

VRによる運動負担の軽減効果について

大阪医療大学 理学療法学科 設立準備委員 加藤研太郎

(背景)

近年、VRに関する報告は様々ななされており、ストレスの軽減効果を主として多く報告されている。

(Virtual Reality : 以下 VR) によるクロスモーダル効果が得られることで、視覚と聴覚ないし触覚などが同時に入力され、干渉が生じることで感覚情報が変化することにある。スクワット動作における上昇感による運動の実行しやすさが得られた報告もあり、リハビリテーションに流用できる可能性は非常に高いツールである。リハビリテーション領域のVRの報告では、リハビリテーションの治療効果を高めたり、補完する内容のものが多く現状である。身体機能の改善や認知機能の改善における検証がなされている。

(臨床疑問・研究疑問)

運動は継続が前提である一方、強い疲労感(主観的負担感)は実施意欲や自己効力感を低下させ、継続を阻害し得る。注意資源には限界があるため、運動中に外的刺激へ注意を向けることで身体感覚(努力感・疲労等)への注意集中が相対的に低下し、負担感が軽減する可能性がある。本研究では自然映像・自然音を提示するVRにより注意を外的刺激へ誘導し、ウォールスクワット実施中の負担感および関連指標が変化するかを検証した。本研究では、自然映像・自然音を提示する仮想現実を用いて注意を外的刺激へ誘導し、ウォールスクワット実施中の負担感が軽減するかを検証する。具体的な研究疑問は以下の通りである。

(対象とする運動)

本研究では、等尺性下肢運動であるウォールスクワット(等尺性運動)を対象とした。先行研究に基づき参加者は壁に背部を接地した姿勢で膝屈曲90°のスクワット位を可能な限り持続して保持させた。ウォールスクワットは血圧低下など心血管系指標への有益な影響が複数報告されており、加えて特別な器具を要さず自宅でも単独で実施できる簡便性を有する。さらに、リハビリテーション領域においても下肢機能の改善等を目的として用いられることがあり、臨床的応用可能性が高い運動課題である。

(負担感の軽減方法)

注意資源(注意容量)には限界があるとされ、運動中に身体感覚(努力感、痛み、疲労など)へ向けられる注意配分が大きいほど、主観的負担感が増大し得る。したがって、運動実施中に外的刺激へ注意を向けさせることで、身体感覚への注意の集中を相対的に低下させ、結果として負担感の知覚を軽減できる可能性がある。本研究では、この注意分散の枠組みに基づき、VRを用いて運動中の負担感軽減を図る。

(実験デザイン)

本研究は、被験者内クロスオーバーデザインで実施した。参加者は、協力が得られた理学療法士養成校の学生15名とした。研究開始前に研究の目的、手続き、想定される負担および安全性について書面を用いて説明し、参加の自由意思を確認したうえで書面による同意を得た。

実験条件はVR条件と対照条件の2条件とし、全参

加者が両条件を経験した。VR条件では、自然音を含む音響刺激も併用した自然環境の映像を提示した。これは、運動中の注意を身体感覚から外的刺激へ誘導することを意図した介入である。自然環境の視聴は副交感神経が優位になりやすいことも報告されている。対照条件ではVR提示を行わず、通常環境下で同一の運動課題を実施した。条件実施による順序効果を最小化するため、条件の実施順はランダム化し、さらに条件間には2週間以上のウォッシュアウト期間を設け、疲労や学習、期待などの持ち越し効果の軽減を図った。

各条件は同一プロトコルで実施した。まず安静座位を2分間実施した。続いて両群とも規定のウォールスクワット姿勢を保持可能な限界まで保持させた。運動終了直後に主観指標として、CR-10(主観的運動強度)、Sスケール(自覚的疲労感)、SEES-J(日本語版主観的運動体験尺度)、VAS(リラクセス・時間感覚・継続できる自信)を測定した。生理・神経指標として、RMSSD(副交感神経活動指標)及び前頭部(F3・F4)の脳波をintercross-415(Intercross社)で測定した。ウォールスクワット中の各生理・神経指標は安静時の平均で正規化して個人差の影響を減らした。

(結果)

生理・神経指標は欠損のなかった14名を解析した。脳波については両条件と各周波数の間に有意差は認められなかった。RMSSDは両条件とも交感神経優位の傾向が認められた。スクワットの姿勢保持時間は両条件で有意差は認められなかった。主観指標は、時間感覚については、VR条件が有意に短いと感じ、継続できそうな感覚はVR条件が有意に高かった。それ以外の指標について有意差は認められなかった。

(考察)

今回の結果では、生理・神経指標および姿勢保持時間において、VR条件と対照条件の間に明確な差は認められなかった。一方、主観指標では、時間感覚がVR条件で有意に短く知覚され、継続できそうな自信もVR条件で有意に高かった。注意資源の再配分という観点から捉えると、自然映像・自然音といった外的刺激に注意が向いたことで、運動中の身体感覚(努力感や疲労感など)への注意集中が相対的に弱まり、結果として時間が短く感じられた可能性がある。この時間感覚の変化は、運動課題に対する情動的負担の軽減や、継続に対する自己効力感の向上に寄与した可能性が考えられる。一方で、ウォールスクワットは等尺性の無酸素的要素が強い運動であり、局所筋への代謝ストレスが大きい。実際にRMSSDは両条件で交感神経優位の傾向を示しており、運動による生理的負荷がVRによるリラクゼーション要因を上回ったことで、生理・神経指標や姿勢保持時間(パフォーマンス)には差が表れにくかった可能性がある。

以上より、ウォールスクワットのように局所負荷の大きい課題では、VRによって生理反応や保持時間を変化させる効果は限定的である一方、運動体験の認知(時間感覚)や継続に関する心理的側面に影響を与える可能性が示唆された。