

論文審査の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（保健学）	氏名	吉村 学
学位授与の条件	学位規則第4条第①・2項該当		
論文題目			
Virtual reality-based action observation facilitates the acquisition of body-powered prosthetic control skills （バーチャルリアリティを用いた運動観察は能動義手操作技術の獲得を促進する）			
論文審査担当者			
主査	教授	浦川 将	印
審査委員	教授	弓削 類	
審査委員	教授	宮口 英樹	
〔論文審査の結果の要旨〕			
<p>能動義手操作は，義手操作を反復することで操作技術の獲得を図るのが一般的である。このため，入院期間の長期化や入院費用の増大など，義手使用者の身体的，精神的負担が大きいことが問題となっている。よって，短期間で効率的な新たな義手操作訓練の開発が必要である。義手操作技術を獲得することに関する研究では，反復練習に間接練習を加えることで，獲得が促進されるとの報告がある。また，間接練習の一つである運動観察は，他者の運動を観察しながら心的に運動をイメージする手法であり，実際の運動時と同等な脳活動が得られると報告されている。つまり，義手操作熟練者の円滑な操作場面の運動観察を行うことにより，義手操作技術の獲得が促進されることが予測される。また，仮想空間の錯覚による効果があるとされる，Virtual reality (VR) を運動観察に用いることで，介入の効果をより高められる可能性がある。本研究の目的は，VR による運動観察が能動義手操作の獲得に与える影響を明らかにすることである。</p> <p>対象は，健常成人 40 名（平均年齢 26.3±5.3 歳，男性 20 名，女性 20 名）である。課題は，非利き手での模擬能動義手操作とし，対象を 8 名ずつ，動画の観察方法と観察視点の異なる 5 条件に分類した。5 条件は，①自分が義手操作を行っている視点（1 人称視点）での三次元動画を観察する群（VR1），②義手操作時の肩甲骨から前腕部の動きを捉えやすい視点（3 人称視点）での三次元動画の観察を行う群（VR3），③1 人称視点での二次元動画を観察する群（Tablet1），④3 人称視点の二次元動画を観察する群（Tablet3），⑤運動観察を行わず評価のみ行う群（Control）とした。VR は，Mirage Solo with Daydream (Lenovo 社製) の三次元カメラとヘッドマウントディスプレイを使用し，Tablet 端末は，dtab d1-01H (Huawei 社製) を使用した。①～④の対象者は，義手操作熟練者が実施する片手操作課題のブロック課題と，両手操作課題の紐結び課題の動画を 2 回のセッションで各 10 分間ずつ観察した。観察時は，動画を見ながら運動イメージと運動模倣を行った。</p> <p>義手操作の評価は，ブロック課題と紐結び課題を用いて，介入前，1 回目介入後，2 回目介入後に実施した。また，動画観察時にどの程度イメージに没入できたかという没入感の評価を Visual analogue scale (VAS) を用いて評価した。</p> <p>統計解析は，ブロック課題と紐結び課題の変化率に対して，条件と時間を要因とする二</p>			

元配置分散分析を用い、事後検定は Holm 法による多重比較検定を用いた。また、没入感は一元配置分散分析を用い、没入感とブロック課題、紐結び課題の変化率の相関を Spearman の順位相関係数を用いた。有意水準は 5%未満とした。

ブロック課題では、すべての条件で時間経過とともに移動できたブロック数は増加し、時間に主効果を認めたが、条件間に主効果を認めなかった [F (4, 28)=0.424, p=.790]。紐結び課題では、すべての条件で時間経過とともに紐結びに要した時間は短縮し、時間と条件間に主効果 [F (4, 28)=3.792, p<.01] を認め、事後検定で VR1 (p<.05, d=3.09) と VR3 (p<.05, d=2.16) が Control と比較して有意に短縮した。没入感は、VR1 (p<.01, d=1.45) と VR3 (p<.01, d=1.18) が Tablet3 に比べて有意に高く、ブロック課題と没入感の間に相関は認めなかったが、紐結び課題と没入感の間に中等度の負の相関 (rs=-0.47, p<.01) を認めた。

本研究の結果、紐結び課題（両手操作課題）では、VR を用いた運動観察が義手操作獲得に効果的であることが示唆された。また、動画観察時の没入感は、VR 群が有意に高く、没入感が高い人ほど、義手操作技術が向上しやすいことが示唆された。

VR 環境でのタスクは、視覚、聴覚、前庭感覚、固有受容感覚情報の統合により運動技能学習を向上させることが報告されている。今回検証した VR を用いた運動観察は、没入感の高い三次元映像の視覚フィードバックが得られたこと、運動観察中の運動模倣により、映像と同期した前庭感覚や固有受容感覚情報が得られたこと、さらに VR の効果であるモチベーションや楽しみの向上が得られたことが予測され、VR 群における能動義手操作の学習が促進された可能性が示唆された。

本研究の臨床的な意義として、通常義手操作に VR を用いた運動観察を加えることで、生活場面で使用頻度の多い、義手の両手操作技術の獲得を促進する可能性があり、その結果、入院期間の短縮や義手の拒絶の減少、義手の使用頻度の増加が期待される。また、断端形成術直後や断端部の植皮術後など、義手使用前や義手使用が困難な時期に、VR による運動観察を行うことで、直接的な義手操作に代わって、義手操作の学習を促せる可能性が考えられる。

以上、本論文は、VR による運動観察が能動義手操作の獲得に与える影響を明らかにしたものであり、能動義手を使用する上肢切断者に対するリハビリテーションに有益な示唆を与え、保健学の発展に資するところが大きい。

よって審査委員会委員全員は、本論文が著者に博士（保健学）の学位を授与するに十分な価値あるものと認めた。