

氏名	遠藤 俊郎
博士の専攻分野の名称	博士（医科学）
学位記番号	医工農博甲 第4号
学位授与年月日	平成31年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
専攻名	人間環境医工学専攻
学位論文題名	水分摂取時の教示情報の操作が持久性運動パフォーマンスに及ぼす影響  (An instruction of ergogenic effect with placebo drink improves subjective fatigue feeling but impairs running economy during submaximal treadmill running in elite long-distance collegiate male runners.)
論文審査委員	委員長 教授 波呂 浩孝 委員 教授 犬飼 岳史 委員 准教授 西郷 達彦

## 学位論文内容の要旨

### （目的）

本研究では、同一の飲料を摂取するが教示内容のみが異なる 2 条件下で、トレッドミルを用いて最大下運動、運動耐容能試験を行わせ、その際の運動パフォーマンス、および生理・心理的指標に及ぼす教示情報の影響を検討し、スポーツパフォーマンスの最大限の発揮に有効なコーチング法に関わる一資料を得ることを目的とした。

### （方法）

被験者は大学陸上競技部に所属する男子長距離走選手 10 名であった。実験に先駆けて、被験者に持久性運動時のプラセボ反応（Placebo Responses (PR)）を発現させる心理的仕掛けを施した。具体的には「持久性運動パフォーマンスに及ぼす機能性飲料の検証実験」という研究タイトルを被験者に提示し、運動生理学を専門とする研究者（大学教授）が機能性飲料の生理的効能を説明するセミナーを実施した。セミナーでは「スポーツパフォーマンスを向上させる機能性物質であるビートルートを無味無臭の状態に、スポーツドリンクの中に含有させる技術が開発され、その機能性飲料（ビートルートジュース）が持久性運動パフォーマンスに及ぼす影響を検証する」といった架空の研究目的が被験者に教示された。同時に、本実験で行う運動プロトコルを紹介し、「本研究で摂取するビートルートジュースは、摂取からおおよそ 30 分後に生理作用が発現し、前半の中強度（最大下）運動時の運動効率が改善し、後半の運動耐容能試験の最大運動時間が長くなる」という架空の仮説も合わせて提示した。

本研究は同一被験者が異なる 2 条件下に、最大下運動試験と運動耐容能試験から成る運動負荷実験を行うランダムクロスオーバーデザインで実施した。最大下運動試験開始 30 分前に、被験者に

対して事前セミナーで提示したスライド資料を用いて「通常のスポーツドリンクを摂取する」との教示を受ける Control 教示条件,あるいは「摂取 30 分後に効き始めて,前半の最大下運動を楽に走れ,後半の最大運動時間を延ばす効果のある成分ビートルートを含むスポーツドリンクを摂取する」との教示を受ける Placebo 教示条件のいずれかで,同一のスポーツドリンク 150 ml を摂取させた.

ドリンク摂取 30 分後に warm-up と同じ走速度 (75%VO<sub>2</sub>max) で 20 分間の最大下運動試験を実施した. 運動開始 4 分, 9 分, 14 分, および 19 分から 1 分間, 呼気ガスを採取してランニングエコノミー(同一走速度における酸素摂取量)を評価した. また,呼気ガス採取直後に Borg スケール(6-20)を用いた主観的運動強度 (RPE) を評価した. 10 分間の休息後,各被験者の直近の 5,000 m 走における平均走速度にて,疲労困憊に至るまで走行し続けることができる最大時間を評価する運動耐容能試験を実施した. 最大下走運動,および運動耐容能試験の前後に指尖採血を行い,さらにそれぞれの運動後にドリンク摂取と運動パフォーマンスに対する被験者の主観的評価に関して質問紙調査を行った.

(結果)

その結果,架空の効果を教示された Placebo 教示条件では,Control 教示条件に比較して,最大下運動時の RPE が低下した. 最大下運動後に実施した質問票による調査では,Placebo 条件で最大下運動試験中に楽に感じた者が 60%存在し,当該被験者から「体が動いた」,「中盤から後半でいつもより楽に感じた」,「歩幅を広げずに走れた」,「呼吸が乱れなかった」などの自由記述が得られており,運動中の RPE の低下と符合するものとなった. これらの結果には,ビートルートを含んだ機能性飲料に対する「期待感」が反映されていた可能性が考えられる.

(考察)

Placebo 教示条件の最大下運動試験中の VO<sub>2</sub> は Control 教示条件に比較して有意に高値を示し,教示による「期待感」がランニングエコノミーを悪化させることが明らかとなった. VO<sub>2</sub> は心拍出量と動静脈酸素較差により規定されるが,前者の構成要素である HR には教示条件の相違による影響は観察されず,本研究で未測定の一呼吸拍出量 (SV) は中強度以上ではプラトー化し一定であることが知られている. そこで HR の変化を詳細に検討するため,最大下運動試験中に 5 分間隔で集計した HR を,1 分間隔データにして二元配置分散分析を行うと,教示条件の主効果が有意となり,最大下運動時の HR は Placebo 教示条件の方が Control 教示条件に比較して高値を示していた. HR は,期待感を抱くことに伴う情動変化,すなわち心理的状态によって変動する可能性が報告されており,Placebo 教示によって最大下運動を「楽に走れる」という期待感が,本研究の被験者の中で想起され,心拍数の増加を介して VO<sub>2</sub> の増大,ひいてはランニングエコノミーの悪化をもたらした可能性が考えられる. しかしながら本研究では,期待感やそれに関連する大脳レベルの覚醒水準等を定量しておらず,これらの推論の妥当性については今後詳細に検討すべきものと思われる.

(結論)

本研究の結果は,指導者を含む他者の言葉がけ(教示)が選手の生体応答を左右する可能性を示唆し,コーチング場面における教示について,非常に重要な知見を提供するものと思われる.

## 論文審査結果の要旨

### (目的)

運動選手を対象に、同一の飲料を摂取させるが教示内容が異なる 2 条件下を予め説明し、その後、トレッドミルを用いて最大下運動、運動耐用能試験を実施し、その運動パフォーマンスと生理・心理的指標に及ぼす教示情報の影響を検討し、スポーツパフォーマンスを最大限に発揮するために有効なコーチング方法を検討することである。

### (方法)

被験者は大学陸上競技部に所属する男子長距離走選手 10 名である。運動生理学を専門とする研究者が機能性飲料（ビートルジュース）の 2 つの架空の効果について、1) 摂取 30 分後に効果が表れて、最大下運動試験において楽に走れる、2) 摂取 1 時間後に最大運動時間が延長する効果がある、と説明した。これをコントロールと比較した。

しかし、実際には 3 種類のジュースは同一物質であった。同一被験者は同一被験者が異なる 2 条件下に、最大下運動試験と運動耐用能試験から成る運動負荷実験を行うランダムクロスオーバーデザインで実施した。同一のスポーツドリンク 150 ml を摂取し、摂取 30 分後に warm-up と同じ走速度（75%V02max）で 20 分間の最大下運動試験を実施した。運動開始 4 分、9 分、14 分、および 19 分から 1 分間、呼気ガスを採取してランニングエコノミー（同一走速度における酸素摂取量）を評価した。

また、呼気ガス採取直後に Borg スケール（6-20）を用いた主観的運動強度（RPE）を評価した。10 分間の休息後、各被験者の直近の 5,000 m 走における平均走速度にて、疲労困憊に至るまで走行し続けることができる最大時間を評価する運動耐容能試験を実施した。最大下走運動、および運動耐容能試験の前後に指尖採血を行い、さらにそれぞれの運動後にドリンク摂取と運動パフォーマンスに対する被験者の主観的評価に関して質問紙調査を行った。

### (結果)

架空の効果を実験された Placebo 教示条件では、Control 教示条件と比較して、最大下運動時の RPE が低下した。最大下運動後に実施した質問票による調査では、Placebo 条件で最大下運動試験中に楽に感じた者が 60% 存在し、運動中の RPE の低下と符合した。これらの結果には、ビートルジュースを含んだ機能性飲料に対する「期待感」が反映されていた可能性が考えられる。

### (考察)

Placebo 教示条件の最大下運動試験中の V02 は Control 教示条件と比較して有意に高値を示し、教示による「期待感」がランニングエコノミーを悪化させた。V02 は心拍出量と動静脈酸素較差により規定されるが、前者の構成要素である HR には教示条件の相違による影響は観察されず、本研究で未測定の一呼吸拍出量（SV）は中強度以上ではプラトー化し一定であることが知られている。

そこで HR の変化を詳細に検討するため、最大下運動試験中に 5 分間隔で集計した HR を 1 分間隔データにして二元配置分散分析を行うと、教示条件の主効果が有意となり、最大下運動時の HR は Placebo 教示条件の方が Control 教示条件と比較して高値を示していた。HR は、期待感を抱くことに伴う情動変化、すなわち心理的状态によって変動する可能性が報告されており、Placebo 教示によって最大下運動を「楽に走れる」という期待感が、本研究の被験者の中で想起され、心拍数の増加を介して V02 の増大、ひいてはランニングエコノミーの悪化をもたらした可能性が示唆された。

競技スポーツにおいて、指導者からの言葉かけが選手に影響し、その記録に影響するのかは明らかになっていない。本研究は、指導者の言葉かけが選手の生体応答に左右する可能性を明らかにした。しかし、有効かつ具体的な言葉かけについては今後の検討課題である。継続した研究が期待される。本研究はスポーツ心理学系の専門誌に投稿予定である。

以上より、本学の博士(医科学)の学位論文に相応しい研究であると審査委員全員一致で判断した。今後の研究のさらなる発展が期待できる。