

バーチャルリアリティ (VR) 映像の視聴によるストレス緩和効果

—VR 散歩の有用性—

松本 和也 (山口県立大学 看護栄養学部, y45km046@mail.st.yamaguchi-pu.ac.jp)

河内 茉帆 (山口県立大学 看護栄養学部, y45mk016@mail.st.yamaguchi-pu.ac.jp)

森繁 優衣 (山口県立大学 看護栄養学部, y45ym046@mail.st.yamaguchi-pu.ac.jp)

品川 葵 (山口県立大学 看護栄養学部, y46as016@mail.st.yamaguchi-pu.ac.jp)

沼田 美里 (山口県立大学 看護栄養学部, y46mn034@mail.st.yamaguchi-pu.ac.jp)

杉原 迅紀 (山口県立大学 看護栄養学部, y44ts019@mail.st.yamaguchi-pu.ac.jp)

吉村 耕一 (山口県立大学 看護栄養学部, kyoshimura@n.ypu.jp)

Effects of virtual reality videos on relieving mental stress

Kazuya Matsumoto (Faculty of Nursing and Nutrition, Yamaguchi Prefectural University, Japan)

Maho Kawachi (Faculty of Nursing and Nutrition, Yamaguchi Prefectural University, Japan)

Yui Morishige (Faculty of Nursing and Nutrition, Yamaguchi Prefectural University, Japan)

Aoi Shinagawa (Faculty of Nursing and Nutrition, Yamaguchi Prefectural University, Japan)

Misato Numata (Faculty of Nursing and Nutrition, Yamaguchi Prefectural University, Japan)

Toshiki Sugihara (Faculty of Nursing and Nutrition, Yamaguchi Prefectural University, Japan)

Koichi Yoshimura (Faculty of Nursing and Nutrition, Yamaguchi Prefectural University, Japan)

要約

本研究では、バーチャルリアリティ (VR) 映像を用いて、周りに人が居る状況や屋外を散歩する状況を擬似的に体験することにより、ストレス緩和や気分状態改善が得られるか否かについて実験的に検証した。具体的には、被験者に暗算計算作業によるストレス負荷を課した後で、VR映像の視聴による介入を行い、緊張やリラクスの評価のための脳波測定と質問紙による気分状態評価を行った。その結果、周りに人が居る状況と独りの状況の比較実験では、VR視聴の介入中に脳波の緊張値の低下がみられた。気分状態評価による気分障害の程度には差を認めなかった。屋外の散歩と室内の比較実験では、VRによる散歩映像の介入終了後に、脳波の緊張値の低下とリラクソ値の増加が認められた。また、室内のVRでみられた気分障害が散歩のVRではみられなかった。これらの結果から、VR映像の視聴 (例えば、VR散歩) は、入院患者や自宅療養者の手軽なストレス緩和法として期待できる。

キーワード

バーチャルリアリティ, ストレス, 患者, 脳波, 気分状態

1. はじめに

バーチャルリアリティ (VR) 機器が急速に普及しつつあり、最近ではスマートフォンを利用して様々な状況の仮想現実を手軽に疑似体験できるようになった (岩田, 2018; 菅野, 2019)。また、患者は病気や障害に伴う様々なストレスに曝されており、病室に独りで閉じこもっている入院患者の場合には、その精神的ストレスがさらに増強しやすく、抑うつや不安等の気分障害に陥りやすい (林, 2011)。さらに、ストレスや気分障害は、患者の quality of life (QOL) や生命予後の悪化に繋がる危険性もある (Ang, 2005)。そのため、病室で独りぼっちの状況よりも、VR機器を用いて周囲に人々が居る状況や屋外に出て散歩している状況を擬似的にでも体験することが、患者のストレスや気分障害に対する必要かつ有効な方策に違いないと着想した。

本研究の目的は、スマートフォンを用いたVR映像の視聴が手軽なストレス対処法になり得るかを実験的に解明することである。そのために、周りに人が居る状況と独りの状況を比較する実験 (実験Ⅰ) と、屋外を散歩している状況と室内で静止している状況を比較する実験 (実験Ⅱ) をそれぞれ実施し

た。

2. 方法

2.1 実験Ⅰの実験手順

健常な女子学生11人 (21～22歳) を対象とした。まず5分間の安静後に、脳波測定用電極を頭部に装着してもらい、脳波の測定を開始した。実験前の脳波を記録後に、唾液アミラーゼ活性を測定し、さらにPOMS2質問紙を用いて気分状態評価を行った。次にクレペリン検査紙を用いた10分間の暗算計算を精神的ストレスとして課した。暗算計算終了後に、脳波を記録し、唾液アミラーゼ活性とPOMS2を測定した。その後、次の3種類の異なるVR映像 (VR独り、VR静か、VR賑やか) を10分間被験者に視聴してもらった (図1)。視聴開始直後と5分後の介入中に脳波を記録し、介入終了後にも再び脳波を記録し、唾液アミラーゼ活性とPOMS2を測定した。

被験者には順不同に3種類全ての介入実験に参加してもらった。本研究は山口県立大学生命倫理委員会の承認の下に実施された (承認番号30-40号)。

2.2 実験Ⅱの実験手順

健常な男女の学生7人 (21～22歳) を対象とした。5分間の安静後に、脳波測定用電極を頭部に装着してもらい、脳波の

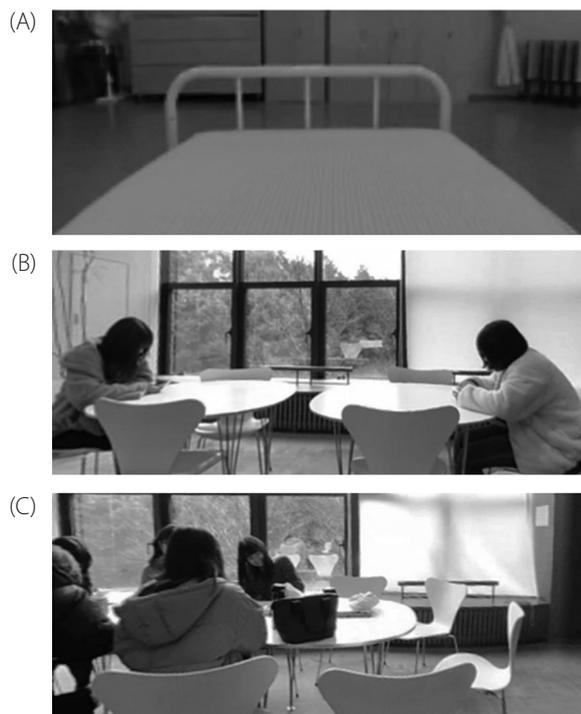


図1：実験ⅠのVR映像の一場面

注：(A) VR 独り：被験者が独りで病室に臥床している場面で、ほとんど音の聞こえない殺風景な映像、(B) VR 静か：5～10人程度の人が同じ空間に静かに座っている場面で、ほとんど音の聞こえない映像、(C) VR 賑やか：5～10人程度の人が同じ空間で楽しく談笑やゲーム等をしている場面で、話す声や物音が賑やかに聞こえる映像。

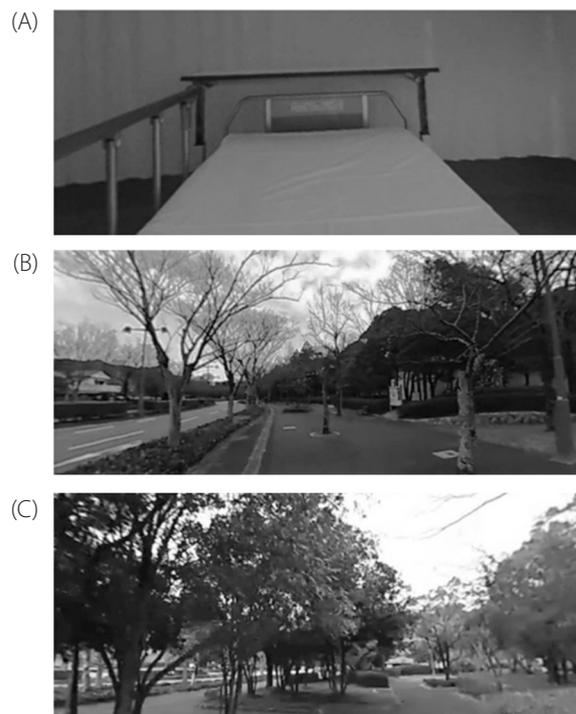


図2：実験ⅡのVR映像の一場面

注：(A) VR 室内：病室で臥床している場面で、特徴の無い殺風景な室内の映像、(B, C) VR 散歩：屋外の公園等を散歩している場面で、周囲の人が歩く音、こどもたちが遊ぶ声、風の音等が聞こえる、木立や草花などの植物、空等が見える映像。VR 無し (VR 機器を体験せず、安静にしてもらうのみ) を対照実験とした。

測定を開始した。実験前の脳波を記録後に、唾液アミラーゼ活性を測定し、さらにPOMS質問紙を用いて気分状態評価を行った。次にクレペリン検査紙を用いた15分間の暗算計算を精神的ストレスとして課した。暗算計算終了後に、脳波を記録し、唾液アミラーゼ活性とPOMSを測定した。その後、次の3種類の異なる介入処置 (VR無し、VR室内、VR散歩) を15分間被験者に課した (図2)。介入終了後に再び脳波を記録し、唾液アミラーゼ活性とPOMSを測定した。

被験者には順不同に3種類全ての介入実験に参加してもらった。本研究は山口県立大学生命倫理委員会の承認の下に実施された (承認番号29-49号)。

2.3 VR映像の作成と視聴

VR映像は、専用カメラ (RICOH社THEAV) を用いて独自に作成した。VR映像の体験には、VRビューワー (ELECOM社VRグラス) と iPod touch (Apple社) を使用した。

2.4 暗算による精神的ストレス負荷

日本・精神技術研究所 (日精研) 製の内田クレペリン検査紙を用いて、暗算による精神的ストレス負荷を実施した (磯本他, 2014; 中川他, 2015)。より具体的には、被験者は一桁の足し算を10分間または15分間連続して行った。

2.5 脳波測定

脳波測定には、簡易型脳波測定器ブレインプロライト及び

開眼測定可能な電極センサープロ (フューテック社) を用いた (進他, 2017)。測定した脳波は、専用ソフトパルラックスライト (フューテック社) を用いて解析した。より具体的には、周波数の異なる5つの脳波 (θ 波：中心周波数5 Hz、 $\alpha 1$ 波：7.5 Hz、 $\alpha 2$ 波：10 Hz、 $\alpha 3$ 波：12.5 Hz、 β 波：22 Hz) の大きさ (電圧) を経時的に測定し、さらに緊張値、リラックス値、集中値、眠気値を次のように算出した。緊張値 (点) = β 波の優勢率 (%)。リラックス値 (点) = $\{\alpha 1$ 波の優勢率 (%) + θ 波の優勢率 (%) $\} \div 2$ 。集中値 (点) = $\alpha 2$ 波の優勢率 (%) + $\{\alpha 3$ 波の優勢率 (%) $\} \div 2$ 。眠気値 (点) = θ 波の優勢率 (%)。なお、他の脳波より大きい優勢脳波が一定時間内に占める比率を優勢率 (%) とした (西村他, 2018)。

2.6 唾液アミラーゼ活性の測定

被験者の唾液アミラーゼ活性の測定には、ニプロ株式会社製の唾液アミラーゼモニター (形式CM-2.1) ならびに専用チップ (商品コード：59-010) を使用した (堀田他, 2011; 大林他, 2017)。

2.7 気分状態の評価

気分状態の評価には、横山らによって訳・構成された質問紙である日本語版POMS短縮版または日本語版POMS2短縮版 (金子書房) を使用した (横山, 1990; 高路他, 2015)。これらは気分評価のためのアンケート調査であり、点数が高いほどその気分が高い状態を示す。POMSでは6つの因子 (緊

張・不安、抑うつ・落込、怒り・敵意、活気、疲労、混乱)、POMS2ではさらに友好の因子が追加され、各因子は5項目の質問で構成されている。回答は5肢択一方式(0=全くなかった、1=少しあった、2=まあまああった、3=かなりあった、4=非常に多かった)であり、因子ごとに合計点数を算出し、各因子の気分状態の指標として用いた。活気以外のPOMSの5因子の合計から活気を引いたものを総合気分障害指標(Total Mood Disturbance, TMD)とした。

2.8 統計処理

測定値はすべて、平均値±標準偏差で示した。統計解析には、解析ソフトウェア Graphpad Prism Version5.0 (Graphpad Software Inc.製)を使用した。3種類の実験間の有意差検定については、等分散で正規分布の時にはRepeated Measures ANOVAの後に多重比較検定としてTukey法を用い、それ以外ではFriedman検定の後に多重比較検定としてDunn法を用いた。有意水準は5%とした。

3. 結果

3.1 実験ⅠのVR映像が脳波に及ぼす影響

5つの脳波の大きさや脳波の優劣率から算出した緊張値、リラックス値、集中値、眠気値を、VR独り、VR静かとVR賑やかな3種類の実験間で比較した。実験前の安静時(ストレス前)と暗算計算によるストレス負荷後(ストレス後)においては、緊張値、リラックス値、集中値、眠気値について、いずれも3つの実験間に差はなかった(図3)。

介入開始5分後の介入中において、緊張値(点)はVR独り36.8±29.0、VR静か30.1±18.6、VR賑やか50.3±18.9であり、3つの実験とも介入前に比べてVR映像の視聴開始後に緊張値が低下する傾向がみられた。特にVR静かは、VR賑やかと比較して有意に低値であった($p < 0.05$) (図3A)。リラックス値(点)はVR独り16.7±23.7、VR静か15.1±21.6、VR賑やか9.6±16.1であり、VR独りと比較してVR賑やかさが低い傾向があった($p < 0.1$) (図3B)。集中値(点)は、VR独り22.2±14.3、VR静か31.0±19.6、VR賑やか18.8±10.6であり、VR静かと比較してVR賑やかさが低い傾向があった($p < 0.1$) (図3C)。眠気値については、介入中の3つの実験間に差は認められなかった。

介入終了後においては、緊張値、リラックス値、集中値、眠気値について3つの実験間に差は認められなかった(図3)。

3.2 実験ⅠのVR映像が唾液アミラーゼ活性に及ぼす影響

ストレスの指標である唾液アミラーゼ活性(kU/l)をVR独り、VR静かとVR賑やかな3種類の実験間で比較した。安静時とストレス負荷後において、3つの実験間に唾液アミラーゼ活性の差は無かった。介入後においても、VR独り35.5±38.5、VR静か59.3±41.2、VR賑やか52.3±41.6であり、3つの実験間に差は認められなかった。

3.3 実験ⅠのVR映像がPOMS因子に及ぼす影響

POMS2の7つの因子(緊張・不安、抑うつ・落込、怒り・敵意、活気、疲労、混乱、友好)と総合気分障害指標(TMD)をVR独り、VR静か、VR賑やかな3種類の実験間で比較した。安静時とス

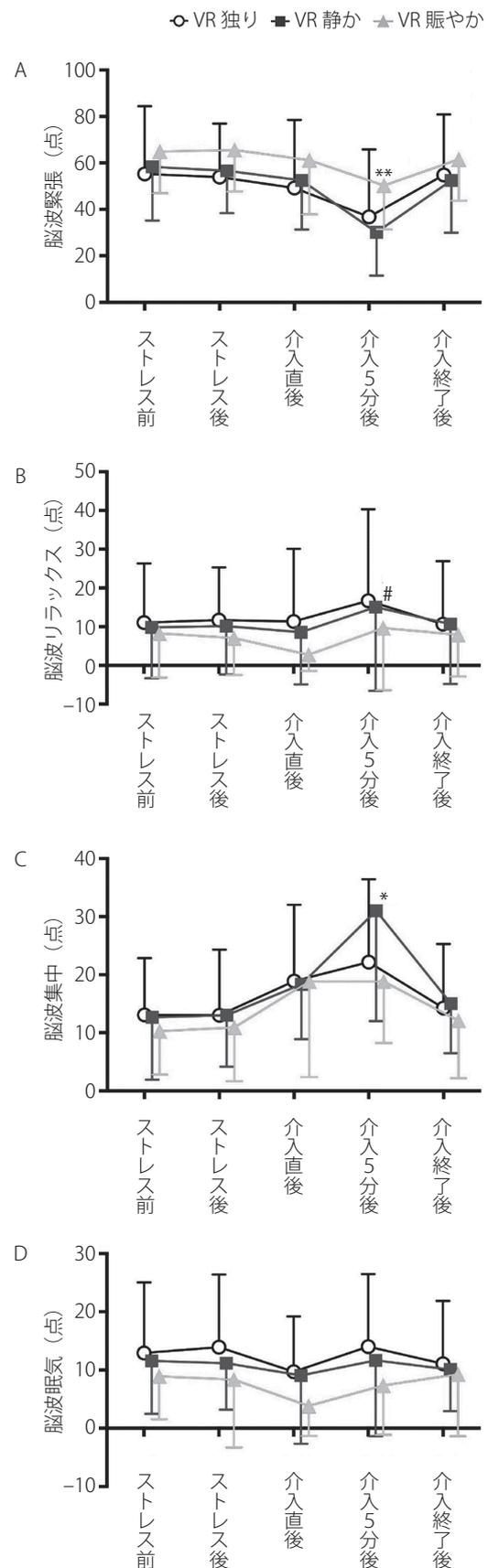


図3：実験ⅠのVR映像が脳波に及ぼす影響

注：(A)緊張値、(B)リラックス値、(C)集中値、(D)眠気値の推移を示す。** $p < 0.05$, VR静か vs VR賑やか、* $p < 0.1$, VR静か vs VR賑やか、# $p < 0.1$, VR独り vs VR賑やか。

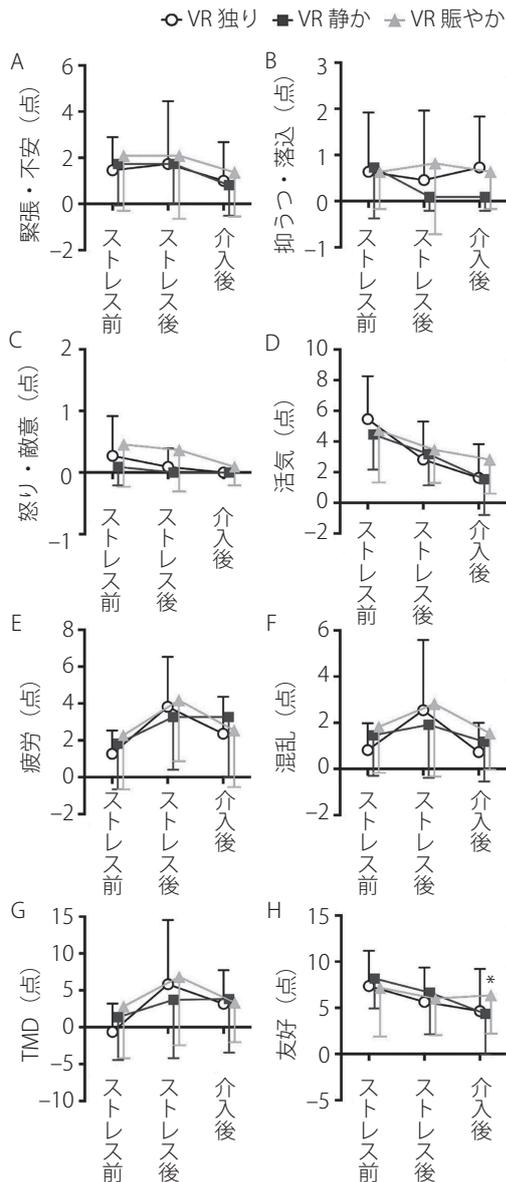


図4：実験ⅠのVR映像がPOMSに及ぼす影響

注：(A)緊張・不安、(B)抑うつ・落込、(C)怒り・敵意、(D)活気、(E)疲労、(F)混乱、(G)総合気分障害指標TMD、(H)友好の推移を示す。
* $p < 0.1$, VR静か vs VR賑やか。

トレス負荷後においては、7つの因子とTMDの全てについて、3つの実験間に差はなかった(図4)。

友好(点)は、介入後においてVR独り 4.6 ± 4.6 、VR静か 4.4 ± 4.4 、VR賑やか 6.4 ± 4.2 であり、VR静かと比較してVR賑やかが高い傾向があった($p < 0.1$) (図4H)。介入後のTMD(点)は、VR独り 3.2 ± 4.6 、VR静か 3.8 ± 7.3 、VR賑やか 3.4 ± 5.4 であり、3つの実験間に差は認められなかった(図4G)。また、その他の因子についても、介入後に3つの実験間に差は認められなかった(図4)。

3.4 実験ⅡのVR映像が脳波に及ぼす影響

緊張値、リラックス値、集中値、眠気値を、VR無し、VR室内とVR散歩の3種類の実験間で比較した。実験前の安静時(ストレス前)と暗算計算によるストレス負荷後(ストレス後)

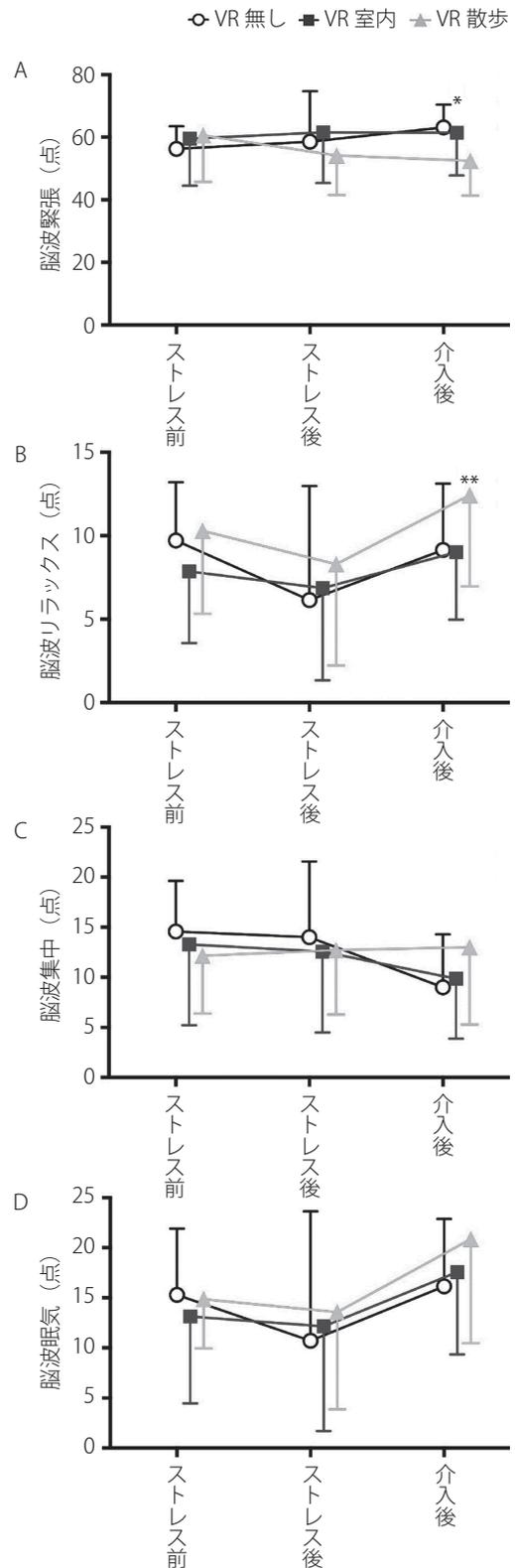


図5：実験ⅡのVR映像が脳波に及ぼす影響

注：(A)緊張値、(B)リラックス値、(C)集中値、(D)眠気値の推移を示す。
** $p < 0.05$, VR無し vs VR散歩、* $p < 0.1$, VR無し vs VR散歩。

においては、緊張値、リラックス値、集中値、眠気値について、いずれも3つの実験間に差はなかった(図5)。

介入終了後(介入後)において、緊張値(点)はVR無し63.1±7.3、VR室内61.4±13.6、VR散歩52.4±11.2であり、VR無しと比較してVR散歩が低い傾向があった($p < 0.1$) (図5A)。リラックス値(点)はVR無し9.1±4.0、VR室内9.0±4.0、VR散歩12.4±5.5であり、VR無しと比較してVR散歩が有意に高値であった($p < 0.05$) (図5B)。集中値と眠気値については、3つの実験間に差は認められなかった(図5)。

3.5 実験IIのVR映像が唾液アミラーゼ活性に及ぼす影響

ストレスの指標である唾液アミラーゼ活性(kU/l)をVR無し、VR室内とVR散歩の3種類の実験間で比較した。安静時とストレス負荷後において、3つの実験間に唾液アミラーゼ活性の差は無かった。介入後においても、VR無し21.4±9.2、VR室内28.3±21.8、VR散歩22.7±14.9であり、3つの実験間に差は認められなかった。

3.6 実験IIのVR映像がPOMS因子に及ぼす影響

POMSの6つの因子と総合気分障害指標(TMD)をVR無し、VR室内とVR散歩の3種類の実験間で比較した。安静時とストレス負荷後においては、6つの因子とTMDの全てについて、3つの実験間に差はなかった(図6)。

活気(点)は、介入後においてVR無し3.0±3.5、VR室内1.4±2.7、VR散歩2.1±3.2であり、VR無しとVR散歩に差は認められなかったが、VR無しと比較してVR室内が有意に低値であった($p < 0.05$) (図6D)。TMD(点)は、VR無し5.7±7.2、VR室内12.3±8.1、VR散歩7.4±8.3であり、VR無しとVR散歩に差は認められなかったが、VR無しと比較してVR室内が有意に高値であった($p < 0.05$) (図6G)。また、その他の因子については、介入後に3つの実験間に差は認められなかった(図6)。

4. 考察

超高齢化社会に伴って病棟入院や在宅の寝たきり患者は増加しており、さらに病状によって外出が制限され不自由を感じている患者や療養者は少なくない。このように、身動きが制限された状態で独りで閉ざされた空間におかれると、病状によるストレスの上に精神的ストレスが加わって、さらなる病状の悪化やQOLの低下に繋がる(萩原, 2000; 吉田, 2007)。このような場合に、VR視聴によって手軽にストレス軽減ができれば有意義に違いない。VR機器の普及に伴い、VRをストレス緩和に利用しようとすることは誰しも考え得ることで、実際VRをストレス緩和やリラクゼーションに応用しようとする試みが報告されている(木村, 1996; 青山, 2005)。しかし意外なことであるが、その効果のエビデンスを明らかにした研究報告は、これまであまり知られていなかった。そこで本研究では、VR映像の視聴によるストレス緩和と気分障害改善の効果を実験的に明らかにすることを目的とした。なお、検証に用いるVR映像として多種多様な状況の映像が考えられるが、本研究では、独りで居る状況と閉ざされた空間に居る状況という寝たきり患者が余儀なくされる2つの状況に

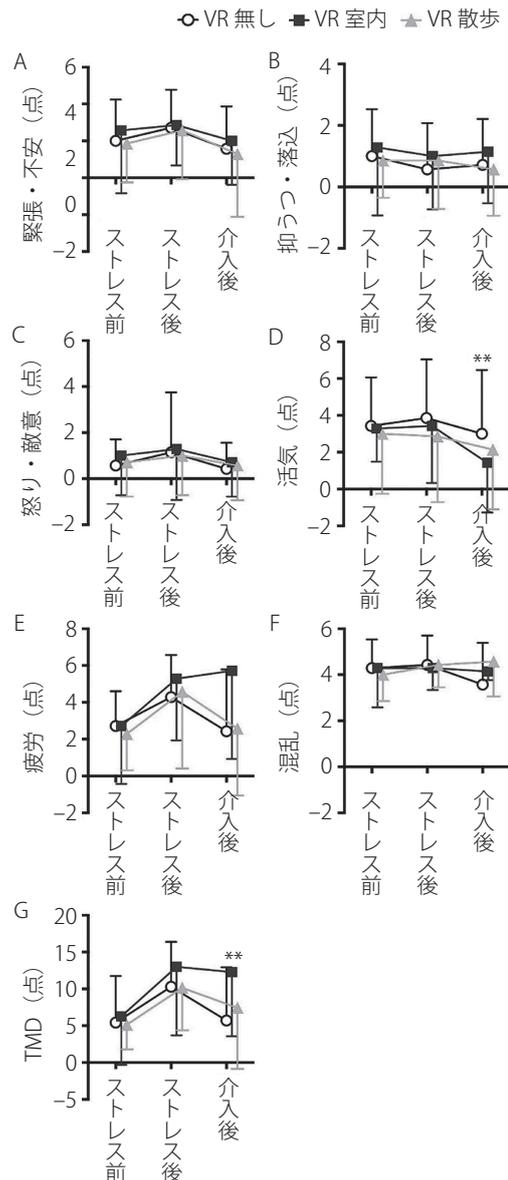


図6：実験IIのVR映像がPOMSに及ぼす影響

注：(A)緊張・不安、(B)抑うつ・落込、(C)怒り・敵意、(D)活気、(E)疲労、(F)混乱、(G)総合気分障害指標TMDの推移を示す。** $p < 0.05$, VR無し vs VR室内。

特に着目して、実験Iと実験IIを行った。

実験Iに関連して、「他の人と共にいたい」と思う願望は人間にとって最も高い基本的な欲求のひとつであり、友人や仲間集団の中に位置づくときが心理的に安定すると、狩野は指摘している(狩野, 1985)。また、個室の患者が孤独感を感じることに對する看護ケアの必要性を指摘した報告もある(牧野, 2007)。これらを踏まえ、独りぼっちよりも周囲に人々が居る状況の方がストレス緩和に繋がると想定し、実験Iを実施した。その結果、VR静かの視聴は、脳波の緊張値を低下し、さらに集中値を増加した。すなわち、周囲に人が居て、静かにしている状況が、安心な精神状態につながることを示された。

実験IIに関連して、入院患者に対する実際の散歩の有用性が既に報告されていた。例えば、以前から認知症患者のケア

の一つの方法として散歩が用いられている(加藤, 2000)。閉鎖病棟の患者の散歩が、疲労感を含む気分障害を改善し、さらに睡眠の改善に繋がったとの報告もある(中里, 2012)。また、認知症の入院患者を対象として屋内散歩と屋外散歩の自律神経への影響を比較検討した研究から、屋外散歩が副交感神経系を亢進し、交感神経系を抑制することも報告されている(江口, 2016)。実際の散歩の有用性に関するこれらの知見を踏まえ、VRによる屋外散歩の疑似体験でもストレス緩和効果が得られることを実証するために、実験IIを実施した。その結果、VR散歩は、その介入の終了後において、緊張値を低下し、リラックス値を顕著に増加させた。また、VR室内はVR無しに比べて活気の低下を含む気分障害をもたらす結果となったが、これについては、VR機器の装着による不快感あるいはVR画像の違和感による可能性がある。実際、VR映像の視聴が眼精疲労やストレスを引き起こす場合もあることが、先行研究において報告されている(三柳, 2010)。一方、VR散歩ではVR室内のような活気の低下や気分障害は見られなかった。このことから、機器装着の不快感や画像の違和感等の負の影響を差し引いても余りある有益な正の効果が、VR散歩で実証できたと考えられる。なお、今回自作したVR散歩映像は、木立や草花等の緑の植物、青い空と白い雲、見慣れた土地等の映像と共に、他の人が歩く音、子どもたちが遊ぶ声、車や風等の音声が含まれる内容であった。限られた空間では感じることでできない自然や風景を視覚と聴覚で認知したことが、ストレス緩和や気分状態改善に繋がった可能性が考えられる。

本研究の2つの実験から、VR映像の視聴によって身体的並びに心理的にストレス緩和効果が得られることが実証された。ただし、限られた条件下での実験的検証であるため、広く一般的に活用するためには、考慮すべき課題がいくつか考えられる。まず、今回の実験における脳波の測定値並びに気分評価値のばらつき(標準偏差)の幅は、ストレス負荷や介入後にこれらの平均値が変動する幅に比べて大きかった。すなわち、VR映像の心身への影響については、個人差が大きいことが示唆される。したがって、実際に活用する際に、特定のVR映像を共通で使用するよりも、個々の性格や好み、あるいはおかれた状況によって個別にVR映像を選択して使用の方が望ましいはずである。次に、今回の対象者の大部分が若年女性であった。VRの心理的影響には性差があり、男性の方が女性よりも影響を受けやすいことが既に報告されていることから(Lakshmi, 2018)、本研究で見られた効果が女性だけでなく、男性でも得られる可能性は高い。一方、寝たきり患者の大半を占めるのは高齢者である。高齢者のリハビリテーションのためにVRの応用が進められていることから(辻下, 2017)、高齢者に対してVRを活用することは現実的と考えられるが、若年者と同等の有効性があるかどうかについて現時点で言及することは難しい。

VR技術の発達と普及によって、VRは医療の領域、特に患者の治療やリハビリテーションにも用いられはじめている(大須賀, 2003; 矢野, 2008; 辻下, 2017)。最近では、VR機器を用いた運動療法によって、透析患者の体力や疲労感を改善したという報告や、脳卒中患者の日常生活活動を改善した

という報告があり(Cho, 2014; Kim, 2018)、領域によってはその有用性が着実に実証されつつある。一方、本研究は、閉ざされた空間に独りで居る患者や療養者の精神的ストレス緩和を目的としているため、今後実用化を進めて普及していくためには、簡便かつ安価にVRを利用できることが不可欠であるが、幸いこの点はほぼ達成されつつある。具体的には、手持ちのスマートフォンに安価に入手可能なVRビューワーを組み合わせることで、本実験でも利用したように十分実用的なVR視聴機器となりえる。視聴用のVR映像は、様々なものがインターネット上から配信されていて、誰でも簡単に利用可能な状況である。さらに、もし近隣の風景や親しい人々等の映像を望まれば、今回実験用として自作したようにVR専用カメラで簡単に撮影することもできる。

5. まとめ

本研究において、VR映像(例えば、VR散歩)が精神的ストレス負荷後の緊張を緩和してリラックスを促し、さらに気分障害を改善する効果を示すことが実証された。今後、独り閉ざされた空間で身動きが制限されている入院患者や自宅療養者が、スマートフォンを用いてお気に入りのVR映像を視聴することにより、手軽にストレスを緩和できるようになり、多くの人の心身の健康保持やQOL向上に繋がっていくことを期待したい。

なお、開示すべき利益相反はない。松本、河内、森繁は実験IIを担当し、品川、沼田、杉原は実験Iを担当し、この6名はいずれも本研究に同等に貢献した。

引用文献

- Ang, D. C., Choi, H., Kroenke, K., and Wolfe, F. (2005). Comorbid depression is an independent risk factor for mortality in patients with rheumatoid arthritis. *Journal of Rheumatology*, Vol. 32, No. 6, 1013-1019.
- 青山泰史・井上裕美子・橋本 涉・大須賀美恵子 (2018). 呼吸を介した癒しシステム "The Mind Wave" の開発と評価. *バイオフィードバック研究*, Vol. 31, 27-34.
- Cho, H. and Sohng, K. Y. (2014). The effect of a virtual reality exercise program on physical fitness, body composition, and fatigue in hemodialysis patients. *Journal of Physical Therapy Science*, Vol. 26, 1661-1665.
- 江口喜久雄・小浦誠吾・小川敬之・江口奈央 (2016). 中等度のアルツハイマー型認知症患者に対するアクティビティとしての屋外・屋内散歩が自律神経系に与える影響. *日本認知症ケア学会誌*, Vol. 15, No. 2, 448-456.
- 萩原正子・上野栄一 (2000). 個室・カーテン隔離を強いられた患者のストレス要因と対処行動との関係. *日本看護研究学会雑誌*, Vol. 23, No. 3, 185.
- 林 陽子・森本美智子・神原千比呂・中村珠恵・谷村千華 (2011). 入院患者における自覚症状ならびにストレス認知と心理的状态の関係. *日本看護研究学会雑誌*, Vol. 34, No. 2, 49-56.
- 堀田奈生・堀 愛美・吉村耕一 (2011). ローズマリーとペパーミントの一時的吸入がストレスと作業能率に及ぼす影響. *Aroma research*, Vol. 12, No. 3, 268-273.

- 磯本知江・黒木由布子・小林愛史・藤村美希・松岡晶子・島田和子・吉村耕一 (2014). 糖や甘味が精神的ストレス応答に及ぼす影響. 砂糖類・でん粉情報, Vol. 21, 35-40.
- 岩田洋夫 (2018). バーチャルリアリティと Society5.0. 横幹, Vol. 12, No. 2, 108-112.
- 狩野素朗 (1985). 個と集団の社会心理学. ナカニシヤ出版.
- 加藤篤 (2000). 「痴呆の生活支援」アクティビティの実際 散歩. 作業療法ジャーナル, Vol. 34, No. 5, 478-479.
- Kim, J. H. (2018). Effects of a virtual reality video game exercise program on upper extremity function and daily living activities in stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, Vol. 30, 1408-1411.
- 木村真弘・大須賀美恵子・岡村 仁・小山博史 (1996). バーチャルリアリティのストレス緩和応用に向けた基礎的検討. テレビジョン学会技術報告, Vol. 20, No. 31, 89-96.
- 高路奈保・中野友佳理・満居愛実・上利尚子・有安絵理名・吉村耕一 (2015). 情動性の涙のストレス緩和作用に関する研究. ストレス科学研究, Vol. 30, 138-144.
- Lakshmi, S. and Cho, Y. (2014). Gender differences in the evaluation of spatial formation elements in virtual space. 日本デザイン学会第 65 回春季研究発表大会概要集, 368-369.
- 牧野美也子・田中千夏・松田美里・鷺見尚己・松下通明 (2007). 個室入室患者の孤独感とその関連要因の検討. 看護総合科学研究会誌, Vol. 10, No. 1, 15-29.
- 三柳徹・向井信彦・小杉信 (2010). 景観ウォークスルー型VRにおける立体視の生体に与える影響に関する一考察. 映像情報メディア学会技術報告, Vol. 34, No. 15, 21-24.
- 中川静流・岩松由里子・高下絵里歌・谷早苗・吉村耕一 (2017). 「胸キュン」によるストレス後気分障害の改善. 保健の科学, Vol. 59, No. 3, 209-214.
- 中里誠・佐々木謙一・山澤摩弓・篠輝美子 (2012). 総合病院精神科閉鎖病棟における院内散歩がもたらす効果 5 ヶ月間実施前後のPOMSとOSAの変化から. 日本精神科看護学術集会誌, Vol. 55, No. 2, 122-126.
- 西村葉子・細田捺美・吉村耕一 (2018). 看護師の声・話し方が患者の心とからだに及ぼす影響. 看護技術, Vol. 64, No. 3, 276-280.
- 大林由佳・平元美和・山下祥子・吉村耕一 (2012). 唾液アミラーゼによるストレス後の気分変動の予測. ストレス科学研究, Vol. 27, 49-54.
- 大須賀美恵子 (2003). 高齢者の心身活性化をめざしたVR. 日本バーチャルリアリティ学会誌, Vol. 8, No. 2, 81-86.
- 進夏未・當山美唯・東美空・田中和子・吉村耕一 (2017). ルーティン動作が非アスリートの集中力と作業精度に及ぼす効果. 科学・技術研究, Vol. 6, No. 1, 85-88.
- 菅野正嗣 (2019). バーチャルリアリティ (VR) のリハビリテーションへの応用. 大阪作業療法ジャーナル, Vol. 33, No. 1, 17-21.
- 辻下守弘 (2017). バーチャルリアリティ (VR) 技術を用いた高齢者のリハビリテーションに関する文献的研究. 奈良学園大学紀要, Vol. 7, 75-81.
- 矢野博明 (2008). バーチャルリアリティと歩行のリハビリテーション. 理学療法学, Vol. 35, No. 4, 125-129.
- 吉田美由紀・根本梨加・宮本三千代・須賀良子 (2007). 床上安静を強いられた患者に影響を及ぼすストレス要因—看護者との認識の相違—. 日本農村医学会学術総会抄録集, Vol. 56, 188-188.

(受稿：2019年11月29日 受理：2019年12月23日)