

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：35309

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500686

研究課題名(和文) タンDEM自転車エルゴメータの開発とその応用に関する研究

研究課題名(英文) A developmental and practical study of the tandem-bicycle ergometer

研究代表者

小野寺 昇 (ONODERA, Sho)

川崎医療福祉大学・医療技術学部・教授

研究者番号：50160924

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)： タンDEM自転車エルゴメータを開発した。最大下の運動強度におけるタンDEMエルゴメータと一人乗りの自転車エルゴメータが同等の呼吸循環機能の反応を示すことを明らかにした。この結果は、新しく作成したタンDEM自転車エルゴメータの前乗りと後乗りで同等の負荷になり、呼吸循環機能の反応が同等であることを示唆する。

研究成果の概要(英文)： We developed the tandem-bicycle ergometer. It verified that cardiorespiratory responses to submaximal exercise are the same between front and rear saddles. Thus it is clear that the tandem-bicycle ergometer has the same function as between front and rear saddles.

研究分野：教育生理学

キーワード：タンDEM自転車エルゴメータ タンDEM自転車 心拍数 酸素摂取量 ペダル踏力

1. 研究開始当初の背景

タンデム自転車エルゴメータを開発した。タンデム自転車エルゴメータは、(1)新しいアイデアであること、(2)1つの負荷を2人で共有すること、(3)非連結タイプ(非ピストバイク型)であることを、特徴とする。タンデム自転車エルゴメータを用いれば(1)乗り手相互の依存性、(2)片脚ペダリング時の酸素摂取量の定量(例えば前乗りが右脚、後乗りが左脚でのペダリング)、(3)ペダリングにおける passive movement の酸素摂取量の定量など、新たな仮説の検証が可能になるものと推測した。

2. 研究の目的

タンデム自転車エルゴメータの負荷装置としての妥当性を検証し、これまで一人乗り自転車エルゴメータでは明確にすることが困難であった仮説の検証に応用することを研究目的とした。

3. 研究の方法

(1) タンデム自転車エルゴメータの運動負荷装置としての妥当性を求めた。新開発のタンデム自転車エルゴメータが測定機器として妥当性であれば前乗りと後乗りで生理的指標が一致するものと仮説を立て、検証した。被験者は、最高酸素摂取量が同程度の健康な成人男性6名とした。心拍数・血圧・主観的運動強度・酸素摂取量を測定項目とした。実験条件は一人乗り自転車エルゴメータ条件(シングル条件)、タンデム自転車エルゴメータ前乗り条件(前条件)と後乗り条件(後条件)とした。運動負荷は、多段階負荷法(1.5kp、2.0kp、2.5kp)を用いた。

(2) 最高酸素摂取量が異なる者を組み合わせ、タンデム自転車エルゴメータを用いた最大運動時における運動パフォーマンス変化を明らかにすることを目的とした。対象者は、健康な若年男性14名であった。最高酸素摂取量が約10%異なる対象者を2名組み合わせた(最高酸素摂取量が高い対象者:高体力レベル群、低い対象者:低体力レベル群)。測定条件は、一人乗り自転車エルゴメータ条件(SIN条件)、タンデム自転車エルゴメータ前乗り条件(FRO条件)および後乗り条件(REA条件)とした。測定項目は、運動時間、最大運動時の心拍数、酸素摂取量、RPEおよび運動時間とした。

(3) タンデム自転車走行時における前乗りおよび後乗りの負担度を明らかにすることを目的とした。対象者は健康な成人男性2名(A(前乗り)、B(後乗り))であった。コースは、1周3.7kmであった。測定項目は、心拍数および心拍数から推測したタンデム自転車走行時の推定最高酸素摂取量とした。

(4) タンデム自転車エルゴメータ片脚ペダ

リング時の心拍数、酸素摂取量およびペダル踏力変化を明らかにした。対象者は、健康な成人男性6名であった。最高酸素摂取量が同程度の対象者2名をペアとして組み合わせた。測定項目は、心拍数、酸素摂取量およびペダル踏力とした。対象者は、タンデム自転車エルゴメータを用いた片脚ペダリング運動を10分間(負荷:2.0kp)実施した。

(5) タンデム自転車2台を用い、タンデム自転車2時間走行時における走行速度と心拍数、主観的運動強度の関連性を明らかにした。対象者は、健康な成人男性4名(2ペア)であった。コースは一周3.7km、3周毎に5分間の休憩を行った。測定項目は、心拍数、主観的運動強度、血圧および直腸温であった。

4. 研究成果

(1) タンデム自転車エルゴメータの運動負荷装置としての妥当性

表1. シングル条件、前条件および後条件における心拍数、酸素摂取量およびRPEの比較

| | Load(kp) | condition | | |
|--|----------|--------------|-------------|-------------|
| | | SIN | FRO | REA |
| HR (bpm) | 1.5 | 111.2 ± 9.3 | 113.3 ± 6.9 | 112.7 ± 8.6 |
| | 2.0 | 129.9 ± 7.9 | 132.5 ± 7.6 | 129.4 ± 5.4 |
| | 2.5 | 148.7 ± 11.1 | 152.3 ± 8.3 | 151.1 ± 7.1 |
| V̇O ₂ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹) | 1.5 | 19.1 ± 1.3 | 19.8 ± 1.5 | 19.5 ± 1.5 |
| | 2.0 | 24.6 ± 1.9 | 25.1 ± 2.2 | 25.2 ± 2.1 |
| | 2.5 | 30.0 ± 2.4 | 31.2 ± 3.3 | 31.4 ± 2.6 |
| RPE | 1.5 | 7.7 ± 0.9 | 7.8 ± 1.3 | 7.9 ± 1.4 |
| | 2.0 | 10.5 ± 1.1 | 10.5 ± 1.5 | 10.1 ± 1.4 |
| | 2.5 | 12.7 ± 1.3 | 13.1 ± 1.5 | 12.8 ± 1.4 |

All data are expressed as means ± standard deviations (SD).
SIN: single saddle condition, FRO: front saddle condition and REA: rear saddle condition.

各測定項目における全ての条件間に有意な差がみられなかったことから、タンデム自転車エルゴメータの測定機器として妥当性が証明された。

(2) タンデム自転車エルゴメータを用いた最大運動時における運動パフォーマンス変化

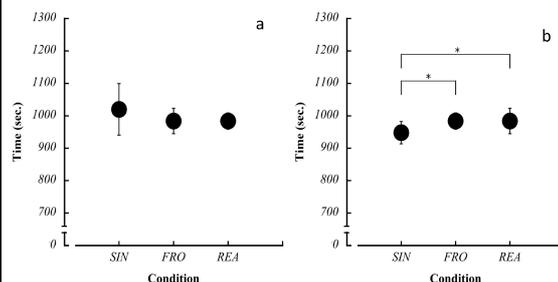


図1. 各条件における運動時間の変化
(a: 高体力レベル群、b: 低体力レベル群)

最高酸素摂取量が異なる者を対象としたタンデム自転車エルゴメータを用いた最大運動は、低体力レベル群の運動パフォーマンスを向上させる可能性が考えられた。

(3) タンデム自転車走行時における前乗りおよび後乗りの負担度

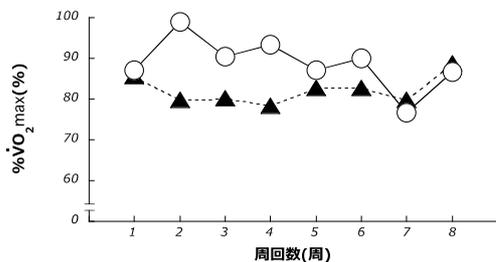


図 2. 心拍数から推定した最高酸素摂取量変化率の変化 (○: 前乗り, △: 後乗り)

前乗りの持久的な体力の負担度は、後乗りより高いことが明らかになった。

(4) タンデム自転車エルゴメータ片脚ペダリング時の心拍数、酸素摂取量およびペダル踏力変化

表 2. FOR-R 条件と REA-R 条件における心拍数、酸素摂取量およびペダル踏力の変化

| | FOR-R | REA-R |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| HR (bpm) | 105.8 ± 21.8 (100.0%) | 106.5 ± 22.1 (100.7%) |
| VO ₂ (ml/kg/min) | 15.3 ± 4.2 (100.0%) | 16.0 ± 3.3 (104.2%) |
| Pedal force (N) | 163.1 ± 40.4 (100.0%) | 160.7 ± 40.5 (98.6%) |

(): FOR-R条件を100%としたときの变化率
 FOR-R: タンデム自転車エルゴメーター前乗り右脚漕ぎ条件
 REA-R: タンデム自転車エルゴメーター後乗り右脚漕ぎ条件

表 3. FOR-L 条件と REA-L 条件における心拍数、酸素摂取量およびペダル踏力の変化

| | FOR-L | REA-L |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| HR (bpm) | 113.3 ± 23.1 (100.0%) | 113.8 ± 24.3 (100.4%) |
| VO ₂ (ml/kg/min) | 18.7 ± 5.1 (100.0%) | 18.4 ± 3.7 (98.5%) |
| Pedal force (N) | 175.1 ± 34.1 (100.0%) | 178.0 ± 37.7 (101.7%) |

(): FOR-L条件を100%としたときの变化率
 FOR-L: タンデム自転車エルゴメーター前乗り左脚漕ぎ条件
 REA-L: タンデム自転車エルゴメーター後乗り左脚漕ぎ条件

タンデム自転車エルゴメータ前乗りと後乗りにおける心拍数、酸素摂取量およびペダル踏力は同等であることが明らかになった。

(5) タンデム自転車 2 時間走行時における走行速度と心拍数、主観的運動強度の関連性

走行速度が増加すれば、前乗りだけでなく後乗りの心拍数も増加することが示され、心拍数、血圧、主観的運動強度は、走行速度に依存し、推移することが明らかになった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件)

S Onodera, A Yoshioka, H Yamaguchi, N Matsumoto, K Nishimura, H Kawano, T Saito, K Arakane, S Hayashi, Y Takagi, T Wada, M Murata, K Seki, Y Nose, W Baik, K Katayama, F Ogita, Suitability of modified tandem-bicycle ergometer for the improvement of physical fitness and athletic performance, The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine, 査読有, Vol4 No2, 2015, pp. 249-251, DOI: <http://doi.org/10.7600/jpfsm.4.249>

齋藤 辰哉, 村田 めぐみ, 西村 一樹, 吉岡 哲, 小野寺 昇, タンデム自転車エルゴメーター運動時における前乗りと後乗りの生理応答の比較, 岡山体育学研究, 査読有, 22号, 2015, pp.9-13

小野寺 昇, 齋藤 辰哉, 和田 拓真, 村田 めぐみ, 渡部 憂, 藤原 有子, 脇本 敏裕, 2 時間耐久レースにおけるタンデム自転車走行時の心拍数変化, 川崎医療福祉学会誌, 24 巻, 2014, pp.89-94, http://www.kawasaki-m.ac.jp/soc/mw/journal/jp/2014-j24-1/P89-94_onodera.pdf

[学会発表](計 10 件)

小野寺 昇, 林 聡太郎, 和田 拓真, 吉田 升, 齋藤 辰哉, 玉里 祐太郎, 村田 めぐみ, 渡部 憂, 山口 英峰, 2 時間耐久自転車レースにおけるタンデム自転車漕ぎ時の心拍数, 血圧, 主観的運動強度及び直腸温の変化, 2014(平成 26)年度岡山体育学研究発表会, 2015 年 3 月 28 日, 就実大学(岡山県・岡山市)

齋藤 辰哉, 村田 めぐみ, 渡部 憂, 林 聡太郎, 西村 一樹, 吉岡 哲, 小野寺 昇, タンデム自転車エルゴメーター運動時の体力差が最大運動時の生理指標及び運動時間に及ぼす影響, 第 69 回日本体力医学会大会, 2014 年 9 月 19 日, 長崎大学(長崎県・長崎市)

S Onodera, K Katayama, F Ogita, T Saito, S Hayashi, M Murata, T Wada, M Goto, Y Watanabe, A Yoshioka, K Nishimura, MJ Kremenik, Maximal cardiorespiratory responses in exhaustive tandem-bicycle ergometer-comparison of the subjects with the different peak oxygen uptake-, 19th Annual Congr

ess of the European College of Sport
s Science, 2014年7月4日, Amsterdam
(Netherlands)

齋藤 辰哉, 村田 めぐみ, 西村 一樹,
吉岡 哲, 小野寺 昇, 自転車エルゴメ
ーター運動時の生理応答-一人乗りと二
人乗りの比較-, 第73回日本体力医学会
大会中国・四国地方会, 2014年6月14
日, 広島工業大学(広島県・広島市)

小野寺 昇, 和田 拓真, 齋藤 辰哉,
土田 泰聖, 林 聡太郎, 村田 めぐみ,
後藤 真希, 渡部 憂, 藤原 有子, 脇
本 敏裕, 2時間耐久自転車レースにお
けるタンデム自転車漕ぎ時の心拍数から
推測した酸素摂取量及び直腸温の変化,
2013(平成25)年度岡山体育学研究発表会,
2014年3月2日, 環太平洋大学(岡山県・
岡山市)

齋藤 辰哉, 林 聡太郎, 村田 めぐみ,
和田 拓真, 吉岡 哲, 西村 一樹, 小
野寺 昇, 二人乗り自転車エルゴメータ
ー最大運動時の心拍数, 酸素摂取量およ
び主観的運動強度-前乗りと後乗りの比
較-, 第72回日本体力医学会大会中国・
四国地方会, 2013年11月10日, 米子市
福祉保健センター「ふれあいの里」(鳥取
県・米子市)

小野寺 昇, 和田 拓真, 齋藤 辰哉,
土田 泰聖, 林 聡太郎, 村田 めぐみ,
後藤 真希, 渡部 憂, 藤原 有子, 脇
本 敏裕, 2時間耐久自転車レースにお
けるタンデム自転車漕ぎ時の心拍数変化,
第72回日本体力医学会大会中国・四国地
方会, 2013年11月10日, 米子市福祉保
健センター「ふれあいの里」(鳥取県・米
子市)

S Onodera, K Katayama, F Ogita, T Sa
ito, A Yoshioka, K Nishimura, H Kawa
no, S Hayashi, T Wada, M Murata, Y T
akagi, K Furumoto, T Iida, K Seki, H
Yamaguchi, N Matsumoto, Cardioresp
iratory responses in exhaustive ta
ndem- bicycle ergometer exercise,
18th Annual Congress of the European
College of Sports Science, 2013年6
月18日, Barcelona(Spain)

齋藤 辰哉, 吉岡 哲, 林 聡太郎, 村
田 めぐみ, 和田 拓真, 小野寺 昇,
最大運動時における二人乗り自転車エル
ゴメーター運動の心拍数, 酸素摂取量お
よび主観的運動強度変化, 第71回日本
体力医学会大会中国・四国地方会, 2013
年5月19日, 徳島大学医学部(徳島県・
徳島市)

小野寺 昇, 齋藤 辰哉, 林 聡太郎,
和田 拓真, 村田 めぐみ, 土田 泰聖,
飯田 智行, 宮川 健, タンデム自転車
走行時の心拍数と酸素摂取量変化,
2012(平成24)年度岡山体育学研究発表会,
2013年3月17日, 岡山大学(岡山県・岡
山市)

S Onodera, A Yoshioka, H Yamaguchi,
N Matsumoto, K Nishimura, T Saito, K
Arakane, S Hayashi, Y Takagi, K Fur
umoto, B Wooram, T Takahara, K Katay
ama, F Ogita, Suitability of modifi
ed tandem-bicycle ergometer, 17th
Annual Congress of the European Coll
ege of Sports Science, 2012年7月7
日, Bruges(Belgium)

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小野寺 昇 (ONODERA, Sho)

川崎医療福祉大学・医療技術学部・教授
研究者番号: 50160924

(2) 研究分担者

片山 敬章 (KATAYAMA, Keisho)

名古屋大学・総合保健体育科学センター・
准教授
研究者番号: 40343214

荻田 太 (OGITA, Futoshi)

鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・教授
研究者番号: 50224134