

足漕ぎ電動4輪車による高齢者の運動効果に関する研究

李 虎奎 赤澤康史 難波 健 原 良昭

1 はじめに

高齢者・歩行困難者のために提案されている移動支援機器としてはシニアカーや電動車いす、先進技術を用いた電動車両などがある。これらのモビリティは、巧みな制御により搭乗者の操作負担を低減し、通常の自転車や自動車に乗れなくなった高齢者や身体障害者の日常的な移動支援の面では有効である。しかし、一方では、シニアカーや電動車いすは、基本的に下肢を動かすことなく移動する機器であり、下肢機能が少しでも残っている場合は、下肢機能維持の観点から移動支援機器として必ずしも適切とは言えない。また、高齢者の健康を維持・増進させるための身体運動の機会を制限するとも言える。

こうした背景を踏まえ、本研究では、歩行機能が低下した高齢者等の外出を支援するために、下肢の運動をしながら、安全・安心かつ身体的負担の小さい4輪型電動アシスト式パーソナルモビリティ（以下、本機と記す）の研究開発を行っている^{1,2)}。これまでに屋外実験走行路における使用評価により、開発した本機の有用性を確認している。そして、今回、過疎地域において高齢者および歩行困難者のパーソナルモビリティ環境の改善に有効であるか否かを実際のフィールドで検証・評価を行ったので、その結果を報告する。

2 実証実験のフィールド

2.1 実験フィールド

本研究では、兵庫県篠山市遠方地区、丹波市佐治地区、明石市明舞団地の松が丘を中心的なフィールドとし、実証実験を行う。篠山市遠方地区の基準点測量の標高は150m～165mであり、人口（2010年）は、197人（男97人、女100人、世帯数は89世帯）で、65歳以上が33%である。佐治地区は、人口（2010年）は、（男489人、女516人、世帯数は337世帯）で、65歳以上が32%である。松が丘地区は、人口9,713人、世帯数は4,786世帯、65歳以上が33%（2015年）である。

2.2 評価方法

本研究では、高齢者、歩行困難者が日常生活環境で円滑な移動を行う際、運動療法で推奨されている運動量（身体的負担）を勘案し、本機における合理的な駆動アシスト力を定量的に求め、ユニバーサルデザイン政策⁶⁾で謳われている「だれもが安全で暮らしやすいまちづくり」のための移動支援機器として有用であるか否かという観点から検証する。そのため、当過疎地域に居住している高齢者および歩行困難者が外出する際に本機を使用することが有効であるか否かを検証・評価する。主な評価項目は以下の2点である。走行速度および酸素摂取量を計測し、本機を使用して移動する際の運動強度を客観的に評価する。

2.3 被験者

本実験の遂行にあたり、兵庫県立福祉のまちづくり研究所の倫理審査会の承認を得た。実験に参加を希望して応募した被験者には実験内容を十分に説明し、インフォームド・コンセント（informed consent）に基づいて実験を行う。被験者9名は病歴がない高齢男性4名、女性5名（平均年齢 71 ± 3 歳、平均体重 58 ± 8 kg、平均身長 157 ± 6 cm）である。

3 フィールド実験方法

3.1 評価実験ルート

評価実験ルートは緩やかな上り下り勾配を含む全長500mと平均勾配5.8%、全長240mの上り坂である。被験者が本機を用いて、2つの実験ルートを走行する際の走行速度と酸素摂取量データを収集する。

表1 評価実験ルートの概要

	Running distance [m]	vertical drop [m]	Road gradient [%]
Route A	500	4.5	0.9%
Route B	240	14	5.8%

3.2 酸素摂取量計測

被験者の身体的負担は、酸素摂取量（以下、 VO_2 と記す）を測定して評価する。計測器は携帯型呼吸代謝測定装置（MedGraphics® VO2000）を用いた。酸素分析計の計測精度 $\pm 0.01\%$ 以内で、10秒毎の平均酸素摂取量を計算して評価する。酸素摂取量については、各実験とも、走行実験前後5分間の安静時のデータも収集した。



図1 平坦路



図2 スロープ



図3 歩行

4 実験結果

参加した被験者9名全員が提示したタスクを遂行できた。被験者らが平坦路を走行した際の走行速度は、アシストなしでは7日目と14日目ともに6km/hを下回ったが、アシストあり場合ではアシストなしより速く、いずれも6km/h以上で走行した。スロープを走行した際の走行速度は、アシストなしとアシストありで走行した際の結果を比較してみると、9名の被験者ともにほぼ同様の割合でアシストありの方が速かった。

身体的負担では、平坦路を7日目に走行した際の VO_2 は、各被験者ともにアシストなしとアシストありの間で大きな差は見られなかったが、14日目では、被験者9名ともにアシストありの VO_2 の方が少なくなった。また、7日目より14日目の VO_2 が上昇した。

5 考察

運動療法の観点から、比較的起伏が小さい平坦路においては、電動アシスト力の有無に関係なく低強度の有酸素運動になり、上り勾配が続くスロープにおいては、アシストありでは平坦路を走行する場合と同程度あるいは少し小さい強度の有酸素運動になると推測できる。このような結果から、心血管系疾患の疑いのある人、身体機能が低下した人、虚弱な高齢者などに対しては、最大酸素摂取量の40%程度の低強度の運動負荷による有酸素運動を必要とする人が本装置を利用した際は、有益な運動機器になる可能性が示唆された。本機を日常生活活動に用いた場合は、健康維持・増進および移動支援機器として有効であると考えられる。

6 おわりに

本研究では、高齢者および運動機能の低下によって歩行が困難になった人を対象にフィールド実験を行った。提案した本機は、過疎地域における高齢者および歩行困難者が利用した際、身体的負担が少なく円滑な歩行が可能である。慢性疾患あるいは過度な運動に対してリスクを抱える人でも適切に使用すれば、身体機能の維持・向上のために用いられる運動療法機器としての役割も期待できる。

参考文献

- 1) 李虎奎、米田郁夫、橋詰努、繁成剛、高橋良至、鈴木哲郎「介護予防を含んだ高齢者および運動機能障害者のためのパーソナルモビリティの開発」実験力学、Vol.13, No.1, pp.80-87, 2013
- 2) 李虎奎、米田郁夫、繁成剛、高橋良至、河合俊宏、橋詰努、北川博巳「下肢機能が低下した移動困難な高齢者のための新しい外出支援機器の提案」日本福祉のまちづくり学会論文集、Vol.15, No.1, pp1-12, 201