

論文内容要旨

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)

Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation,
17:113, 2020.

主指導教員：砂川 融 教授

(医系科学研究科 上肢機能解析制御科学)

副指導教員：桐本 光 教授

(医系科学研究科 感覚運動神経科学)

副指導教員：高橋 真 教授

(医系科学研究科 生体運動・動作解析学)

吉村 学

(医歯薬保健学研究科 保健学専攻)

【はじめに】

能動義手操作訓練は、義手操作を反復することにより操作技術の獲得を図るのが一般的である。しかし、訓練期間の長期化や義手使用者の身体的・精神的な負担が大きいことが問題となっている。そこで、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と考え、今回の研究を着想した。

義手操作の習得に関する研究において、反復練習に間接訓練を加えることで、操作技術の獲得を促進するとの報告がある。また、間接訓練の中でも、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、実際に運動する際と同等な神経活動が得られる。臨床研究においては、運動観察を行うことにより、脳卒中後の上肢機能やパーキンソン病患者の歩行能力等のパフォーマンスに向上を認めたとの報告がある。よって、義手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、さらに、仮想空間にいる錯覚やモチベーションを高め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効果を高められるのではないかと考えた。

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とし、検討を行った。

【対象と方法】

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）とした。本研究は倫理委員会の承認（承認番号：3497）を得て行い，対象者に十分な説明をし，同意を得た。

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 3D 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 3D 動画の観察を行う群（VR3），③1 人称視点での 2D 動画を観察する群（Tablet1），④3 人称視点の 2D 動画を観察する群（Tablet3），⑤評価のみの群（Control）とした。VR は Lenovo 社製の Mirage Solo with Daydream を使用した。

①～④の対象者は，義手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模倣を行った。

義手操作の評価は，ブロック課題と結び課題を用いて，介入前（Pre）・1 回目介入後（P1）・2 回目介入後（P2）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るかという没入感の評価を Visual analogue scale (VAS)を用いて評価した。

統計解析は，ブロック課題と結び課題の変化率に対して，条件と時間を要因とする二元配置分散分析を行い，事後検定は Holm 法による多重比較検定を行った。また，没入感は一元配置分散分析を行い，没入感とブロック課題・結び課題の変化率の相関を Spearman の順位相関係数を用いて解析を行った。有意水準は 5%未満とした。

【結果】

ブロック課題では、条件間で主効果を認めなかった ($F(4, 28)=0.424, p=.790$)。一方、紐結び課題では、条件間で有意な主効果 ($F(4, 28)=3.792, p<.01$) を認め、事後検定において、VR1 ($p<.05, d=3.09$) と VR3 ($p<.05, d=2.16$) が Control と比較して有意に大きかった。没入感は、VR1 ($p<.01, d=1.45$) と VR3 ($p<.01, d=1.18$) が Tablet3 に比べて有意に高かった。また、紐結び課題と没入感の間に有意な負の相関 ($r_s=-0.47, p<.01$) を認めた。

【考察】

本研究の結果、紐結び課題（両手操作課題）において、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、VR 動画観察時の没入感が高い人ほど、義手の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・固有受容覚・前庭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 3D 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、映像と同期した固有受容覚・前庭感覚情報が得られたこと。さらには、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と考える。

本研究で得られた知見は、VR を用いた運動観察が義手操作獲得を促進し、義手使用者が日常生活で必要とする、両手での義手操作技術の向上に役立つ可能性があることを示唆していた。