

高齢者・歩行機能低下者用パーソナルモビリティの提案

Proposal of personal mobility for the elderly and walking function decline person.

○ 李虎奎（芝工大） 米田隆志（芝工大） 米田郁夫（西九州大） モハammadノルアズミ（芝工大）
原良昭（福まち研） 北川博巳（福まち研） 高橋良至（東洋大） 河合俊宏（埼玉リハ）

Hokyoo LEE, Takashi KOMEDA, Mohd Nor Azmi, Shibaura Institute of Technology

Ikuo YONNEDA, Nishikyushu University

Yoshiaki HARA, Hiroshi KITAKAWA, The Hyogo Institute of Assistive Technology

Yoshiyuki TAKAHASHI, Toyo University, Toshihiro KWAI, Saitama Rehabilitation Center

Abstract: Many elderly people don't go outside so often because of physical motor impairment. One of the reasons, it is difficult to access public transport services by a personal mobility. From such a background, we suggest a four-wheel type electric power-assisted personal mobility for care prevention. In order to check the performance of mobile support equipment, we have experimented for nine healthy elderly subjects (male 4 and female 5) using this equipment. The purpose of this experimental is to evaluate the physical load of user by the oxygen uptake values while they are running at Ochikata area (the roadway grade 0.9% route and 6% slope route) of Sasayama city, one of rural area in Hyogo prefecture. The new personal mobility has been suggested that elderly people support to health maintenance, go outside. These results can be used for the development of new mobility equipment and method for improve physical ability of the elderly.

Key Words: Personal Mobility, Low limb, Motor impairment, physical load, Exercise therapy

1. はじめに

高齢者が安全・安心な生活を確保し、健康を維持・向上させるためには、適切な身体運動や行動範囲の維持・拡大が不可欠である。

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、4輪車と記す）の研究開発を行っている⁽¹⁾。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及び歩行困難者のパーソナルモビリティ環境の改善に関する検討及び健康管理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（おちかた）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。基準点測量の標高は150m～165mである。評価実験は緩やかな上り下り勾配を含む全長500mの道路（以下、ルートAと記す）と平均勾配5.8%で、全長240mの上り坂（以下、ルートBと記す）である。評価実験ルートは表1に示す。

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、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。評価項目は、走行速度の計測及び走行時の酸素摂取量（以下、VO₂と記す）を計測し、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±8kg、平均身長157±6cm）である。

3. フィールド実験

3.1 4輪車

本実験に用いた足漕ぎ電動アシスト4輪車を図1に示す。この装置は加齢により、筋力が衰えて歩行能力が低下したり運動感覚機能や瞬発力などが低下した高齢者が安全で楽に移動・外出できるように支援するため開発した機器である。通常の自転車のように足を使って駆動しながら走行する方式にしている。

装置のサドル高はペダリング運動時の被験者の生体に及ぼす神経・生理学的な影響や関節に及ぼす力学的な影響が大きい。従ってサドル高は、各被験者の体型や姿勢に違和感がないように調整を行った。

Table 1 Evaluation experiment root

	Running distance [m]	Height difference [m]	Slope [%]
Route A	500	4.5	0.9
Route B	240	14	5.8



Fig. 1 Four-wheel electric power-assisted personal mobility

3.2 評価実験ルート

被験者は本機を用いて日常生活活動を行った際、身体運動能力における生理的な変化を計測することとした。評価タスクとして、走行距離往復 1km の緩やかなスロープを含むルート A 及び平均勾配 5.8% の登り片道 240m であるルート B のそれぞれに対して、ペダル回転力に対して 2 倍のアシスト力を呈示するモード（以下、A モードと記す）とアシスト力なしモード（以下、N モードと記す）の 2 種類について実験を行った。

ルート A の場合、スタート地点から 120m までは基準点測量差（標高差）は、3.4m で、平均勾配が 2.8% である。その後の 380m は標高差 1.1m で、平均勾配が 0.3% である。

ルート B の場合、スタート地点から 25m までは比較的緩やかな勾配を示すが、20m 以降からゴールの 20m 前までは、平均勾配が約 7% となる。

いずれの走行実験においても、走行速度は被験者の身体的能力に合わせて、なるべく一定で走行するよう口頭で指示した。

3.3 酸素摂取量計測

被験者の身体的負担の評価は、酸素摂取量（以下、VO₂ と記す）を測定して評価することとした。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 ±0.01% 以内で、10 秒毎の平均酸素摂取量を計測した。酸素摂取量は、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。

4. 実験結果及び考察

本実験に参加した被験者 9 名全員が提示したタスクの遂行できた。各被験者の 1 週間使用後及び 2 週間後の走行実験結果を表 2 に示し、それをグラフ化したのが図 2 と図 3 である。

ルート A の走行速度の場合は、1 週目の速度より、2 週目の平均値が僅かであるが速くなっている。A モードと N モードによる差はあまり大きくなかった。

ルート B の N モードの場合は、1 週間目と 2 週間目では 0.3km/h 差があったが、A モードでは、0.7km/h 速くなった。ルート A と比較しても N モードよりも速かった。

ルート A の N モードの VO₂ では、1 週目より 2 週目の方が 0.6 (min/kg) 上昇したが、A モードでは、速度の上昇に対して VO₂ が僅かでありながら上昇した。

ルート B の場合は、N モードと A モードともに 1 週目より 2 週目の方が僅かであるが VO₂ が減少している。これは毎日 2 時間以上 4 輪車に搭乗し、練習した運動効果の可能性が示唆された。

勾配 5.8% のルート B 走行実験においてアシスト力がない場合は、外部負荷（運動強度）が増大し、身体的な負荷が非常にハードなレベルまで到達される。この場合、高齢者や心血管系疾患を有する人達の場合は、安全性の面から考えると好ましくない⁽²⁾が、A モードで走行すれば、ルート A を A モード及び N モードで走行する際の身体的負担と同程度の負担である。運動療法の観点では、比較的起伏が小さいルート A 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、上り勾配が続くルート B においては、アシストあり（A モード）ではルート A 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⁽³⁾。また、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が推奨されている⁽⁴⁾。安全を確保する観点から、

Table 1 Experimental result of nine subjects

Experimental condition		Velocity (km/h)		Oxygen uptake (min/kg)	
		One week	Two week	One week	Two week
Normal route	Normal	5.7±0.6	5.9±0.5	0.54±0.04	0.6±0.09
	Assistance	6.2±0.2	6.5±0.3	0.51±0.03	0.53±0.07
Slope route	Normal	4.5±0.7	4.8±0.5	0.59±0.08	0.58±0.03
	Assistance	5.3±0.7	6±0.5	0.51±0.08	0.45±0.06

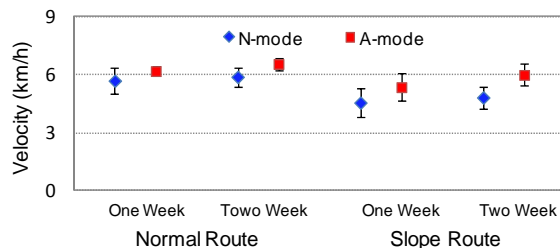


Fig. 2 Velocity on normal route and slope route in nine subjects

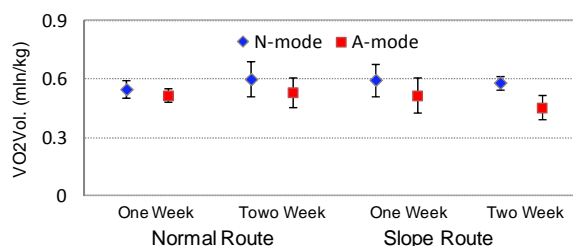


Fig. 3 Oxygen uptake on normal route and slope route in nine subjects

被験者の最大酸素摂取量を計測する実験は行っていないものの、アシスト有りモードを使えば、上り勾配においても低強度の運動負荷になることが推測される。

5. おわりに

本研究では、筆者らが開発した 4 輪車の有効性について検討を行った。過疎地域における高齢者及び歩行困難者が利用した際、身体的負担が少なく円滑な走行が可能であり、居住地から徒歩圏内の社会活動の参画に有効であることが示唆された。

更に本機は、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) Exercise and Physical Activity Guide for Health Promotion 2006, Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan, 2006
- (3) Whipp, B.J., Davis, J.A., Torres, F. and Wasserman, K.: A Test to Determine Parameters of Aerobic Function During Exercise, J. Appl. Physiol. Vol.50, No.1, pp.217-221, 1981
- (4) American College of Sports Medicine Position Stand. The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardi-respiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults., Med Sci Sports Exerc. Vol.30, No.6, pp.975-991, 1998