

おやまだ ひろし

氏名	小山田 浩
学位	博士 (医学)
学位記番号	新大博(医)第1718号
学位授与の日付	平成20年1月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
博士論文名	A pilot study on pupillary and cardiovascular changes induced by stereoscopic video movies (3次元映像視聴による瞳孔および循環器の変化に関する研究)
論文審査委員	主査 教授 車田 正 男 副査 教授 阿部 春 樹 副査 教授 長谷川 功

博士論文の要旨

1. はじめに

近年の映像技術の発展に伴って、健康増進に映像を利用することが期待されている。先行するVDT研究によって、循環器や視覚を含む自律神経応答が有益な情報をもたらすことが示されている。本論文では、3種類の立体映像視聴による、瞳孔対光反射と循環器の反射の変化、および自覚症状の変化を同時に測定した。視聴する映像の特長によって、生体への影響が異なることが示された。影響が異なる原因について検討した。

2. 方法：

2-1. 被験者

7名の健常者（平均年齢 23.0 ± 0.9 才）を被験者とした。

2-2. 提示映像

特性の異なる約5分の3種類の立体映像を用いた。2種類はCG映像、残りは実写のジェットコースターのオンボード映像（以下映像R）であった。CGの1種類は特定のストーリーを持たず、多様な図形が幻想的に動き回る映像（以下映像A）であり、もう1種類は古代世界の中でいろいろな恐竜が現れる映像（以下映像D）であった。フィールド順次信号を2台の液晶プロジェクタを用いて80インチスクリーンに背面から投射、立体映像を提示した。映像提示は3種類とも同日に行い、提示の順番は被験者によってランダムとした。また2週間以内に同じ3種類の映像の提示を2回繰り返した。

2-3. 瞳孔径の測定

瞳孔径の測定は赤外線瞳孔計を用いて、映像の提示前後に暗室にて行った。ピーク波長が 660nm の LED を 1 秒間点灯させ、瞳孔対光反射を誘発した。

2-4. 心電図と血圧の測定

心電図と血圧は、映像提示中および前後の各 5 分間連続して測定した。心拍数と平均血圧は 3 次元スプライン関数を用いて補間し、等間隔でリサンプリングした。バンドパスフィルタ (0.08-0.12Hz) を用いて Mayer 波を抽出した。ハニング窓を用いて 120 秒間のデータを切り出した。心拍数と血圧の相互相関係数の最大値を ρ_{\max} と定義した。視聴中の各時点の ρ_{\max} の値を視聴前後の ρ_{\max} の平均値で除し規格化した。規格化した ρ_{\max} の平均を ρ_{\max_ratio} と定義した。

2-5. 自覚症状

体調に関して 10 項目のアンケートを、映像提示前後で行った。

3. 結果

3-1. 瞳孔

光刺激直前の瞳孔径は、いずれの映像においても視聴後に視聴前に比べて有意な減少が認められた。一方、提示映像による差は認められなかった。縮瞳率は、映像 A と D の視聴後に映像視聴前と比べ有意な増加が認められた。映像 R の視聴前後では、有意な変化は認められなかった。縮瞳の潜時や縮瞳・散瞳速度など、その他の瞳孔対光反射に関するパラメータには有意差はみられなかった。

3-2. 循環器

映像 D を提示した場合は、視聴時の ρ_{\max} の平均が、視聴前後の ρ_{\max} の平均より有意に大きかった。一方映像 A と R を提示した際には、視聴中と視聴前後の ρ_{\max} に有意差は認められなかった。

3-3. 自覚症状

3 種類のいずれの映像視聴後も、視聴前に比べて有意な不快感の増加が認められた。

3-4. 自覚症状との関連

映像 D と R 視聴後の縮瞳率と自覚症状の変化には有意な相関が認められた。一方映像 A に関しては相関が認められなかった。 ρ_{\max_ratio} と自覚症状の変化の間には、いずれの映像提示時にも有意な変化は認められなかった。加えて縮瞳率と ρ_{\max_ratio} の間にも、有意な相関は認められなかった。

4. 考察

4-1. 瞳孔

瞳孔径の変化は交感神経と副交感神経の緊張のバランスを反映し、自律神経活動の良い指標である。映像視聴後には瞳孔径の基線が減少し、副交感神経優位にあることが示された。縮瞳状態は暗室で視聴したことによる眠気、疲労、あるいはタス

ク終了に伴う安堵感などによると考えられる。縮瞳率は映像により異なった変化を示したが、3種類の映像提示前後での瞳孔径の基線変化には有意差が認められないので、映像の平均輝度の違い等によるものではなく、視覚信号の瞳孔括約筋への伝達を促進する脳幹活動変化が、不自然な視差や輝度の変化により誘発されたと考えられる。

4-2. 循環器

ρ_{\max} は映像 D の視聴後に有意に増加した。映像 D では次々と恐竜が現れ、何匹かに襲われるので回避行動が起き、圧反射の寄与が増加したと考えられる。

4-3. 各パラメータの関連

映像 D と R 視聴後の縮瞳率変化が自覚症状と有意な相関を示した。瞳孔対光反射・圧反射と自覚症状との関係は映像ごとに異なり、異なる要因が映像提示による生体影響に寄与したことが示された。多数の被験者を用いた研究を待たなければならないが、生体影響評価には、注意深く選定した複数のパラメータが必要であることが示された。

5. 結論

瞳孔／循環パラメータと自覚症状は映像提示により変化したが、提示映像によって、その影響は異なった。これらの指標は映像視聴時の健康安全を守るため以外にも、パニック障害患者などの治療、リハビリテーションへの応用などにあたって、提示する映像の適用を選び、副作用を避けるために利用できる。本論文が示したパラメータにより、客観的な影響評価を行い、また映像酔いを避けるツール開発が可能となる。解くべき課題も多いが、本論文は視聴覚刺激による生体影響を評価、好ましくない影響を除去するための基礎データを蓄積する努力の一環をなす。

(論文審査の要旨)

近年、映像利用の高度化とともに映像酔い防止が求められている。心理評価のみでなく客観的評価を求めるため、本論文では、立体映像視聴による生体影響を瞳孔変化・血圧反射の両面から評価した。方法として、3種類の立体映像を80インチスクリーンに投影し、7名の健常被験者に提示した。さらに、瞳孔対光反射を測定し、縮瞳率などを求めた。また、心電図と血圧を連続測定し、血圧反射の変化を心拍数と血圧の相互相関係数の最大値($\rho \max$)により評価した。体調に関する心理アンケートも行った。その結果、縮瞳率は映像視聴後、映像により異なる変化を示した。瞳孔径や映像の明るさ等の解析から、この縮瞳率の変化は映像の物理的性質による差ではなく、映像内容が情動等の変化を起こし、その結果、脳幹活動変化が瞳孔調節系を変化させたと考えられた。 $\rho \max$ は恐竜のCG映像の視聴後に有意に増加し、回避行動、情動等により圧反射の寄与が変化したと考えられた。映像とジェットコースターのオンボード映像視聴後の縮瞳率変化は自覚症状と有意に相関した。瞳孔対光反射・圧反射と自覚症状との関係は映像の性質により異なり、生体影響分析に活用できることが示された。

本論文はこれまで心理評価のみであった映像評価に客観評価を導入した点に新規性があり、その点で、博士論文としての価値を認めた。