目ならびに前額部における脳内血流の測定を行った(ECG等による自律神経機能への影響も調べたが、本報告では省略する)。

3. 結果

3.1 視覚等の負担に関する質問 5項目の質問には①眼の疲労感、②単眼HMD装着の負担感、③ヘッドホーン装着の負担感、④眠気や身体のだるさ感、⑤次のビデオをみる意欲について質問をしている。図1の視聴前の安静値を1とした相対変化では、どの項目も単眼HMD、VDTともに経時的負担感は増大する傾向にある。三元配置分散分析によると、ステージ(時間)および装置要因において主効果が認められた。②の場合 単眼HMDのみの質問項目であり、時間の主効果が認められた($F_{14,98}=5.869$, $P<0.01$ 二元配置分散分析)。③の場合、時間×装置間に交互作用が認められ($F_{1,98}=5.713$, $P<0.05$)、単眼HMDの場合が大きく、HMDとの組み合わせが考えられる。どの項目に関しても70~80分以降に最初の安静時との差異が認められた(Tukey法)。装置間の差異は、①および③において単眼HMDが大きく80分以降に有意傾向がみられた(t 検定)。視聴前後の自覚症しらべにおいて有意差は認められなかった。

3.2 ストループ色名単語テスト 図2は、字と色反応に対する反応時間であるが、両装置とも色に対する遅延傾向が認められる($F_{1,98}=22.249$ (単眼HMD), $F_{1,98}=52.154$ (VDT) $P<0.001$)。単眼HMD反応時間が遅延する傾向にあった($F_{1,98}=28.172$ (色), $F_{1,98}=72.021$ (字) $P<0.001$)。これ

は、単眼視と両眼視の差異によるものと思われる。両装置の安静値を1としたときの時間変化に関する主効果は認められなかった。

3.3 瞬目数 図3は、瞬目数の変化を示している。VDTは全体的に横ばい状況にあるが、単眼HMDは、二元配置分散分析において主効果が認められ($F_{14, 112}=2.301$, $P<0.01$) 90 分過ぎたところから瞬目が減少傾向にある($P<0.05$, Tukey 法)。図1の眼に関する負担感の傾向に類似している。視聴後安静による回復傾向が観察される。また、視調節機能において調節緊張および弛緩速度ともに視聴前後において有意傾向は認められなかった。

3.4 P300 潜時 P300 の潜時は単眼HMD、VDTともに時間的変動は認められなかった。90 分のところで単眼HMDがVDTに比べて有意に大きかった($P<0.05$, t検定)。

3.5 脳血液量 HbI-L(左脳側)では単眼HMDは、安静時に比べて視聴時の低下が観察されが、有意差は認められなかった(Tukey 法)。HbI-R(右脳側)では両装置とも安静時に比べて視聴時の低下傾向が見られた。 rSO_2 -L、 rSO_2 -Rともに時間的変動は認められなかった。視聴時に比べ安静時(2, 3)においては逆の現象が観察された。

4. まとめ

単眼HMD、VDTともに経時的な主観的負担の増大が認められたが、70, 80 分以降に有意性が認められる。単眼HMDにその傾向がやや強い。単眼視と両眼視の違いと思われるが、反応時間の属性をもつストループ色名単語テスト(色が遅延)およびP300潜時に観察された。生理的データも有意差を認めるものはなかったが、被験者の状態観察等も含め 60~90 分が境界域にあると思われる。多くの場合、視聴後安静の効果が観察された。連続視聴を行う際には適宜な休憩の導入が望ましい。

5. 文献

- 1) Ilan B. Arron, Polish John: P300 and Response Time from a Manual Stroop Task; Clinical Neurophysiology, 110, 367-373, 1999
- 2) McCarthy Gregory, Donchin Emanuel: A Metric for Thought: A Comparison of P300 Latency and Reaction Time; Science, 211(2), 77-80, 1981
- 3) Duncan-Johnson C. Connie, Kopell S. Bert: The Stroop Effect: Brain Potential Localize the Source of Interference; Science, 214(20), 1981
- 4) Trimmel Michael, Huber Raoul: A Effects of

Human-computer Interaction indicated by 300 of The Event-related Brain Potential; Ergonomics, 41(5), 649-655, 1998

図1 目に関する負担感 (N=8)

図2 ストループ色名単語テスト反応時間 (N=8)

図3 瞬目数の変化 (N=9)