

ペースを維持した速歩を支援するための有効な条件の実験による比較 An Experiment to Find Effective Conditions for Fast Walking Support

須賀 優希
Yuki Suga

牛田 啓太
Keita Ushida

1. はじめに

速歩は通常歩行の約 1.5 倍の運動強度があり、手軽にできる運動の一つである。筆者らのグループでは、速歩の機会がある人に向け、音楽と振動でペースを保った速歩を促すスマートフォンアプリを製作した[1]。試用により、このような支援が適切な速歩とそれへの動機を高める可能性を見いだした。

本稿では、文献[1]の結果を踏まえ、関連事例を参考にしながら、速歩として好ましい時間当たりの歩数（ケーデンス）および一定歩幅での歩行（ペース）に誘導する外部からの刺激（音・振動）について実験的に調査した。

2. 関連研究・事例

歩行のケーデンスやペースを、音や振動で引き込む事例がある。文献[2]では、靴型デバイスで足の甲に振動を与え、歩行ペースの誘導を行っている。また、文献[3]では音楽の再生速度の変更で歩行ペースの誘導を試みている。93-120 bpm の範囲で誘導できたと報告されている。

ほか、民生用のランニング支援のスマートフォンアプリ ASICS RunKeeper*¹ などがある。

本稿でも、音・振動で歩行のケーデンスとペースを引き込む。文献[1]では音楽・振動・アラームをすべて提示していたが、本稿では条件を変えて速歩の支援への有効性を調べていく。

3. 実験

実験では、被験者に、速歩支援の自作アプリをインストールしたスマートフォン、ケーデンスを計測するスマートウォッチ、ペースを測定する GPS ロガーを持ってもらい、支援条件を変えて速歩で歩いてもらう。被験者は 20 代の大学生男性 3 名である。

実験は 2023 年 12 月の晴れた日に行った。平坦で直線的、信号のないルートで、往復約 2 km, 約 20 分を要する。各被験者 1 日に 1 試行のみの実施とした。

スマートフォンにインストールしたアプリは、120 bpm の振動、120 bpm のメトロノーム音、筆者らが選定したピ

ート感のある 120 bpm の音楽を提示できるようになっている。音・音楽は骨伝導ヘッドフォンで聴く。この 120 bpm は書籍[4]で述べられている速歩のケーデンスである。

速歩の試行は支援条件を変えて行う。条件は、次の 6 つである。1. 支援なし、2. 振動のみ提示、3. メトロノーム音のみ提示、4. 音楽のみ提示、5. 振動とメトロノーム音を提示、6. 振動と音楽を提示、である。

上記の条件で、各被験者計 6 回試行した。計測したのは、1 分ごとのケーデンスおよびペース（歩行距離）である。

4. 結果と分析

支援条件について、ケーデンスとペースの分散と平均に違いがあるかを分析した。これは、被験者ごとに行った。

分析では、書籍[5]などを参考にした。まず、Bartlett 検定で等分散性を見る。有意差がなければ（等分散）、一元配置分散分析から下位検定の Tukey 検定で平均の差を検定する。有意差があれば、差がある項目を Bonferroni の多重比較で調べる。このときの平均の検定は Kruskal-Wallis 検定から下位検定の Steel-Dwass 検定である。なお、以降、下位検定の「有意差あり」は少なくとも $p < .05$ であることを示す。

4.1. ケーデンスの分析

ケーデンスの測定結果および分析結果は表 1 である。

被験者 A のケーデンスの分散には、 $p = 1.53 \times 10^{-29}$ で有意差が見られた。平均には、 $p = .416$ となり有意差は認められなかった。

被験者 B のケーデンスの分散には、 $p = 1.26 \times 10^{-11}$ で有意差が見られた。平均には $p = 2.15 \times 10^{-13}$ で有意差が見られた。

被験者 C のケーデンスの分散には、 $p = 3.65 \times 10^{-35}$ で有意差が見られた。平均には $p = 2.05 \times 10^{-13}$ で有意差が見られた。

4.2. ペースの分析

ペースの測定結果および分析結果は表 2 である。

被験者 A のペースの分散には、 $p = 1.38 \times 10^{-4}$ で有意差が見られた。平均には $p = 1.83 \times 10^{-3}$ で有意差が見られた。

被験者 B のペースの分散は、 $p = .666$ より有意差は見られなかった。平均には $p = 1.75 \times 10^{-9}$ で有意差が見られた。

表 1: ケーデンスの分析結果 (太線の組み合わせが有意差あり)

	条件	被験者 A	被験者 B	被験者 C
分散 [歩 ² /分 ²]	1. なし	13.16	1.541	2.335
	2. 振動	0.4665	1.415	1.592
	3. メトロノーム	0.1203	0.6794	0.3620
	4. 音楽	0.4744	0.0918	84.40
	5. 振動+メトロノーム	0.0832	0.1060	0.6698
	6. 振動+音楽	0.8151	0.1229	2.9984
平均 [歩/分]	1. なし	119.15	125.03	125.36
	2. 振動	119.26	121.06	118.98
	3. メトロノーム	119.90	120.16	119.86
	4. 音楽	119.31	119.73	110.53
	5. 振動+メトロノーム	119.50	119.63	119.96
	6. 振動+音楽	119.66	119.56	120.76

表 2: ペースの分析結果 (太線の組み合わせが有意差あり)

	条件	被験者 A	被験者 B	被験者 C
分散 [m ² /分 ²]	1. なし	50.54	9.099	35.82
	2. 振動	82.26	11.69	18.38
	3. メトロノーム	26.96	10.54	9.893
	4. 音楽	16.88	5.612	45.95
	5. 振動+メトロノーム	8.513	7.653	11.93
	6. 振動+音楽	50.23	11.82	10.31
平均 [m/分]	1. なし	110.97	105.61	109.95
	2. 振動	104.63	100.86	98.95
	3. メトロノーム	104.46	98.88	102.71
	4. 音楽	106.48	103.80	108.75
	5. 振動+メトロノーム	102.77	103.85	103.97
	6. 振動+音楽	101.26	104.70	105.48

被験者 C のペースの分散には、 $p = .002$ で有意差が見られた。平均には $p = 1.36 \times 10^{-8}$ で有意差が見られた。

5. 考察

5.1. ケーデンス

ケーデンスの分散は、総じて支援があるほうが小さい。これは、一定のケーデンスで歩いていることを示している。

また、平均は、差が認められた被験者 B と C について、支援があるほうが 120 に近くなっている。提示したテンポに引き込んでいることがわかる。

5.2. ペース

ペースの分散も、総じて支援があるほうが小さい。音と振動を両方提示するとさらに分散が小さくなる傾向がある。

5.3. 速歩支援の総合的な効果

120 歩/分の一定のケーデンスでの速歩を支援するのに、音や振動が有効であることがうかがえる。音または振動のみより、両方提示したほうが効果が高い傾向がある。

ペースについても、ケーデンスが一定になる効果により、一定に近くなる傾向がある。

6. まとめと今後の課題

本稿では、速歩において振動と音がケーデンスとペースを引き込む効果を中心に、実験的に調査した。

本稿の実験では被験者ごとに支援の効果を調べた。今後の課題としては、速歩の支援に有効であった要因について、個人差が強いものなのか普遍的なものなのか、被験者を増やして調査していくことなどを考えている。

参考文献

- [1] 菊池, 牛田: “習慣的歩行習慣的歩行において身体活動量を増加させるための速歩促進システムの開発”, FIT2019, M-040, 2019
- [2] 渡邊ほか: “靴型インタフェースによる歩行ナビゲーションシステムの研究”, 情処論, Vol.46, No.5, pp.1354-1365, 2005
- [3] 大坪ほか: “音楽の引き込み効果を用いた歩行ペース誘導アプリの検討”, 2018 年度情報処理学会関西支部 支部大会, D-08, 2018
- [4] 金: “正しく歩いて体をリセット 体幹ウォーキング”, 学研プラス出版, 2017
- [5] 白石, 杉浦: “多重比較法の理論と数値計算”, 共立出版, 2018