

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 29 日現在

機関番号：34409

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26560335

研究課題名(和文) カロリーをワットに：自転車発電による健康支援

研究課題名(英文) Health support by bicycle generator

研究代表者

石蔵 文信 (Ishikura, Fuminobu)

大阪樟蔭女子大学・健康栄養学部・教授

研究者番号：50303970

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：自転車発電機で携帯電話の充電などの基礎検討を行い、ダイエットや介護の現場でその効果を実証した。携帯電話を1%充電するのに約12Kcal消費することが分かった。職場で携帯の充電を常時行うことでメタボリック症候群の予防を目指したところ、次第に参加者が減ったものの、BMIや腹囲に改善・改善傾向を認めた。介護施設で実証実験を開始したところ、一部の参加者で活動性の向上が認められた。

研究成果の概要(英文)：We performed to study the relationship between charging efficiency of mobile phone and bicycle power generation, and the effect of bicycle power generation to encourage weight loss or maintenance of muscle strength in an office or nursing home. About 12 Kcal required to charge 1% of mobile phone. In an office, 10 volunteer participated this study to improve metabolic syndrome. They gradually did not join this study, but some improvement, such as abdominal circumference was admitted. In nursing home, a few old men participated this study and were seemed to improve their activity.

研究分野：循環器医学 心身医学 超音波医学

キーワード：Bicycle generator Health support Disaster medicine Metabolic Syndrome Locomotive Syndrome Diet

1. 研究開始当初の背景

生活習慣病の元になるメタボリック症候群は予備軍を含めて 2000 万人もいると推計され、ダイエットは国民的急務である。一方、東北大震災と福島原発事故で電力自給の機運が高まり、エコ発電や節電は国民的課題となっている。さらに、急速な少子高齢化で高齢者人口が増加し医療費の増加が懸念される。特に高齢男性が社会から孤立する傾向にあり、アルコール依存の増加など、その健康維持が大きな問題となっている。

2. 研究の目的

今や国民的課題となったメタボリック症候群やうつ病、そして高齢者の医療などの社会保障の重要課題と基幹産業を支える電力供給という両方の問題を解決する糸口として自転車発電を提案する。目的を持たないダイエットは長続きする可能性は低い。一方、2011 年の東北大震災とそれに伴う福島原発事故以来、電力の自給自足は国民的課題であり、“電気を作る；カロリーをワットに”というモチベーションが普及すれば、ダイエットが持続できる可能性がある。スポーツジムや家庭にはエアロバイク型の健康器具が普及しているが、残念なことに電気を用いて負荷をかけている。これは 2 重の電力の無駄遣いと考えられる。また健康増進のために皇居や公園の周囲をランニングしている人も多いが、単にカロリーを消費しているだけで、意志の強い人以外持続することは困難である。ダイエットが持続できない理由は遠い将来の健康が保てないという漠然とした目的しかないことが大きい。そこで、現在多くの国民が共有できる電力問題に着目した。簡便な発電装置がついた運動器具（エアロバイク発電機）はエコ活動のイベントなどでよく紹介されているが、一般に普及していない。発電装置がついたエアロバイク発電機が普及することで節電意識が高まると同時に、ダイエットを長続きさせ、うつ状態をも改善させ

る可能性がある。例えば、現在普及しているスマートフォンは便利であるが、弱点は急速な電力消費である。エアロバイク発電機を用いれば比較的短時間に充電可能である。職場や学校にエアロバイク発電機が普及すると休息時間を利用して運動しながらの充電が可能で、継続できればメタボリック症候群の予防となるばかりか健康増進も計られる。スマートフォンと言っても数千万台を毎日充電すると相当な電力消費となる。スマートフォンくらいは自分で充電しようとの意識が高まれば、節電効果はかなり大きい。また、エアロバイク発電機を用いた発電はかなりの体力が消耗されるために、各個人の節電意識が高まることが期待できる。さらに人が集まる駅や空港に常備されると多くの人が気楽に充電することが可能となり、同時にダイエットもできる。各地域に自転車発電所が定着すると老若男女問わずに多くの人が電気を作るために集い、地域を活性化させる核になると考えられる。資源の少ないわが国では人が資源であり、先進国で真っ先に超高齢化社会を迎え、莫大な社会保障費が心配されているが、高齢者を活性化させ社会資源として活用することは大きな課題である。カロリーをワットに変えることが可能な自転車発電は多くの予算を必要としない環境にやさしい技術で健康などの諸問題の解決に寄与する可能性は大きいと考える。今回はエアロバイク型発電機を用いた発電の健康（ダイエット）への効果を検証するとともにその普及に関する方法も検討する予定である。

3. 研究の方法

(1) 基礎的研究

研究者の所属する大阪樟蔭女子大学でボランティアを募集し、消費カロリーと発電量の関係を検討した。

(2) 実施研究

協力企業（豫洲短板産業：代表 森隼人）でメタボリック症候群を判定されたボラン

ティアに協力を依頼して、継続性や発電量と減量効果の相関などを検討した。

- (3) 海外での発電型バイク事情を検討した。
- (4) 老人施設で口コモティブ症候群の予防に関する予備的検討をした。
- (5) 発電型バイクの有用性を啓発した。

4. 研究成果

(1) 基礎的研究

大阪樟蔭女子大学の学生（主に4年生：22歳）10名を対象に発電型エコバイク AFB701（ALINCO社）を用いて10分間でNTT docomoのiPhone5cをどれだけ充電できるかを検討した。充電中は呼気ガス分析器（エアロモニタAE-310S）にて呼気ガスを継続的にモニターし、消費エネルギーを計測した。その結果、携帯電話を1%充電するのに必要な熱量は 12.6 ± 4.4 Kcal (6-21 Kcal)であった。携帯の充電表示の最低が1%であったために、ばらつきが大きくなったが、この結果から10%ほど充電すると約120 Kcal消費できることが分かった。

さらに自転車をこぐ速度が充電に影響するかどうか検討した。3名でできるだけ早く漕ぐ場合とゆっくり漕ぐ場合で、1%の充電に必要な消費カロリーを検討した。できるだけ早く漕いだ場合の1%の充電に必要な消費カロリーは 15.1 ± 2.5 Kcal (平均2分34秒) ゆっくり漕いだ場合は 15.2 ± 6.8 Kcal (平均5分10秒)でとほとんど差がなかった。ただし、ゆっくり漕ぐ場合、携帯の充電は、一定の電圧がかからないと充電を開始しない構造になっているためスピードが遅すぎると携帯の充電が行えない可能性がある。

(2) 実施研究

基礎的検討をもとに協力企業（豫洲短板産業：代表 森隼人）でメタボリック症候群と判定された男性ボランティア8名と正常男性ボランティア2名に協力を依頼して、継続性

や発電量と減量効果の相関などを検討した。

ボランティアの背景

- ・平均年齢 33.4 ± 8.4 (19~44) 歳
- ・平均身長 170.7 ± 5.6 (164~180) cm
- ・平均体重 89.5 ± 15.6 (57.3~102.8) Kg
- ・平均BMI 30.7 ± 5.3 (20.5~37.0)
- ・平均腹囲 98.0 ± 13.1 (71.4~110.7) cm

理学・血液所見

試験開始前後で総HDL, LDL コレステロール、中性脂肪、血糖、血圧を測定した。

運動方法

休憩室に設置した発電型エコバイク AFB701（ALINCO社）を用いて、昼休みなどに各個人の携帯を毎日約5%充電することを目標として試験を開始した。充電値と消費カロリーは各自記載し、自己申告してもらった。試験期間は平成26年7月1日より10月中旬までとした。

結果

3名は全く参加できなかった。5回1名、13回1名、14回2名、15回1名、23回1名、50回1名であった。結果的に発電をインセンティブとした職場での運動への参加はあまり効果的ではなかった。参加回数が少なかったとはいえ、平均体重は 89.5 ± 15.6 から 87.3 ± 16.4 kgに、平均BMIは 30.7 ± 5.3 から 29.9 ± 5.8 に改善傾向を認めた。平均腹囲は 98.0 ± 13.1 から 94.0 ± 13.1 cmに有意に改善した ($p = 0.0016$)。

収縮期血圧は平均 133.8 ± 23.5 から 125.8 ± 13.8 mmHgに、拡張期血圧は平均 88.6 ± 18.5 から 83.8 ± 14.6 mmHgに改善傾向を認めた。血液検査では総コレステロールは平均 192.9 ± 33.1 から 181.9 ± 36.7 mg/dlに、LDLコレステロールは平均 128.5 ± 24.9 から 115.1 ± 29.8 mg/dlに、中性脂肪は平均 93.5 ± 30.3 から 81.6 ± 37.4 mg/dlに、空腹時血糖は平均 95.3 ± 8.1 から 92.4 ± 11.9 mg/dlに改善傾向を認めた。HDLコレステロールは平均 45.7 ± 18.0 から 51.6 ± 15.7 mg/dlに有意に改善し

た ($p = 0.016$)。

全く参加できなかった3名を除くとより改善傾向を認めた。

この中で50回参加した43歳男性の例を紹介する。試験期間中の走行距離は268Km,消費カロリーは4015Kcal,充電量は298%であった。体重は94.2から81.9kgに、BMIは29.1から25.6に、腹囲は97.1から84.6cmに、収縮期血圧は124から112mmHgに、拡張期血圧は92から80mmHgに、総コレステロールは234から185mg/dlに、HDLコレステロールは46.4から62mg/dlにLDLコレステロールは161から117.6mg/dlに、中性脂肪は133から27mg/dlに、空腹時血糖は88から79mg/dlにといずれも著明な改善を認めた。

充電量と体重・BMI・腹囲の改善との関連

試験期間中の携帯電話の充電量と体重・BMI・腹囲の改善との関連を検討した。その結果、充電量と体重・BMI・腹囲の改善には正の相関を認めた。当然ではあるが、運動量が多いほどメタボリック症候群の改善には効果があった

この結果から、携帯を充電するという強い意志があれば充電型バイクによるメタボリック症候群の改善効果は認められるが、その意識をどのように強くするかが課題である。そのため、会社幹部に充電の達成度合いにより、何らかのインセンティブ(報奨金など)を付与することが可能かどうか交渉したが、実現には至らなかった。

(3) 海外での発電型バイク事情を検討

以前よりフランスの国鉄モンパルナス駅に発電型バイクが設置されていた。2015年10月20-23日にドイツのベルリンで開催された第12回European Nutrition Conferenceに参加する途中にフランスのパリで公共施設での自転車発電機の利用状況を調査した。発電機は一台に3脚あるタイプの機が2台設

置されていた。観察を行った約30分間で携帯の充電の為に利用者は9名。2名は充電をせずに座っているのみで、途中1名の子供が遊んでいた。私たちが到着する前から使用していた女性は2~3分間の運動を休憩しながら続けていた。観察終了後も使用していたので半時間以上充電していたと思われる。15分以上連続したペダル運動を行っていた方は2名(男女1名ずつ)。観察終了後も続けていた為、正確な使用時間は不明であるが15分以上は継続していた。残りの6名の運動時間は、約5分間を1回のみ行ったものは1名。約10分間を1回のみ行ったものは1名。約5分間運動を行い、休憩しながら充電を行ったものは4名であった。実際に現地で見学した印象はペダル音が非常に静かであり、ペダル運動中のみチャージされること。また、研究室で使用している自転車よりもチャージの速度が速かった。イスは手前が低くなるように設計されている為、ある程度の身長差には対応できるつくりとなっていた。待合の場であるため、無料の充電ステーションが設置されている(スタンド型とデスク型)が、運動を必要とする充電式のイスを利用する人も多かった。インタビューしたわけではないので推測ではあるが、スタンド型など他の充電機も空きがあるにも拘らず運動をかねて充電をしようとする利用者がいたと考えられる。おそらく国民のエコに対する意識が高いのであろう。このことから啓発運動が重要だと思われる。

(4) 老人施設でロコモティブ症候群の予防に関する予備的検討

今回の主たる目的である、職場でのメタボリック症候群予防のための発電型バイクによる携帯電話の充電は対象者が次第に参加しなくなり、十分な効果を得ることができなかった。そのため、大阪府下の高齢者施設にて高齢者のロコモティブ症候群の予防が可

能かの予備的検討に入った。

社会福祉法人 成光苑高槻けやきの郷 管理栄養士 渡辺和江氏、千里津雲台訪問看護ステーション理学療法士 松本清明氏の協力を得て高齢者、特に男性の自転車発電への参加を促した。残念ながら症例数は少ないものの、発電型バイクをこぐとNゲージの電車が走り出すようにしたところ、数名の高齢男性が積極的に参加し、歩行機能も改善してきた印象がある。今後は高齢者の身体機能の改善を目的に研究を継続する予定である。

(5) 発電型バイクの有用性を啓発する

豫洲短板産業で行った発電型バイクを一般市民に啓発し、健康に寄与することが可能かを検討するために吹田市を中心に発電型バイクを設置した。吹田市ではスポーツ推進室の協力を得て吹田市立片山体育館・目依体育館をはじめ、多くの公共施設に導入した。特に体育館に設置する目的は、単にエコな運動器具だけではなく、災害時の電力の確保にある。両体育館は災害時の避難場所に指定されている。災害時にはライフラインが途絶える可能性が高い。現在のスマートフォンなどは24時間以内に使えなくなる可能性がある。このような時に避難した人たちが交代に発電型バイクで充電できると親族・知人への連絡ができ不安感が解消されるだけでなく、運動することにより避難所でよく発生する下肢静脈血栓による肺梗塞、いわゆるエコノミー症候群の予防にもなる。さらに適当に疲れるので、不眠症などの予防にもなりえる。このように平時にはエコな健康増進、有事には発電機として使用できる発電型バイクの設置を推進したことで、吹田市から感謝状を贈られた(残念ながら、設置後に健康増進の効果を確かめるボランティアの募集にはつながらず、さらなる研究を進めることはできなかった)。

しかし、吹田市では少子高齢化に伴う高齢

者の健康対策が急務である。そのため、吹田市の地域医療推進室や文化スポーツ推進室とともに吹田市民を対象とした発電型バイクを用いた健康ポイント制の導入を検討している。この研究に関しては別途研究費を申請中である。

研究とは直接関係はないが、我々の活動は多くのマスコミに取り上げられ、現在多くの地域活動家と交流を深めている。さらに啓発活動が重要と考え、AHITの協力を得てホームページを開設した。

(<http://eco-powerplant.com/#japanmap>)

考察と将来展望

発電型健康バイクを使用すれば携帯の充電が可能で、消費エネルギーも大きくメタボリック症候群の改善に効果があると考えられたが、実際の就業場所で継続に行うことは困難であった。しかし、ある程度継続できればある程度の効果があることも実証された。今後はこのシステムをどのように持続させるかが課題である。健康ポイントのように成果に対して何らかのインセンティブを与える方法や発電型のオフィス机や従来の机の下に簡易に取り付けることができる発電機などの開発が望まれる。大阪樟蔭女子大学においてもインテリアデザイン学科の豊嶋教授と共同でタブレット PC やライトが使える発電型の事務机を試作した。今後は有事には健康、災害時にも電力が確保できる機器の啓発と開発がこの方法を発展させるカギと思われる。

<引用文献>

【今なぜエネルギー代謝か】

著者：細谷憲政発行者：石川秀次発行所：第一出版株式会社 平成12年5月20日 初版1刷発行

厚生労働省ホームページ

<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/meta-bo02/>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

「原始」力は、世界を救う。(北條一浩著) Vol 187、28-31、Link Club Newsletter 2015 Winter

〔学会発表〕(計2件)

Tsubasa Tsuchiya, Fuminobu Ishikura. Nutritional assessment in male patient with major depression. 12th European Nutrition Conference (22, October, 2015 Berlin Germany)

大学内発表(卒論: 学内発表)

竹内 愛美、山崎 眞紀子、堀 伽奈美. 自転車発電による消費エネルギーと携帯発電の基礎的検討。

〔図書〕(計7件)

石蔵文信. 双葉社. あなたの降圧剤は止められる! 高血圧の疑問と意外な真実 2014. 205.

石蔵文信. 角川フォレスト. 健康は八割くらいがちょうどいい 病とうまく付き合う方法. 2014. 188.

石蔵文信. 幻冬舎. なぜ妻は、夫のやることなすこと気に食わないのか エイリアン妻と共生するための15の戦略 2014. 221.

石蔵文信. 缶詰で 男のもっとええ加減料理. 講談社. 2015. 95.

石蔵文信. 親を殺したくなったら読む本(親に疲れた症候群の治し方). マキノ出版. 2015. 183.

石蔵文信. 男の“ええ加減”料理はフライパンひとつ 60歳からの自立飯入門. 講談社. 2016. 79.

石蔵文信. なるほど! 育じい道 お医者さ

んが実践している孫育て術. 講談社. 2016. 159

〔その他〕

ホームページ

日本原始力発電所協会

<http://eco-powerplant.com/#japanmap>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

研究代表者 石蔵 文信 (Ishikura Fuminobu)

大阪樟蔭女子大学 健康栄養学部 教授

研究者番号: 50303970

(2) 研究協力者

土屋 翼 (Tsuchiya Tsubasa)