

足漕ぎ車椅子駆動における生理学的指標測定

足漕ぎ車椅子は歩行障害者に対する新たな運動プログラムになりうるのか

上田 雄也¹⁾, 澤 龍一¹⁾, 中窪 翔^{1,2)}, 中津 伸之¹⁾, 杉本 達也¹⁾, 杉山 和也¹⁾,
高森 公美¹⁾, 谷垣 佑樹¹⁾, 関 和則³⁾, 小野くみ子¹⁾, 小野 玲¹⁾

¹⁾神戸大学大学院保健学研究科 地域保健学領域,

²⁾国立長寿医療研究センター 老年学・社会科学研究センター 自立支援開発研究部 自立支援システム開発部,

³⁾仙台保健福祉専門学校

key words 足漕ぎ車椅子・酸素摂取量・唾液アミラーゼ

【はじめに, 目的】

足漕ぎ車椅子 (Cycling-Wheel Chair: C-WC) は下肢のペダリング運動によって駆動する車椅子である。先行研究においては、片麻痺などの障害により歩行が困難である者の移動手段として、手漕ぎ式車椅子と比較して、移動距離の増大や駆動効率の改善などの有用性が示されている。一方で下肢ペダリング運動という点から、身体機能を維持するための運動としても効果が期待される。しかし、その生理学的効果に着目した研究は少なく、またペダリングの回転数ごとに運動強度を明らかにすることは、対象の運動機能に合わせた運動指導を実施する上で重要であるが、そのような検討をした研究は見受けられない。C-WCの臨床応用としての有用性についても十分に検討がなされていないのが現状である。そこで本研究ではC-WCを、異なった回転数で駆動した場合の生理学的指標を測定するとともに、下肢ペダリング運動として一般的であり、C-WCと同様に座位で実施できるものとして、ポータブルエルゴメーター (以下 ERG) を用いた場合と比較し、生理学的効果について検討することを目的とした。

【方法】

対象者は、健常成人男性 10 名 (平均値±標準偏差: 年齢 22.3±1.2 歳, 身長 171.8±5.5cm, 体重 63.5±9.0kg) とした。対象者には測定前夜からのアルコールおよびカフェイン摂取と激しい運動の禁止, 測定開始 2 時間前からの絶食を指示した。C-WC は TESS 社製 profhand を, ERG は Monark 社製 881E 型を用い, 各運動を 24 時間以上の間隔を空けて行った。ERG の負荷量は 50rpm での駆動で 10Watt になるように設定した。測定は 10 分間の安静座位の後, 座位での下肢ペダリング運動を 40rpm, 60 rpm, 80rpm の順に実施した。回転数ごとの運動時間は 10 分間とし, セット間の休息は 5 分間とした。測定項目は酸素摂取量 (以下 VO₂), 心拍数 (以下 HR), 唾液アミラーゼ (以下 SAA) とした。10 分間の安静座位開始から 6 分から 9 分までと, 各運動終了 3 分前から終了までのそれぞれ 3 分間の呼気ガスをダグラスバッグ法にて採取し, 呼気ガス分析装置 (アルコシステム社製) を用いて VO₂ を測定した。また VO₂ 測定値から運動強度 (METs) を算出した。HR は心拍計 (Polar 社製) を用いて測定開始から全運動終了まで連続的に測定し, 呼気ガスを採取した 3 分間の平均値を解析対象とした。SAA は, 値が大きいかほど精神的ストレスが高いこと表す指標であり 10 分間の安静座位時および各運動終了直後に専用のチップを口腔内舌下に挿入することで唾液を採取し, 唾液アミラーゼモニター (NIPRO 社製) を用いて測定を行った。また SAA 測定値から変化率 $\{(\text{運動終了直後値} - \text{安静時値}) / \text{安静時値}\}$ を算出し, 解析対象とした。統計解析として, 各回転数で測定項目について, 条件間で対応のある t 検定を用いて比較検討した。統計学的有意水準は 5% 未満とした。

【倫理的配慮, 説明と同意】

対象は, 事前に口頭にて研究内容および研究目的を説明し, 同意を得た者であり, ヘルシンキ宣言に基づく倫理的配慮を十分にを行った。

【結果】

C-WC の METs (平均値±標準偏差) は 40rpm で 2.2±0.3, 60rpm で 2.7±0.4, 80rpm で 3.5±0.4 であった。ERG との比較ではいずれの回転数においても VO₂, HR では有意な差は認められなかった。SAA 変化率 (平均値±標準偏差) は C-WC では 40rpm で 0.25±0.17, 60rpm で 0.18±0.29, 80rpm で 0.49±0.19, ERG では 40rpm で 0.40±0.61, 60rpm で 0.84±0.54, 80rpm で 1.01±0.51 であり, 60rpm および 80rpm において C-WC で有意に低い値が認められた ($p = .01$, $p = .05$)。

【考察】

回転数ごとの運動強度は 40rpm で約 2.2METs, 60rpm で約 2.7METs, 80rpm で約 3.5METs であった。一般的に, 3METs 程度の運動に約 3km/h での歩行が挙げられていることから, C-WC による下肢ペダリング運動は, 健常者においては, 回転数を 60 rpm から 80rpm に保ちながら行うことで, 歩行と同等の運動強度になりうることが示唆された。それに加え, SAA の変化率から C-WC での下肢ペダリング運動は ERG に比較して生理学的なストレス値の低い運動であり, 精神面への負荷の少ない運動であることが示唆された。しかし本研究は健常成人男性を対象に行っているため, 今後, 実際に歩行が困難である者を対象とした上で, C-WC の臨床における運動プログラムとしての有用性について検討する必要があると考える。

【理学療法研究としての意義】

歩行が困難である者においては日常的な活動量が減少し, 身体機能を維持することが難しくなる場合が多くみられるが, 本研究結果は, このような対象者に対し, 新たな運動プログラムとして足漕ぎ車椅子を用いた運動を提言する上での基礎的データの一つになると考える。