

2023 年度

卒業論文集

渡邊航平研究室

中京大学

歩行と神経筋電気刺激の併用による酸素摂取量の変化と

歩行速度の変化による酸素摂取量の増加量の関係について

大久保 俊哉

野菜量における学生食堂の現状と学生・学生アスリートの食事選択状況

岡村 麻恋

改造水着着用と歩行速度の変化による効率的な運動方法

加藤 陽向

高齢者における e スポーツに対する意識調査

黒谷 美羽

筋肉量と血糖コントロールの関係性

平野 賢人

有酸素運動と下肢神経筋電気刺激による食欲の変化

南 和佳奈

高齢者における運動行動の変容ステージと決定要因および変容プロセスとの関係

村田 日菜里

歩行と神経筋電気刺激の併用による酸素摂取量の変化と
歩行速度の変化による酸素摂取量の増加量の関係について

J520012

大久保俊哉

中京大学スポーツ科学部 渡邊航平研究室



抄録

背景：ウォーキングは、強度が低く怪我のリスクが低いため、最も多くの人々が実施している運動の一つである。一方で強度が低いため、WHO が推奨している運動強度には極めて速い速度での歩行が必要となることが示されている。神経筋電気刺激は、強度が高い運動で使われる速筋線維を強度に関係なく使用することができるものである。神経筋電気刺激は下肢を使う自転車漕ぎ運動で臀部及び大腿部に使用した際に、酸素摂取量を上昇させることが証明されている。一方で、強度の高い運動と併用した際には、一定の強度を超えると効果が上昇しなくなることが証明されている。そこで本実験では、歩行と神経筋電気刺激を主要筋ではない腹部に使用した時の効果と変化量について検証を行った。方法：男性学生 10 名を対象に実験を実施した。トレッドミルで 4km/h、5km/h、6km/h の速度での通常の歩行と電気刺激を腹部に使用した状態での歩行を行い、酸素摂取量を測定した。酸素摂取量の測定には、ポータブル呼気ガス分析装置を使用した。結果：神経筋電気刺激を用いた際の座位姿勢や歩行は安静時や通常の歩行と比較し、酸素摂取量の変化量は、座位姿勢で $2.31 \pm 4.77 \text{ ml/kg/min}$ 、4km/h の歩行では、 $1.89 \pm 2.02 \text{ ml/kg/min}$ 、5km/h の歩行では、 $1.46 \pm 2.07 \text{ ml/kg/min}$ 、6km/h の歩行では、 $1.47 \pm 2.47 \text{ ml/kg/min}$ であった。神経筋電気刺激により酸素摂取量が増加すること及び増加量は歩行速度に関係なく一定であることが明らかとなった。

結論：本研究によって、神経筋電気刺激を歩行における主要筋ではない腹直筋、腹斜筋、広背筋（下部）、脊柱起立筋（下部）に使用した場合でも、歩行における酸素摂取量を増加させることが明らかとなった。これは、神経筋電気刺激による歩行の強度上昇を示している。また、酸素摂取量の変化量は座位姿勢及び歩行であっても速度に関係なく一定であることが明らかとなった。さらに、神経筋電気刺激によるエネルギー代謝の増加は歩行速度に依存しないことを示唆している。

背景

WHO. (2010) は 18 歳以上の成人において、一週間あたり 150 分の中強度有酸素運動、または一週間あたり 75 分の高強度の有酸素運動、または同等の中強度から高強度の身体活動を組み合わせて行うことを推奨している。スポーツ庁. (2023) は、日本全国 18 歳から 79 歳の男女に Web アンケートを行い、4 万件の有効解答を集計したところ、過去一年間に実施した種目としてウォーキングが全体の 62%を占めており、最も多くの人に実施された運動である。しかし、Ainsworth et al. (2000) によると平地での歩行はとても速い歩行の速度である 6.4km/h であっても 5 メッツ相当であり、WHO の定める基準に満たないことが確認されている。Daniel et al. (2005) は中強度の運動を中程度の頻度で行うグループと中強度の運動を高頻度で行うグループ、高頻度の運動を中程度の頻度で行うグループ、高頻度の運動を高頻度で行うグループの 4 つのグループに分けて歩いてもらった際の 2 ヶ月から 6 ヶ月までの歩行合計時間を測定した。すると、過去に運動の経験が少ない人は、高い強度で運動を継続させる率が中強度の運動と比較し減少したことを報告している。神経筋電気刺激は電気刺激によって速筋線維の筋収縮をさせることが出来る。Watanabe et al. (2021) は、自転車エルゴメーターを使い 1 週間に 2 回、合計 9 週間のトレーニングを最大酸素摂取量の 73.3%の強度か最大酸素摂取量の 56.2%で神経筋電気刺激を臀部と大腿部にトレーニング中に行う 2 つのグループに分けて実験を行った。この実験から神経筋電気刺激は強度を下げた運動でも強度の高い運動と同様の酸素摂取量まで上昇させることが報告されている。一方で、Watanabe et al. (2022) によると、自転車漕ぎ運動のみと自転車漕ぎ運動と神経筋電気刺激を臀部と大腿部に行った際に、VT50%、75%、100%、125%と強度を上げるにつれて両者の酸素摂取量の差が減少したと報告されている。高齢化が進む現代の日本では、機能的健康の改善や非伝染病、鬱症状や認知症の発症リスクの軽

減のために中強度から高強度の身体活動が推奨されており、手軽に行うことができる歩行と酸素摂取量を上昇させることができる神経筋電気刺激を併用し、運動の効果を上げることを目的とし、本研究に至る (WHO, 2010)。M Ericson (1986)によると、自転車エルゴメーターを使っている際に下肢筋群(大臀筋、外側広筋、大腿直筋、内側広筋、大腿二頭筋、半腱様筋、中臀筋)にEMGを用いて活動レベルを測定した際に、120W から 240W に負荷が増加するにつれて、活動レベルが増加したと報告されている。David et al. (2004)によると、被験者にトレッドミル上で 1, 2m/s の速さで歩行、2, 3, 4m/s の速さで走っている際に、表面筋電図を用いて腹直筋や外腹斜筋、脊柱起立筋の動きを測定すると、腹直筋は速度が上がるにつれて活動が増加することを示している。そこで、日本で運動として最も行われている歩行で、推奨されている強度による運動を行うこと及び歩行の際の主要筋ではない腹部の筋肉でも速度によって活動量が上昇していることから腹部に神経筋電気刺激を使用した際の酸素摂取量を測定する本研究に至る。先行研究より歩行の際に神経筋電気刺激を腹直筋、腹斜筋、広背筋 (下部)、脊柱起立筋 (下部) に行うことによって酸素摂取量は増加するという仮説を設定した。また、Watanabe et al. (2022) の実験においてVT125%の強度において酸素摂取量の増加量が減少したことから、平地での歩行では極めて速い速度であっても 7.0 メッツ相当であり、同等の強度に満たないため、通常の歩行と神経筋電気刺激を併用した歩行での酸素摂取量の変化量は一定であるという仮説を設定した。

方法

研究対象者

健康成人 10 名 (男性 10 名、平均年齢 22 ± 1 歳、体重 58.3 ± 9.8 kg) を対象に実験を実施した。

実験デザイン

被験者には、VO2MASTER (MW-1100) を装着してもらい酸素摂取量を測定した。椅子に座った状態で2分半の安静時の酸素摂取量を測定し、その後神経筋電気刺激を加えた状態で同様に2分半酸素摂取量を測定した(図1)。続いて、BIOMILL (BM-1200) (日本) 上で歩行を行い、酸素摂取量を測定した(図2)。歩行速度はAinsworth et al. (2000) を参考に、4km/h、5km/h、6km/h に設定し、各速度で通常の歩行と安静時に実施した強さでの神経筋電気刺激を腹部周辺及び背筋下部に行った状態で2分半の歩行を計6回実施した。各歩行の間隔は酸素摂取量が安静時と同様に戻すために5分空けて実施した。被験者には安全を考慮し、歩行中は転倒事故防止のためハーネスを着用し、事故防止に努めた(図3)。

神経筋電気刺激

腹筋群及び背筋下部に神経筋電気刺激を加えるために、株式会社MTGのSIXPAD Powersuit Lite Core Belt (日本) を装着し実験を実施した(図4)。神経筋電気刺激は腹直筋、腹斜筋、広背筋(下部)、脊柱起立筋(下部)に行った。神経筋電気刺激の強さは、4Hzの20番目の強さで実施した。

酸素摂取量

酸素摂取量を計測するため、被験者にはVO2 Master Health Sensors Inc. VO2MASTER (MW-1100) (アメリカ) のSmallサイズのマスクとRestのユーザーピースを装着してもらい、同社のVO2 Masterのアプリを介して酸素摂取量を測定した(図5)。採取したデータは5秒ごとのものをサンプルとして解析を行った。

統計解析

結果は平均値±標準偏差で示す。Shapiro-Wilk検定を用いてデータの正規分布を確認した。本研究の



図1 座位時の測定環境



図2 トレッドミル上での測定環境



図3 ハーネス着用時の研究対象者（背面）

外側



内側

図4 神経筋電気刺激を加えた装置 SIXPAD Powersuit Lite Core Belt

A, B, Cはそれぞれ、腹直筋、腹斜筋、広背筋（下部）と脊柱起立筋（下部）の電極を示している。



図 5 酸素摂取量測定装置 VO2MASTER (MW-1100)

結果には、非正規分布のデータを含み、また小さなサンプルサイズに基づいたため、酸素摂取量が座位姿勢の場合安静時と神経筋電気刺激を行った時、各歩行速度では通常歩行と神経筋電気刺激を用いた歩行での差をノンパラメトリック検定の Wilcoxon の符号付き順位検定を用いて検証した。また、座位姿勢、各歩行速度における神経筋電気刺激を行った時の酸素摂取量の変化量では、座位姿勢と時速 4km/h、時速 5km/h と時速 6km/h を比較する際に負の順位に基づき行い、座位姿勢と時速 5km/h、座位姿勢と時速 6km/h、時速 4km/h と時速 5km/h、時速 4km/h と時速 6km/h を比較する際には正の順位に基づき行った。なお、Wilcoxon の符号付き順位検定の際には 2 ペアでの比較となるため有意水準を 0.05 とし分析を行った。正の順位、負の順位に基づき行った分析は 3 ペアでの比較となるため有意水準を基準値 0.05 から 3 で割った 0.016 を用いた。本実験においては 5 秒ごとのデータをサンプルとし、計測開始時から 1 分 15 秒後から 2 分 15 秒までの 1 分間を解析した。

結果

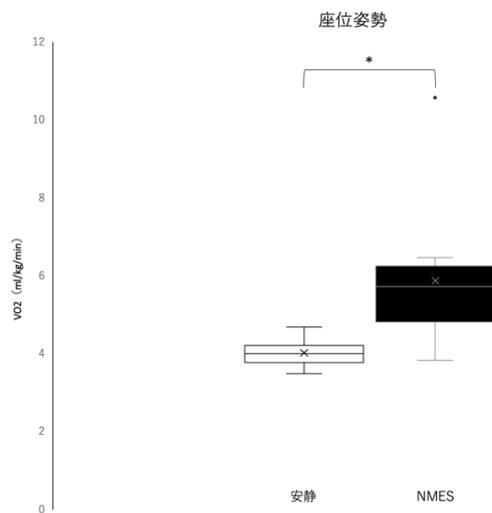
座位姿勢での安静時と神経筋電気刺激を行った時の酸素摂取量、各歩行速度における通常歩行と神経筋電気刺激を行った時の酸素摂取量は全てにおいて増加した。座位姿勢の安静時、座位姿勢時に神経筋電気刺激を行った時、各速度における通常歩行と神経筋電気刺激を行った際の計測した酸素摂取量については図 6 に示す。ただし、座位姿勢の安静時において 1.0 から 1.5Mets が基準値とされているため、それを下回った 2 つのデータは除外した (Felipe et al. 2008)。座位姿勢での安静時の酸素摂取量は $4.02 \pm 0.67 \text{ml/kg/min}$ 。座位姿勢で神経筋電気刺激を行った際の酸素摂取量は $5.88 \pm 4.70 \text{ml/kg/min}$ 。トレッドミル上を 4km/h で歩行した際の酸素摂取量は $9.30 \pm 2.88 \text{ml/kg/min}$ 。4km/h で歩行中に神経筋電気刺

激を行った際の酸素摂取量は $11.19 \pm 4.90 \text{ ml/kg/min}$ 。トレッドミル上を 5 km/h で歩行した際の酸素摂取量は $11.04 \pm 4.70 \text{ ml/kg/min}$ 。 5 km/h で歩行中に神経筋電気刺激を行った際の酸素摂取量は $12.50 \pm 4.77 \text{ ml/kg/min}$ 。トレッドミル上を 6 km/h で歩行した際の酸素摂取量は $14.72 \pm 7.83 \text{ ml/kg/min}$ 。 6 km/h で歩行中に神経筋電気刺激を行った際の酸素摂取量は $16.18 \pm 6.51 \text{ ml/kg/min}$ 。座位姿勢での安静時と神経筋電気刺激を行った時の酸素摂取量、各歩行速度における通常歩行と神経筋電気刺激を行った時の酸素摂取量は全てにおいて有意な差が見られた ($p < 0.05$)。また、座位姿勢及び歩行速度による[安静 (通常歩行) +NMES]-安静 (通常歩行) の変化は図 7、図 8 に示す。座位姿勢での酸素摂取量の変化量は、 $2.31 \pm 4.77 \text{ ml/kg/min}$ 。 4 km/h の歩行での酸素摂取量の変化量は、 $1.89 \pm 2.02 \text{ ml/kg/min}$ 。 5 km/h の歩行での酸素摂取量の変化量は、 $1.46 \pm 2.07 \text{ ml/kg/min}$ 。 6 km/h の歩行での酸素摂取量の変化量は、 $1.47 \pm 2.47 \text{ ml/kg/min}$ 。座位姿勢における安静時と神経筋電気刺激を行った際の酸素摂取量の変化量、各歩行速度における通常歩行と神経筋電気刺激を用いた歩行の酸素摂取量の変化量は有意な差が全てで見られなかった ($p > 0.016$)。

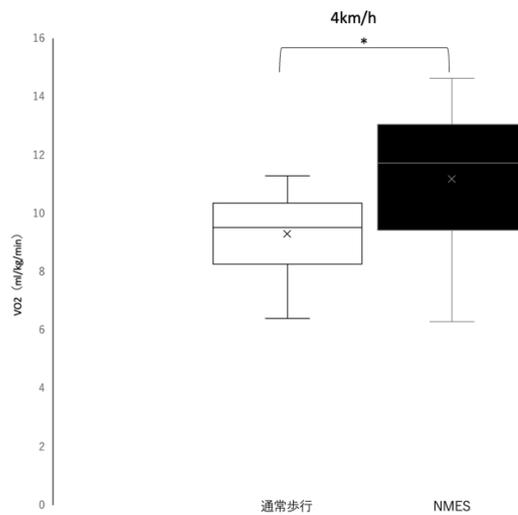
考察

本研究は、歩行と神経筋電気刺激を主要筋ではない部位に行った際の酸素摂取量の変化と歩行速度の変化における酸素摂取量の変化量について検討した。本研究結果から、神経筋電気刺激を腹直筋、腹斜筋、広背筋 (下部)、脊柱起立筋 (下部) に行った際に酸素摂取量を増加させることが明らかとなった。本研究結果の神経筋電気刺激を歩行中に腹直筋、腹斜筋、広背筋 (下部)、脊柱起立筋 (下部) に行うことで酸素摂取量を増加させる点については、我々の仮説および神経筋電気刺激が酸素摂取量を増

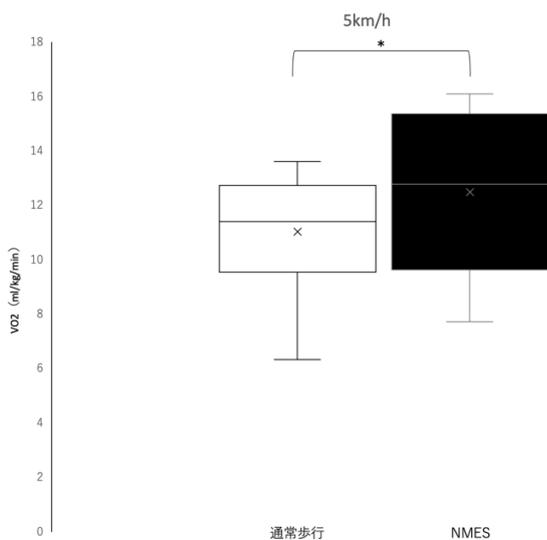
A.



B.



C.



D.

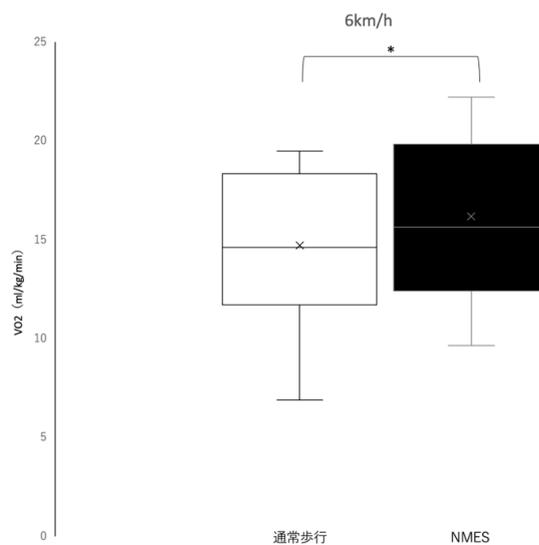


図 6A) 座位時における安静時と電気刺激を行った際の酸素摂取量計測値 B) 時速 4 km における通常歩行と電気刺激を用いた際の酸素摂取量の計測値 C) 時速 5 km における通常歩行と電気刺激を用いた際の酸素摂取量の計測値 D) 時速 6 km における通常歩行と電気刺激を用いた際の酸素摂取量の計測値

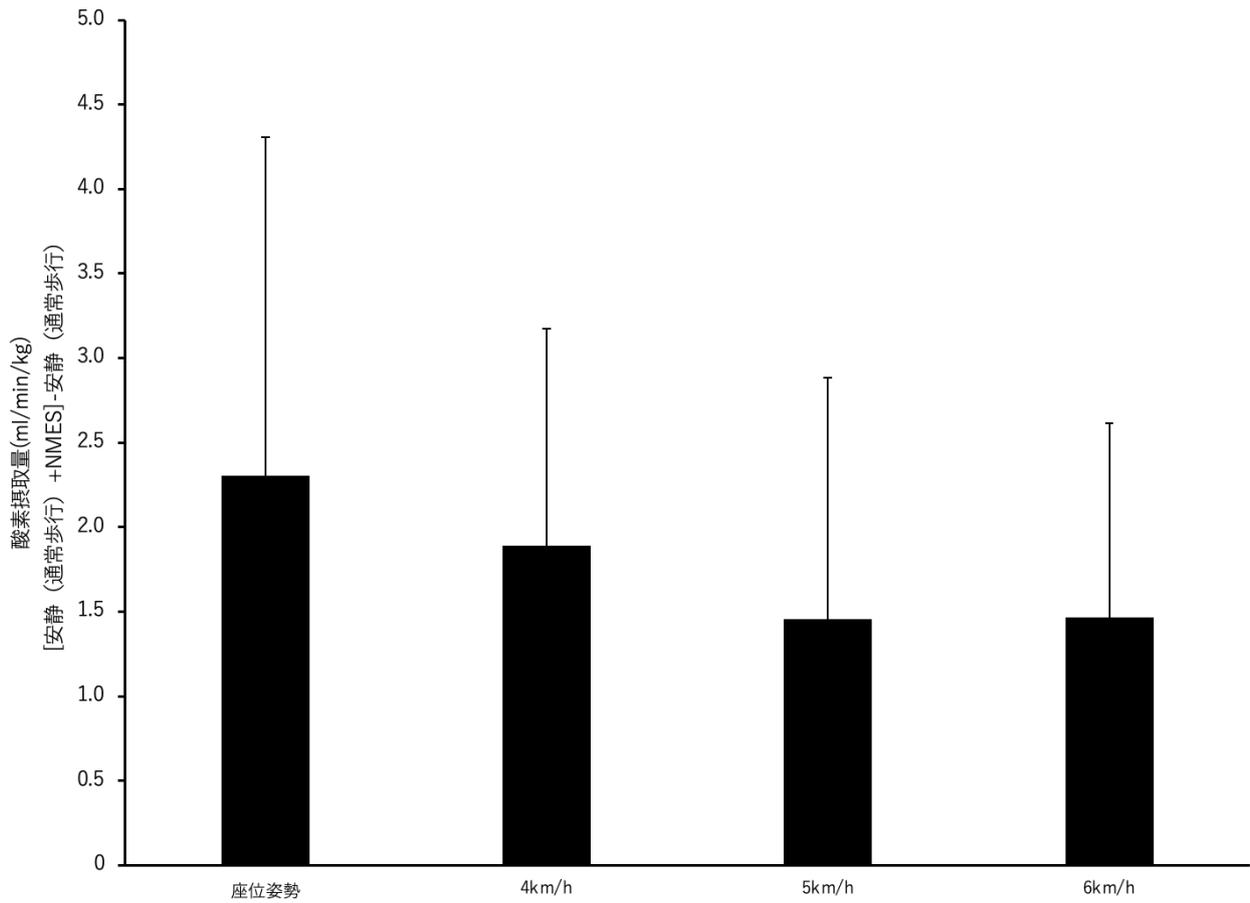


図7 座位姿勢及び歩行速度による[安静 (通常歩行) +NMES]-安静 (通常歩行) の変化

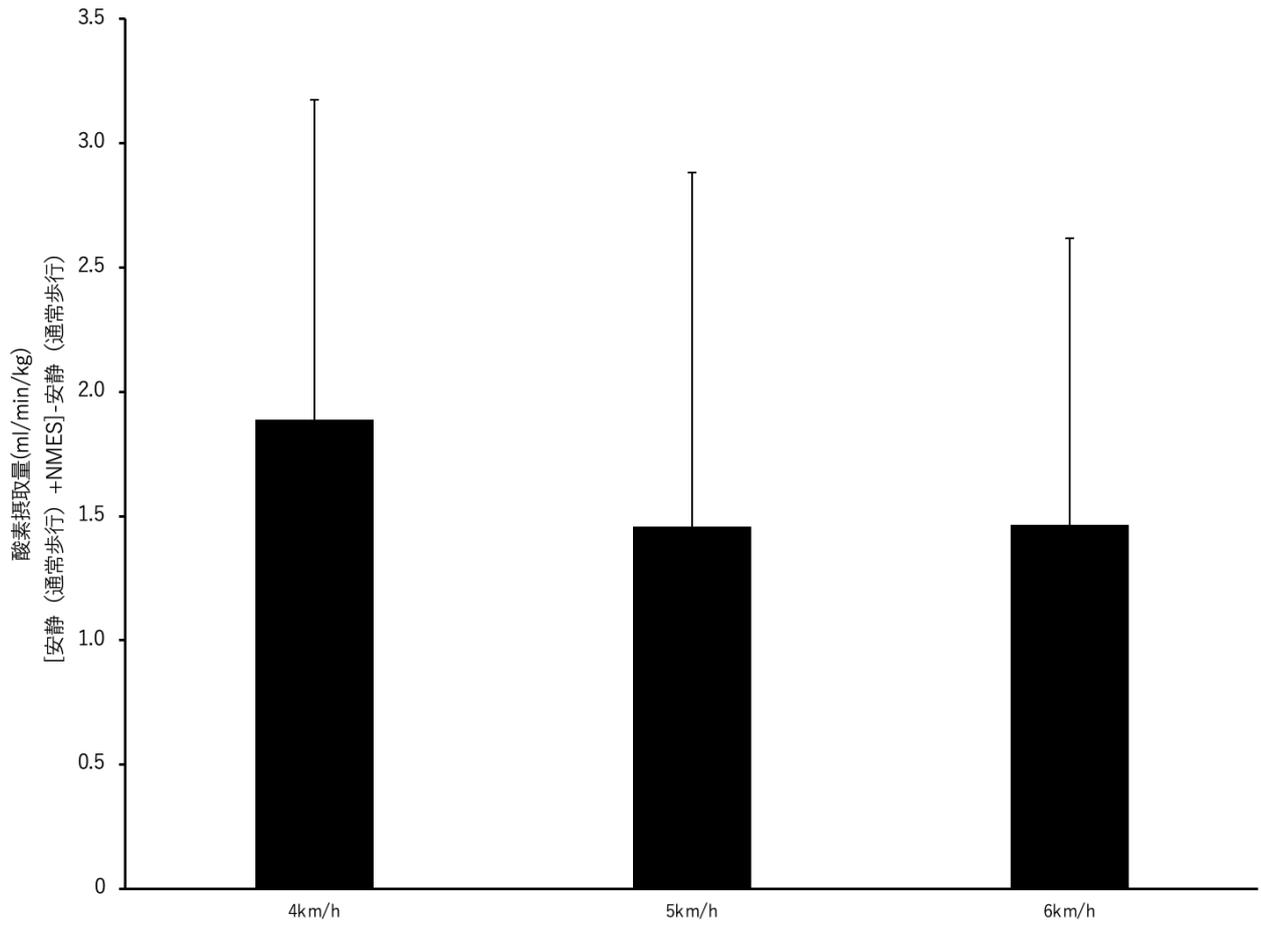


図8 歩行速度による[通常歩行+NMES]-通常歩行の変化

加させるという先行研究の結果を支持するものであった。本研究結果から、座位姿勢における安静時と神経筋電気刺激を行った際の酸素摂取量の変化量、各歩行速度における通常歩行と神経筋電気刺激を用いた歩行の酸素摂取量の変化量は有意な差が全てで見られず、一定であることが明らかとなった。本研究結果の酸素摂取量の変化量が座位姿勢及び各歩行速度で一定であるという点については、我々の仮説及びVTが100%の強度を超えない場合酸素摂取量の変化量は一定であるという先行研究の結果を支持するものであった。Watanabe et al. (2021、2022) は、神経筋電気刺激によって酸素摂取量が増加し、VT100%を超える強度を下回る場合は増加量が一定であることを報告している。これらの先行研究は、神経筋電気刺激が酸素摂取量を上昇させ、一定強度までは増加量が一定であるということを示唆するものである。したがって、これら先行研究の結果は、本研究で明らかにされた、神経筋電気刺激により酸素摂取量を上昇させる点及び酸素摂取量の増加量が座位姿勢、歩行時ともに一定であるという結果を支持するものである。

結論

本研究は、歩行と神経筋電気刺激を主要筋ではない部位に行った際の酸素摂取量の変化と歩行速度の変化における酸素摂取量の変化量について検討した。本研究によって、神経筋電気刺激を歩行における主要筋ではない腹直筋、腹斜筋、広背筋（下部）、脊柱起立筋（下部）に使用した場合でも、歩行における酸素摂取量を増加させることが明らかとなった。また、神経筋電気刺激による酸素摂取量の変化量は、座位姿勢及び歩行速度を変化させた場合においても一定であるということが明らかとなった。本研究により、神経筋電気刺激を行いながら歩行した場合であっても酸素摂取量を上昇させることを示して

おり、歩行の強度上昇を示している。これは、神経筋電気刺激によるエネルギー代謝の増加は歩行速度に依存しないことを示唆している。

謝辞

本卒業論文を執筆するにあたり、ご高配くださいました中京大学スポーツ科学部競技スポーツ学科の渡邊航平教授並びにすべての関係者の方々に感謝の意を表します。

参考文献

Ainsworth E B., Haskell L W., Whitt C M., Irwin L M., Swartz M A., Strath J S., O' Brien L W., Bassett R D. Jr., Schmitz H K., Emplaincourt O P., Jacobs R D. Jr., Leon S A. Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 32(9):p S498-S516, 2000

Anton S D., Perri M G., Joseph R III, Kanasky W F. Jr., Rodrigue J R., Sears S F., Martin A. D, Differential Predictors of Adherence in Exercise Programs With Moderate Versus Higher Levels of Intensity and Frequency. *JOURNAL OF SPORT & EXERCISE PSYCHOLOGY*, 27, 171-187, 2005.

Ericson M., On the biomechanics of cycling. A study of joint and muscle load during exercise on the bicycle ergometer, *Scand J Rehabil Med Suppl*, 16:1-43, 1986.

Pate R R., O' Neill R J., Lobelo F. The Evolving Definition of "Sedentary", *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(4):p 173-178, 2008.

Saunders W S., Rath D., Hodges W. P. Postural and respiratory activation of the trunk muscles changes with mode and speed of locomotion, *Gait & Posture*, 20(3):280-90, 2004

Watanabe K., Takeda T., Kawade S., Moritani T. Effect of exercise intensity on metabolic responses on combined application of electrical stimulation and voluntary exercise. *Physiological Reports*. 9(3): e14758, 2021

Watanabe K., Yoshimura A., Nojima H., Hirono T., Kunugi S., Takeda T., Kawade S., Moritani T. Physiological adaptations following vigorous exercise and moderate exercise with superimposed electrical stimulation. *European Journal of Applied Physiology*, 123, 159-168, 2022

WHO. (2010) . Global Recommendations on Physical Activity for Health.

https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44399/9789241599979_eng.pdf?sequence=1

スポーツ庁. (2023) . 令和 4 年度「スポーツの実施状況等に関する世論調査」の概要.

https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/houdou/jsa_00133.html

野菜量における学生食堂の現状と学生・学生アスリートの食事選択状況

J520016

岡村麻恋

中京大学スポーツ科学部 渡邊航平研究室



抄録

1日の野菜摂取基準は350gであるが、現状は20代男性で約233g、女性で約212gと基準に達していない。また大学生アスリートのほとんどが栄養素やそれを含有する食品についてある程度の知識を持っているが、実際の食生活には結びついていないと言われている。さらに、果物と野菜の入手しやすさは果物と野菜の消費と正の関係があることがわかっている。そのため学生食堂のメニューの野菜量を増やすことで学生や学生アスリートの野菜摂取量を補えるのではないかと考えた。そこで本研究では、本学の学生食堂(シトラス)のメニューの野菜含有量を調査することを第一の目的とした。また女性一般人、女性アスリート、男性一般人、男性アスリートの野菜に対する意識とメニューを選ぶ際に重視する点、昼食代などを調査することを第二の目的とした。調査の結果、本学の学生食堂で1日の野菜摂取量の3分の1である117g以上を摂取できるメインメニューは無く、メインメニューと小鉢との組み合わせでも108通り中わずか8通りしかなく非常に少なかった。野菜に対する意識の高さは女性一般人、女性アスリート、男性一般人、男性アスリートの順に高く、アスリートよりも一般学生の意識が高くアスリートか否かよりも男女で差が見られた。また学生食堂のメニューに何を求めるかという設問に対し、一般学生男女、アスリート男女のどのカテゴリも「値段の安さ」を選ぶ人が最も多かった。さらに昼食代は女性一般人61%、女性アスリート75%、男性一般人95%、男性アスリート81%が400~600円の範囲内であった。以上の結果から、調査では本学の学生食堂のメニューの野菜量は1日の野菜摂取量の3分の1である117g以上を摂取できるようなメインメニューは無く、117g以上の野菜が摂取できるメインメニューと小鉢の組み合わせは存在するが、非常に少ないという現状が明らかとなった。またアンケートから、アスリートよりも一般学生の方が野菜に対する意識が高く、アスリートか否かよりも男女で差が見られた。さらにメニューを選ぶ際は一般学生男女、アスリート男女のどのカテゴリも「値段の安さ」を重視しており、昼食代はどのカテゴリもおおむね400~600円の範囲内であるという現状が明らかになったと結論した。

背景

1日の野菜摂取基準は350gと言われているが（健康日本21）、実際は成人男性で平均約288g、女性で約274gとなっており、特に20代男性で約233g、女性で約212g（厚生労働省）と成人の平均よりも少ない量になっている。Yvonne et al. (2014)は、サラダバーを利用した場合の野菜の入手しやすさとアクセスのしやすさは中学生の野菜の消費量と正の関係があり、果物と野菜の入手しやすさは高校生の果物と野菜の消費量と正の関係があることを報告している。また柴崎ら（2019）は、若い世代の野菜摂取量を向上させるためには食環境整備が必要であるため、食物のアクセスとして学生食堂の諸条件を考慮する必要があると報告した。さらに金子ら（1995）は、運動部所属学生・生徒は、ほとんどが栄養や食事に関心を持ち栄養素やそれを含有する食品についてある程度の知識を持っているが、実際の食生活に結びついていない面があると報告している。このことから学生食堂のメニューの野菜量を増やすことで、野菜不足であると考えられる学生や学生アスリートの野菜摂取量を補えるのではないかと考えた。したがって本学の学生食堂の野菜量における現状と、学生や学生アスリートの食事選択状況を調査したいと考えた。

そこで本研究では、本学の学生食堂のメインメニューと小鉢の野菜含有量を調べることを1つ目の目的とし、さらに女性一般人、女性アスリート、男性一般人、男性アスリートを区別して野菜に対する意識、メニューを選ぶ際に重視する点、どのぐらいの人が栄養バランスを意識してメニューを選んでいるか、昼食代などを調べることを2つ目の目的とした。1つ目の目的に対しては、片山ら（2008）の、愛知県に存在する12の大学の食堂の全てのカレー・ラーメン・丼・定食で、エネルギー・塩分・脂質が多く、食物繊維・ビタミンCが不足しているという報告に則って、本学の学生食堂のメニューでは野菜を十分に

摂取できないという仮説を設定した。2つ目の目的に対しては、金子ら（1995）の、運動部所属学生・生徒のほとんどが栄養や食事に関心を持ち栄養素やそれを含有する食品についてある程度の知識を持っているという報告に則って、一般学生よりかはアスリートの方が野菜に対する意識が高く栄養バランスを重視してメニューを選択しているという仮説を設定した。

方法

1. メニューの野菜量

本学の学生食堂(シトラス)のメインメニュー12種類と小鉢9種類の野菜含有量を調査した。本学の学生食堂(シトラス)には定食メニューの日替わりランチ、とんかつ定食、唐揚げ定食、丼・カレーメニューの日替わり丼、鶏天丼、タルタル鶏天丼、温玉鶏天丼、カレーライス、カツカレー、唐揚げカレー、ハヤシライス、ヌードルメニューのしょうゆラーメン、もやし味噌ラーメン、濃厚坦々麺、うどん、きつねうどん、釜玉うどん、きしめん、きつねきしめん、釜玉きしめん、そば、きつねそば、釜玉そばの23種類のメニューがあったが、鶏天丼とタルタル鶏天丼や、カレーライスとカツカレーなどは野菜量が等しいため1種類とし、調査対象は、日替わりランチ、とんかつ定食、唐揚げ定食、日替わり丼、とり天丼、カレーライス、ハヤシライス、しょうゆラーメン、もやし味噌ラーメン、濃厚坦々麺、うどん、そばの12種類とした。また小鉢は、れんこんのきんぴら、ひじき煮、オクラの胡麻和え、茄子の煮浸し、キムチ、菜の花の胡麻和え、明太ポテトサラダ、牛乳かんでん、シフォンケーキの9種類を調査対象とした。調査は実際に学生食堂で商品を購入して野菜を紙皿に取り出し、計り（KS-729WT、ドリテック、日本）を使用して行った。1個のメニューにつき1回計測を行い、小数点第1位までの野菜量（g）と値段を調べた

(図 1)。日替わりランチや日替わり丼、小鉢は日によって内容が変わるため全て把握することはできなかった。芋類と果物は野菜に含まなかった。またカレーなどに溶け込んでいる野菜は計測することができなかった。さらに水分を多く含む野菜は値が大きくなっていると考えられる。

2. 利用状況

2023 年度の中京大学の 1～4 年生 122 名を対象に、Google フォームを使用してアンケートをとった。アンケートの項目は、学生食堂利用の有無、利用頻度、野菜を摂ることを意識してメニューを選んでいるか、野菜を意識してメニューを選ぶ理由 (サラダ白書 2013)、野菜を意識していない理由、学生食堂のメニューに何を求めるか、1 回の昼食代、競技スポーツを行っているか、1 年間に行った運動・スポーツの日数と運動実施率 (スポーツ庁)、性別である (図 2)。

結果

1. メニューの野菜量

調査の結果、本学の学生食堂で 1 日の野菜摂取量の 3 分の 1 である 117g 以上を摂取できるメインメニューは無かった (表 1)。そのため本学の学生食堂で 117g 以上の野菜を摂取するにはメインメニューと小鉢を組み合わせる必要があった (表 2)。メニューと小鉢の組み合わせはメインメニュー 12 種類×小鉢 9 種類で計 108 通りあり、117g 以上の野菜を摂取できるのは、「もやし味噌ラーメン」と「茄子の煮浸し」の組み合わせ、「坦々麺」と「れんこんのきんぴら」、「ひじき煮」、「オクラの胡麻和え」、「茄子の煮浸し」、「キムチ」、「菜の花の胡麻和え」の組み合わせ、「唐揚げ定食」と「茄子の煮浸し」の組み合わせのわずか計 8 通りであり非常に少なかった。

A



B



図1：食堂での計測風景

A：唐揚げ定食のキャベツ

B：小鉢のキムチ

学生食堂についてのアンケート

卒業論文のための簡単なアンケートです。ご協力よろしくお願い致します。

1. 学生食堂を利用したことがありますか。*

- はい
- いいえ

2. 1で「はい」と答えた方はどのぐらいの頻度で利用しますか。

「いいえ」と答えた方は回答せず、3に進んでください。

- 週5回以上
- 週3～4回
- 週1～2回
- 月1～3回
- 半年に1～5回
- 年1回以下
- その他...

3. 学生食堂で野菜を摂ることを意識してメニューを選んでいきますか。また、利用したことが*
ない方は学生食堂で野菜を摂ることを意識してメニューを選びそうですか。

- はい
- いいえ

図2：実際の Google フォームのアンケート (1/4)

4. 3で「はい」を選んだ理由は何ですか。当てはまるものを全て選択してください。

いいえを選んだ方は回答せず、5に進んでください。

健康やダイエットのため

野菜が好き

その他...

5. 3で「いいえ」を選んだ理由は何ですか。当てはまるものを全て選択してください。

「はい」を選んだ方は回答せず、6に進んでください。

好きなものを食べたい

野菜が嫌い

値段が高い

その他...

6. 学生食堂のメニューに何を求めますか。最も当てはまるものを1つ選んで下さい。*

美味しさ

安さ

ボリューム

栄養バランス

その他...

図2：実際の Google フォームのアンケート (2/4)

7. 1回の昼食代はおよそいくらですか。*

- 300円未満
- 300～400円
- 400～500円
- 500～600円
- 600～700円
- それ以上

8. 現在、競技スポーツを行なっていますか。*

競技スポーツとは、技術や記録の向上を目指し勝利を目的とするスポーツです。

- はい
- いいえ

9. 競技スポーツも含めて、この1年間に行った運動・スポーツの日数、運動実施率を教えてください。*

- 週5日以上（年251日以上）
- 週3日以上（年151日～250日）
- 週2日以上（年101日～150日）
- 週1日以上（年51日～100日）
- 月1～3回（年12日～50日）
- 月1回未満
- 運動やスポーツはしなかった
- わからない

図2：実際の Google フォームのアンケート（3/4）

10. 性別を選択してください。*

- 男性
- 女性
- その他...

図2：実際の Google フォームのアンケート (4/4)

表1 メインメニュー

メニュー	値段	野菜の量
日替わりランチ	500 円	0.0g
とんかつ定食	500 円	11.2g
唐揚げ定食	500 円	36.9g
日替わり丼 (焼肉丼)	470 円	33.7g
とり天丼	470 円	17.3g
カレーライス	380 円	0.0g
ハヤシライス	380 円	0.0g
醤油ラーメン	350 円	23.7g
もやし味噌ラーメン	400 円	50.0g
濃厚坦々麺	430 円	74.8g
うどん	330 円	6.7g
そば	330 円	4.4g

表2 小鉢

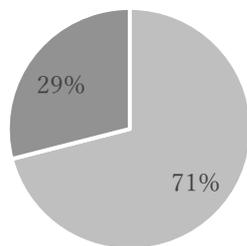
メニュー	野菜量
れんこんのきんぴら	55.9g
ひじき煮	64.3g
オクラの胡麻和え	58.1g
茄子の煮浸し	81.1g
キムチ	66.9g
菜の花の胡麻和え	53.9g
明太ポテトサラダ	0.0g
牛乳かんとん	0.0g
シフォンケーキ	0.0g

2. 利用状況

アンケートでは、学生食堂を利用したことがある人は 93.4% (114 名)、利用したことがない人は 6.6% (8 名) だった。利用頻度は週に 1~2 回が 30.7% (35 名) で最も多く、次いで週に 3~4 回が 20.2% (23 名)、月に 1~3 回が 19.3% (22 名)、半年に 1~5 回が 18.4% (21 名)、年に 1 回以下が 9.6% (11 名)、週に 5 回以上が 0.9% (1 名)、その他が 0.9% (1 名) であった。93.4% が学生食堂を利用したことがあり半数以上が週に複数回学生食堂を利用していることが明らかになったので、本学の学生・学生アスリートにとって学生食堂は身近であり野菜摂取量を補える可能性が十分にあると言える。

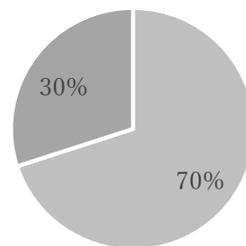
現在競技スポーツを行っている人は 40.2% (49 名)、行っていない人は 59% (72 名)、その他が 0.8% (1 名) だった。性別は、男性が 53.7% (65 名)、女性が 46.3% (56 名) だった。アンケート項目である競技スポーツを行っているか否かと性別から、女性一般人 (28 名)、女性アスリート (28 名)、男性一般人 (44 名)、男性アスリート (21 名) の 4 つに振り分け、それぞれのカテゴリがどのぐらい学生食堂で野菜を意識してメニューを選んでいるかと、学生食堂のメニューに何を求めているかを調べた。結果は、野菜を意識してメニューを選んでいる人が最も多いのは女性一般人で 39% (11 名)、次いで女性アスリート 32% (9 名)、男性一般人 30% (13 名)、男性アスリート 29% (6 名) であった。(図 3) また女性一般人、女性アスリート、男性一般人、男性アスリートのどのカテゴリも「値段の安さ」を最も重視しており、次いで女性一般人、女性アスリート、男性一般人のカテゴリは「美味しさ」、男性アスリートのカテゴリは「ボリューム」を重視していた。また「栄養バランス」を重視していたのは、男性一般人と女性アスリートが 14% (男性一般人 6 名、女性アスリート 4 名)、女性一般人 11% (3 名)、男性アスリート 5% (1 名) であった。1 回の昼食代は 400~500 円が最も多く 48.4% (59 名)、次いで 500~600 円が

男性アスリート



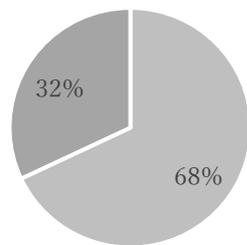
■ 野菜意識なし ■ 野菜意識あり

男性一般人



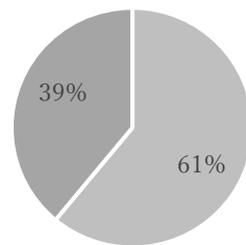
■ 野菜意識なし ■ 野菜意識あり

女性アスリート



■ 野菜意識なし ■ 野菜意識あり

女性一般人



■ 野菜意識なし ■ 野菜意識あり

図3 各カテゴリの野菜を意識してメニューを選んでいる人の割合

31.1% (38名)、300～400円が11.5% (14名)、300円未満が5.7% (7名)、600～700円が2.5% (3名)、その他が0.8% (1名)であった。昼食代に関しては一般学生とアスリート、男性と女性で大きな差はなく女性一般人61%、女性アスリート75%、男性一般人95%、男性アスリート81%が400～600円の範囲内であった。

したがって、野菜に対する意識はアスリートよりも一般学生の方が高く、アスリートか否かよりも男女で差が見られることが明らかとなった。さらにアスリートもメニューを選ぶ際に重視する点は「栄養バランス」ではなく一般学生と同様に「値段の安さ」であることが明らかとなった。

考察

本研究結果から、本学の学生食堂で1日の野菜摂取量の3分の1である117g以上を摂取できるメインメニューは無く、メインメニューと小鉢の組み合わせでも108通りのうちわずか8通りで非常に少ないことが明らかになった。この結果は、本学の学生食堂のメニューでは野菜を十分に摂取できないという1つ目の仮説を支持したといえる。また野菜に対する意識はアスリートか否かよりも男女で差が見られ、女性一般人、女性アスリート、男性一般人、男性アスリートの順に高いことが明らかになった。また一般学生男女、学生アスリート男女のどのカテゴリも「値段の安さ」を最も重視していることが明らかになった。「栄養バランス」を重視していた割合は、男性一般人と女性アスリートが同率で最も高く、次いで女性一般人、男性アスリートの順だった。そのためアスリートは一般人よりも栄養バランスを重視してメニューを選択しているとは言えないことが明らかになった。この結果は、一般学生よりかはアスリート

の方が野菜に対する意識が高く栄養バランスを重視してメニューを選択しているという2つ目の仮説を支持しなかったといえる。

柴崎ら(2019)は、学生食堂の「定食のみ」では設定した給与栄養目標量に対して食物繊維、カルシウム、鉄、ビタミンA、ビタミンB2は給与栄養目標量より有意に低い結果となり、これらのうち食物繊維とカルシウムについては小鉢をつけることにより補完できると報告している。さらに中村ら(2018)は、大学生スポーツ選手の食行動を分類したところ、男女ともに現在適切な食生活について意識的にしていることがない下位ステージ群の割合が高く、適切な食生活について意識的に継続していることがある上位ステージ群の割合が低かったと報告しており、安藤ら(2005)は、学生食堂で学生がよく食べるメニューとして「日替わりランチ」、「カツ丼」、「うどん」、「から揚げ丼」が上位であり、それぞれを挙げた理由としてまんべんなく出ているのが「安さ」であると報告している。これらの報告からも、学生食堂のメニューでは野菜を十分に摂取できないという1つ目の仮説は支持し、一般学生よりかはアスリートの方が野菜に対する意識が高く栄養バランスを重視してメニューを選択しているという2つ目の仮説は支持しなかったことがいえる。

本研究の限界は、季節限定メニューや土曜・特定日限定メニューなど調べていないメインメニューがあること、日替わりランチ、日替わり丼、小鉢は日々内容が変わるため全てのメニューを調査できなかったこと、カレーなどに溶け込んでいる野菜を計測することができなかったこと、水分を多く含む野菜は値が大きくなっていると考えられることである。

結論

本研究では、学生食堂のメニューの野菜量を増やすことで学生や学生アスリートの野菜摂取量を補えるのではないかと考え、本学の学生食堂の野菜量における現状と学生・学生アスリートの食事選択状況を調査した。調査から、本学の学生食堂では1日の野菜摂取量の3分の1である117g以上を摂取できるようなメインメニューは無く、117g以上の野菜が摂取できるメインメニューと小鉢の組み合わせも非常に少ないことが明らかとなった。またアンケートから、本学の学生・学生アスリートにとって学生食堂は身近であるため野菜摂取量を補える可能性は十分にあることがわかった。また野菜に対する意識は全体的に低いがアスリートよりも一般学生の方が高く、アスリートか否かよりも男女で差が見られ、さらにアスリートが「栄養バランス」を意識してメニューを選択しているとは限らないことが明らかとなった。メニューを選ぶ際は一般学生男女、アスリート男女のどのカテゴリも「値段の安さ」を重視しており、昼食代は、一般人女性、女性アスリート、一般人男性、男性アスリートのどのカテゴリもおおむね400～600円の範囲内という現状であった。

謝辞

本研究を進めるにあたり、渡邊航平先生には指導教員として適切なご指導を頂きました。深く感謝いたします。また、アンケートにご協力いただいた本学学生の皆様にもお礼申し上げます。

参考文献

- Lloyd D. Johnston, Patrick M. O'Malley, Yvonne M. Terry-McElrath. Accessibility Over Availability :

Associations Between the School Food Environment and Student Fruit and Green Vegetable

Consumption : CHILDHOOD OBESITY 10(3) : 241-250, 2014

- 健康日本 21 (第二次) (2019) 別表第五(1)栄養・食生活

<https://www.nibiohn.go.jp/eiken/kenkounippon21/kenkounippon21/mokuhyou.html#mokuhyou05>
- 厚生労働省 (2019) 国民健康・栄養調査 結果の概要

<https://www.mhlw.go.jp/content/000711005.pdf>
- 伊藤孝、太田和子、金子佳代子、高橋裕美、三浦あゆみ 運動部所属学生・生徒の栄養についての認識と食生活の実態：横浜国立大学教育紀要 35 235-243 (1995)
- 木内麻美子、齊藤佑、柴寄みゆき 学生食堂における大学生の食環境整備の現状と今後の展望：定食と野菜の小鉢付加による栄養価比較からみた給与栄養目標量の設定：医療保健学研究：つくば国際大学紀要 = Medical and Health Science Research : Bulletin of Tsukuba International University 10 13-28 (2019)
- 生田佳奈子、岩瀬麻衣、片山直美、栗本菜緒美、近藤千裕、住田実穂、永井千春、蜂須賀史記子、増田名帆子、松本有加 愛知県内の大学食堂に於けるメニューと価格並びに栄養素の比較：美味研究会誌 No.11 34-39 (2008)
- スポーツ庁 (2023) 「令和 4 年度スポーツの実施状況等に関する世論調査」結果の概要

https://www.mext.go.jp/sports/content/20230324-spt_kensport02-000028561_1.pdf
- 株式会社サラダクラブ サラダ白書 2013 第 2 章 野菜を食べる理由

https://www.saladclub.jp/health/pdf/saladhakusyo_2013.pdf

- 桜田惣太郎、中村文香、七尾由美子、春名亮 大学スポーツ選手の食行動変容ステージに影響を及ぼす要因と食生活の実態 日本食育学会誌 第12巻第2号 (2018)
- 安藤真美、神田知子 学生食堂の現状と課題 ―利用者アンケートによる分析― 山口県立大学生生活科学部研究報告 第31号 (2005)

改造水着着用と歩行速度の変化による効率的な運動方法

J520023

加藤 陽向

中京大学スポーツ科学部 渡邊航平研究室



抄録

背景：本稿の目的は、近年の少子高齢化に伴い、介護が必要な高齢者の数が増える中、運動を通して高齢者の介護の問題を解決に近づけることである。高齢者の介護の原因のおおよそ 60%は運動をすることで解消できることも判明している。そこで高齢者の約 7 割が実施しているウォーキング、その中でも関節への負荷の軽減や陸上より負荷をかけてトレーニングできることが示されている、水中ウォーキングに関する研究を行う。本研究ではウォーキングの負荷や速度を上げていくことで身体活動強度が上がっていくかどうかの研究を行う、身体活動強度を上げることで全原因における死亡率を低下させることが先行研究で示されている。

方法：中京大学短水路 25m 屋内プール 1 レーンを使用し、成人男性 10 名に自作した抵抗付き水着（抵抗大、抵抗中、抵抗なし）の 3 種類を着用させ、2 種類の速度（2.5km/h、2.0km/h）で 75 m 間プールを歩いてもらい、酸素摂取量をポータブル型呼気ガス分析装置を用いて計測し Mets に変換しデータ分析を行なった。歩く以外の動き、手の動きなども全被験者で統一して行なった。

結果：抵抗別の身体活動強度を比較した場合、抵抗による有意な差は見られなかった ($p > 0.05$)。速度別の身体活動強度を比較した場合、速度の違いによる有意な差が見られた ($p < 0.05$)。

結論：本研究では、抵抗付き水着を着用し 2 種類の速度で歩行を行うことによる酸素摂取量を測定しメッツに換算して身体活動強度の変化について検討した、本研究の結果から水中ウォーキングの身体活動強度を上げるためには抵抗付き水着を着用するよりも歩行速度を上げることが有用であることが明らかになった。また、本研究で自作した抵抗付き水着では身体活動強度を上げることができなかったが、抵抗の面積を増やすことで身体活動強度を高めることができるかもしれない。

背景

本実験の社会的背景として、近年の日本での少子高齢化があり（総務省 国勢調査）、その中でも介護を必要とする高齢者が爆発的に増えていることに着目した（令和3年度 介護保険事業状況報告）。厚生労働省国民生活基礎調査によると要介護者の介護が必要になった原因のうち60%以上が心疾患、脳血管疾患、関節疾患、認知症、骨折転倒、が原因になっており、（厚生労働省「国民生活基礎調査」平成28年）どれも運動をすることで予防につながるという先行研究があり上記以外にも多くの慢性疾患が運動をすることで予防することができるとされている（Dhalwani N et al 2016, Romano S et al 2023, Dominquez L L et al 2021）。また、身体活動強度を1メッツ上げると心疾患の可能性が20%低下するという先行研究もある（Gander J C. 2016）。中程度から高強度の連続運動（6および12 MET）が健康な個人の全原因死亡率を低下させることも示されている（Moholdt T et al. 2012）。このことから身体活動強度を上げることが多くの慢性疾患を持つ人たちや介護が必要な高齢者にとって有効な効果を表すことがわかっている。運動の中でも高齢者の約7割が実践しているというウォーキングに着目することでより多くの人の役に立てると考える（令和4年度「スポーツの実施状況等に関する世論調査」（令和4年12月調査））。また、ウォーキングは運動の中でも取り組みやすい種目のため高齢者にかぎらず運動不足の人々など多くの人の役に立てると考える。本研究では、ウォーキングの中でも水中ウォーキングという部分に焦点を当てて研究する。水中には浮力がかかり関節への負荷を減らせるなどという高齢者向けのメリットや陸上と違い水の抵抗があり、陸上よりも効率の良い運動ができる可能性があると考え（Buckthorpe M et al. 2019）。

本研究の目的は、広く普及しているウォーキングの中でも高齢者向けのメリットが多い水中ウォーキ

ングについての研究を行い、介護が必要な高齢者を少しでも減らしていくことである。仮説として水着に抵抗をつけることで対象者への負荷が増え、抵抗を大きくするほど身体活動強度は上がると考える。また、歩行速度を上げた場合は身体活動強度が上がるという先行研究があるので(Shono T et al. 2000)、速度と抵抗を組み合わせることでさらに身体活動強度を上げることができると考える。

本研究は、現時点で世の中に存在しない抵抗付き水着を着用し実験を行うため、効果的な研究結果を出すことができれば新たな商品開発や運動方法など社会貢献につながる要素が多く用いられている。

方法

研究対象者

健康な成人 10 名（全て男性、年齢：21±2 歳、身長：180±10cm, 体重 70±10kg）が本研究に参加した。

研究デザイン

中京大学短水路 25m 屋内プール 1 レーン（水深 1.4m~1.6m）を使用し、自作した抵抗付き水着（抵抗大、抵抗中、抵抗なし）の 3 種類を着用させ、2 種類の速度（速い 2.5km/h、普通 2.0km/h）で 75m（25m を 1 往復半）プールを歩いてもらった。ポータブル型呼気ガス分析装置（VO2MASTER、S&ME, 東京、日本）を着用し酸素摂取量を測定し統計処理を行なった。

呼気ガス分析

ポータブル型呼気ガス分析装置（VO2MASTER、S&ME, 東京、日本）を使用して呼気ガス分析を行った。使用したマスクサイズは small でユーザーピースは rest を使用した。本製品は水に弱く水没厳禁のため

め対象者の首の部分に市販のシャンプーハットを着用し、水面からの水が跳ねないようにした。本研究において、1秒ごとのデータをサンプルとし、計測開始時1分後から終了までの間の時間を解析した。

またラスト5秒は減速していくためラスト5秒間のデータも排除して解析した。

水中歩行

中京大学短水路2.5m屋内プール1レーン（水深1.4m～1.6m）を使用し、75m（プール1往復半）歩いてもらった。手で水をかいてしまうと推進力につながってしまうので、手は握り拳を作り陸上での歩行のように腕を軽く振るようにした。速度の決め方について、トレッドミルを用いた研究で2.4km/hの速度での研究があったので参考に使用した（Shono T et al. 2000）。予備実験の段階で速い方の測定の場合、おおよそ2.5km/h以上の速度で歩行すると、床で滑り実験器具が破損する恐れがあるため研究対象者に無理のない安全範囲内の速度に設定した。また普通速度については1.8km/hという先行研究があったので参考に使用した（Shono T et al. 2000）。

水着

水着はamazonで購入したSPALTAX製競泳水着Mサイズの股下に同製品を切り取り手縫いで刺繍した。抵抗のサイズについて抵抗大は股下 $20\text{cm} \times 17\text{cm} = 170\text{cm}^2$ の面積全体に覆いかぶさるように波縫いし、抵抗中では面積が半分になるように $13.5\text{cm} \times 12.5\text{cm} = 84\text{cm}^2$ の形になるように同様に縫った（図1、2、3）。

統計処理

研究結果の統計処理については抵抗大の速い遅い、抵抗中の速い遅い、抵抗なしの速い遅い、の3つ



図1 抵抗なしの水着



図2 抵抗中の水着



図 3 抵抗大の水

のパターンを Wilcoxon の符号付き順位検定を使用し分析を行った。速度が速い場合の抵抗別、速度が遅い場合の抵抗別、の 2 パターンは Friedman 検定を使用し分析した。

結果

計測した酸素摂取量をメッツに変換し（酸素摂取量 \div 3.5=Mets）、身体活動強度としてのデータを作成した。速度の普通と速いで比較した場合、抵抗なし（図 4）、抵抗中（図 5）、抵抗大（図 6）のいずれにおいても、速度が速い方が、身体活動強度が有意に高かった（ $p < 0.05$ ）。普通と速い速度において水着の抵抗の有無や大きさは身体活動強度に影響を及ぼさなかった（ $p > 0.05$ ）（図 7、8）。

考察

本研究では、抵抗付き水着を着用し 2 種類の速度で歩行を行うことによる酸素摂取量を測定しメッツに換算して身体活動強度の変化について検討した。本研究における抵抗なしの普通歩行速度での酸素摂取量の値は $11.79 \pm 3.56 \text{ ml/kg/分}$ であった。先行研究（Shono T et al. 2000）における同等の速度の水中トレッドミルでの歩行時の酸素摂取量が $9.12 \pm 1.90 \text{ ml/kg/分}$ であったことから、おおよそ妥当な数値であるといえる。速度の上昇に伴う酸素摂取量の上昇について本研究の抵抗なし速い速度の場合、 $16.5 \pm 3.8 \text{ ml/kg/分}$ であり Shono T et al (2000) の結果では $13.46 \pm 2.06 \text{ ml/kg/分}$ であった。本研究では 2.0 km/h から 2.5 km/h へ速度を上げ、Shono T et al (2000) では 1.8 km/h から 2.4 km/h に速度を上げており、このことから速度による酸素摂取量の上昇率もおおよそ同じだということがわかった。抵抗別の身体活動強度の比較で普通速度と速い速度ともに、抵抗の面積を増やしても身体活動強度に有意な変化

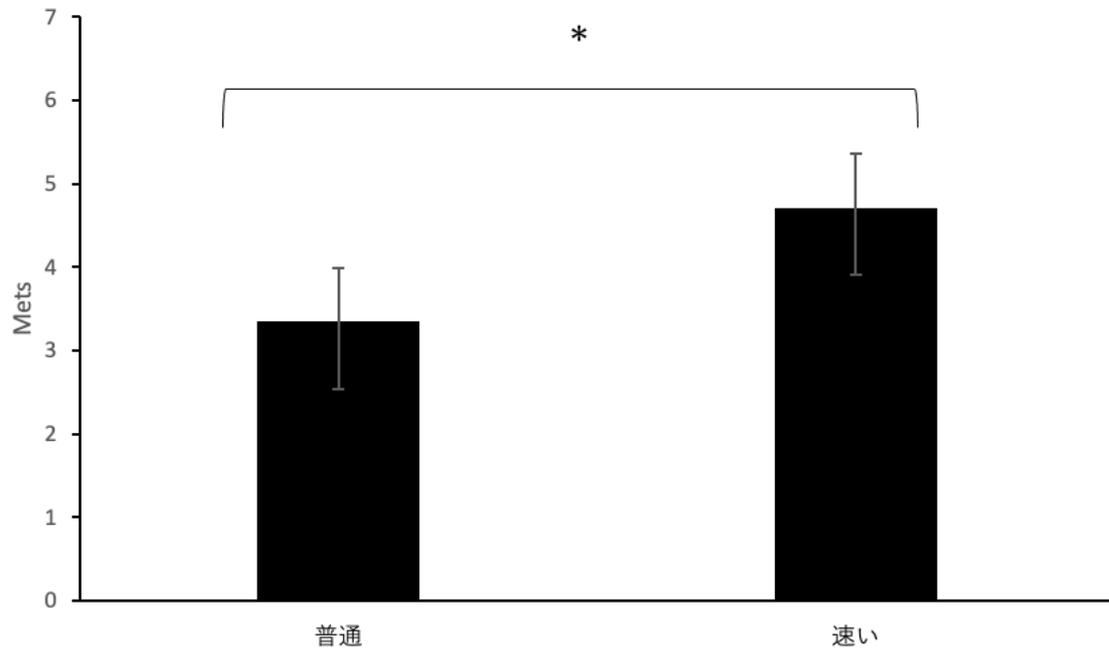


図 4 抵抗なしの普通速度と速い速度での身体活動強度の比較

* $p < 0.05$

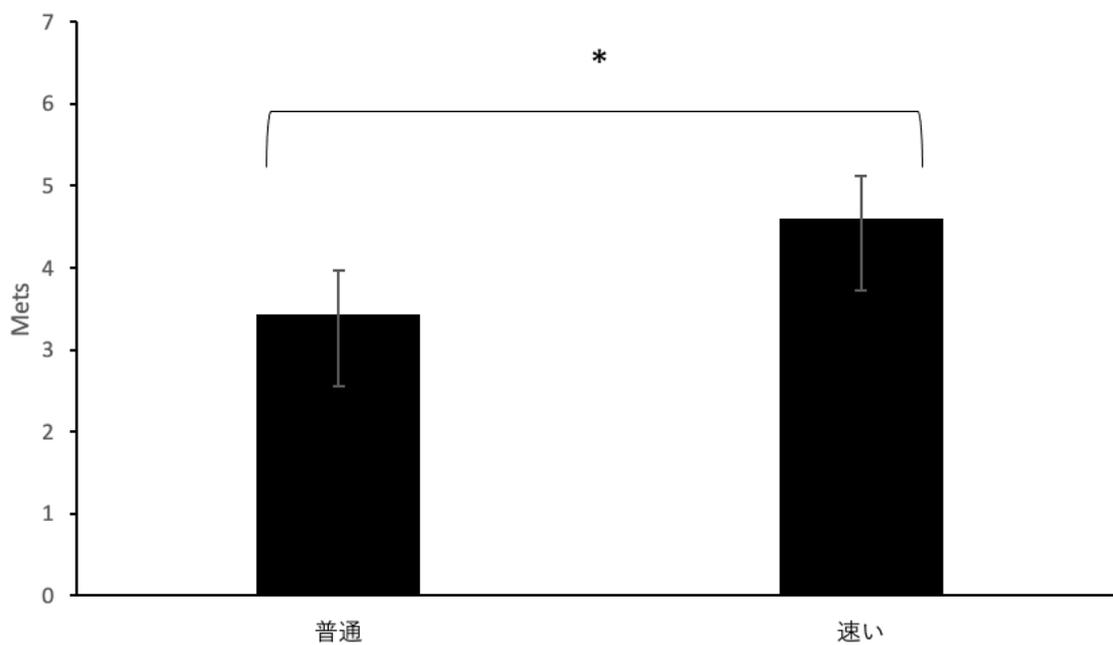


図 5 抵抗中の場合の普通速度と速い速度での身体活動強度の比較

* $p < 0.05$

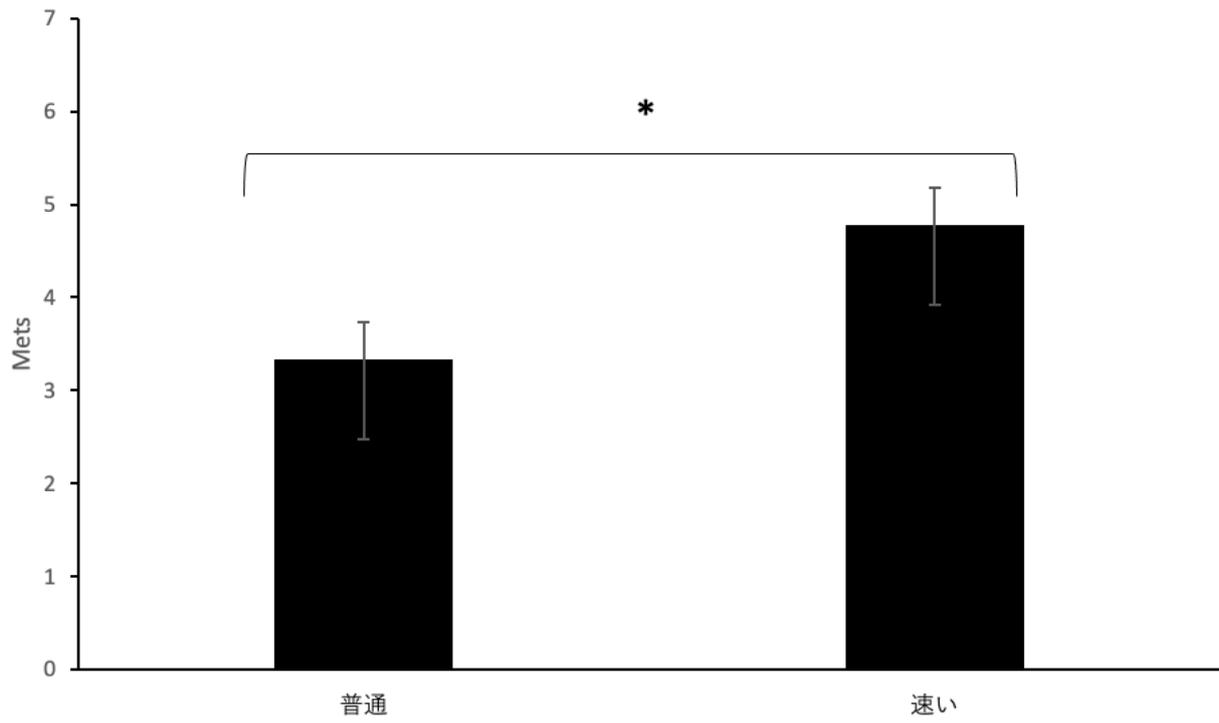


図 6 抵抗大の場合の普通速度と速い速度での身体活動強度の比較

* $p < 0.05$

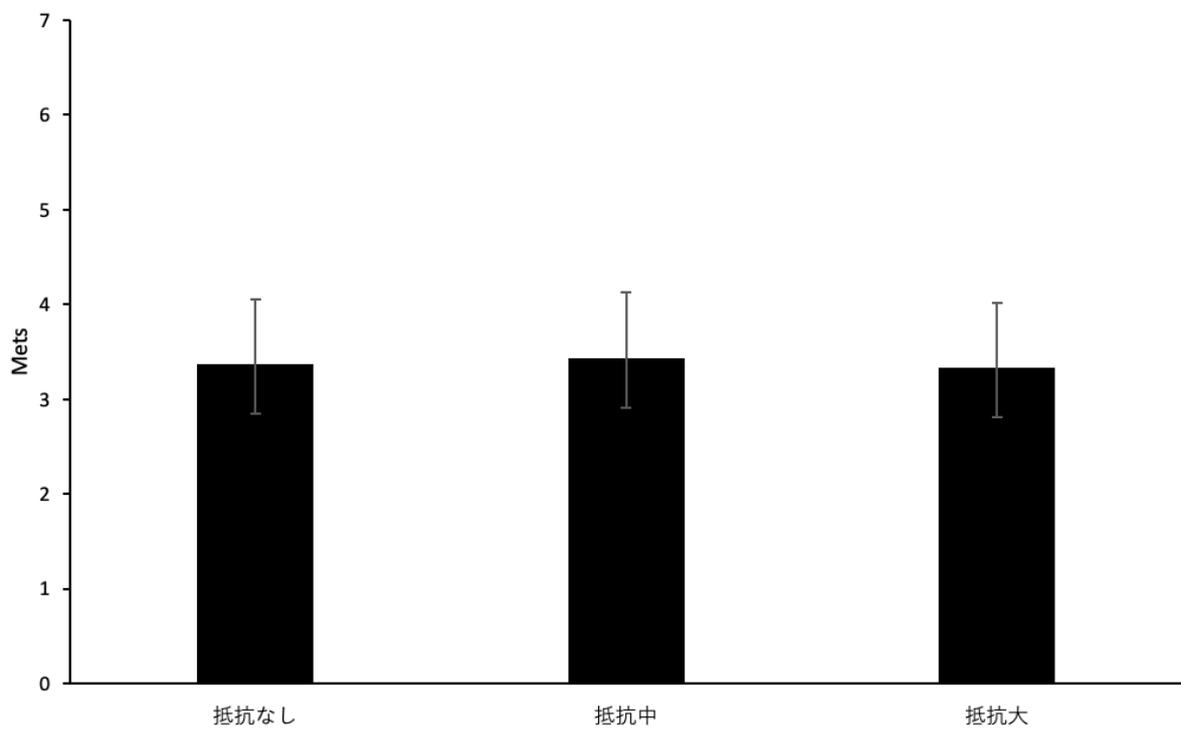


図7 普通速度の場合の抵抗別の身体活動強度の比較

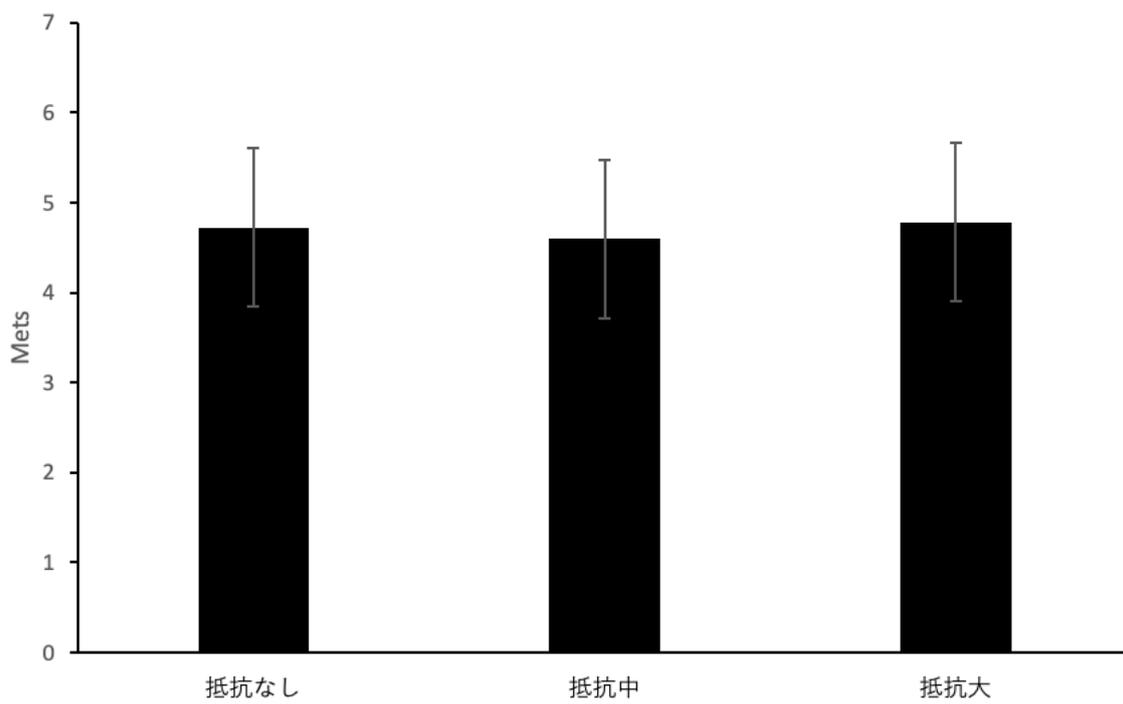


図 8 速い速度の場合の抵抗別の身体活動強度の比較

がなかったため、本研究で作成した抵抗付き水着では身体活動強度を上げることができなかった。

本研究の結果から水中ウォーキングの身体活動強度を上げるためには歩行速度を上げることが最も重要であることが明らかになった。本研究では水没禁止の高額の実験器具を用いて実験したため、転倒などのリスクから速度を 2.5km/h を限界として実験を行った。このことから実際の水中歩行では転倒のリスクを加味しなければ速度を速くしさらに身体活動強度を上げることができると考える。速度の速い遅いで比較した場合、抵抗なし、抵抗中、抵抗大の全てにおいて有意な差が見られた（図 4、5、6）。このことから、抵抗に関わらず、速度が速い方が身体活動強度上がるということが判明した。本研究で作成した抵抗付き水着について抵抗なし、抵抗中、抵抗大で比較した場合、有意な差が出なかった（図 7、8）。抵抗を大きくしていくことで対象者への水の抵抗を受ける面積が増え身体活動強度に影響を与えられるという仮説を立てていたが、水着の股下に抵抗をつけることだけでは身体活動強度は大きく変化しないことがわかった。本研究結果は 10 人の対象者の平均で結果を出しているため、実際には個々により水着の抵抗を変えただけでも身体活動強度に変化が現れた人もいた。水中ウォーキングにおいて、水温によりエネルギー消費の増加や最大心拍数の低下などにつながる可能性があることが先行研究で示されている（Pendergast and Lundgren 2009）ので、身体活動強度の増加に水温が関係してくる可能性があり、さらなる研究の価値があると考ええる。

結論

本研究を通して、水中歩行の身体活動強度を上げるためには、速度を上げることが重要ということが結論された。自作した抵抗付き水着では、身体活動強度の増加に有意な差を見出すことはできなかった

が、考察でも述べたように抵抗の面積を増やすことで身体活動強度を増加させることができる可能性がある
あると考える。

謝辞

本研究は中京大学渡邊航平ゼミの協力を受けて行われた。VO2MASTER および SPSS ソフトウェアを提供
し本研究の支援をして頂いた中京大学の渡邊航平教授に感謝の意を示します。

参考文献

- Buckthorpe M, Pirotti E, Villa F D, Benefits and use of aquatic therapy during
rehabilitation after acl reconstruction—a clinical commentary Int J Sports Phys Ther
14(6):978–993 2019
- Dhalwani N N, Donovan G O, Zaccardi F, Hamer M, Yates T, Davies M, Khunti K Long terms trends
of multimorbidity and association with physical activity in older english population Int J
Behav Nutr Phys Act. 13:8. 2016
- Dominguez L L, Veronese N, Vernuccio L, Catanese G, Inzerillo F, Salemi G, Barbagallo M
Nutrition, physical activity, and other lifestyle factors in the prevention of cognitive
decline and dementia Nutrients 13(11):4080 2021
- Gander J C, Sui Xuemei, Hebert J R, Hazlett L J, Cai B, Lavie C J, Blair Steven N,
Association of cardiorespiratory fitness with coronary heart disease in asymptomatic men

Mayo Clin Proc 90(10):1372-1379 2015

Goncalves C, Raimundo A, Abreu A, J Bravo Exercise intensity in patients with cardiovascular diseases: systematic review with meta-analysis Int J Environ Res Public Health 18(7):3574 2021

Moholdt T, Aamot I L, Granoien I, Gjerde L, Myklebust G, Walderhaug L, Brattbakk L, Hole T, Graven T, Stolen T O, Amundsen B H, Molmen-Hansen H E, Stoylen A, Wisloff U, slordahl S A, Aerobic interval training increases peak oxygen uptake more than usual care exercise training in myocardial infarction patients: a randomized controlled study Clin Rehabil 26(1):33-44 2012

Pendergast D R, Lundgren C E G, The underwater environment: cardiopulmonary, thermal, and energetic demands J Appl Physiol 106(1):276-83 2009

Romano S, Minardi S, Patrizi G, Palama Z, Sciahbasi A sport in ischemic heart disease: focus on primary and secondary prevention Clin Cardiol 46(9)1021-1027 2023

Shono T, Fujishima K, Hotta N, Ogaki T, Ueda T, Otoki K, Teramoto K, Shimizu T Physiological responses and rpe during underwater treadmill walking in women of middle and advance age J Physiol Anthropol Appl Human Sci. 19(4):195-200 2000

厚生労働省 令和3年度 介護保険事業状況報告 2021

<https://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/osirase/jigyo/21/index.html>

厚生労働省 平成28年 国民生活基礎調査の概要 2016

<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/>

スポーツ庁 令和4年度「スポーツの実施状況等に関する世論調査 2022

https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/toukei/chousa04/sports/1415963_00008.htm

総務省 統計から見た我が国の高齢者 2023

<https://www.stat.go.jp/data/topics/pdf/topics138.pdf>

高齢者における e スポーツに対する意識調査

J520030

黒谷美羽

中京大学スポーツ科学部 渡邊航平研究室



抄録

背景：日本の高齢者の平均寿命は男性 81.05 年、女性 87.09 年となっており、年々延伸している中、高齢者が自立して生活できることが課題となっている。近年、高齢者が e スポーツを行うと心身に良い影響を与える可能性が示されている。e スポーツは若い世代に限らず、年齢や性別を超えて誰もが出来る。また、他のスポーツと違って場所を必要とせず、コンタクトレスの点で安全であることから社会活動に参加することの少ない高齢者でも自宅や施設で e スポーツを行うことが出来るを考える。しかし、高齢者に e スポーツに対して馴染みがない。そこで、本研究の目的を、高齢者が e スポーツを実施している人が少ない理由を探ることにした。

方法：渡邊航平研究室が主催している八事いきいきアカデミーに参加している高齢者 106 名にアンケート調査を行った。質問内容は、運動習慣を問う質問が 4 問、生活習慣を問う質問が 1 問、e スポーツについての質問が 9 問で構成した。e スポーツの質問は行動変容に沿った内容にし、研究対象者が 5 つのどのステージに所属するのか明らかにした。

結果：高齢者の e スポーツの行動変容ステージは前熟考ステージが 57 人、熟考ステージが 0 人、準備ステージが 1 人、実行ステージが 0 人、継続ステージが 0 人で、前熟考ステージが 1 番多いことが明らかになった。また、e スポーツを行わない要因として、43.4%の人が「テレビゲームをやったことがない」という結果であった。

結論：本研究によって、e スポーツを知っている人が多い、つまり前熟考ステージの人が 1 番多いことが明らかになった。前熟考ステージから熟考ステージに進む人を増やすには、e スポーツの前熟考ステージの人には、意識の高揚で e スポーツのメリットを知ってもらうことが大切である。感情的経験と環境の再評価は通常の運動・スポーツの働きかけと同様になる。熟考ステージの人には自己の再評価として、e スポーツを行っている自分を想像してもらい、e スポーツの楽しさやワクワク感をイメージしてもらうことが必要である。

背景

日本の高齢者の平均寿命は男性 81.05 年、女性 87.09 年で(厚生労働省. (2023). 令和 4 年簡易生命表) 延伸している中、高齢者が自立して生活することが課題である。現役を退いた高齢者は社会的役割が減り、人との関わりが少なくなり、家に引きこもりがちになりやすい。このような状況は高齢者の日常生活を非活動的にし、身体的生活機能のみならず、精神的および社会的な生活機能をも低下させる大きな原因となる(厚生労働省. (2023). 身体活動・運動)。1 年間に社会活動(健康・スポーツ・地域行事)へ参加した人で健康状態が良い 65 歳以上の高齢者は 39.4%、普通 43.1%、良くない人 15.2%。社会活動へ参加しなかった人で健康状態が良い人は 21.9%、普通 40.2%、良くない人は 34.6%で、参加した人は健康状態が良いと報告されている(内閣府. (2023). 高齢者の健康に関する調査)。

近年、高齢者が e スポーツを行うと体に良い影響があると言われている。Granic ら(2014)は e スポーツをすることは認知機能をはじめ、動機、情動、社会性、性格といった心理的な側面においてポジティブな向上が見られると報告をしている。一般社団法人日本 e スポーツ連合(JeSU)は、「e スポーツとはエレクトロニック・スポーツの略で、広義には電子機器を用いて行う娯楽、競技、スポーツ全般を指す言葉であり、コンピューターゲーム、ビデオゲームを使った対戦をスポーツ競技として捉える際の名称」と定義している。また、e スポーツを従来のスポーツと比較するとその特徴として、①エイジレス(ageless:子供から高齢者まで楽しむことが可能)であること。②ジェンダーレス(genderless:男女の身体的制約に関わらず取り組める)であること。③エリアレス(arealess:時間・場所を問わず取り組める)であること。④ハンディキャップレス(handicapless:身体的ハンデを超えた交流が可能)であること。⑤コンタクトレス(contactless:接触・対面を避けて参加が可能)であることが挙げられる(株式会社 NTT データ経営研究

所. (2020). e スポーツがもたらす可能性と社会的意義)。したがって、e スポーツは若い世代に限らず、年齢や性別を超えて誰もが出来る。その例として、スウェーデンの 64~76 歳のメンバーで構成されている e スポーツチーム「Silver Snipers」はプロプレイヤーとして活動しており、世界大会である「Dream Hack Summer 2019」で優勝している。(Lenovo Story Hub. (2019). Silver Snipers: Never Too Old to Crush It in Competitive Gaming)また、他のスポーツと違って場所を必要としなかったり、コンタクトレスの点から安全であることから社会活動に参加することの少ない高齢者でも自宅や施設で e スポーツを行うことが出来る。しかし、現在の日本は e スポーツは若者の文化というイメージがついており、高齢者は e スポーツに対して馴染みがないことがわかる。本研究では、なぜ高齢者は e スポーツを行う人が少ないのか調査した。

Prochaska ら (1994)は、喫煙から禁煙への行動変容の過程を(1)前熟考ステージ: 6 か月以内禁煙しようと思わない、(2)熟考ステージ: 6 か月以内に真剣に禁煙しようとしている、(3)準備ステージ: 30 日以内に禁煙することを計画している、(4)実行ステージ: 禁煙中であるが 6 か月経っていない、(5)維持ステージ: 6 か月以上の禁煙を継続している、の 5 つのステージに分類した。人が行動を変える場合はこの 5 つのステージを通ると考え、ひとつでも先に進むにはその人が今どのステージにいるのかを把握し、それぞれのステージに合わせた働きかけが必要であると報告している。前熟考ステージの人には自己決定を支えるコーチングも指示や助言によるティーチングも意味がないため、「・・・ですよ」という情報提供としてのティーチングを根気強く繰り返すしかない。その際にネガティブな情報だけでなく、ポジティブな情報を提供していくことが特に大切である。熟考ステージの人には「それなら私もできる」という自己効力感を持ってもらうことが大切であり、そのための情報提供としてのティーチングを行わなけれ

ばならない。準備ステージの人には適切な目標と行動計画を立ててもらうことで、さらに自己効力感を高めてもらわなければならない。実行ステージの人は今後の継続について不安を持っているため、様々な障害を乗り越えてもらうためのコーチングが必要である。維持ステージの人にはこれまでの努力を賞賛するとともに、継続を奨励するだけで良い(諏訪茂樹. 2016. 日本保健医療行動科学会雑誌. vol128 No. 2 . p86-89)。本研究も e スポーツの意識調査を行動変容ステージに従って行い、高齢者がどのステージに多いのか把握したい。

本研究の目的は、高齢者における e スポーツの意識を調査することである。これを明らかにすることで、高齢者の e スポーツを行う人口を増加させ、超高齢化社会の日本の健康寿命の延伸が期待できると考える。1980 年代にコンピューターゲームが誕生し、高齢者は幼少期から成人の時期までゲームがなかった。また、「e スポーツ」という単語が使われ始めたのが 2000 年代、「e スポーツ」を冠した団体が設立されたのは 2000 年の「韓国 e スポーツ協会 (KeSPA)」が世界初で、「一般社団法人日本 e スポーツ連合 (JeSPA)」が設立されたのは 2015 年である(一般社団法人日本 e スポーツ連合)。CESA(2008)は日本人が現在進行形でゲームを楽しんでいると答えた 18 歳以下の比率は 43%、20~49 歳までは 48.6%、50 歳以上は 8.4%で、アメリカでは 18 歳以下は 18%、18 歳~49 歳までは 53%、50 歳以上は 29%となっていると報告している。日本のゲームユーザーの平均年齢はアメリカと比較して若く出ることが予想できる。65 歳の人が 18 歳の年は 1977 年でまだゲームがなかった高齢者はテレビゲームをしたことがないと考えた。したがって、高齢者は「e スポーツを知らない=前熟考ステージ以下の人が多い」という仮説を設定した。また、e スポーツを行わない要因として「テレビゲームをやったことがない」という人が一番多いという仮説を設定した

方法

対象研究者

渡邊航平研究室が主催している八事いきいきアカデミーに参加している高齢者 106 名(男性 35 名、女性 71 名、年齢：75±16 歳)が本研究に参加した。

実験デザイン

本研究はアンケートを用いた(図 1 および図 2)。アンケートは 9 月下旬～10 月下旬に研究対象者に書面で郵送する形で実施した。質問内容は、運動習慣を問う質問が 4 問、生活習慣を問う質問が 1 問、e スポーツについての質問が 9 問で構成した。e スポーツの質問は行動変容に沿った内容にし、研究対象者が 5 つのどのステージに所属するのか明らかにした。Prochaska ら(1994)が定義した行動変容ステージに従い、本研究も行動変容ステージを次のように分けた。(1)前熟考ステージ：e スポーツを知っている、(2)熟考ステージ：6 か月以内に e スポーツを始めたいと思っている、(3)準備ステージ：1 か月以内(30 日以内)に e スポーツを始めようと計画している、(4)実行ステージ：e スポーツを初めて 1 か月経っていない、(5)維持ステージ：6 か月以上 e スポーツを継続している、の 5 つに分類した。質問に合わせて回答の仕方を「YES/NO」のどちらかを選ぶ二項選択法か複数回答にした。また、アンケートとは別で e スポーツについて説明している紙(図 3)を質問の途中で読んでもらい、それ以降の質問は e スポーツを理解した上で回答してもらった。

アンケート内容

質問 1. 頻度は週・月、時間は分・時間、期間は月・年を選んでもらう形で回答してもらった。質問 1 は、e スポーツと運動の関係性を探るためのものである。

中京大学スポーツ科学部 スポーツ健康科学科 渡邊航平ゼミの黒谷美羽と申します。
卒業論文のためのアンケートです。ご協力よろしくお願い致します。

卒論アンケート

名前() 年齢()歳 性別()

・ 1. 運動は行っていますか? はい ・ いいえ

→1の質問で「はい」と答えた方へ

・どのくらいの頻度で運動を行っていますか?	()
・1回あたりどのくらい運動を行っていますか?	()
・どのくらいの期間継続していますか?	()

・ 2. 普段、SNSを利用しますか? はい ・ いいえ

3. eスポーツがどのようなものか知っていますか?	はい ・ いいえ
4. eスポーツを6か月以内に始めたいですか?	はい ・ いいえ
5. eスポーツを1か月以内に始めたいですか?	はい ・ いいえ
6. eスポーツを行っていますか?(初めて1か月以内)	はい ・ いいえ
7. eスポーツを6か月以上継続して行っていますか?	はい ・ いいえ

→3の質問で「はい」と答えた方へ

・ 何で知りましたか? ①テレビ・新聞 ②家族や友人 ③YouTube ④SNS ⑤学校 ⑥その他()
・ 何歳の時に知りましたか? ()歳

ここで別紙「eスポーツについて」をお読みにになり、
裏面のアンケートの回答をお願い致します!

図 1. 調査アンケート(1/2)

中京大学スポーツ科学部 スポーツ健康科学科 渡邊航平ゼミの黒谷美羽と申します。
卒業論文のためのアンケートです。ご協力よろしくお願い致します。

8. eスポーツを行いたいと思いましたが? はい ・ いいえ

→「いいえ」と答えた方へ

・eスポーツを行いたくない理由は何ですか?

- ①楽しくない ②難しそう ③お金がかかる ④体に良くない
⑤引きこもりになりそう ⑥テレビゲームをやったことがない ⑦その他()

**アンケートは以上になります。
ご協力ありがとうございました。**

図 2. 調査アンケート (2/2)

《e スポーツ》

e スポーツとは



・「e スポーツ」とは、電子機器を用いて行う娯楽、競技、スポーツ全般を指す言葉であり、コンピューターゲーム、ビデオゲームを使った対戦をスポーツ競技として捉える名称。

・2022年には、日本で世界大会に繋がる大会出場権をかけたトーナメント大会が開催され、入場者数は国内大会最多の2.6万人、観戦動画視聴者数は50万人に達した。

● **優勝チームは優勝賞金100万円と世界大会出場権をゲットした！！**

(一般社団法人日本eスポーツ連合)

e スポーツは若い人
だけじゃない！！



「Silver Snipers」

スウェーデンで結成された世界初シニア
のみで構成されるプロチーム！

最も若いメンバーが**65歳**、最高年齢**77**
歳で、様々な大会に出場しており、優勝
経験もあるすごいチームである。

(Lenovo Story Hub.(2019).Silver Snipers: Never Too
Old to Crush It in Competitive Gaming)

e スポーツは
悪影響じゃない！！？

「e スポーツ」はこんな効果も！！

「フレイル(虚弱)」の予防効果がある

(NTT 東日本と東北福祉大学と
仙台eスポーツ協会)

大会優勝賞金は、
最高で**369**億円！！

「e スポーツ」は、スポンサー企業がついて賞金が高くなる！！
また、インターネットで普及がしやすかったり、
誰もが楽しむことが出来、今注目を世界から集めているスポーツ！！



図3. 「e スポーツについて(著者作成)」

質問 2. 質問の下に SNS という言葉を指すものの例を書き、SNS がどこまで含むのか明らかにした。20～49 歳の各年齢層で約 9 割がスマートフォンを利用しており、SNS を利用する個人の割合は 78.7%に達している(総務省. (2022). 情報通信白書)。では、50 歳以上の年齢層は SNS をどれだけ利用していて、どのくらいの人が e スポーツを知っているのかを明らかにしたい。

質問 3. 行動変容ステージの前熟考ステージの人が何人いるのかを明らかにしたい。「はい」を選んだ回答者に、「何で知ったのか」、「何歳で知ったのか」を尋ねた。理由としては、高齢者がどこから情報を手に入れているのかを知ることで e スポーツを社会に還元する時、広める時にどのような形が最適か予測することが出来ると考えたからである。また、熟考ステージ、準備ステージの人が何人いるのか明らかにするために、「e スポーツを始めたいか？」という質問をした。

質問 4. 実行ステージの人が何人いるのかを明らかにするために、「e スポーツを行っているか？(初めて 1 か月以内)」という質問をした。

質問 5. 継続ステージの人が何人いるのかを明らかにするために、「e スポーツを 6 か月以上継続して行っていますか？」という質問をした。

質問 6. e スポーツについて別紙で説明して、次の質問から e スポーツを理解した上で回答してもらえるようにした。内容は、e スポーツの定義、健康への良い影響、シニアのプロチームの紹介である。

結果

質問 1. 「現在運動を行っていますか？」という質問に対して「はい」と回答した人は 92 人で全体の 86.8%、「いいえ」と回答した人は 14 人で全体の 13.2%であった。また、「はい」と回答した人に対して頻度、時間、期間も回答してもらった。(厚生労働省. (2023). 身体活動・運動)は、運動習慣者を「週 2 回以上、1 回 30 分以上、1 年以上、運動している者」と定義している。その定義に従い、「はい」と回答した人の中から運動習慣者を明らかにしたところ、106 人中 51 人で全体の 48.1%であった(図 4)。

質問 2. 「普段、SNS を利用しますか？」という質問に対して、「はい」と回答した人は 69 人いて 65.1%、「いいえ」と回答した人は 37 人で 34.9%であった(図 5)。

質問 3. 「e スポーツがどのようなものか知っていますか？」という質問に対して、「はい」と回答した人は 57 人で 53.8%、「いいえ」と回答した人は 46 人で 43.4%、無回答が 3 人で 2.8%であった。よって、前熟考ステージの人は 57 人である(図 6)。また、「はい」と回答した人に対して、「何で知りましたか？」という質問に回答してもらった。①テレビ・新聞が 51 人で 48.1%、②家族や友人が 9 人で 8.5%、③YouTube が 2 人で 1.9%、④SNS が 4 人で 3.8%、⑤学校が 0 人で 0%、⑦その他が 0 人で 0%であった。同様に「何歳で知りましたか？」という質問に対して回答してもらった(図 7)。平均を出したところ、 69.2 ± 29 歳であった。「e スポーツを 6 か月以内に始めたいですか？」という質問に対して、「はい」と回答した人は 0 人で 0%、「いいえ」と回答した人は 55 人で全体の 51.9%、無回答は 51 人で全体の 48.1%であった。よって、熟考ステージの人は 0 人である(図 8)。

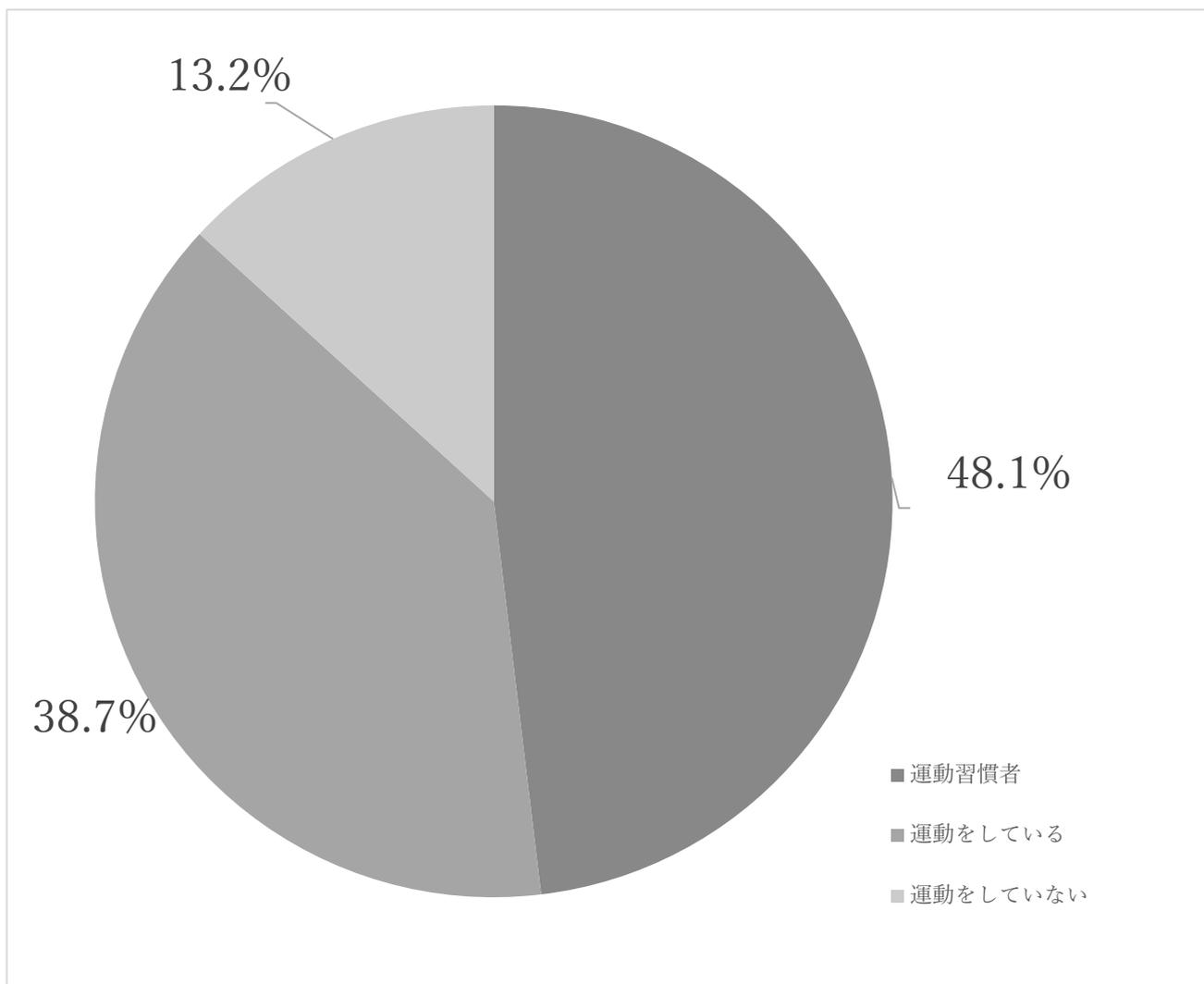


図4 「運動を行っていますか？」という質問の回答の集計

運動習慣者を「週2回以上、1回30分以上、1年以上、運動している者」とする。

運動をしている人は上記の条件から外れているが、運動を行っている者とする。

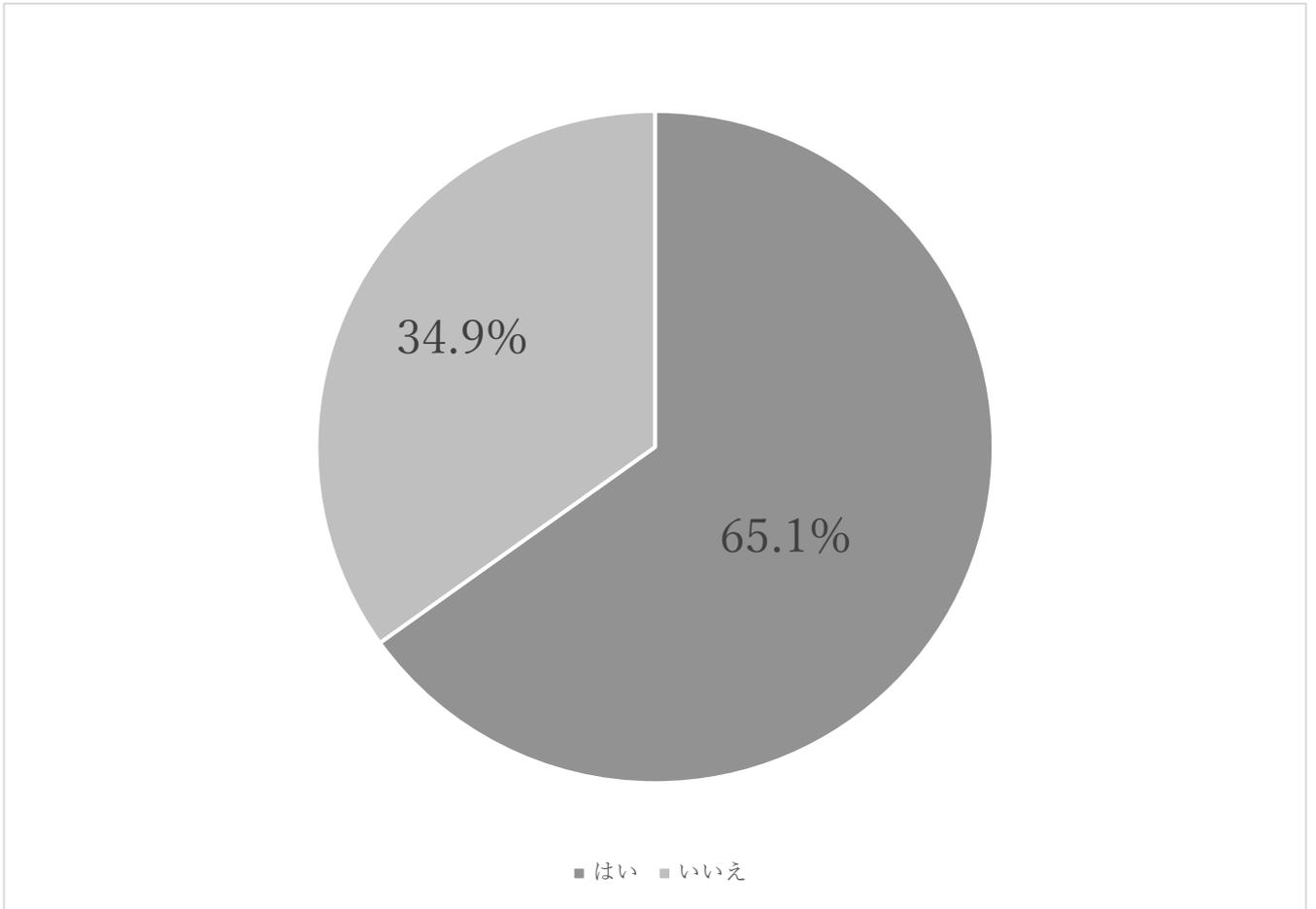


図5 「普段、SNS を利用しますか？」という質問の回答の集計

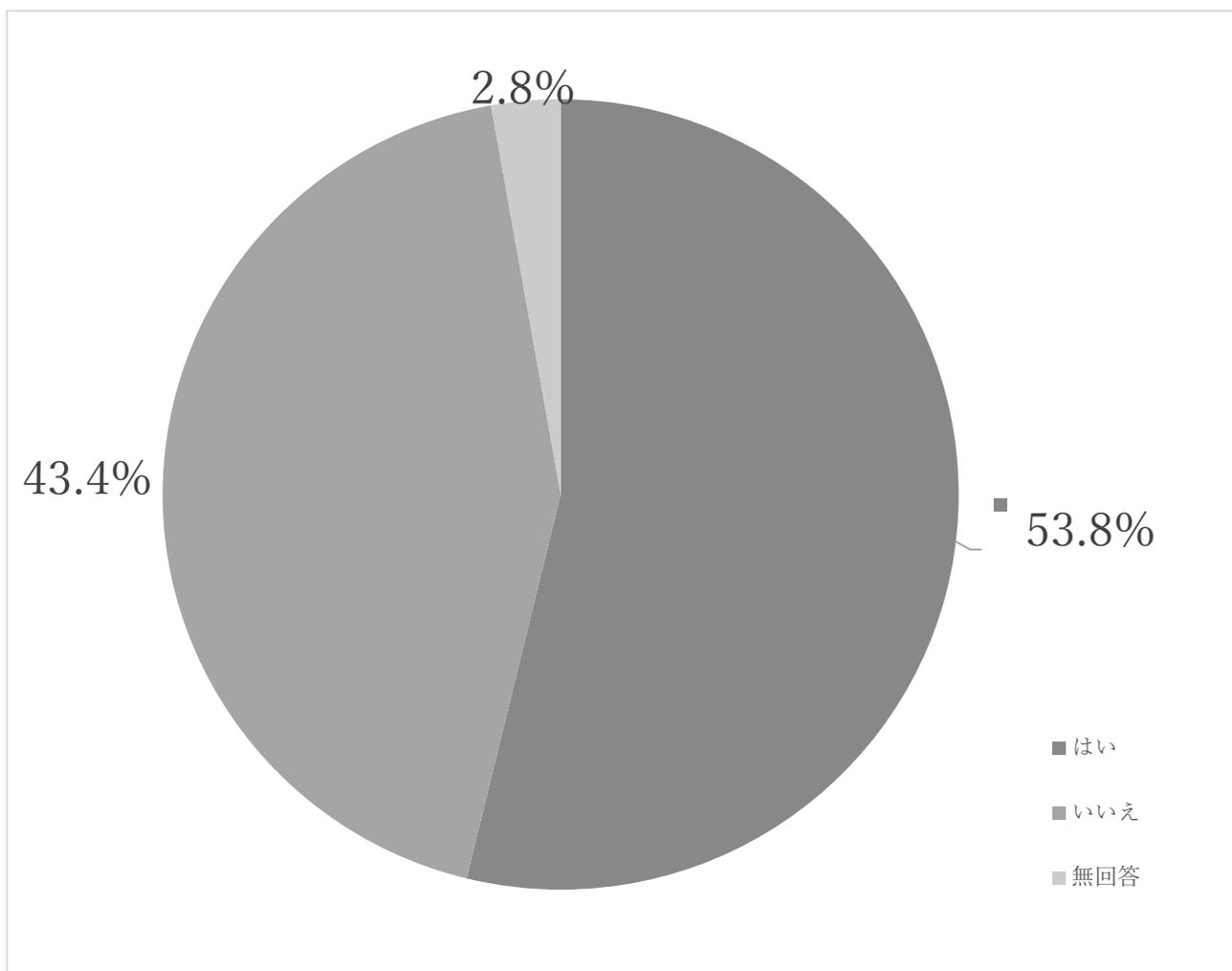


図6 「eスポーツを知っていますか?」という質問の回答の集計

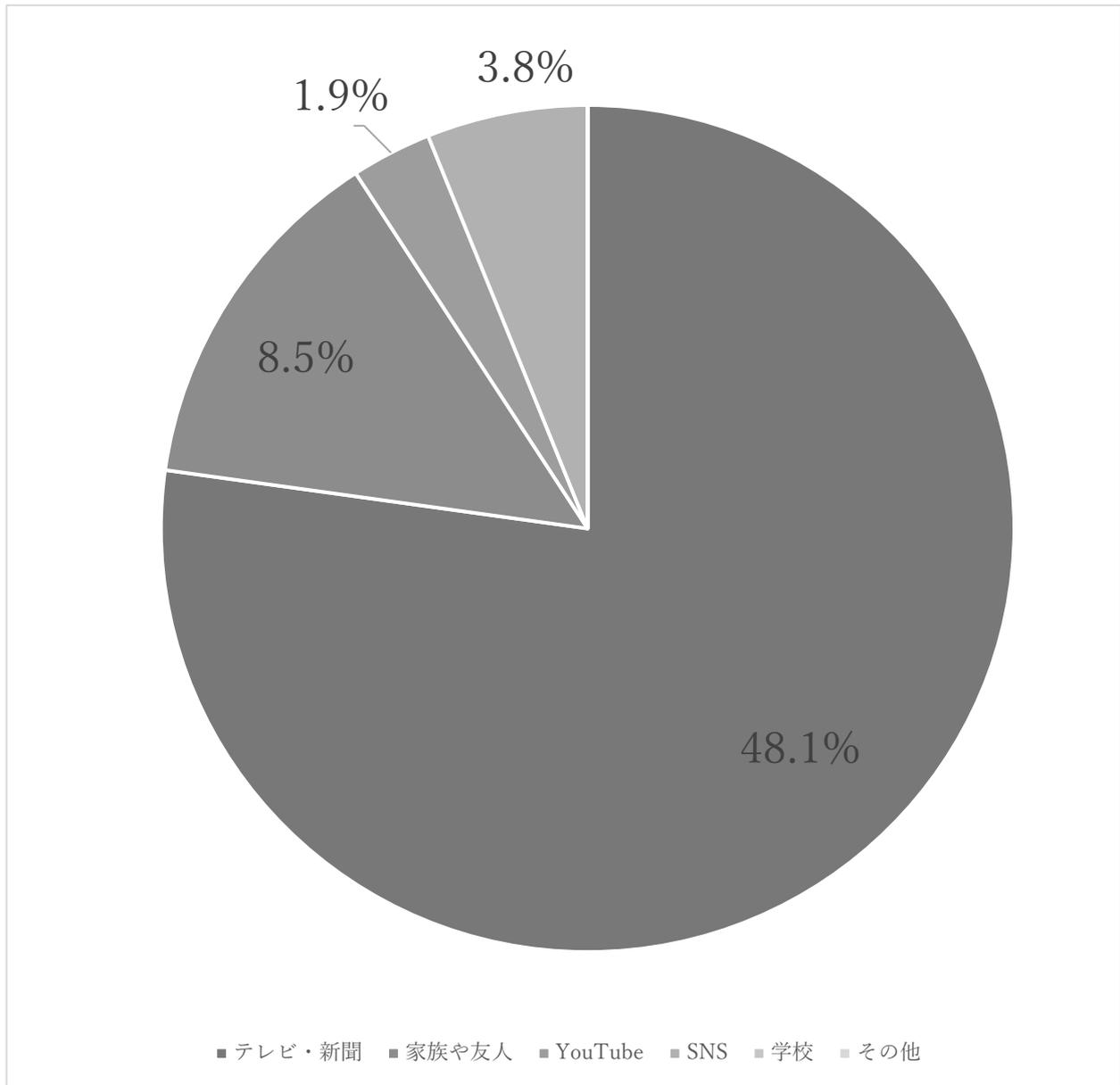


図7 「何で知りましたか?」という質問の回答の集計

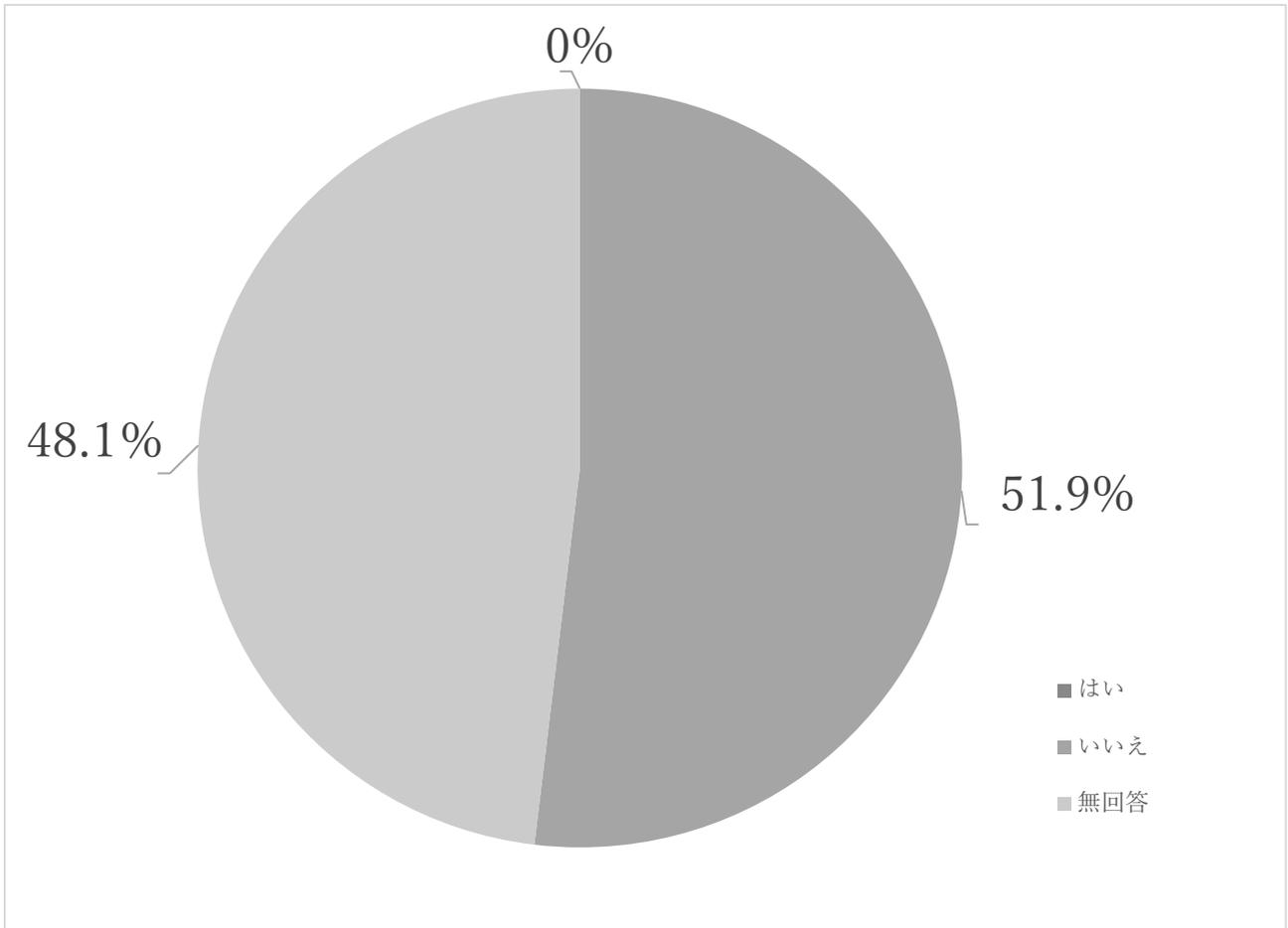


図8 「eスポーツを6か月以内に始めたいですか?」という質問の回答の集計

「e スポーツを1か月以内に始めたいですか？」という質問に対して、「はい」と回答した人は1人で全体の0.9%、「いいえ」と回答した人は55人で全体の51.9%、無回答は50人で47.2%であった。よって、準備ステージの人は1人である(図9)。

質問4. 「e スポーツを行っていますか？」(初めて1か月以内)という質問に対して、「はい」と回答した人は0人で0%、「いいえ」と回答した人は86人で全体の81.1%、無回答は20人で18.9%であった。よって、実行ステージの人は0人である(図10)。

質問5. 「e スポーツを6か月以上継続して行っていますか？」という質問に対して、「はい」と回答した人は0人で0%、「いいえ」と回答した人は86人で全体の79.2%、無回答は22人で20.8%であった。よって、継続ステージの人は0人である(図11)。

質問8. 「e スポーツに興味湧き、行いたいと思いましたが？」という質問に対して、「はい」と回答した人は9人で全体の8.5%、「いいえ」と回答した人は89人で全体の84%、無回答は8人で7.5%であった(図12)。「いいえ」と回答した人に対して、「e スポーツを行いたくない理由は何ですか？」という質問をした。①楽しくないが9人で8.5%、②難しそうが19人で17.9%、③お金がかかるが0人で0%、④体に良くないが8人で7.5%、⑤引きこもりになりそうが5人で4%、⑥テレビゲームをやったことがないが46人で43.4%、⑦その他が17人で16%、⑧無回答が16人で16.1%であった(図13)。

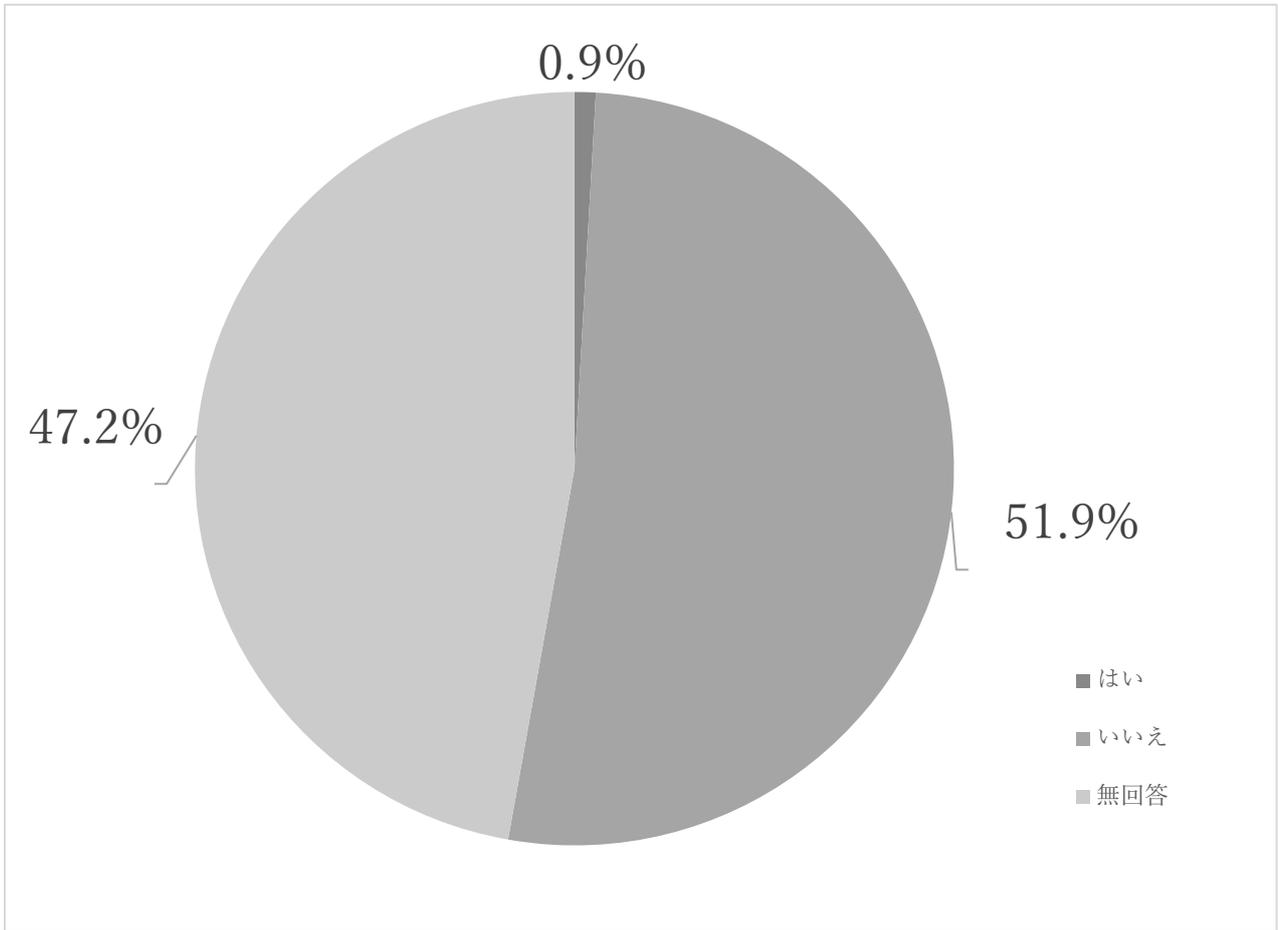


図9 「eスポーツを1か月以内に始めたいですか?」という質問の回答の集計

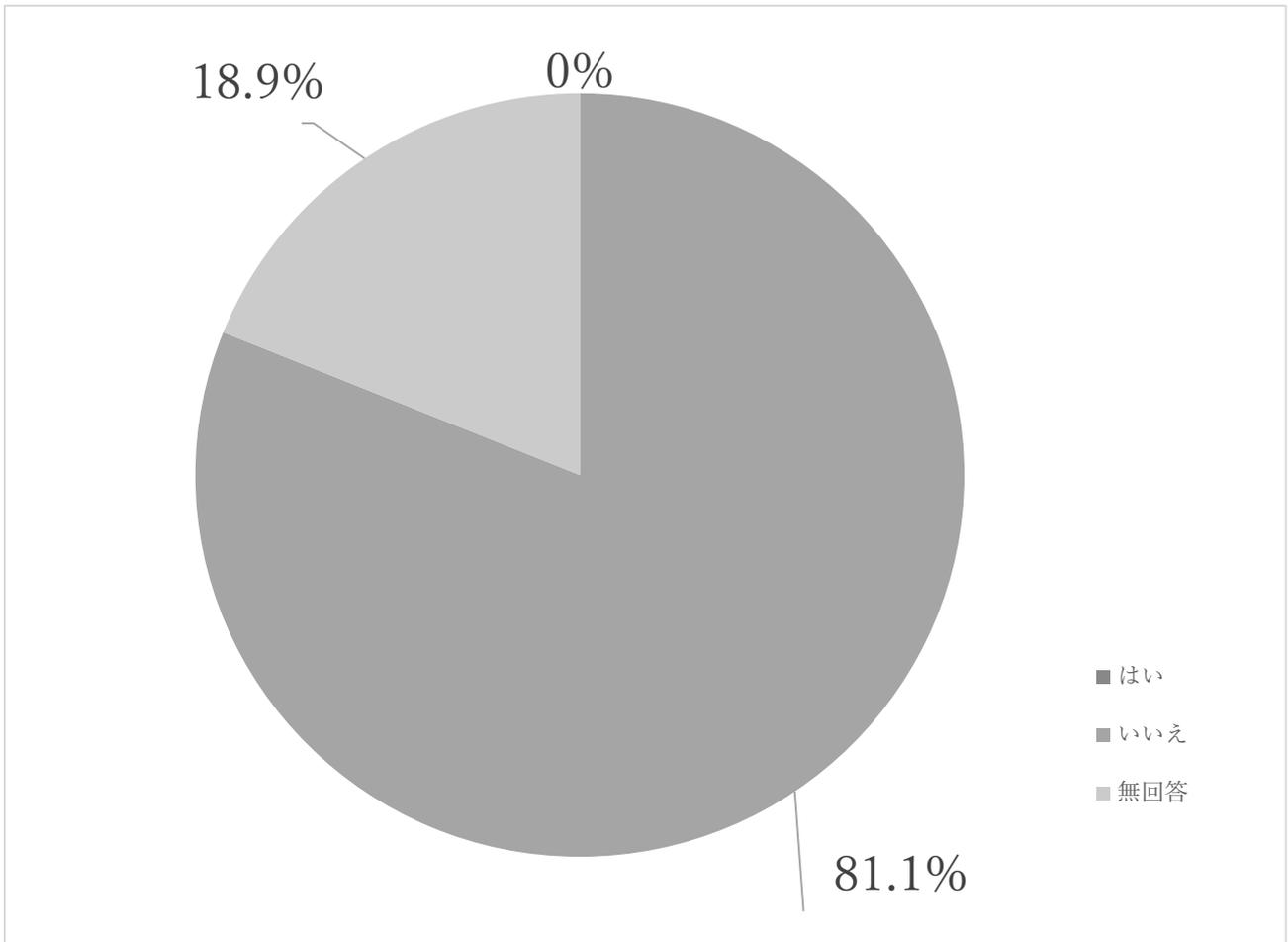


図 10 「e スポーツを行っていますか？(初めて1か月以内)」という質問の回答の集計

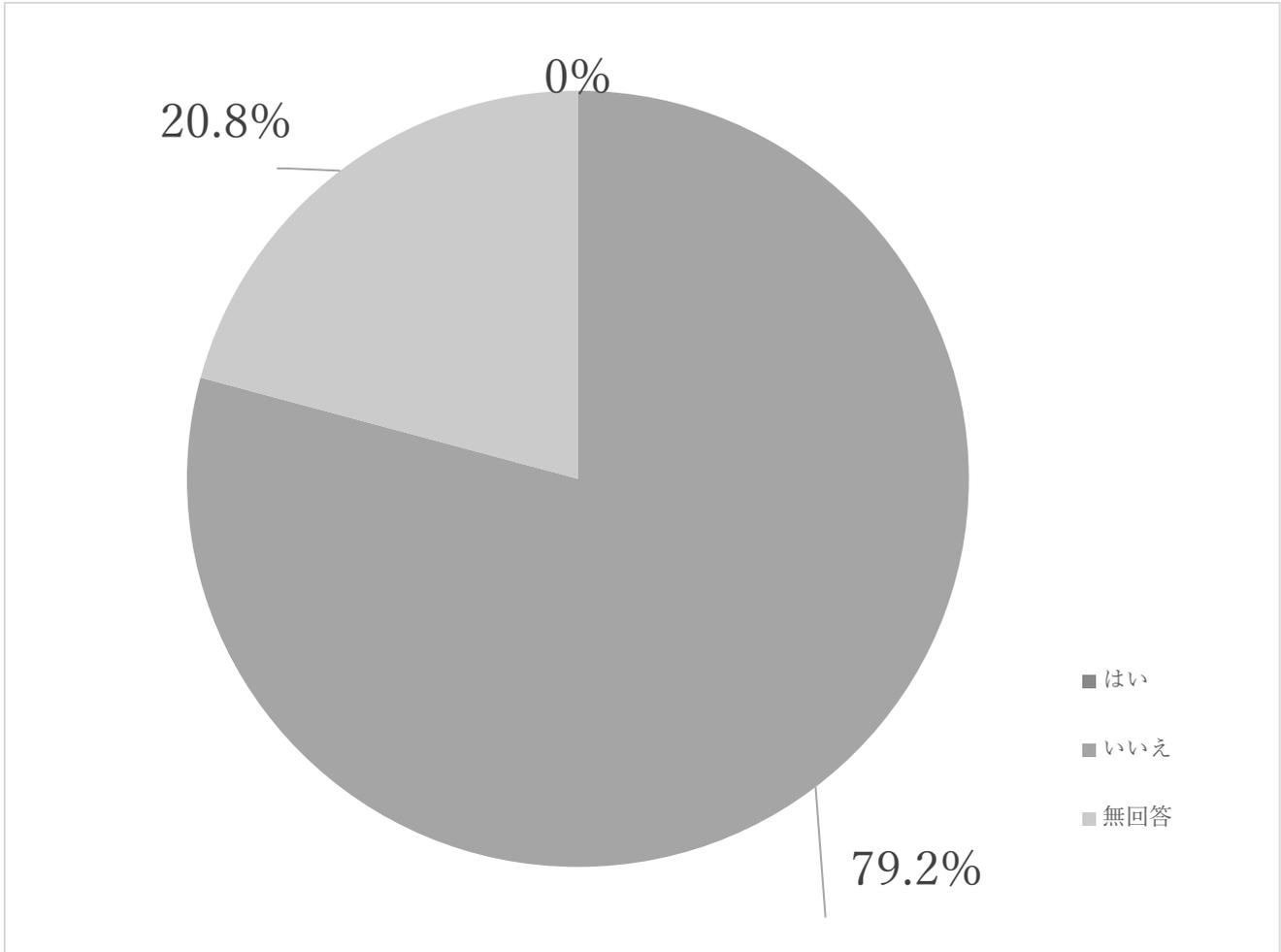


図 11 「e スポーツを 6 か月以上継続して行っていますか？」という質問の回答の集計

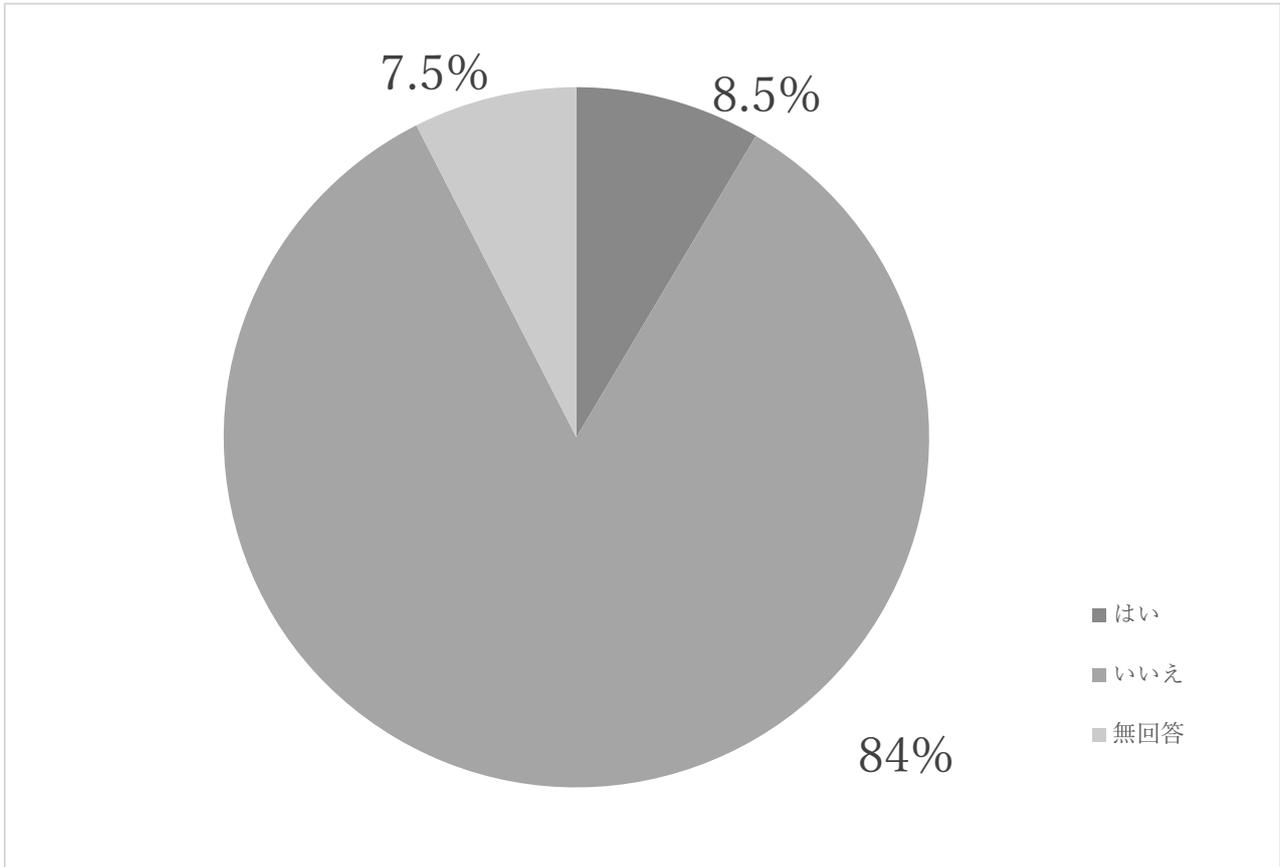


図 12 「e スポーツを行いたいと思いましたが?」という質問の回答の集計

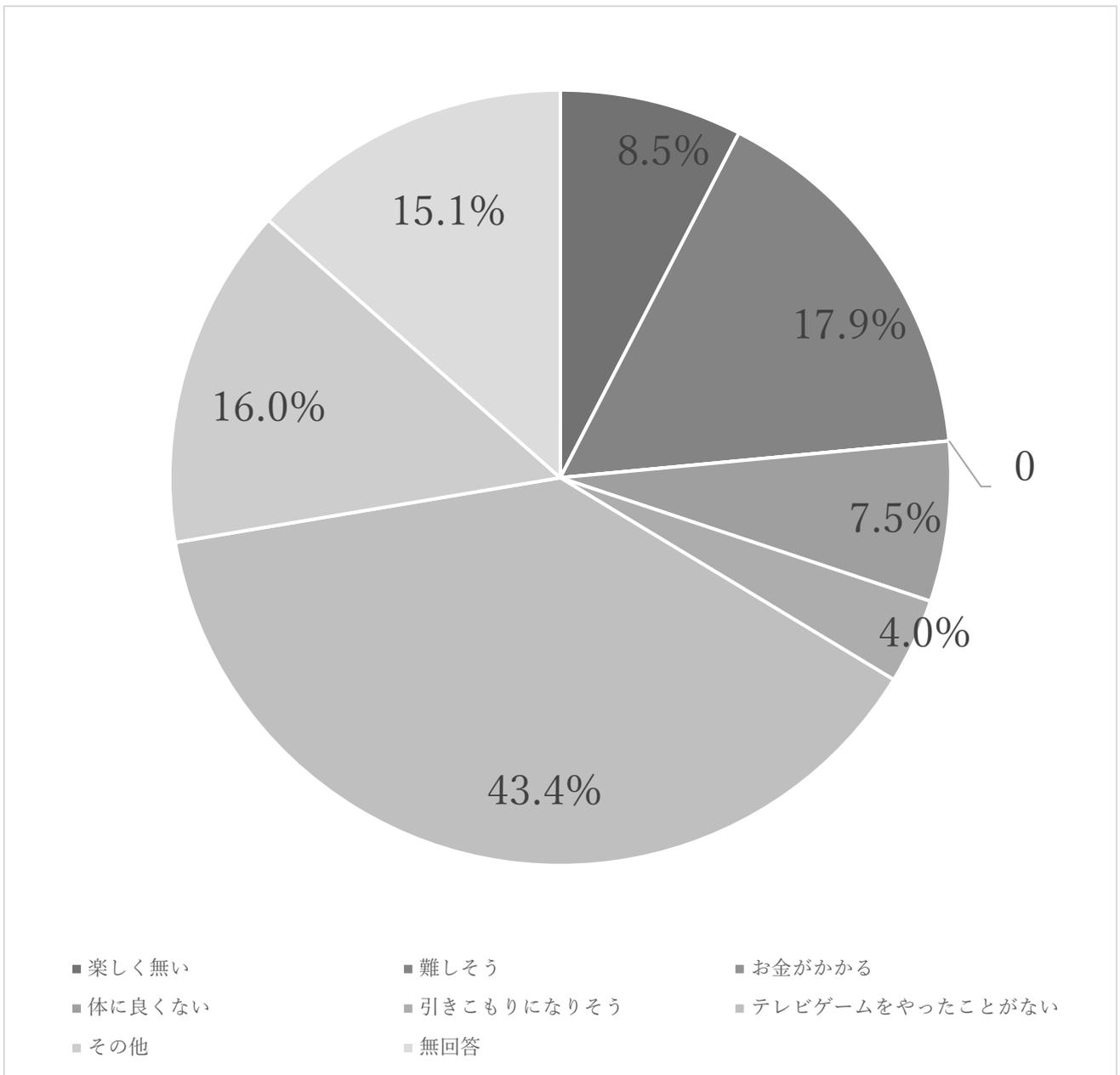


図 13 「e スポーツを行いたくない理由は何ですか？」という質問の回答の集計

考察

質問 1. 運動習慣者(週 2 回以上、1 回 30 分以上、1 年以上、運動している者)は 48.1%、運動をしている人(運動習慣者の条件外)は 38.7%、運動をしていない人は 13.2%であった。運動習慣者の中で前熟考ステージの人は 54.4%、運動している人の中で前熟考ステージの人は 8.8%、運動をしていない人の中で前熟考ステージの人は 31.6%であった。運動習慣者が 1 番前熟考ステージの人が多かった。厚生労働省(2023)によると、日本の 65 歳以上の運動習慣者の割合は 37.9%であった。本研究で調査した高齢者は 48.1%であったため、日本の平均より 10.2%上回っていた。

質問 2. SNS 利用者は 65.1%、利用していない人は 34.9%であった。利用者の中で前熟考ステージの人は 75.4%、利用していない人の中で前熟考ステージの人は 24.6%であった。総務省(2022)によると、日本の 60 代以上の SNS 利用者は 51.3%であった。本研究の高齢者は 65.1%であったため、日本の平均より 13.8%上回っていた。

質問 3. 高齢者の e スポーツの行動変容ステージは前熟考ステージが 57 人、熟考ステージが 0 人、準備ステージが 1 人、実行ステージが 0 人、継続ステージが 0 人で、前熟考ステージが 1 番多いことが明らかになった。したがって、「高齢者は e スポーツを知らない人=前熟考ステージ以下の人が多い」という仮説は不支持である。前熟考ステージの人は 57 人いるが熟考ステージが 0 人ということは、前熟考ステージの人に次のステージに進む働きかけが出来ていないことが分かる。Prochaska ら(2008)によると、通常の運動・スポーツの前熟考ステージの人へは意識の高揚(身体活動のメリットを知る)、感情的経験(このままではまずいと思う)、環境の再評価(周りへの影響を考える)を働きかけると報告している。また、熟考ステージの人には、自己の再評価(身体活動が不足している自分をネガティブに、身

体活動を行っている自分をポジティブにイメージする)を働きかけることが大切としている。通常の運動・スポーツと比べて、eスポーツの前熟考ステージの人には、意識の高揚でeスポーツのメリットを知ってもらうことが大切である。感情的経験と環境の再評価は通常の運動・スポーツの働きかけと同様になる。熟考ステージの人には自己の再評価として、eスポーツを行っている自分を想像してもらい、eスポーツの楽しさやワクワク感をイメージしてもらうことが必要である。

前熟考ステージの人がeスポーツを知ったきっかけで1番多かったのはテレビ・新聞で48.1%であった。若年者でテレビ(リアルタイム)視聴している人は81.8%、新聞を閲読している人は25.5%で、高齢者でテレビ視聴している人は92.9%、新聞閲読者は53.7%でどちらも高齢者の方が圧倒的に多いことが分かる(総務省. 2020. ICTサービスの利用動向。) eスポーツを高齢者に広め、前熟考ステージの人を増加させるには、eスポーツの試合をテレビ放送する方法が最適であると考えられる。Zheng Jら(2022)は、メディアとプロスポーツ業界の相乗効果は、両業界にとって有利なビジネスモデルを生み出し、新たな視聴者にリーチし、定着させる可能性を高めたと報告している。また、最近1~2年間でスポーツの観戦の有無を年代別で調査したところ60代以上が1番多かった。若年者が最近1~2年間で観戦したスポーツはサッカーと野球が圧倒的に多く、他のスポーツの観戦がとても少ないが、60代以上の高齢者はサッカーと野球も多いが、他のスポーツの観戦が多いことが明らかになった(Cross Marketing. (2022). スポーツに関する調査観戦編)。このことから、スポーツ観戦率が高く、色々なスポーツを観戦する高齢者にeスポーツを広めるために、eスポーツの試合をテレビ方法するのが最適であると考えられる。

準備ステージの人は1人であった。Prochaska Jら(1983)は、準備ステージの人には具体的な行動の方法の選択と自己決定が出来るように促すことが必要で、行動変容に対する不安な気持ちがある場合は

軽くなるようにポジティブな方向性を探ると報告している。さらに、ソーシャル・サポートへの支援も必要だと述べている。また、Prochaska ら(2008)は、準備ステージの人には自己の開放(身体活動をうまく行えるという自信を持ち、身体活動を始めることを周りの人に宣言する)を働きかけると報告している。e スポーツの準備ステージの人には、いつから・どのように始めるなどの行動計画を明確したり、自己の開放として e スポーツを始めることを周りに宣言することで、家族や周りの人に支援してもらったり、新しく一緒に始める仲間を作ることが出来ると考える。

質問 4.5. 実行ステージ、継続ステージの人どちらも 0 人であった。Prochaska らは(2008)実行ステージ、継続ステージの人には、行動置換(不健康な行動を健康的な行動に置き換える)、援助関係(身体活動を続ける上で、周りからのサポートを活用する)、強化マネジメント(身体活動を続けていることに対してほうびを与える)、刺激の統制(身体活動に取り組みやすい環境づくりをする)を働きかける報告している。e スポーツの実行ステージ、継続ステージの人には、行動置換と援助関係、強化マネジメントは通常の運動・スポーツの働きかけと同様で、刺激の統制は e スポーツを行っている仲間と繋がる機会や場所を提供することでモチベーションアップにつながるのではないかと考える。

質問 6. e スポーツを行わない要因として、「テレビゲームをやったことがないからという理由が 1 番多い」という仮説を設定した。図 10 より、43.4%の人が「テレビゲームをやったことがない」、17.9%が「難しそう」であった。したがって、仮説は支持できる。

結論

本研究では、高齢者の e スポーツに対する意識をアンケートによって検討した。本研究によって、e スポーツを知っている人が多い、つまり前熟考ステージの人が 1 番多いことが明らかになった。前熟考

ステージから熟考ステージに進む人を増やすには、eスポーツの楽しさ、eスポーツが身体に良い影響を与えるという情報提供としてのティーチングを繰り返す必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり、渡邊航平先生に指導教員としての適切なお指導を頂きました。深く感謝いたします。また、アンケートにご協力いただいた八事いきいきアカデミーの皆様にもお礼申し上げます。

参考文献

- 1)US NGF. (2022). (<https://www.ngf.org/>)
- 2)Granic et al:Am Psychol,69(1):66-78 (2014) The benefits of playing video game)
- 3)Lenovo Story Hub. (2019).Silver Snipers: Never Too Old to Crush It in Competitive Gaming (<https://news.lenovo.com/never-too-old-to-crush-it-in-competitive-gaming-silver-snipers/>)
- 4) Prochaska, J. O., and DiClemente C. C., Stage and processes of self-change of smoking: toward an integrative model of change. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 1983, 51, 390-395. (1983)
- 5)Prochaska et al: The Revolutionary Program That Explains the Six Stages of Change and Teaches You How to Free Yourself from Bad Habits. Stages of change and decisional balance for 12 problem behaviors. Health Psychology, 13(1), 39-46. (1994)

- 6) Prochaska et al: Health behavior and health education : theory, research, and practice. (4th ed), Jossey - Bass, p97 - 121, (2008)
- 7) Zheng J et al: New Media, Digitalization, and the Evolution of the Professional Sport Industry. Sports Act Living, 13. (2022)
- 8) 一般社団法人日本eスポーツ協会 (<https://jesu.or.jp/>)
- 9) 株式会社 NTT データ経営研究所. (2020). e スポーツがもたらす可能性と社会的意義 (https://www.nttdata-strategy.com/knowledge/reports/2020/201015_01/)
- 10) 厚生労働省. (2023). 令和4年簡易生命表 (<https://www.mhlw.go.jp/toukei-rei/saikin/hw/life/life22/dl/life22-02.pdf>)
- 11) 厚生労働省. (2023). 健康づくりのための身体活動・運動ガイド2023 (<https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/001171393.pdf>)
- 12) 厚生労働省. (2023). 身体活動・運動 (https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21_11/b2.html)
- 13) 諏訪茂樹. (2016). 日本保健医療行動科学会雑誌. vol28 No.2 .p86-89 vol26_3_4.pdf (jahbs.info)
- 14) CESA. (2008). ゲームソフトウェア産業の分析と波及効果に関する調査報告書 (https://www.cesa.or.jp/uploads/research/info_081128.pdf)
- 15) Cross Marketing. (2022). スポーツに関する調査観戦編 (<https://www.cross-m.co.jp/report/sports/20230119sports/>)
- 16) 総務省. (2020). ICT サービスの利用動向 (<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/html/nd242510.html>)
- 17) 総務省. (2022). 情報通信白書

(<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r05/html/datashu.html>)

18)内閣府. (2023). 高齢者の健康に関する調査

(https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2023/html/zenbun/s1_3_1.html)

筋肉量と血糖コントロールの関係性

J320106

平野賢人

中京大学スポーツ科学部 渡邊航平研究室



抄録

背景：近年、食生活や生活習慣の変遷に伴い、肥満や生活習慣病の予防は重要な問題となっている。2型糖尿病や生活習慣病のリスクが高まるため適切な血糖コントロールが重要となる。筋肉には糖を吸収する特性を持っているため、筋肉量が多い人ほど血糖コントロールは安定すると推測される。方法：研究対象は成人 14 名とした。研究方法、実験は朝 8 時 30 分から行い、20 分間安静後に計測を行った。実験開始前は 10 時間以上絶食していることを確認し、75g のブドウ糖を含有した溶液 (225ml) を摂取させ、75g 経口ブドウ糖付加試験 (75 g O G T T) を行った。75 g O G T T は糖尿病診断をする際に用いられる。通常、健康な場合、血糖値は上昇後に基準値に戻るが、異常な糖代謝がある場合は異なる。特に 2 時間後の血糖値が基準値を超える場合、糖尿病や前糖尿病が疑われる。Inbody430 (InBody co., Ltd. Made in Korea) を使用し、生体電気インピーダンス分析 (BIA) 法によって体組成を測定した。四肢筋肉量を計測した後、骨格筋量指数 (SMI、Skeletal muscle mass index) を割り出し、この数値を用いた。摂取前、30、45、60、90、120 分後の計 6 回、血液を採取し血糖値の変化を測定した。血糖値上昇下面積 (iAUC、incremental Area Under the Curve) の値を分析し、SMI が高いほど iAUC 値が低くなるという仮説を検証するため、SMI と iAUC の関係性をスピアマン順位相関係数を用いて分析した。結果：男性では、SMI と iAUC の間に負の相関 ($r=-0.552, p=0.098$)。女性では、($r=-0.40, p=0.600$) という結果となった。この結果から、男性の SMI と iAUC の間に負の相関の傾向があるということが分かった。女性の場合は、SMI と iAUC の関係に有意差はないということが分かった。結論：本研究では、筋肉量による血糖値変動の影響を理解するために、75g 経口ブドウ糖付加試験 (75 g O G T T) を実施した。結果は男女ともに骨格筋量指数 (SMI、Skeletal muscle mass index) が高いほど血糖値上昇下面積 (iAUC、incremental Area Under the Curve) が低くなるという仮説を支持するものでなかった。

背景

近年、食事による脂肪エネルギー比率の増加、平均歩数の減少といった食生活や生活習慣の変遷に伴い、肥満や生活習慣病の予防は重要な問題となっている（厚生労働省 2022）。生活習慣病の一つに糖尿病がある（Marling et al. 2011）。2 型糖尿病や生活習慣病のリスクが高まるため適切な血糖コントロールが重要となる。血糖値の変化は食事からの糖の吸収によって血糖値が上昇し、それに応じてインスリンが分泌されることで血糖値が低下するというプロセスに基づいている（Hoeg-Jensen. 2021）。しかし、血糖値の変動はインスリンによるものだけではなく、運動によっても下げることができるため、食事後の運動が血糖値を下げるのに役立つという先行研究もある（後藤と高松 2013）。筋肉は糖を組織内に取り込むといった生理的特性を持っている（Argilés et al. 2016）。片岡ら（2013）では男性 2 型糖尿病患者において、血糖コントロール不良者ほど上肢筋量および下肢筋量が低下していたことを報告した。また、Sugimoto et al. (2021)では、血糖コントロールが改善した対象者は骨格筋量も増加していたため、筋量が多い人ほど血糖コントロールは安定すると推測した。本研究では筋量の違いについて、サルコペニア診断の際に用いられる骨格筋量指数（SMI、Skeletal muscle mass index）を用いる。Sugimoto (2019)での糖尿病患者を対象とした実験では $SMI 7.4 \pm 1.2 (kg/m^2)$ 、サルコペニアと診断された人で $6.1 \pm 0.6 (kg/m^2)$ という特徴があった。後藤ら（2022）で行われた受診者の特徴は男性では、20, 30 歳代が $9.2 \pm 1.3 (kg/m^2)$ 、40 歳代が $8.9 \pm 1.2 (kg/m^2)$ 、50 歳代が $8.9 \pm 1.0 (kg/m^2)$ 、60 歳代が $8.0 \pm 0.9 (kg/m^2)$ 、70 歳代が $7.8 \pm 0.9 (kg/m^2)$ 。女性においては 20, 30 歳代が $6.7 \pm 0.6 (kg/m^2)$ 、40 歳代が $6.6 \pm 0.7 (kg/m^2)$ 、50 歳代が $6.4 \pm 0.8 (kg/m^2)$ 、60 歳代が $6.5 \pm 0.8 (kg/m^2)$ 、70 歳代が $6.5 \pm 1.2 (kg/m^2)$ であった。これらを比較すると糖尿病患者は SMI が小さい傾向があるということが分かる。そのため、本研究では

筋肉量と血糖コントロールの部分に焦点を当てた。SMI が大きいほど筋肉量が多いとし、血糖コントロールについては血糖値上昇下面積（iAUC、incremental Area Under the Curve）の値が小さいほど血糖コントロール能力が高いと評価する。本研究では、SMI が大きい人ほど iAUC 値は小さくなるという仮説を立てた。

方法

研究対象者

成人 14 名（男性 10 名、女性 4 名、年齢：21, 22 歳、身長：166.5±13.5cm）が本研究に参加した。

実験デザイン

筋肉量による血中グルコース濃度の変化に及ぼす影響の検討するため、75g 経口ブドウ糖負荷試験（75 g OGTT）（Okiet al. 2018）を行った。75g 経口ブドウ糖付加試験（75 g OGTT）は、糖尿病の診断の際に使用される検査である。検査では、被験者に対して空腹時に 75g のブドウ糖を含んだブドウ糖溶液を摂取させ、その後特定の時間間隔で血糖濃度を測定する。ブドウ糖摂取後、血糖値は上昇し、30 分、90 分、120 分などの間隔で測定される。通常、健康な場合、血糖値は上昇後に基準値に戻るが、異常な糖代謝がある場合は異なる。特に 2 時間後の血糖値が基準値を超える場合、糖尿病や前糖尿病が疑われる。この検査は、被験者の身体がブドウ糖にどのように反応するかを評価し、健康状態を把握するのに役立っている。

対象者の骨格筋量指数（SMI、Skeletal muscle mass index）を測定し筋肉量の違いを数値化した。器

具は InBody430 (InBody co.,Ltd. Made in Korea) を使用し生体電気インピーダンス分析(BIA)法によって体組成を測定した。四肢筋肉量を計測後、SMI を割り出した。75g のブドウ糖溶液 (225ml) を摂取し、摂取前、30、45、60、90、120 分後の計 6 回、血液を採取し血糖値を測定する。血糖値を測定する時間は、Saraswati et al. (2022)を参考にした。実験は朝 8 時 30 分から行い、20 分間安静後に計測を行った。実験開始前は対象者に昨夜の食事の時間を聞き、10 時間以上絶食していることを確認した。

糖付加試験

血糖値変動を確認するため、75g 経口ブドウ糖付加試験 (75 g O G T T) を行った。ブドウ糖溶液はブドウ糖が 75g 含まれたトレーラン G が用いられることが多い。本研究では、トレーラン G を用意することができなかつたため、75g のブドウ糖を含有した溶液 (225ml) を作り、実験を行った。ブドウ糖は、林純薬工業株式会社の D (+) - グルコースを 75g 使用し、飲料水 150ml に溶かしブドウ糖溶液とした。

体組成測定

Inbody430 (InBody co.,Ltd. Made in Korea) を使用し、生体電気インピーダンス分析(BIA)法によって体組成を測定した。BIA 法は体組成パラメータの計算に使用される方法論の 1 つである。人体に微弱な交流電流を流し、電気抵抗値であるインピーダンス(Z)を測定。この、水分を多く含む筋肉には電流が流れやすく水分を含まない体脂肪には電流が流れない原理を利用して、人体を各成分に分けて定量化することができる。BIA 法においては単一の周波数の交流を通電する単周波数 BIA と低周波数と高周波数の両方を用いる多周波数 BIA が存在し、多周波数 BIA においては細胞内液と細胞外液の両者を区別するこ

とが可能となり、より精度の高い測定が可能となるといわれている (Vicente-Campos et al. 2023)。

統計処理

骨格筋量指数 (SMI、Skeletal muscle mass index) の計算方法。四肢骨格筋量を身長²で除した値 (kg/m²) を、骨格筋量指数 (SMI、Skeletal muscle mass index) として用いた。(岩村真樹ら 2015)

血糖値上昇下面積 (iAUC、incremental Area Under the Curve) の計算方法。iAUC の計算では、ベースライン測定値が後続のすべての読み取り値から差し引き、「増分面積」を求める。面積を求める際は台形法を用いた。(Liu et al. 2022)

統計解析

本研究の結果には、小さなサンプルサイズに基づいたため、ノンパラメトリック検定を用いた。筋肉量と血糖値コントロールの関連性を調べるため、骨格筋量指数 (SMI、Skeletal muscle mass index) と血糖値上昇下面積 (iAUC、incremental Area Under the Curve) の関係性を、スピアマン順位相関係数を用いて分析した。

結果

男性対象者の身長、四肢筋肉量、骨格筋量指数 (SMI、Skeletal muscle mass index)、BMI (Body Mass Index)、体脂肪率を表 1、女性対象者の身長、四肢筋肉量、SMI、BMI、体脂肪率を表 2 に示した。

男性では、SMI と iAUC の間に負の相関 ($r=-0.552, p=0.098$) (図 1)。女性では、($r=-0.40, p=0.600$) (図

表1 男性被験者の身長、四肢筋肉量、SMI、BMI、体脂肪率

SMI: Skeletal muscle mass index (骨格筋量指数)

BMI: Body Mass Index

ID	身長(cm)	四肢筋肉量(kg)	SMI (kg/m ²)	BMI (kg/m ²)	体脂肪率(%)
01	166	18.2	6.60	18.3	11.9
02	171	21.6	7.39	18.9	8.7
03	158	18.6	7.45	22.3	18.1
04	171	23.0	7.87	23.3	19.4
05	174	24.4	8.06	20.0	6.6
06	166	22.4	8.13	21.2	9.7
07	180	26.8	8.24	19.6	6.4
08	177	25.9	8.28	22.7	15.6
09	175	27.7	9.04	25.2	11.9
10	175	29.4	9.60	27.3	16.1

表2 女性被験者の身長、四肢筋肉量、SMI、BMI、体脂肪率

SMI: Skeletal muscle mass index (骨格筋量指数)

BMI: Body Mass Index

ID	身長(cm)	四肢筋肉量(kg)	SMI (kg/m ²)	BMI (kg/m ²)	体脂肪率(%)
11	153	14.8	6.32	20.5	21.8
12	160	17.3	6.76	20.4	19.6
13	160	17.6	6.88	20.0	16.9
14	170	20.8	7.20	20.8	16.6

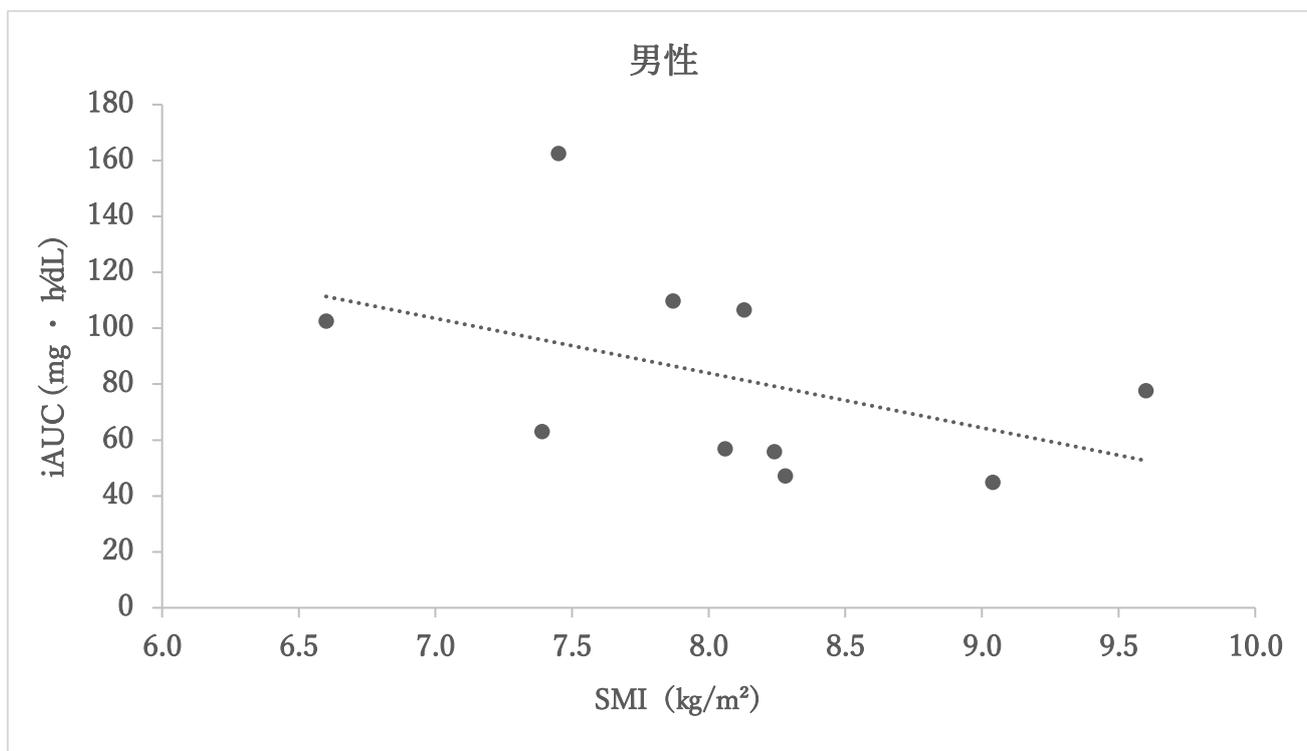


図1 男性対象者 75g 経口ブドウ糖付加試験 (75 g O G T T) の結果

SMI: Skeletal muscle mass index (骨格筋量指数)

iAUC : incremental Area Under the Curve (血糖値上昇下面積)

2) という結果となった。この結果から、男性の SMI と iAUC の間に負の相関の傾向があるということが分かった。女性の場合は、SMI と iAUC の間に有意な関係はないということが分かった。対象者の血糖値変動のグラフを男性対象者は図 3、4、女性対象者を図 5 に示した。

本研究での対象者の血糖値の変動は先行研究と同じようなものであった。30 分から 45 分にかけて血糖値が最大となりその後ゆっくりと下降していった (内田あやら 2008)。しかし、対象者 03 は血糖値の最大値をとる時間帯に異常はなかったものの 200mg/dl と非常に高い数値となった。空腹時血糖値、2 時間値と共に高いため糖尿病に発展する可能性が高いだろう (三家 2015)。対象者 10 の SMI 値は最も高かったが、iAUC は最も低い値を出さなかった。しかし、血糖値変動を見てみると、45 分で最高となり 120 分後にはほぼ初期値に戻っている。男女合わせてみても最もきれいなカーブを描いている。iAUC 値が 100 を超えた対象者 01、06、04、03 は最高値が 150 mg/dl を超え戻りが遅い特徴が見られた。対象者 07、08、09 においても最高値は 150 mg/dl あたりまで達しているが 120 分時点では初期値あたりまで戻している。

考察

本研究では、筋肉量による血糖値変動の影響を理解するために、75g の経口ブドウ糖負荷試験 (75 g O G T T) を実施した。本研究の仮説では骨格筋量指数 (SMI、Skeletal muscle mass index) が大きいほど血糖値上昇下面積 (iAUC、incremental Area Under the Curve) が小さくなるというものであったが、結果から男女共に SMI と iAUC 値に有意差はなかったため、仮説を支持する結果には至らなかった。筋線維の種類によって糖代謝は変化する。筋線維は大きく分け、遅筋型 I 型と速筋型 II 型の 2 つに分類される。速筋線維は有酸素的な代謝能力が高い type IIA 線維と有酸素的な代謝能力が低い type

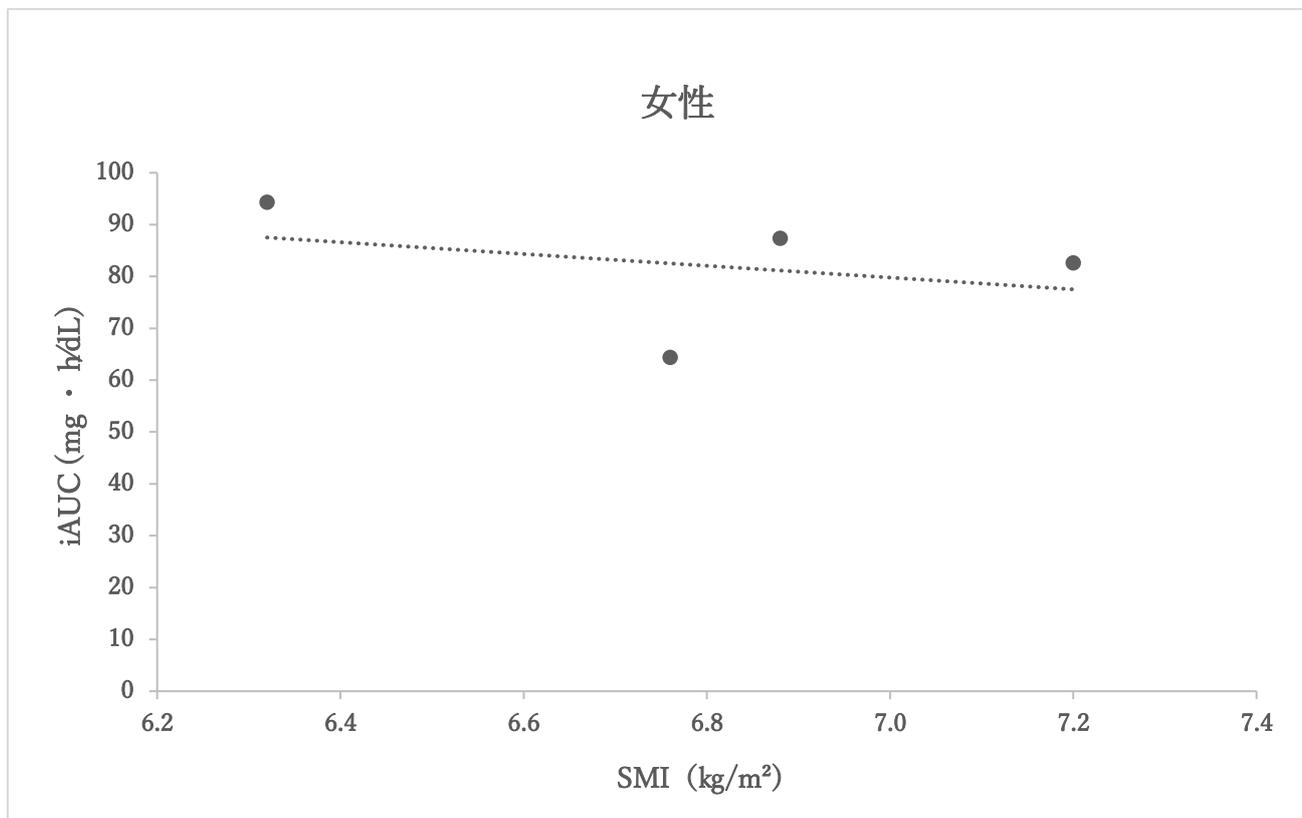


図2 女性対象者 75g 経口ブドウ糖付加試験 (75 g O G T T) の結果

SMI: Skeletal muscle mass index (骨格筋量指数)

iAUC : incremental Area Under the Curve (血糖値上昇下面積)

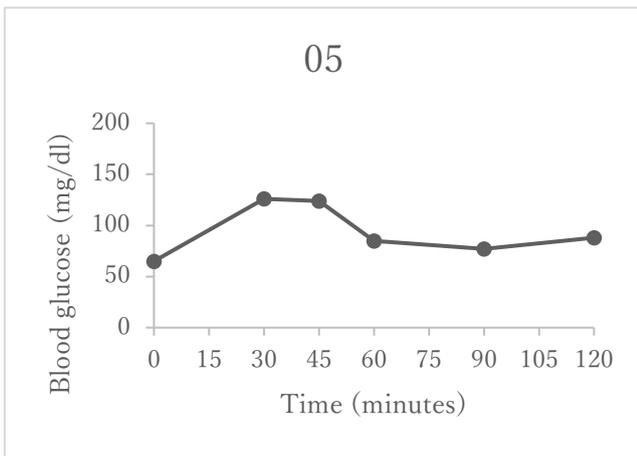
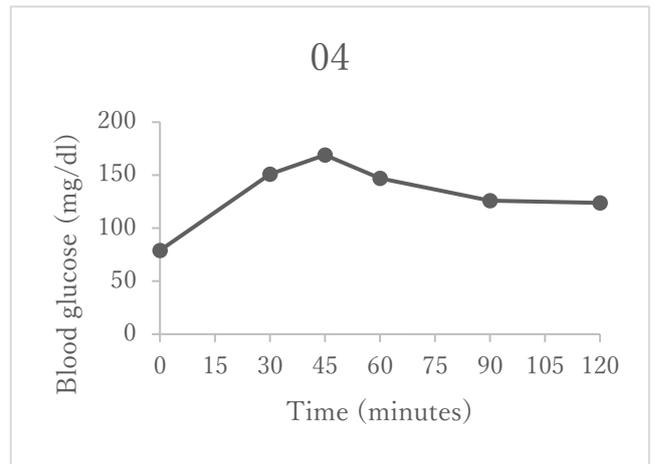
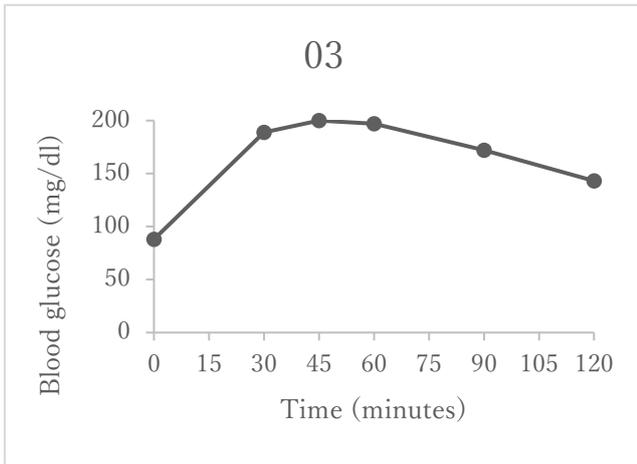
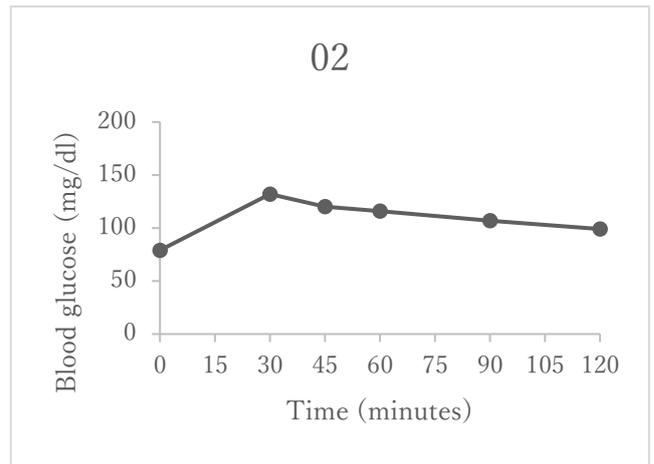
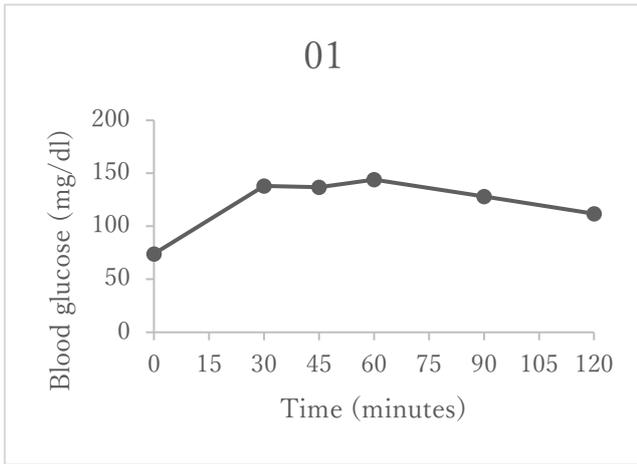


図3 男性対象者 75g 経口ブドウ糖付加試験 (75g OGTT) 時の血糖値変動グラフ (1/2)

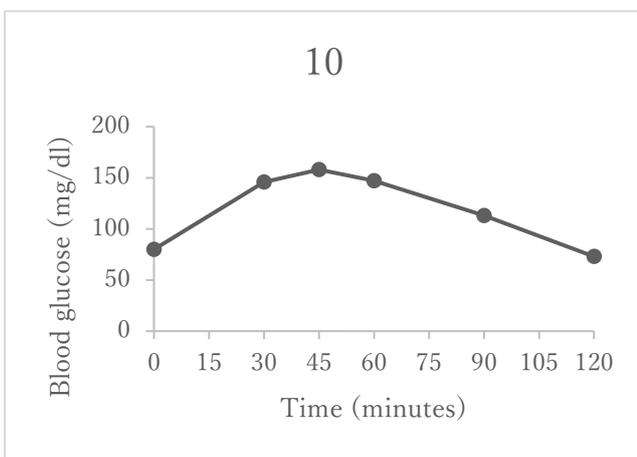
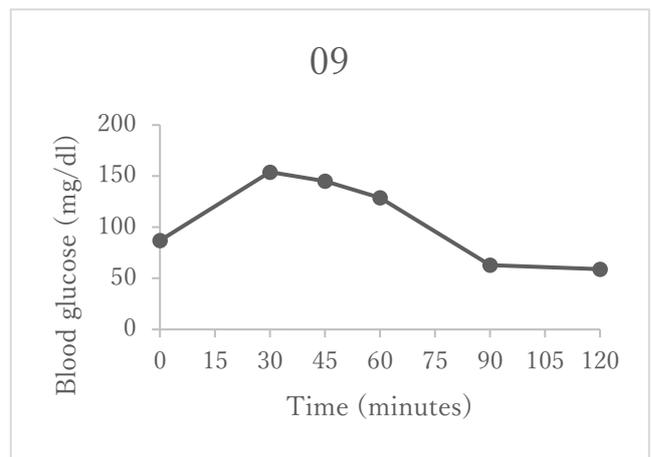
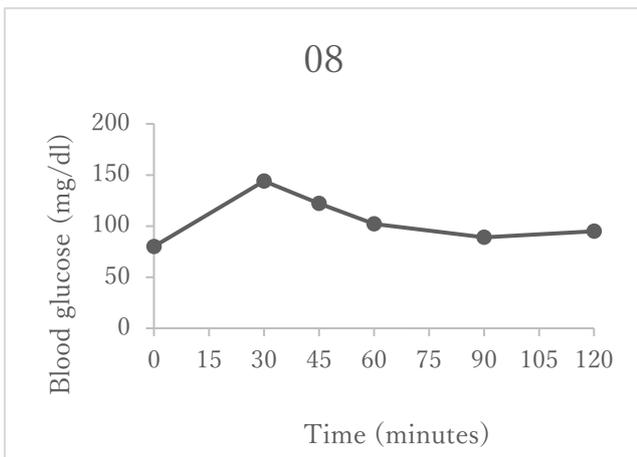
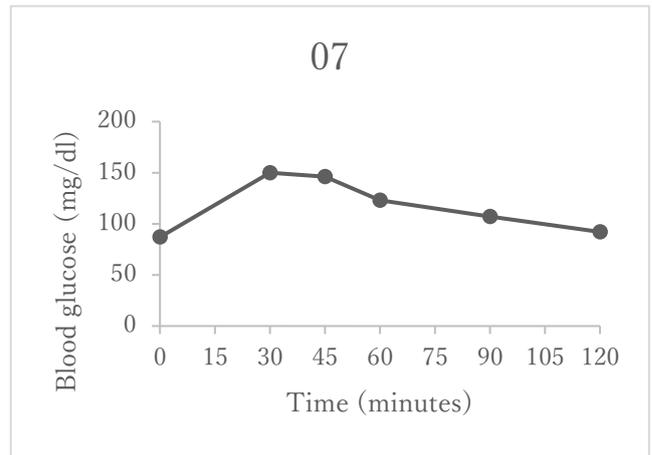
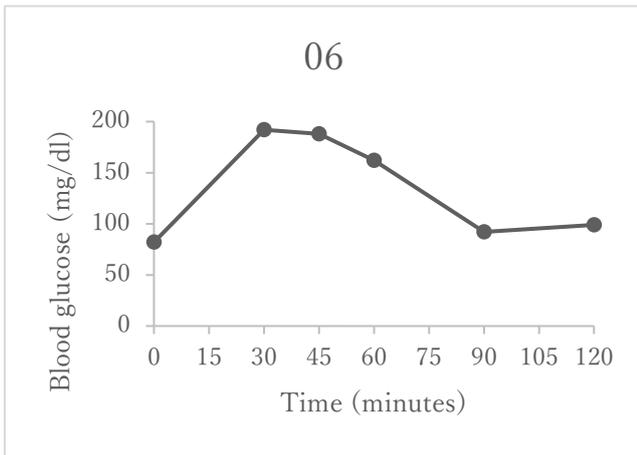


図4 男性対象者 75g 経口ブドウ糖付加試験 (75 g O G T T) 時の血糖値変動グラフ (2/2)

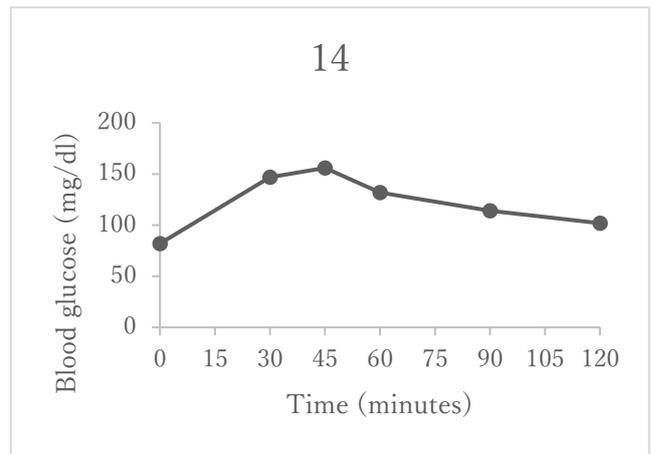
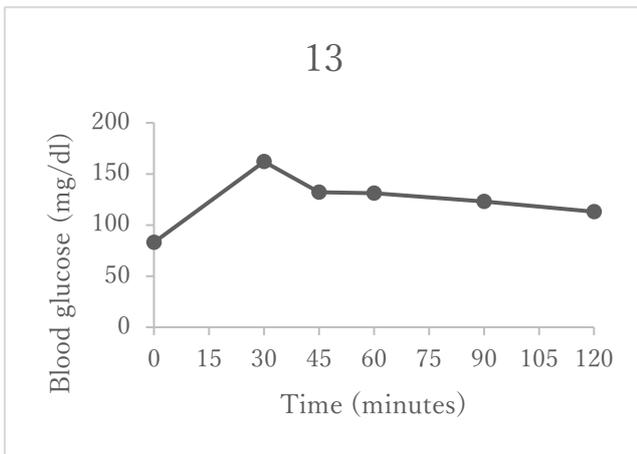
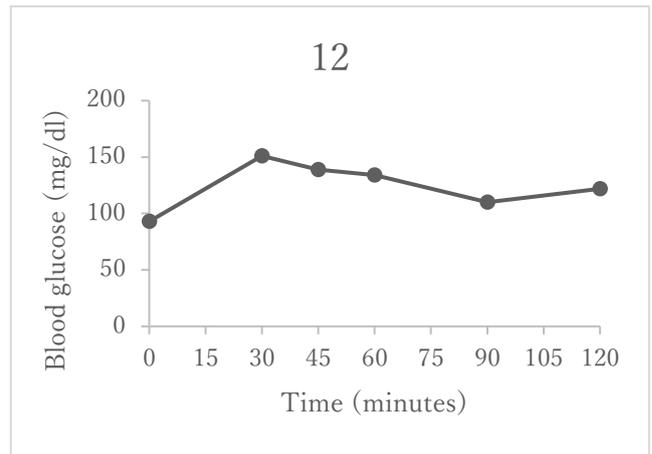
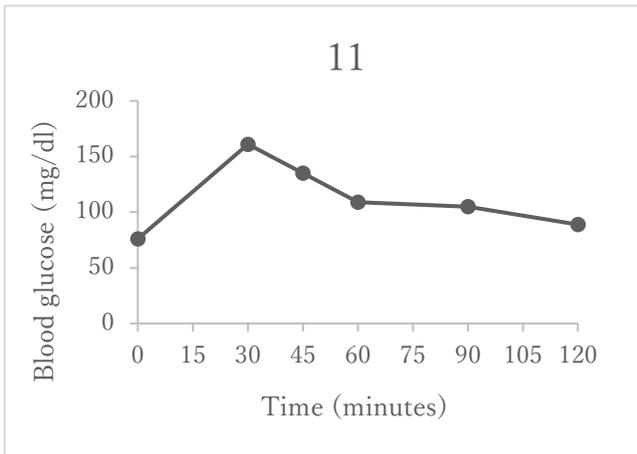


図5 女性対象者 75g 経口ブドウ糖付加試験 (75 g O G T T) 時の血糖値変動グラフ

IIB 線維に分かれおり、2 型糖尿病ラットは年齢を一致させた非糖尿病ラットよりも IIA 型線維の割合が低いことを見出した Adachi (2007)。この結果から骨格筋の代謝能力は筋線維の種類も関係していることが分かる。本研究では、骨格筋の量にしか注目しておらず、筋線維については把握していなかった。

男性対象者の 09 と 10 を比較してみる。10 の方が SMI は高いが、iAUC 値は 09 が低い結果となった。また、女子対象者 12, 13 を比較すると、12 の SMI は 6.76、13 の SMI は 6.88 である。仮説だと 13 の方が iAUC 値が低くなるはずだが、結果は 12 の方が iAUC 値は低かった。この結果から血糖コントロールは筋肉の量だけでないと推測できる。また、血糖値を下げる要因は筋肉量だけではない。生理学的なメカニズムとしては、糖を摂取するとインスリンが分泌され血糖値の変動が起こる (Hoeg-Jensen, 2021)。

本研究の方法では、血糖値の下がる要因が筋肉量であるのか、インスリン感受性によるものなのか明らかになっていない。そのため、この部分においても明確にしなければいけないだろう。インスリン感受性は、グルコースクランプ法や、インスリン抵抗性指数 (HOMA-IR、homeostatic model assessment insulin resistance) によって評価される。大村 (2008) の 2 型糖尿病患者を対象とした実験では、HOMA-R : 4.36 ± 2.94 という結果が出ている。武田 (2017) では、インスリン感受性の評価 (HOMA-IR) を男性では正常型は 1.4 ± 1.1 境界型は 2.0 ± 2.0 糖尿病型は 2.1 ± 1.3 となっていた。女性では正常型は 1.2 ± 0.8 境界型は 1.5 ± 0.9 糖尿病型は 2.8 ± 2.7 としている。

本研究では、筋肉量と血糖値変動の関係性を明らかにすることはできなかった。しかし、糖尿病のような健康被害を防ぐために、筋肉をつけることは重要なことと言える。実際に、骨格筋量の喪失は、がん、糖尿病、肥満を含むさまざまな病状の特徴である (Lipina and Hundal, 2017)。

本研究にはいくつかの限界や課題が見られる。まず男女共に対象者の人数が少ないことだ。血糖値変

動の改善に効果的な方法を調べた先行研究では男性 1043、女性 2191 名の規模で行われている (Knowler et al. 2002)。本研究では男性 10 名、女性の被験者においては 4 名と非常に少ないため、人数を増やして実施することが必要である。

結論

本研究では、筋肉量による血糖値変動の影響を理解するために、75g 経口ブドウ糖付加試験 (75 g OGTT) を実施した。結果は男女ともに骨格筋量指数 (SMI、Skeletal muscle mass index) が高いほど血糖値上昇下面積 (iAUC、incremental Area Under the Curve) が低くなるという仮説を支持するものでなかった。

謝辞

この卒業論文の完成にあたり、多くの方々からご指導とご支援をいただきました。心より感謝申し上げます。

まず始めに、指導教員である渡邊航平教授に深く感謝の意を表します。渡邊航平教授の専門知識と経験豊富なご指導により、本論文が充実した内容となりました。日々の励ましと示唆に感謝の念を抱きながら研究に取り組むことができ、心から感謝しております。

また、研究の進行にあたり、貴重なご意見やアドバイスをいただいた渡邊航平ゼミの皆様にも深く感謝いたします。共に研究を進める中での有意義な助言は、私の視野を広げ、論文の質を向上させる助けとなりました。

最後に、私の研究に関わってくださったすべての人々に感謝いたします。皆様のおかげで、私は成長し、学び続けることができました。

心からの感謝の意を込めて、謝辞とさせていただきます。

参考文献

- Adachi T, Kikuchi N, Yasuda K, Anahara R, Gu N, Matsunaga T, Yamamura T, Mori C, Tsujimoto G, Tsuda K, Ishihara A. Fibre type distribution and gene expression levels of both succinate dehydrogenase and peroxisome proliferator-activated receptor- γ coactivator-1 α of fibres in the soleus muscle of Zucker diabetic fatty rats: *Experimental Physiology* Volume 92, Issue 2 p. 449-455 2007
- Argilés J M, Campos N, Lopez-Pedrosa J M, Rueda R, Rodriguez-Mañas L. Skeletal Muscle Regulates Metabolism via Interorgan Crosstalk: Roles in Health and Disease: *J Am Med Dir Assoc.* 2016 Sep 1 ;17(9):789-96
- DeFronzo R A, Tobin J D, Andres R. Glucose clamp technique: a method for quantifying insulin secretion and resistance: *Am J Physiol.* 1979 Sep;237(3):E214-23
- DeFronzo R A and Tripathy D. Skeletal Muscle Insulin Resistance Is the Primary Defect in Type 2 Diabetes: *Diabetes Care.* 2009 Nov;32 Suppl 2(Suppl 2):S157-63
- Hauschild M, Monnard C, Eldridge A L, Antoniou MC, Bouthors T, Hansen E, Dwyer A A, Rytz A and Darimont C. Glucose variability in 6-12-month-old healthy infants: *Front Nutr.* 2023 Jul

12:10:1128389

Hoeg-Jensen T. Review: Glucose-sensitive insulin: Mol Metab. 2021 Apr

Jagannathan R, DuBose C W, Mabundo L S, Chung S T, Ha J, Sherman A, Bergman M, Sumner A E. The OGTT is highly reproducible in Africans for the diagnosis of diabetes: Implications for treatment and protocol design: Diabetes Res Clin Pract. 2020 Dec;170:108523

Knowler W C, Barrett-Connor E, Fowler S E, Hamman R F, Lachin J M, Walker E A, Nathan D M; Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin :N Engl J Med. 2002 Feb 7;346(6):393-403

Lipina C and Hundal H S. Lipid modulation of skeletal muscle mass and function: J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2017 Apr;8(2):190-201

Liu KF, Niu CS, Tsai JC, Yang CL, Peng WH and Niu HS. Comparison of area under the curve in various models of diabetic rats receiving chronic medication: Arch Med Sci. 2022; 18(4): 1078-1087. Published online 2020 Jan 7

Marling C R, Shubrook J H, Vernier S J, Wiley M T, Schwartz F L. Characterizing blood glucose variability using new metrics with continuous glucose monitoring data: J Diabetes Sci Technol. 2011 Jul 1;5(4):871-8

Oki Y, Ono M, Hyogo H, Ochi T, Munekage K, Nozaki Y, Hirose A, Masuda K, Mizuta H, Okamoto N, Saibara T. Evaluation of postprandial hypoglycemia in patients with nonalcoholic fatty liver disease by oral glucose tolerance testing and continuous glucose monitoring: Comparative Study

Eur J Gastroenterol Hepatol. 2018 Jul;30(7):797-805

Saraswati M R, Nugraha IBA, Suastika K. Similar Blood Glucose Pattern with Highest Peak at Minute 45 on Oral Glucose Tolerance Test Despite Higher Fasting Insulin and Insulin Resistance in Healthy Obese than Non-Obese Subject: Acta Med Indones. 2022 Apr;54(2):210-217

Sugimoto K, Tabara Y, Ikegami H, Takata Y, Kamide K, Ikezoe T, Kiyoshige E, Makutani Y, Onuma H, Gondo Y, Ikebe K, Ichihashi N, Tsuboyama T, Matsuda F, Kohara K, Kabayama M, Fukuda M, Katsuya T, Osawa H, Hiromine Y and Rakugi H. Hyperglycemia in non-obese patients with type 2 diabetes is associated with low muscle mass: The Multicenter Study for Clarifying Evidence for Sarcopenia in Patients with Diabetes Mellitus: J Diabetes Investig. 2019 Nov;10(6):1471-1479

Sugimoto K, Ikegami H, Takata Y, Katsuya T, Fukuda M, Akasaka H, Tabara Y, Osawa H, Hiromine Y, Rakugi H. Glycemic Control and Insulin Improve Muscle Mass and Gait Speed in Type 2 Diabetes: The MUSCLES-DM Study: J Am Med Dir Assoc. 2021 Apr;22(4):834-838. e1

Vicente-Campos D, Sánchez-Jorge S, Martí L, Buffet J, Mendoza-Laiz N, Rodriguez-Sanz D, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Chicarro J L and Calvo-Lobo C. Skin Bioimpedance Analysis to Determine Cellular Integrity by Phase Angle in Women with Fibromyalgia: A Cross-Sectional Study :Biomedicines. 2023 Dec 15; 11(12): 3321.

Zhang R, Noronha J C, Khan T A, McGlynn N, Back S, Grant S M, Kendall C W C and Sievenpiper J L. The Effect of Non-Nutritive Sweetened Beverages on Postprandial Glycemic and Endocrine Responses: A Systematic Review and Network Meta-Analysis: Nutrients. 2023 Feb 20;15(4):1050

石原昭彦, 安田浩一朗, 津田謹輔. 糖尿病と骨格筋 糖尿病 51 巻 6 号 (2008)

伊藤有史, 伊藤春見, 中島千雄, 三宅隆史. 75g 経口ブドウ糖負荷試験における血糖値の男女差 糖尿病
61 (11) : 765~772, 2018

岩村真樹, 金内雅夫, 梶本浩之. BIA 法を用いての 18 歳~84 歳の日本人男女における骨格筋量の測定 —
機器による測定値の違いに着目して— 理学療法科学 30 (2) : 265-271, 2015

大村昌夫, 藤林和俊, 佐久間伸子, 望月和子, 荒木理絵, 石田早登美, 齊藤 寿一. 2 型糖尿病患者の内因性
インスリン分泌能とインスリン感受性を同時評価可能なナテグリニド負荷試験の有用性に関する臨床的
検討 糖尿病 51 巻 5 号 (2008)

宇高不可思. 2. 高インスリン血症 脳卒中 21:441—445, 1999

内出あや, 大橋美佳, 中村美保, 松田秀人. 食事が血糖値に及ぼす影響 — 米飯食とパン食の差 — 名
古屋文理大学紀要 第 8 号 (2008)

片岡弘明, 田中聡, 北山奈緒美, 村尾敏. 2 型糖尿病患者における骨格筋量の低下に影響を及ぼす因子の検
討 糖尿病 56 (6) : 350~356, 2013

厚生労働省. 日本人の栄養と健康の変遷 2022 年 2 月発行

後藤一成, 高松薫. 食後に行う有酸素運動が血糖値の変動に及ぼす影響 — 連続運動と間欠運動の比較 —
日本体育学会大会予稿集 64 (0), 175-, 2013

後藤南美, 岡田希和子, 村瀬孝司, 古池祥子, 北川元二. 健診受診者の年齢別、性別の体組成の検討 名古屋
学芸大学健康・栄養研究所年報 第 14 号 2022 年

三家登喜夫. 糖尿病の臨床診断 総合健診と予防医学的根拠 総合健診 2015 年 42 巻 2 号

永田勝太郎, 志和悟子, 大槻千佳, 喜山克彦. Flash Glucose Monitoring (FGM) 時代の血糖値の分類 —

低血糖・血糖値スパイクを中心に— Comprehensive Medicine Vol.19 No.1 (2020)

武田 純 インスリン分泌不全の分子遺伝学 106 巻 9 号 p. 1748-1760 2017 年

野部悠起, 秋山卓也, 岡田溜衣斗, 田中心平, 永井啓太, 滑川将未, 本名輝, 沢谷洋平. 健常成人の筋力・骨格

筋量・身体機能と出生時体格との関係. 理学療法科学 37 (3) : 341-344, 2022

溝口桂, 川端悠士, 澄川泰弘, 中森芳宜 (MD) . 糖尿病療養における有酸素運動の血糖変動への効果 —

CGM を用いた血糖変動の評価— 理学療法やまぐち Vol. 1 2023 23-26

有酸素運動と下肢神経筋電気刺激による食欲の変化

J 320129

南和佳奈

中京大学スポーツ科学部 渡邊航平研究室



抄録

背景：有酸素運動およびレジスタンス運動中には食欲抑制ホルモンが分泌され、運動による栄養摂取不足を引き起こす恐れがある。一方、有酸素運動よりもレジスタンス運動の方が主観的食欲度の低下が少ないことが知られている。本研究は、随意収縮を模倣し、リハビリテーションや研究ツールとしても使用されている神経筋電気刺激（NMES）をレジスタンス運動の代用として使用し、有酸素運動中に下肢筋群に NMES を付加する場合としない場合の運動後の食欲の変化を調査することで、NMES を用いた有酸素運動による食欲抑制の低減ができるかどうかを検討することを目的とした。

方法：10名の学生を対象に、1週間間隔で2度実験室を訪れ、NMESを与えるタイツを下肢に着衣し、下肢 NMES を着衣した場合としない場合でそれぞれ最大心拍数の65%の強度でエアロバイクを60分間サイクリングした後、食欲の変化を調査した。食欲の調査においては、10段階に分け、“満腹感”を0、“空腹感”を10として、対象者自身が調査時の感覚を運動前と、運動直後から10分間隔で6回計測した。

結果：運動前の食欲と比較し、下肢 NMES を着衣した場合、運動後20分後から時間に有意な変化を示し（ $p < 0.05$ ）、下肢 NMES を着衣しない場合、運動後30分後から時間に有意な変化を示したことから（ $p < 0.05$ ）、下肢 NMES を着衣した時の方が、運動前の食欲と比較し、運動後早く空腹感を感じる事が明らかになり、主観的食欲度の低下が低いと推測出来る。

結論：本研究によって、下肢 NMES は、運動後の食欲抑制を低減し、早く空腹感を感じる事が明らかになった。このことから、下肢 NMES は有酸素運動による食欲抑制を低減する可能性が示された。

背景

厚生労働省によれば、我が国においては、家事や仕事の自動化、交通手段の発達により身体活動量が低下してきたことを明らかにしており、食生活の変化とともに、近年の生活習慣病増加の一因となっていると報告している。さらに、身体活動や運動の健康に対する効果についての知識は国民の間に普及しつつあるものの、運動を実際に行っている者の割合は少なく、多くの人が無理なく日常生活の中で運動を実施する方法の提供や環境を作ることが求められている。しかし、Broom DRらは、有酸素運動およびレジスタンス運動中に空腹感とアシル化グレリンが抑制されることを明らかにしており、有酸素運動とレジスタンス運動を比較すると、レジスタンス運動の方が食欲抑制は弱まることを報告している（Broom DR et al 2008）。このことから、運動による栄養摂取不足を引き起こす恐れがある。特に、高齢者の低栄養は大きな問題となっている（厚生労働省「令和元年度国民健康・栄養調査結果の概要」）。低栄養とは、栄養素の摂取が生体の必要量より少ないときに起こる身体の状態を言う。低栄養の有病率は加齢とともに増加し、骨量減少を加速させ、運動協調を損なうことで転倒傾向を高める（Bonjour JP et al 1996）。低栄養が問題視されているのにもかかわらず運動によって食欲が抑制されてしまえば、低栄養は減少しないことが懸念される。そこで、本研究では、有酸素運動よりもレジスタンス運動が主観的食欲度の低下が少ないことを用い、有酸素運動とレジスタンス運動を同時に行う事が出来ないかを考えた。神経筋電気刺激（NMES）は不随意的筋収縮を誘発し、無酸素代謝を優先的に促進し、運動強度の増加に適用できる（Watanabe K et al 2022）。一般に、随意的収縮を模倣し、ヒトの骨格筋を強化するために臨床の場で一般的に使用され、筋パフォーマンスや神経筋活性化レベルを評価するための研究ツールとしても使用されている（Bickel CS et al 2011）。Watanabe et al (2023)の研究において、8人の参加者が、換気閾値（VT）

の 100% (ピーク酸素消費量の 73.3%) (VOL) でサイクリングエルゴメーターを使用してトレーニングし、別の 9 人の参加者は、VT の 75% (ピーク酸素消費量の 56.2%) (VOLES) で NMES を着衣しながら、サイクリングエルゴメーターを使用してトレーニングを行った。NMES を中強度の自発的運動に重ねると、激しい運動によってもたらされる心血管および代謝の適応に繋がることを報告している (Watanabe K et al 2023)。また、NMES を装着した時の方が、装着しない時よりも低い知覚運動量を示したことを明らかにしており、簡便かつ低い運動強度で実施出来るため、時間の制約のために有酸素運動とレジスタンス運動の両方を行う機会が無い人にとっても便利である可能性があることを報告している (Watanabe K et al 2023)。本研究の目的は、有酸素運動中に下肢筋群に NMES を付加する場合としない場合の運動後の食欲の変化を調査することで、下肢 NMES による有酸素運動による食欲抑制を低減できるかを検討することであった。本研究の仮説は、有酸素運動よりもレジスタンス運動が主観的食欲度の低下が少ないことを用い (Broom DR et al 2009)、有酸素運動中に下肢 NMES を使用することで、有酸素運動だけの時と比較し、食欲抑制が低減することとした。

方法

研究対象者

健康な成人 10 名 (男性 5 名、女性 5 名、年齢：21.2±0.79 歳、身長：165.8±7.16cm、体重：60.6±8.38kg) が本研究に参加した。研究対象者は研究の目的や参加に伴うリスクについて詳細な説明を受けた後、実験を行った。

実験デザイン

研究対象者は1週間間隔で2度実験室を訪れ、神経筋電気刺激（NMES）を与えるタイツを、下肢に着衣し、タイツを着衣した場合と着衣しない場合をランダムな順番で実施した。Broomらは、最大心拍数の65%で60分間サイクリした後、満腹ホルモンであるペプチドホルモンが運動中および運動後の最長60分間上昇したことを報告している。(Broom DR et al 2009)、研究対象者は、午前8時に朝食を摂取した後、午前10時から午前11時にかけて年齢から推測した最大心拍数の65%の強度で1時間、エアロバイク(Combi Wellness, Tokyo Japan)を用い、有酸素運動としてサイクリング運動を行った。男60W、女44Wから始め、サイクリングを開始してから2分ごとに負荷を増加させ、10分以内に130拍/分に達するよう負荷を設定した。運動中は10分おきに主観的運動強度（RPE）を聞き、下肢NMESを装着する場合としない場合の疲労度を調査した。

食欲の評価

10段階に分け、“満腹感”を0cm、“空腹感”を10cmとして対象者自身が調査時の感覚を測定した。つまり、0cmに近づくほど“食欲が無くなる”、10cmに近づくほど“食欲が増す”と判断した。測定前と、測定直後から10分間隔で6回行った（図1）。

有酸素運動

運動中の心拍数

HRmaxから年齢を引き、目的運動強度(%)を乗じて求めた。HRmaxは220拍/分とした(Nikolaidis

被験者記録シート 名前： _____

○1回目・2回目>朝食を摂った時間（ 時 分）

朝食の内容：

★食欲（測定前）

★食欲（測定直後）

★食欲（10分後）

★食欲（20分後）

★食欲（30分後）

★食欲（40分後）

★食欲（50分後）

★食欲（60分後）

図1 被験者記録シート

PT et al 2014) (図 2)。

神経筋電気刺激 (NMES : Neuro Muscular Electrical Stimulation)

ショーツの内側に電極が取り付けられた神経筋電気刺激用のタイツを使用した。図 3 に示したように、(A)(B)(C)は、それぞれ大腿四頭筋、ハムストリングス、大殿筋に神経筋電気刺激を行うための電極となる。タイツの着用前に、電気を通しやすくするために電極を水吹きで濡らしてから使用した。

NMES の刺激周波数は 5-10Hz で単収縮から強縮に移行することから本研究では、下肢 NMES を装着する場合、大腿四頭筋の刺激周波数は 5-10Hz で単収縮から強収縮に移行したことが認められたことから (Tomita et al 2020)、単収縮を引き起こす 4 Hz という刺激周波数に設定した。すべての参加者は、このデバイスの最大強度 (50V および 9.75mA) を選択した。

統計解析

すべてのデータは平均値と標準偏差として示した。統計分析の前に、データ分布の正規性が Shapiro-Wilk test によって検定された。下肢 NMES 有/無に対する運動後の食欲の変化を検定するために、データ分布が正規では無いため Freedman test を使用した。時間変化の有無を確認するために Wilcoxon 符号順位検定により、下肢 NMES 有/無を比較した。Wilcoxon 符号順位検定により時間変化の有無が確認されたため、測定前と比較し、どの時間帯で食欲に変化があったかを調べるために Wilcoxon 符号順位検定を行い、Bonferroni correction によって有意水準の調整 (漸近有意確率に比較したペアの数 (7) を

【 (HRmax-年齢) × 目的運動強度 (%) 】

※HRmax=220拍/分

【例】 20歳、最大心拍数65%での運動をする場合
 $(220-20) \times 0.65$
→130拍/分

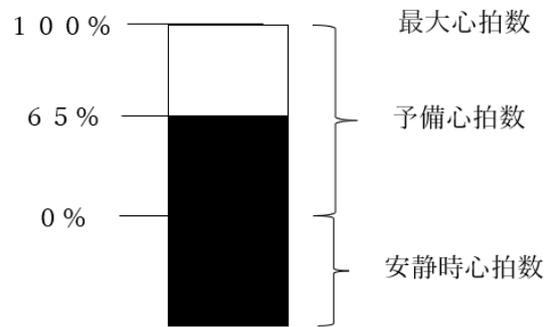


図2 運動中の心拍数



Anterior inside



Posterior inside



Anterior outside

図3 神経筋電気刺激 (NME S)

A は大腿四頭筋、B はハムストリングス、C は大殿筋に神経筋電気刺激を行うための電極となる。

乗じた)を行った。最後に、下肢 NMES 有/無を比較し、どの時間帯で差が出来ているのかを Wilcoxon 符号順位検定で調べた。有意水準は 0.05 未満とした。全ての統計解析は、SPSS ソフトウェア (version 25; SPSS, 東京,日本) を利用した。

結果

運動後の食欲の変化

Shapiro-Wilk 検定を行った結果、下肢 NMES 有の食欲の変化では、有意確率が 0.001、下肢 NMES 無の食欲の変化では、有意確率が 0.001 であったことから、下肢 NMES 有と無の食欲の変化が正規分布に従っていなかった。正規分布をしていないことが明らかになったため、ノンパラメトリック法を使用した。始めに、Friedman test を行い、運動前との時間の変化を調べた。下肢 NMES 有と下肢 NMES 無のそれぞれの食欲の変化は、どちらも 0.001 を示し、運動前の食欲を比較し、有意な差があることが明らかになった ($p < 0.05$) (図 4)。次にいつ食欲に変化があったのかを調査するために、Wilcoxon 符号順位検定と Bonferroni を行った。Bonferroni correction によって有意水準の調整 (漸近有意確率に比較したペアの数 (7) を乗じた) を行った。下肢 NMES 有の食欲の変化では、20 分後、30 分後、40 分後、50 分後、60 分後で時間に有意な差があった ($p < 0.05$) (図 4)。下肢 NMES 無の食欲の変化では、30 分後、40 分後、50 分後、60 分後で時間に有意な差があった ($p < 0.05$) (図 4)。また、同時間での下肢 NMES 有と下肢 NMES 無の食欲の変化を比較し、Wilcoxon 符号検定を用い、どの時間で差が出たかを調査した (表 2)。下肢 NMES 有と下肢 NMES 無の食欲の変化 (平均値) には時間に有意な差はなかった ($p < 0.05$) (図 4)。

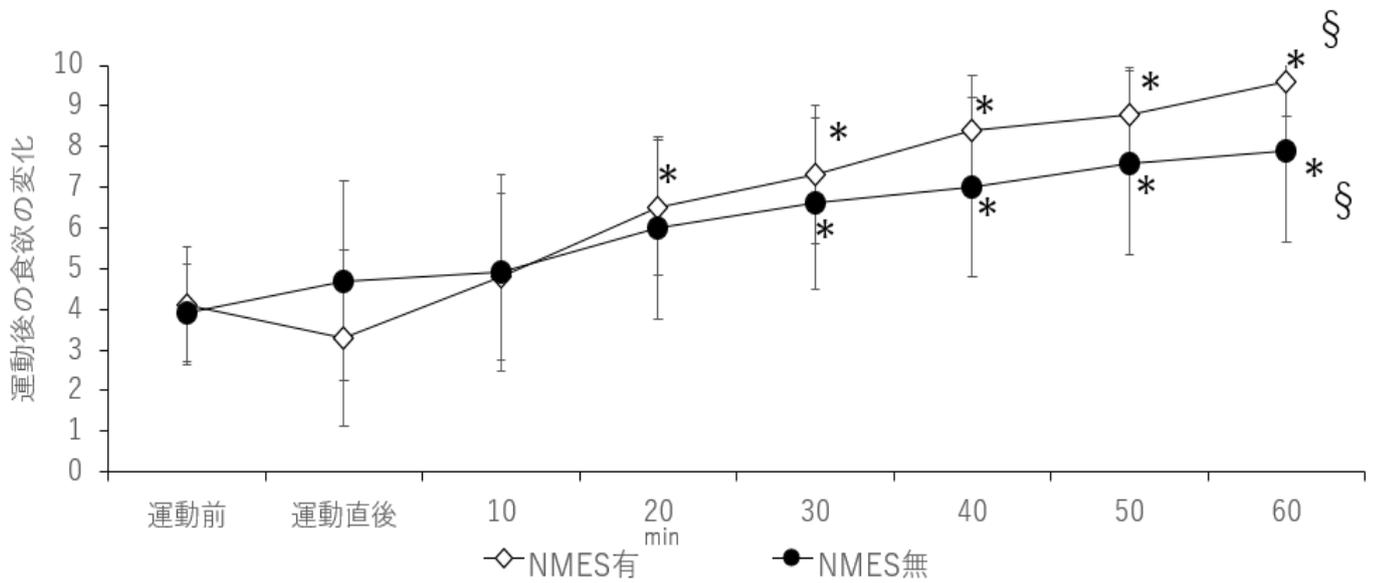


図4 運動後の食欲の変化

§は時間に対して有意な変化があったことを示している(p<0.05)。

*は運動前と比較し、有意な変化があったことを示している(p<0.05)。

NMES : Neuro Muscular Electrical Stimulation(神経筋電気刺激)

運動後の食欲の変化（運動前との差）

Shapiro-Wilk 検定を行った結果、下肢 NMES 有の食欲の変化(運動前との差)では、有意確率が 0.001、下肢 NMES 無の食欲の変化（運動前との差）では、有意確率が 0.001 であったことから、下肢 NMES 有と無の食欲の変化（運動前との差）が正規分布に従っていなかった。正規分布をしていないことが明らかになったため、ノンパラメトリック法を使用した。始めに、Friedman test を行い、運動前との時間の变化を調べた。下肢 NMES 有と下肢 NMES 無のそれぞれの食欲の変化（運動前との差）は、どちらも 0.001 を示し、運動前の食欲と比較し、時間に有意な差があることが明らかになった ($p < 0.05$) (図 5)。次にいつ食欲に変化があったのかを調査するために、Wilcoxon 符号順位検定と Bonferroni を行った。下肢 NMES 有の食欲の変化（運動前との差）では、20 分後、30 分後、40 分後、50 分後、60 分後で時間に有意な差があった ($p < 0.05$) (図 5)。下肢 NMES 無の食欲の変化（運動前との差）では、30 分後、40 分後、50 分後、60 分後で時間に有意な差があった ($p < 0.05$) (図 5)。また、下肢 NMES 有と下肢 NMES 無の食欲の変化（運動前との差）を比較し、Wilcoxon 符号検定を用い、どの時間で差が出たかを調査した（表 4）。運動直後に時間に有意な差があったことが明らかになった ($p < 0.05$) (図 5)。

運動中の RPE の変化

Shapiro-Wilk 検定を行った結果、下肢 NMES 有の RPE では、有意確率が 0.001、下肢 NMES 無の RPE では、有意確率が 0.001 であったことから、下肢 NMES 有と無の RPE が正規分布に従っていなかった ($p \geq 0.05$)。正規分布をしていないことが明らかになったため、ノンパラメトリック法を使用し

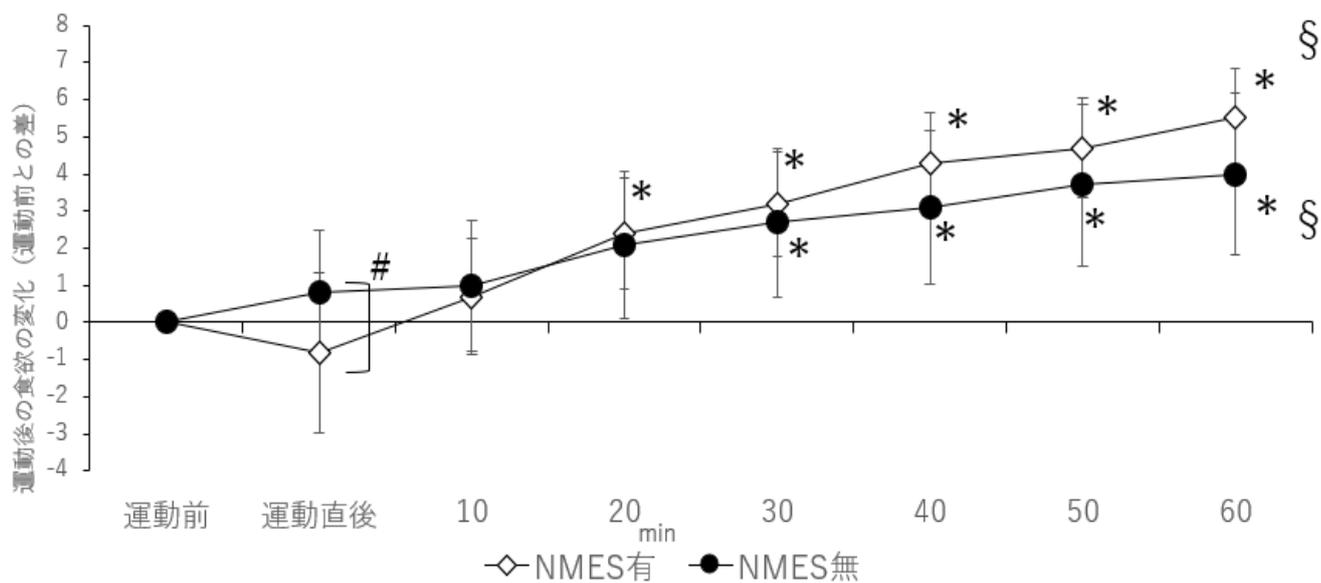


図5 運動後の食欲の変化（運動前との差）

§は時間に対して有意な差があったことを示している（ $p < 0.05$ ）。

*は運動前と比較し、時間に有意な差があったことを示している（ $p < 0.05$ ）。

#は、下肢NMES有/無を比較したときに優位な差があったことを示している（ $p < 0.05$ ）。

NMES：Neuro Muscular Electrical Stimulation(神経筋電気刺激)

た。始めに、Friedman test を行い、運動前との時間の変化を調べた。下肢 NMES 有と下肢 NMES 無の RPE は、どちらも 0.001 を示し、時間に有意な差があることが明らかになった ($p < 0.05$) (図 6)。次にいつ RPE に変化があったのかを調査するために、Wilcoxon 符号順位検定と Bonferroni を行った。全ての時間に有意な差があることを明らかにした ($p < 0.05$) (図 6)。また、下肢 NMES 有と下肢 NMES 無の RPE を比較し、Wilcoxon 符号検定を用い、どの時間で差が出たかを調査した。運動開始 60 分の時に RPE に有意な差があることが明らかになった ($p < 0.05$) (図 6)。

運動中の RPE の変化 (運動前との差)

Shapiro-Wilk 検定を行った結果、下肢 NMES 有の RPE (運動前との差) では、有意確率が 0.001、下肢 NMES 無の RPE (運動前との差) では、有意確率が 0.001 であったことから、下肢 NMES 有と無の絶対値の RPE が正規分布に従っていなかった。正規分布をしていないことが明らかになったため、ノンパラメトリック法を使用した。始めに、Friedman test を行い、運動前との時間の変化を調べた。下肢 NMES 有と下肢 NMES 無の RPE (運動前との差) は、どちらも 0.001 を示し、運動前の RPE と比較し、時間に有意な差があることが明らかになった ($p < 0.05$) (図 7)。次にいつ RPE に変化があったのかを調査するために、Wilcoxon 符号順位検定と Bonferroni を行った。下肢 NMES 有の RPE (運動前との差) では、20 分後、40 分後、60 分後に有意な差があることが明らかになり、下肢 NMES 無の RPE (運動前との差) では 50 分後、60 分後に有意な差があったことが明らかになった ($p < 0.05$) (図 7)。また、下肢 NMES 有と下肢 NMES 無の RPE (運動前との差) を比較し、Wilcoxon 符号検定を用い、どの時間で差が出たかを調査した。いずれの時間の RPE (運動前との差) にも、有意な差は確認されな

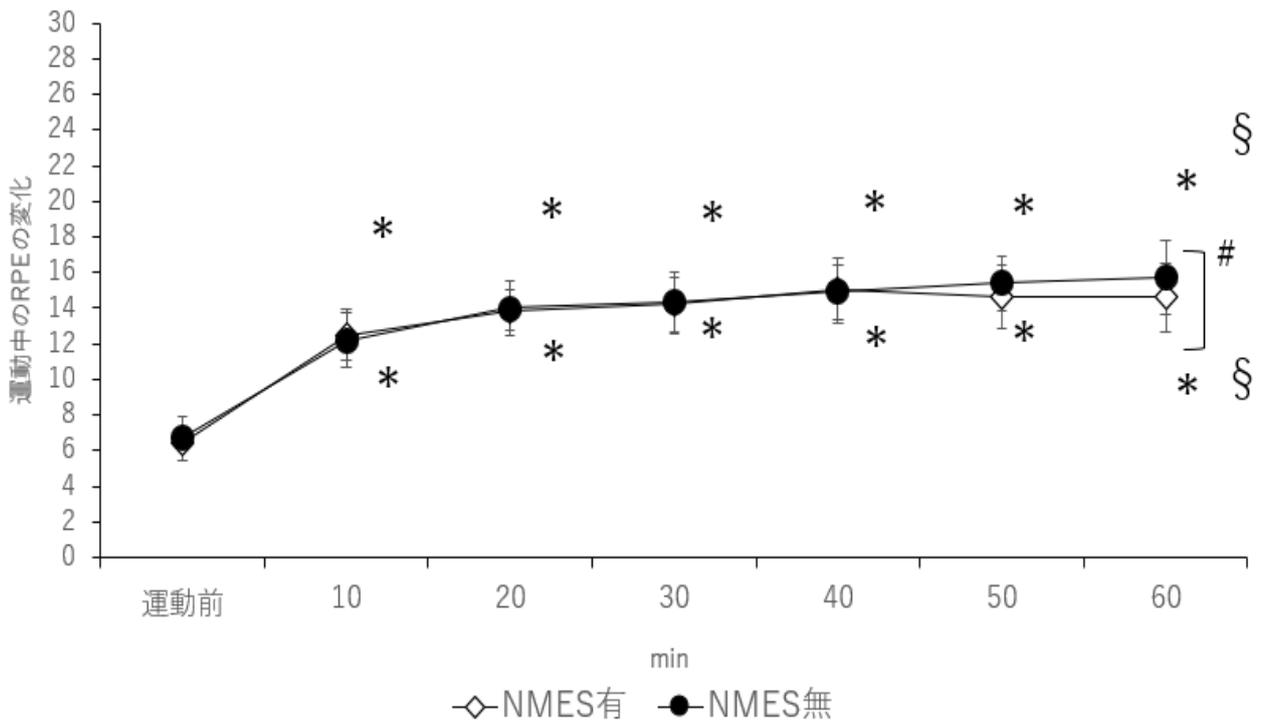


図6 運動中の RPE の変化

§は時間に対して有意な差があったことを示している (p<0.05)。

*は運動前と比較し、時間に有意な差があったことを示している (p<0.05)。

#はNMES有と無の間に時間に有意な差があったことを示している (p<0.05)。

NMES : Neuro Muscular Electrical Stimulation(神経筋電気刺激)

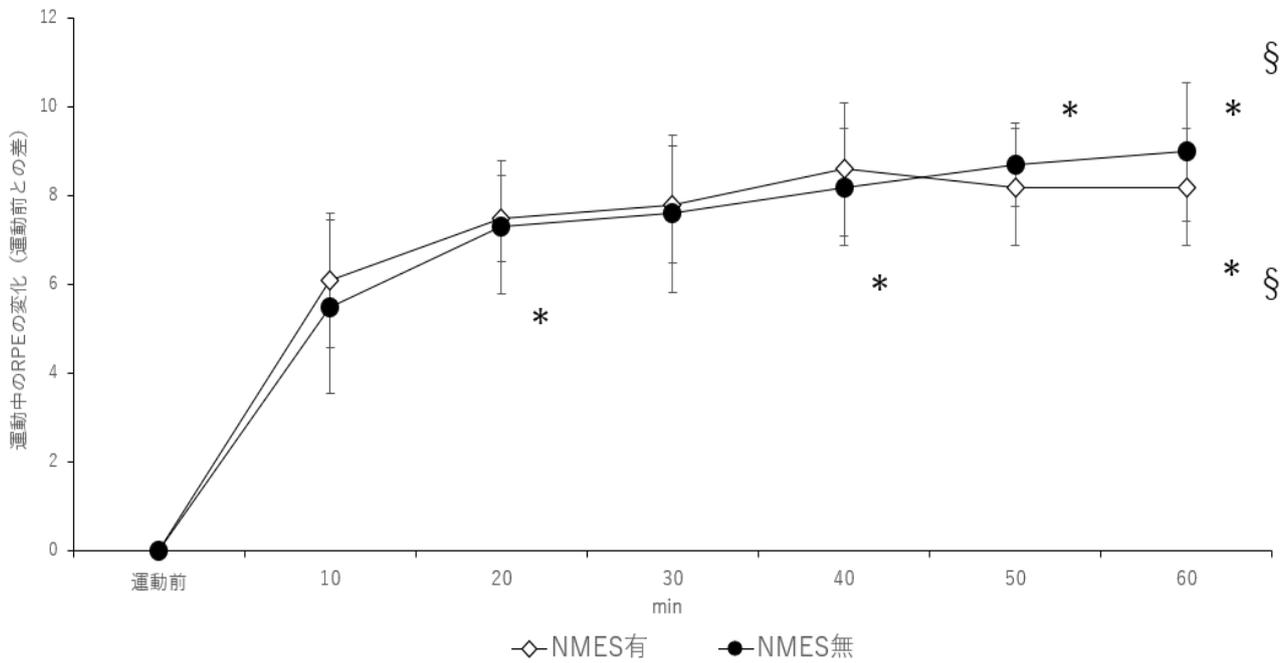


図7 運動中の RPE の変化 (運動前との差)

§ は時間に対して有意な差があったことを示している ($p < 0.05$)。

* は運動前と比較し、時間に有意な差があったことを示している ($p < 0.05$)。

は、下肢 NMES 有/無を比較したときに優位な差があったことを示している ($p < 0.05$)。

NMES : Neuro Muscular Electrical Stimulation(神経筋電気刺激)

かった ($p<0.05$) (図7)。

考察

本研究では、有酸素運動中に下肢筋肉に NMES を装着する場合と装着しない場合の運動後の食欲の変化について検討した。本研究結果から、下肢 NMES は食欲抑制を軽減させ、「空腹感」を感じる早さが早いことが明らかになった。また、筋トレは有酸素運動に比べ主観的食欲度の低下が低いという先行研究の結果を支持するものであった。本研究は、有酸素運動中に下肢筋肉に NMES を装着する場合と装着しない場合の運動後の食欲の変化を調べた初めての研究である。先行研究から、運動が食欲を急激に増加させず、一時的な抑制に繋がる可能性があることを実証している (Bilski J et al 2009)。ピーク酸素摂取量 (VO_2 peak) が 60%以上の運動中に、主観的な食欲感が一過性に抑制されることを示しており (運動誘発性食欲不振)、このような急性変化はレジスタンス運動に対しても報告されているが、あまり顕著ではなく、一貫して観察されるわけではないと報告している。食欲知覚は通常、運動中止後 30~60 分以内に安静時のコントロール値に戻ると報告している (Dorling J et al 2018)。最近では、グレリンの食欲増進特性により、運動誘発性食欲不振がグレリン濃度の低下に関連しているかどうかを評価するための研究が行われており、アシル化グレリン (食欲刺激に関与するホルモン) は、ランニング中およびレジスタンス運動中に抑制されることが示されている。さらに、有酸素運動中に摂食抑制作用を持つ血漿 PYY 濃度が増加することが報告されている (Ueda S et al 2009)。有酸素運動に対するグルカゴン様ペプチド-1 (GLP-1) およびペプチドホルモン (PP) の反応も調べられており、これらのホルモンの濃度も運動中および運動後少なくとも 30 分~60 分間増加する (Martins C et al 2007, Ueda S et al)。対照的に、レジスタ

ンス運動はその影響を受けないと報告されている (Broom DR et al 2007)。これらの先行研究の結果から、下肢 NMES を装着した場合でもしない場合でも食欲は一時的に抑制されるが、レジスタンス運動の方が食欲抑制の影響が少ないと推測される。本研究では、下肢 NMES を装着した場合は、測定前と比較し、運動後 20 分から時間に有意な差が確認された ($p < 0.05$)。下肢 NMES を装着しない場合では、運動後 30 分から時間に有意な差が認められた ($p < 0.05$)。下肢 NMES を装着した方が、測定前と比較し、運動後早く空腹感を感じる事が明らかになり、主観的食欲度の低下が低いと結論づけた。下肢 NMES が主観的食欲度の低下が低いことの要因の 1 つとして、NMES による糖の分解が挙げられる。Hamada らによると、大腿四頭筋の低周波電気刺激によって、糖の分解が大幅に向上することを実証しており、同じ強度での自発的サイクル運動と比較しても、電気刺激の方が全身の炭水化物酸化の促進を誘導する ($p < 0.01$) と報告している。これらの結果は、電気刺激が低強度の運動でエネルギー消費、炭水化物の酸化、全身のグルコース取り込みを大幅に強化出来ることを示唆している (Hamada T et al 2003)。さらに、高強度インターバルトレーニングは、血糖値とインスリンの軽減に有効であることが実証されている (Khalafi M et al 2022)。血糖値が上昇すると満腹感が高まり、血糖値の低下は逆の効果をもたらすことから (Anne Flint et al 2007)、NMES によって血糖値が大幅に分解される事で血糖値が下がり、空腹が促進されると推測される。また、有酸素運動のような遅筋と速筋の両方動く運動に比べ、電気刺激では速筋の優先的な動員が起こるために、激しい糖の取り込みがおこり、運動強度が低いにもかかわらず、血糖値及びインスリン分泌の抑制効果があったと考えられる (Jon F Davis et al 2009)。脂肪組織の代謝を調節するインスリンは食欲抑制の効果があることから (Baumgard LH et al 2016)、NMES によってインスリンの分泌が抑制され、食欲抑制が低減するということが推測される。本研究の結果を踏まえて、習慣的な運動と十

分な食事が必要な高齢者にとって、有酸素運動中に下肢 NMES を装着することは、有酸素運動による食欲抑制を軽減させることに加え、簡便かつ低い運動強度で実施することが出来るため、高齢者への継続的な運動習慣の定着が期待出来ると考えられる。

結論

本研究では、有酸素運動中に下肢筋肉に NMES を装着する場合と装着しない場合の運動後の食欲の変化を調査することで、NMES の有効性の検討を行った。本研究によって、下肢 NMES の装着により、運動後の食欲抑制が低減され、下肢 NMES を装着しない場合よりも早く空腹感を感じる事が明らかになった。また、運動中の主観的運動強度の調査においては、下肢 NMES を装着した方が装着しない場合よりも低く、低強度での運動が可能であることを明らかにした。

謝辞

本研究を進めるにあたり、渡邊航平教授には指導教員として適切なお指導を頂きました。深く感謝致します。また、実験にご協力いただいた本学生の皆様にもお礼申し上げます。

参考文献

・ Anne Flint, Nikolaj T, Gregersen, Lise L. Gluud, Bente K, Moller, Anne Raben, Inge Tetens, Camilla Verdich and Arne Astrup. Associations between postprandial insulin and blood glucose responses, appetite sensations and energy intake in normal weight and overweight individuals: a meta-analysis of test

meal studies. *British Journal of Nutrition*. 98(1):17-25,2007.

- Baumgard LH, Hausman GJ, Sanz Fernandez MV. Insulin: pancreatic secretion and adipocyte regulation. *Domest Anim Endocrinol*. Jan;54:76-84, 2016.
- Bonjour JP, Schurch MA, Rizzoli R. Nutritional aspects of hip fractures. *Bone*. Mar;18(3 Suppl):139S-144S. doi: 10.1016/8756-3282(95)00494-7,1996.
- Broom DR, Stensel DJ, Bishop NC, Burns SF, Miyashita M: Exercise induced suppression of acylated ghrelin in humans. *J Appl Physiol*. 102:2165–2171,2007.
- Bilski J, Teległów A, Zahradnik-Bilska J, Dembiński A, Warzecha Z: Effects of exercise on appetite and food intake regulation. *Medicina Sportiva*.13:82–94,2009.
- Bickel CS, Gregory CM, Dean JC. Motor unit recruitment during neuromuscular electrical stimulation: a critical appraisal. *Eur J Appl Physiol*. Oct;111(10):2399-407,2011.
- Broom DR, Batterham RL, King JA, Stensel DJ. Influence of resistance and aerobic exercise on hunger, circulating levels of acylated ghrelin, and peptide YY in healthy males. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. Jan;296(1):R29-35,2009.
- Dorling J, Broom DR, Burns SF, Clayton DJ, Deighton K, James LJ, King JA, Miyashita M, Thackray AE, Batterham RL, Stensel DJ. Acute and Chronic Effects of Exercise on Appetite, Energy Intake, and Appetite-Related Hormones: The Modulating Effect of Adiposity, Sex, and Habitual Physical Activity. *Nutrients*;10(9):1140.2018.
- Hamada T, Hayashi T, Kimura T, Nakao K, Moritani T. Electrical stimulation of human lower

extremities enhances energy consumption, carbohydrate oxidation, and whole body glucose uptake. *J Appl Physiol* (1985).Mar;96(3):911-6,2004.

• Davis JF, Choi DL, Benoit SC. Insulin, leptin and reward. *Trends Endocrinol Metab.*Feb;21(2):68-74,2010.

• Khalafi M, Ravasi AA, Malandish A, Rosenkranz SK. The impact of high-intensity interval training on postprandial glucose and insulin: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract.* Apr;186:109815,2022.

• Balaguera-Cortes L, Wallman KE, Fairchild TJ, Guelfi KJ. Energy intake and appetite-related hormones following acute aerobic and resistance exercise. *Appl Physiol Nutr Metab.*Dec;36(6):958-66,2011.

• Kupisz-Urbanska M, Marcinowska-Suchowierska E. Malnutrition in Older Adults-Effect on Falls and Fractures: A Narrative Review. *Nutrients.* Jul 29;14(15):3123,2022.

• Nikolaidis PT. Age-predicted vs. measured maximal heart rate in young team sport athletes. *Niger Med J.*Jul;55(4):314-20,2014.

• Stensel D. Exercise, appetite and appetite-regulating hormones: implications for food intake and weight control. *Ann Nutr Metab.*57 Suppl 2:36-42,2010.

• Tomita A, Kawade S, Moritani T, Watanabe K. Novel perspective on contractile properties and intensity-dependent verification of force-frequency relationship during neuromuscular electrical stimulation. *Physiol Rep.* Nov;8(22):e14598,2020.

• Ueda SY, Yoshikawa T, Katsura Y, Usui T, Fujimoto S. Comparable effects of moderate intensity

exercise on changes in anorectic gut hormone levels and energy intake to high intensity exercise. J

Endocrinol. Dec;203(3):357-64,2009.

• Ueda SY, Yoshikawa T, Katsura Y, Usui T, Nakao H, Fujimoto S. Changes in gut hormone levels and negative energy balance during aerobic exercise in obese young males. J Endocrinol. Apr;201(1):151-9,2009.

• Watanabe K, Takada T, Kawade S, Moritani T. Effect of exercise intensity on metabolic responses on combined application of electrical stimulation and voluntary exercise. Physiol Rep. Feb;9(3):e14758,2021.

• Watanabe K, Yoshimura A, Nojima H, Hirono T, Kunugi S, Takada T, Kawade S, Moritani T. Physiological adaptations following vigorous exercise and moderate exercise with superimposed electrical stimulation. Eur J Appl Physiol. Jan;123(1):159-168,2023.

• 厚生労働省、(2020)、令和元年国民健康・栄養調査報告
[https:// www.mhlw.go.jp/content/001066903.pdf](https://www.mhlw.go.jp/content/001066903.pdf)

• 厚生労働省、(2000)、健康日本 21 身体活動・運動
[https:// www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21_11/b2.html](https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21_11/b2.html)

高齢者における運動行動の変容ステージと
決定要因および変容プロセスとの関係

J520082

村田日菜里

中京大学スポーツ科学部 渡邊航平研究室



抄録

身体活動や運動は、心身の健康へ多大な恩恵をもたらすことが知られているが、運動を継続することは難しく、運動を始めた高齢者の約 50%は半年以内に運動を中断している。運動を習慣化させる方策には、行動科学の理論やモデルに基づいてアプローチする方法がある。調査の目的は、渡邊航平研究室が主宰する体力測定会に参加する高齢者と日本の高齢者の運動行動の変容ステージを比較し、運動の決定要因、運動行動の変容ステージと変容プロセスの関係を調べ、変容プロセスのアプローチを提示することを目的とする。渡邊航平研究室が主宰する八事いきいきアカデミーと保見いきいきアカデミーに参加する高齢者を対象に運動習慣に関するトランスセオレティカルモデルに基づいたアンケート調査を行った。調査内容は、無関心期、関心期、準備期、実行期、維持期の運動行動の変容ステージの把握とそのステージに至る決定要因、運動を継続するための変容プロセスの必要度の調査である。運動行動の変容ステージについては、無関心期 6 名 (5%)、関心期 11 名 (10%)、準備期 20 名 (17%)、実行期 5 名 (4%)、維持期 75 名 (67%) の結果となった。運動の阻害要因は、「忙しくて運動をする時間がないから」や「年をとったから」が多く、運動の促進要因は、「健康につながるから」や「体力や筋力の維持・増進になるから」の回答が多かった。運動を継続するための変容プロセスの必要度では、行動的プロセスよりも認知的プロセスの必要度が全体的に高く、変容ステージに関係なく似た傾向が見られた。運動の促進要因として「健康につながるから」の回答が多いことや、内閣府の令和 4 年度高齢者の健康に関する調査結果 (2022) から、健康に心がけていると回答した割合が 75 歳以上で 90.3%であったことから健康意識への高まりが強いことが伺える。また、維持期にあたる高齢者が多いことから、行動的プロセスの反対条件づけのアプローチに基づきつつ、必要度の高かった認知的プロセスの自己再評価や意識の高揚のアプローチの提示が運動の継続に有効だと考えられる。

背景

身体活動や運動は、生活習慣病の予防や転倒による事故、骨折の予防など、心身の健康へ多大な恩恵をもたらすことが知られているが、運動を継続することは難しく、運動を始めた高齢者の約 50%は半年以内に運動を中断している (Paffenbarger et al.1986)。そのため、高齢者が心身の健康を保持・増進あるいは改善するために適切な身体活動を習慣化することが望ましく、運動を習慣化させる方策には、行動科学の理論やモデルに基づいてアプローチする方法がある。トランスセオレティカルモデル (transtheoretical model 以下 TTM と略す) は、人々がどのように健康上の問題行動を克服するか、あるいは好ましい行動を獲得するかを説明したものであり、健康のための行動変容について理解し、その変容を促すモデルとして世評の高い健康行動理論の 1 つである。TTM は行動変容ステージ、意思決定バランス、自己効力感、変容プロセスの 4 概念から成る (柴と森.2009)。

平成 28 年度のスポーツの実施状況等に関する世論調査(2016)によると、70 代の運動実施状況における行動変容のステージは、無関心期が 24.6%、関心期が 5.5%、準備期が 13.3%、実行期が 1.5%、維持期が 55.1%となり、維持期は高年層ほど高い傾向があると述べられている。また、TTM の構成要素である変容プロセスとは変容ステージ間を移行する過程 (プロセス) において個人が行う方略を指し、認知的プロセスと行動的プロセスという 2 つの高次の構成要素に整理されている。認知的プロセスは、変化の初期段階でより多く利用され、行動的プロセスは、変化の後期段階でより多く利用されることが示唆されている (Wilson et al. 2016)。TTM の変容ステージに適した変容プロセスを用いることで、次の変容ステージへ進むことができると考えられている (赤松と武見.2007)。

本調査の目的は、渡邊航平研究室が主宰する高齢者体力測定会に参加する高齢者と日本の高齢者の運

動行動の変容ステージを比較し、運動の決定要因、運動行動の変容ステージと変容プロセスの関係を調べ、変容プロセスのアプローチを提示することを目的とする。

運動行動の変容ステージについては、教育レベルが高いほど身体活動への参加率が高いことが示された (Notthoff et al.2017) ことから、渡邊航平研究室が主宰する体力測定会で運動や健康に関する講義や体力測定会による自身の体力状態の定期的な把握をする機会がある高齢者のほうが平成 28 年度のスポーツの実施状況等に関する世論調査(2016)にある日本の高齢者よりも運動行動の変容ステージの段階が進んでいると仮説を立てた。

運動の決定要因については、厚生労働省の国民健康・栄養調査 (2019) をもとに、運動の阻害要因は「忙しくて運動をする時間がないから」、「年をとったから」が多く、運動の促進要因は、「健康につながるから」、「体力や筋力の維持増進になるから」が多いと仮説を立てた。

変容プロセスでは、認知的プロセスは変化の初期段階でより多く利用され、行動的プロセスは変化の後期段階でより多く利用されることが示唆されている (Wilson et al. 2016) ことから、無関心期、関心期、準備期間の移行に関しては認知的プロセス、準備期、実行期、維持期間の移行については行動的プロセスの必要度が高くなると仮説を立てた。

方法

調査対象

渡邊航平研究室が主宰する高齢者体力測定会 (八事いきいきアカデミー、保見いきいきアカデミー) に参加する高齢者 117 名 (男性 36 名、女性 81 名、年齢 : 74.8 ± 16.2 歳) のデータを分析に用いた。

実験デザイン

本調査はアンケート調査を用いた。八事いきいきアカデミーに参加する高齢者は、2023年9月下旬頃に郵送にて書面で実施した。保見いきいきアカデミーに参加する高齢者は、2023年11月4日に中京大学豊田キャンパスで行われた保見いきいきアカデミーにて書面で実施した。アンケート構成は、運動行動の変容ステージ、運動行動の変容ステージに至る決定要因、変容プロセスの必要度の3部構成とした。運動行動の変容ステージの質問は、当てはまるもの1つを選択、運動行動の変容ステージに至る決定要因の質問は、当てはまるものを複数回答、変容プロセスの質問は、Prochaska et al. (1988)の先行研究に基づき、各項目で5段階評価のリッカート尺度で回答する方式とした。ここでいう運動とは、国民健康・栄養調査の運動習慣者の定義を参考に「1回30分以上の運動を、週2回以上実施している」とした。

調査内容

1) 運動行動の変容ステージ

運動行動の変容ステージは岡らが作成した5項目からなる尺度を用いたOka et al. (2000)。この尺度は、過去及び現在における実際の運動行動と、その行動に対する動機づけの準備性(レディネス)の状態を測定する項目で構成されている。1回30分以上の運動を週2回以上実施する場合とし、「現在運動を行っていない、また、これから先(6か月以内)もするつもりはない(無関心期)」、「現在運動はしていない、しかし、これから先(6か月以内)に始めようとは思っている(関心期)」、「現在運動をしている、しかし、定期的ではない(準備期)」、「現在定期的に運動をしている、しかし、始めてからまだ間もない(6か月以内)(実行期)」、「現在定期的に運動をしている、また、長期(6か月以上)にわたって継続している(維持期)」の5つのステージに分類した。回答方法は、5項目の中から現在の自分の考えや行動

に当てはまる変容ステージを1つ選択する方式とした(図1)。

2) 運動行動の変容ステージに至る決定要因

運動行動の変容ステージに至る決定要因を調査した。運動行動の変容ステージによって決定要因の質問内容を変えるため、中川らの研究に基づき、運動行動の変容ステージの結果を「無関心・関心期」、「準備期」、「実行期・維持期」の3段階にまとめ、以下の分析を行った。平成28年度のスポーツの実施状況等に関する世論調査(2016)に基づき、無関心期・関心期の方には、「運動が減った(増やせない)理由」である運動の阻害要因、準備期の方には、「運動が減った(増やせない)理由」である運動の阻害要因と「運動を始めた理由」である運動の促進要因の両方、実行期・維持期の方には、「運動を始めた理由」である運動の促進要因を調査した。回答方法は、それぞれの質問で13項目あるいは10項目のその他を含む項目から当てはまるもの全てを複数回答とした。13項目あるいは10項目の当てはまるものに対して「○」と回答した合計点数を測定値とした。回答の項目は、国民健康・栄養調査(2019)の「運動習慣の定着の妨げとなる点」やスポーツの実施状況等に関する世論調査(2016)の「運動・スポーツを行った理由」や「運動・スポーツの実施阻害要因」から多く回答されたものを選んだ(図2)。

3) 変容プロセス

運動行動の変容ステージと変容プロセスの関係について調査した。対象者全員に「運動を継続していく上で、以下のある行動はどのくらい必要となるか」を質問した。回答方法は、Prochaska et al. (1988)の先行研究に基づいたリッカート尺度を用い、「1 全く必要ではない」「2 必要ではない」「3 どちらでもない」「4 必要」「5 とても必要」の5段階で評価した。ある行動についてはTTMの要素の1つである変容プロセスを用いた。変容プロセスとは、変容ステージ間を移行する過程(プロセス)において個人が

Q1)最も当てはまるものをA~Eの中から1つ選択し、A~Eの左側の欄に1つ○をつけてください。

※運動…**1回30分**以上の運動を、**週2回**以上実施している

	A	私は現在、運動をしていない。また、これから先（6か月以内）もするつもりはない。
	B	私は現在、運動をしていない。しかし、これから先（6か月以内）に始めようとは思っている。
	C	私は現在、運動をしている。しかし、定期的ではない。
	D	私は現在、定期的に運動をしている。しかし始めてからまだ間もない（6か月以内）。
	E	私は現在、定期的に運動をしている。また、長期（6か月以上）にわたって継続している。

図1 運動行動の変容ステージに関する質問

→A、B、Cを選択した方

Q2) 運動が減った（増やせない）理由は何ですか。【 複数選択可 】

1～13の中から当てはまるものを全て選択し、左側の欄に○をつけてください。
 その他がある場合は（ ）に記入してください。

	1	忙しくて運動をする時間がないから
	2	運動をする機会がないから
	3	運動が嫌いだから
	4	一緒に運動をする友人・仲間がないから
	5	運動をする施設や場所が近くにないから
	6	運動をすることが面倒だから
	7	病気・怪我をしていて運動ができないから
	8	健康や体力に自信がないから
	9	運動の効果がわからないから
	10	年をとったから
	11	経済的に余裕がないから
	12	特に理由はない
	13	その他（ ）

→C、D、Eを選択した方

Q2) 運動を始めた理由は何ですか。【 複数選択可 】

1～10の中から当てはまるものを全て選択し、左側の欄に○をつけてください。
 その他がある場合は（ ）に記入してください。

	1	健康につながるから
	2	体力や筋力の維持・増進になるから
	3	肥満解消になるから
	4	年齢に負けない体を作りたいから
	5	運動をすることが好きだから
	6	運動をすることが楽しみ・気晴らしになるから
	7	友人・仲間と交流ができるから
	8	家族・配偶者と交流ができるから
	9	友人や家族、医師にすすめられたから
	10	その他（ ）

図2 運動の決定要因に関する質問

行う方略を指し、認知的プロセスと行動的プロセスという2つの高次の構成要素に整理されている。5つの認知的プロセスは、「意識の高揚」、「感情的体験」、「自己再評価」、「環境再評価」、「社会的解放」である。行動的プロセスとは、「反対条件づけ」、「援助的關係」、「強化マネジメント」、「自己解放」、「刺激コントロール」の5つである (Marshall and Biddle.2001)。この変容プロセスの10の方略を、Prochaska et al. (1992) にある変容プロセスの介入例を参考に簡潔に文章化し、項目とした (図3)。

結果

1)運動行動の変容ステージ

無関心期 6名 (5%)、関心期 11名 (10%)、準備期 20名 (17%)、実行期 5名 (4%)、維持期 75名 (67%) であった (図4)。

2) 運動行動の変容ステージに至る決定要因

運動行動の変容ステージによって決定要因の質問内容を変えるため、「無関心・関心期」、「準備期」、「実行期・維持期」の3段階に分けた。

「運動が減った (増やせない) 理由」に対し、無関心期・関心期では、「一緒に運動をする友人・仲間がいないから (23.5%)」、「運動をすることが面倒だから (23.5%)」、「運動をする機会がないから (17.6%)」、「運動をする施設や場所が近くにないから (17.6%)」、「健康や体力に自信がないから (17.6%)」、「特に理由はない (17.6%)」、「忙しくて運動をする時間がないから (11.8%)」、「運動が嫌いだから (11.8%)」、「病気・怪我をしていて運動ができないから (11.8%)」、「年をとったから (5.9%)」、「経済的に余裕がないから (5.9%)」、「運動の効果がわからないから (0.0%)」。

A～Eを選択した方全員

Q3)あなたは、運動を継続していく上で、以下の項目はどのくらい必要となるかをお答えください。

最も当てはまるものを質問の右側の欄にある1～5の中から1つ選択し、○をつけてください。

	質問	全く必要ではない	必要ではない	どちらでもない	必要	とても必要
1	テレビや雑誌などで、健康や運動についての効果や知識を増やす (意識の高揚)	1	2	3	4	5
2	運動不足のために、糖尿病などの重い疾患にかかった人についての話を聞く (感情的体験)	1	2	3	4	5
3	運動不足だとどのような悪影響があるのか、運動すると自分の生活がどのように変わるのかをイメージする (自己再評価)	1	2	3	4	5
4	自分が運動不足になることで生じる、家族や友人への影響について話を聞く (環境再評価)	1	2	3	4	5
5	運動をしているコミュニティや散歩道などを他者に紹介される (社会的解放)	1	2	3	4	5
6	駅や施設では、エレベーターではなく階段を使うように心がける (反対条件づけ)	1	2	3	4	5
7	運動施設に行くまでの送迎を誰かに頼む (援助的關係)	1	2	3	4	5
8	「運動を1週間続けることができた」など、簡単な目標が達成したら自分に褒美を与える (強化マネジメント)	1	2	3	4	5
9	家族や友人に運動をすることを宣言する (自己解放)	1	2	3	4	5
10	玄関の目立つ場所に運動靴を置いておくなど、運動することを思い出させる (刺激コントロール)	1	2	3	4	5

図3 変容プロセスに関する質問

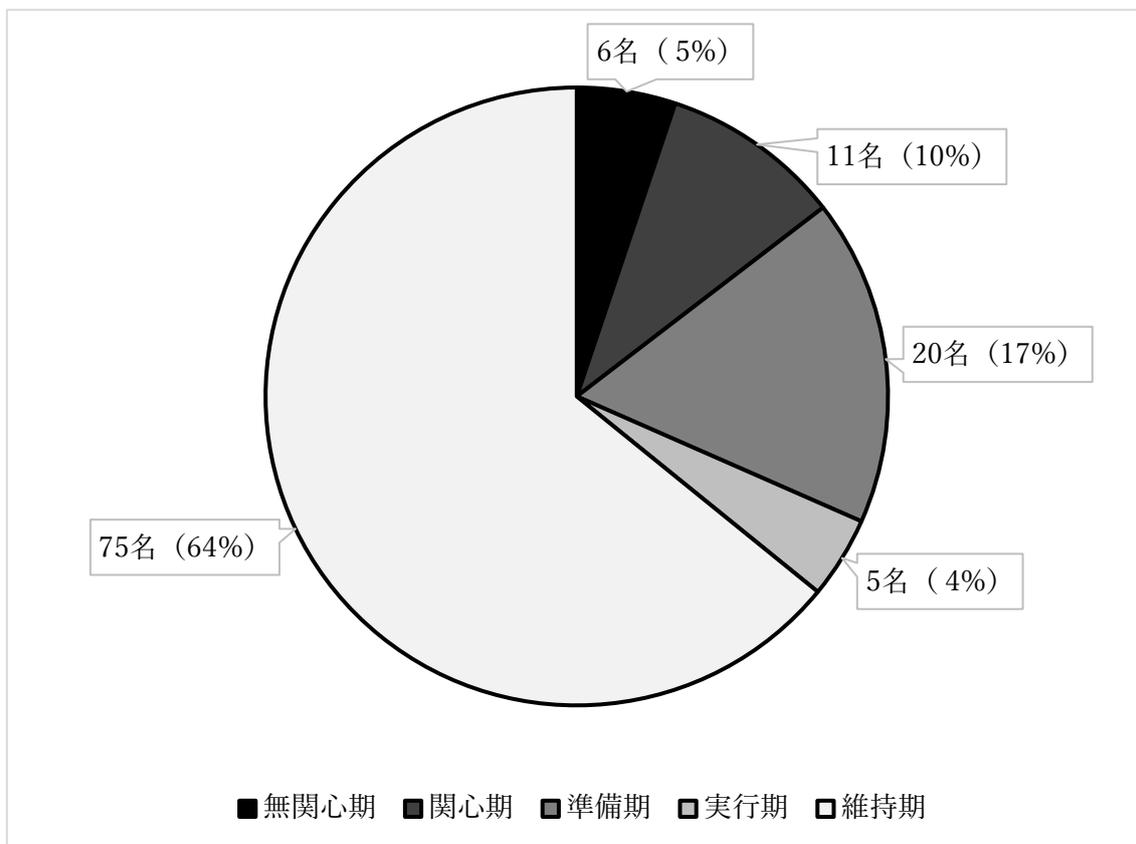


図4 運動行動の変容ステージの割合

「運動が減った(増やせない)理由」に対し、準備期では、「忙しくて運動をする時間がないから(35.0%)」、「年をとったから(35.0%)」、「特に理由はない(20.0%)」、「運動をする機会がないから(15.0%)」、「運動をする施設や場所が近くにないから(15.0%)」、「病気・怪我をしていて運動ができないから(15.0%)」、「健康や体力に自信がないから(10.0%)」、「運動が嫌いだから(0.0%)」、「運動の効果がわからないから(0.0%)」、「経済的に余裕がないから(0.0%)」(図5)。

「運動を始めた理由」に対し、準備期では、「健康につながるから(80.0%)」、「体力や筋力の維持・増進になるから(80.0%)」、「年齢に負けない体を作りたいから(70.0%)」、「友人・仲間と交流ができるから(35.0%)」、「肥満解消になるから(20.0%)」、「運動が好きだから(20.0%)」、「運動が楽しみ・気晴らしになるから(20.0%)」、「友人や家族、医師にすすめられたから(10.0%)」、「家族・配偶者と交流ができるから(0.0%)」。

「運動を始めた理由」に対し、実行期・維持期では、「健康につながるから(92.5%)」、「体力や筋力の維持・増進につながるから(90.0%)」、「年齢に負けない体を作りたいから(71.3%)」、「友人・仲間と交流ができるから(66.3%)」、「運動をすることが楽しみ・気晴らしになるから(62.5%)」、「運動をすることが好きだから(40.0%)」、「肥満解消になるから(35.0%)」、「家族・配偶者と交流ができるから(8.8%)」、「友人や家族、医師にすすめられたから(6.3%)」となった(図6)。運動の促進要因については変容ステージの段階に関係なく、似た傾向が見られた。

3) 変容プロセス

運動を継続するための変容プロセスの必要度では、5つの認知的プロセスの「必要」と「とても必要」が平均59.6%、5つの行動的プロセスの「必要」と「とても必要」が平均30.7%と、全体的に行動的プロ

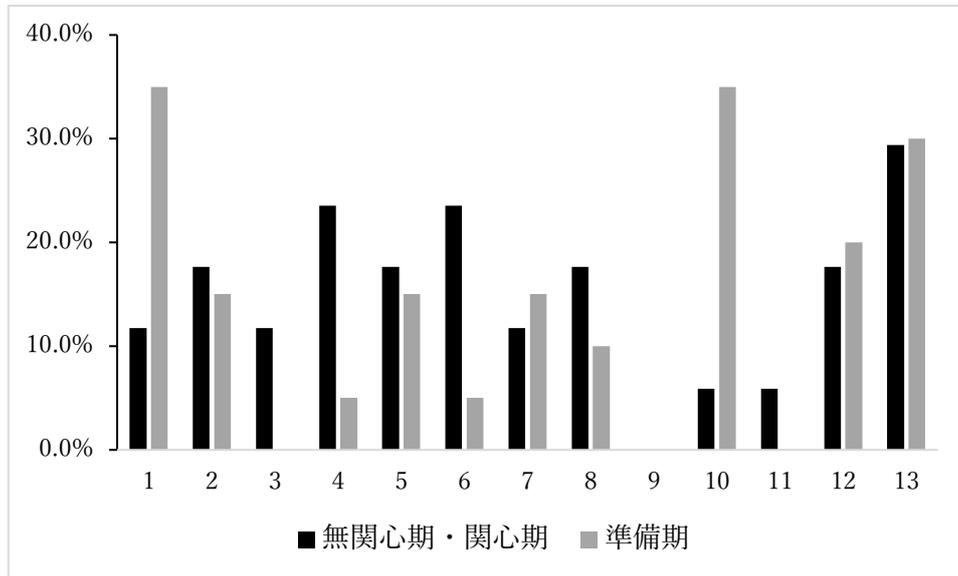


図5 運動の阻害要因（無関心期・関心期、準備期）

1：忙しくて運動をする時間がないから、2：運動をする機会がないから、3：運動が嫌いだから、4：一緒に運動をする友人・仲間がないから、5：運動をする施設や場所が近くにないから、6：運動することが面倒だから、7：病気・怪我をしていて運動ができないから、8：健康や体力に自信がないから、9：運動の効果がわからないから、10：年をとったから、11：経済的に余裕がないから、12：特に理由はない、13：その他

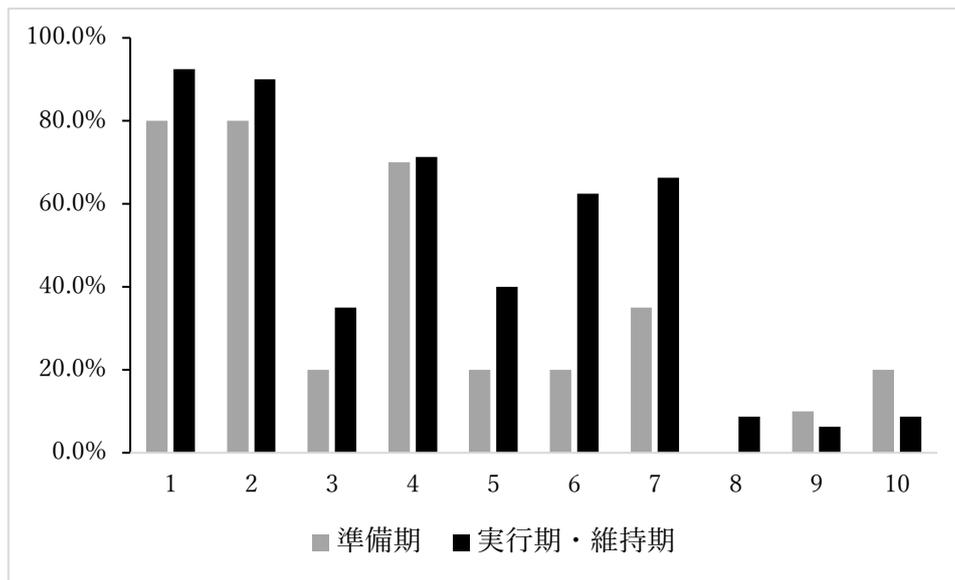


図6 運動の促進要因（準備期、実行期・維持期）

1：健康につながるから、2：体力や筋力の維持・増進になるから、3：肥満解消になるから、4：年齢に負けない体を作りたいから、5：運動が好きだから、6：運動が楽しみ・気晴らしになるから、7：友人・仲間と交流ができるから、8：家族・配偶者と交流ができるから、9：友人や家族、医師にすすめられたから、10：その他

セスよりも認知的プロセスのほうが運動を継続するための必要度が高く、変容ステージとは関係なく似た傾向が見られた。無関心期では、意識の高揚の「テレビや雑誌などで、健康や運動についての効果や知識を増やす」と環境再評価の「運動不足だとどのような悪影響があるのか、運動をすると自分の生活がどのように変わるのかをイメージする」の「必要」が83.3%で回答率が高かった(図7)。関心期では、刺激コントロールの「玄関の目立つ場所に運動靴を置いておくなど、運動することを思い出させる」の「全く必要ではない」が55.6%と高く、必要度が低かった(図8)。準備期では、自己再評価の「運動不足だとどのような悪影響があるのか、運動をすると自分の生活がどのように変わるのかをイメージする」の「必要」が66.7%、「とても必要」が22.2%と必要度が高かった(図9)。実行期では、自己再評価の「運動不足だとどのような悪影響があるのか、運動をすると自分の生活がどのように変わるのかをイメージする」の「とても必要」が20.0%、「必要」が60.0%で必要度が高かった(図10)。維持期では、援助的関係の他に、強化マネジメントの「運動を1週間続けることができたなど、簡単な目標が達成したら自分に褒美を与える」の「必要ではない」が30.2%、「全く必要ではない」が20.5%で必要度が低かった(図11)。

また、反対条件づけの「駅や施設では、エレベーターではなく階段を使うように心がける」が変容ステージに関係なく、「とても必要」の回答率が特に高かった。反対に、援助的関係の「運動施設に行くまでの送迎を誰かに頼む」は変容ステージに関係なく、「全く必要ではない」の回答率が特に高い結果となった。行動的プロセスの反対条件づけが変容ステージに関係なく、「とても必要」の回答率が特に高かったことは、最もよく用いられた行動的プロセスは全段階で反対条件づけであった(Wilson et al. 2016)と一致している。

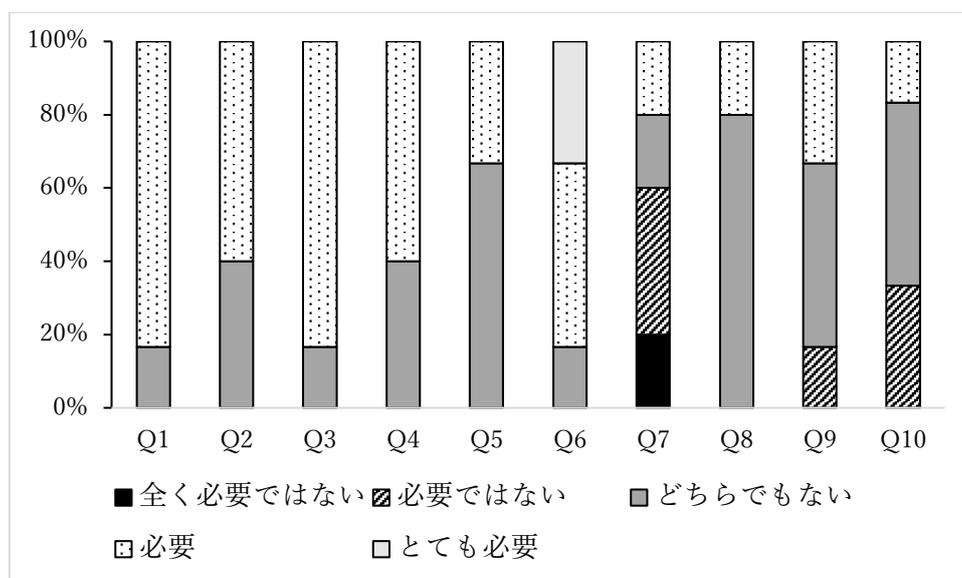


図7 変容プロセスの必要度 (無関心期)

Q1：テレビや雑誌などで、健康や運動についての効果や知識を増やす (意識の高揚)、Q2：運動不足のために、糖尿病などの重い疾患にかかった人についての話を聞く (感情的体験)、Q3：運動不足だとどのような悪影響があるのか、運動をすると自分の生活がどのように変わるのかをイメージする (自己再評価)、Q4：自分が運動不足になることで生じる、家族や友人への影響について話を聞く (環境再評価)、Q5：運動をしているコミュニティや散歩道などを他者に紹介される (社会的解放)、Q6：駅や施設では、エレベーターではなく階段を使うように心がける (反対条件づけ)、Q7：運動施設に行くまでの送迎を誰かに頼む (援助的關係)、Q8：「運動を1週間続けることができた」など、簡単な目標が達成したら自分に褒美を与える (強化マネジメント)、Q9：家族や友人に運動をすることを宣言する (自己解放)、Q10：玄関の目立つ場所に運動靴を置いておくなど、運動することを思い出させる (刺激コントロール)

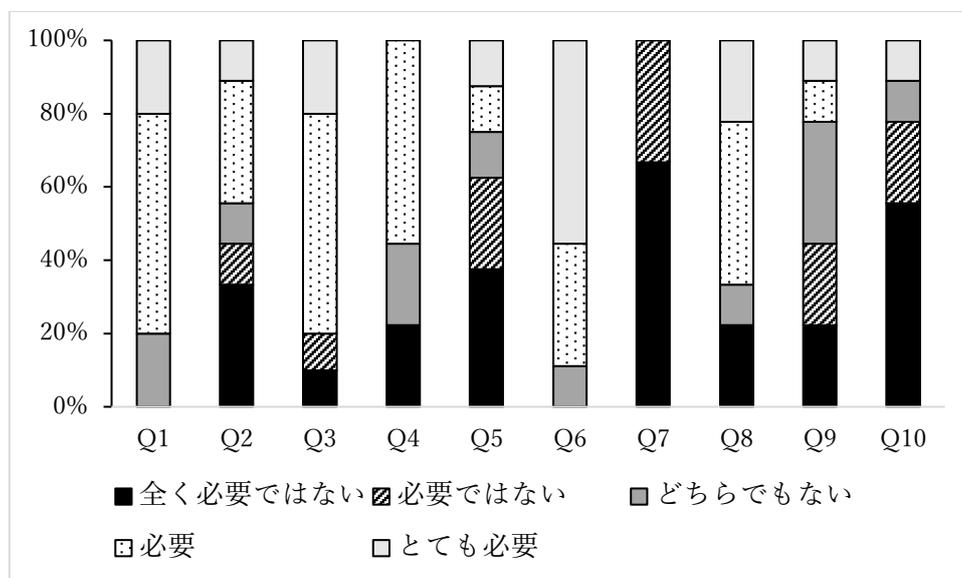


図8 変容プロセスの必要度 (関心期)

Q1：テレビや雑誌などで、健康や運動についての効果や知識を増やす（意識の高揚）、Q2：運動不足のために、糖尿病などの重い疾患にかかった人についての話を聞く（感情的体験）、Q3：運動不足だとどのような悪影響があるのか、運動をすると自分の生活がどのように変わるのかをイメージする（自己再評価）、Q4：自分が運動不足になることで生じる、家族や友人への影響について話を聞く（環境再評価）、Q5：運動をしているコミュニティや散歩道などを他者に紹介される（社会的解放）、Q6：駅や施設では、エレベーターではなく階段を使うように心がける（反対条件づけ）、Q7：運動施設に行くまでの送迎を誰かに頼む（援助的關係）、Q8：「運動を1週間続けることができた」など、簡単な目標が達成したら自分に褒美を与える（強化マネジメント）、Q9：家族や友人に運動をすることを宣言する（自己解放）、Q10：玄関の目立つ場所に運動靴を置いておくなど、運動することを思い出させる（刺激コントロール）

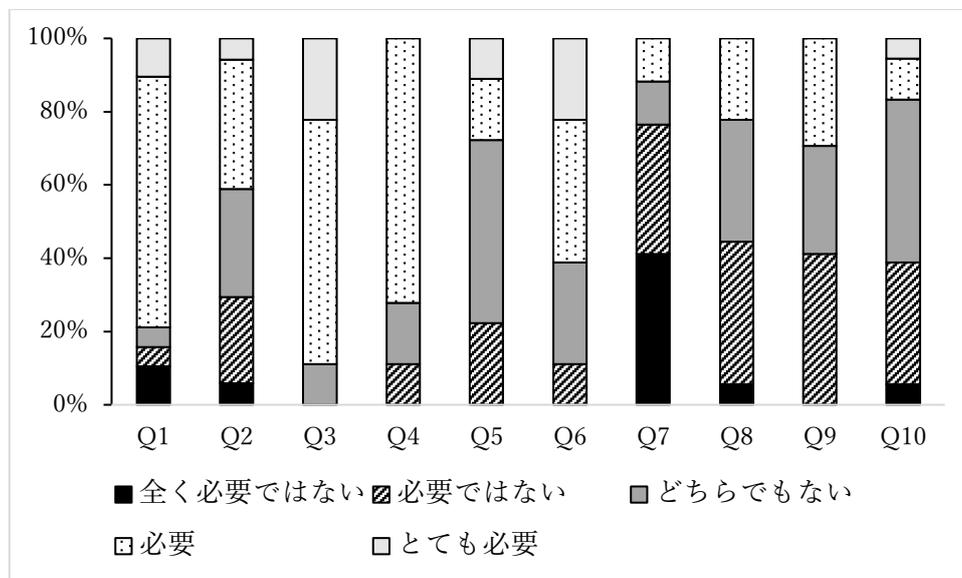


図9 変容プロセスの必要度 (準備期)

Q1：テレビや雑誌などで、健康や運動についての効果や知識を増やす（意識の高揚）、Q2：運動不足のために、糖尿病などの重い疾患にかかった人についての話を聞く（感情的体験）、Q3：運動不足だとどのような悪影響があるのか、運動をすると自分の生活がどのように変わるのかをイメージする（自己再評価）、Q4：自分が運動不足になることで生じる、家族や友人への影響について話を聞く（環境再評価）、Q5：運動をしているコミュニティや散歩道などを他者に紹介される（社会的解放）、Q6：駅や施設では、エレベーターではなく階段を使うように心がける（反対条件づけ）、Q7：運動施設に行くまでの送迎を誰かに頼む（援助的關係）、Q8：「運動を1週間続けることができた」など、簡単な目標が達成したら自分に褒美を与える（強化マネジメント）、Q9：家族や友人に運動をすることを宣言する（自己解放）、Q10：玄関の目立つ場所に運動靴を置いておくなど、運動することを思い出させる（刺激コントロール）

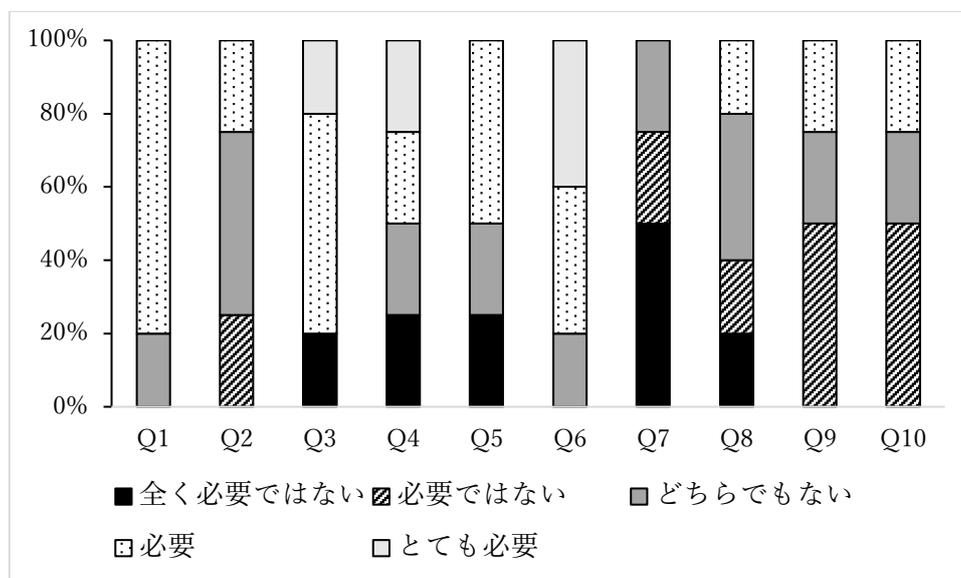


図10 変容プロセスの必要度 (実行期)

Q1：テレビや雑誌などで、健康や運動についての効果や知識を増やす（意識の高揚）、Q2：運動不足のために、糖尿病などの重い疾患にかかった人についての話を聞く（感情的体験）、Q3：運動不足だとどのような悪影響があるのか、運動をすると自分の生活がどのように変わるのかをイメージする（自己再評価）、Q4：自分が運動不足になることで生じる、家族や友人への影響について話を聞く（環境再評価）、Q5：運動をしているコミュニティや散歩道などを他者に紹介される（社会的解放）、Q6：駅や施設では、エレベーターではなく階段を使うように心がける（反対条件づけ）、Q7：運動施設に行くまでの送迎を誰かに頼む（援助的關係）、Q8：「運動を1週間続けることができた」など、簡単な目標が達成したら自分に褒美を与える（強化マネジメント）、Q9：家族や友人に運動をすることを宣言する（自己解放）、Q10：玄関の目立つ場所に運動靴を置いておくなど、運動することを思い出させる（刺激コントロール）

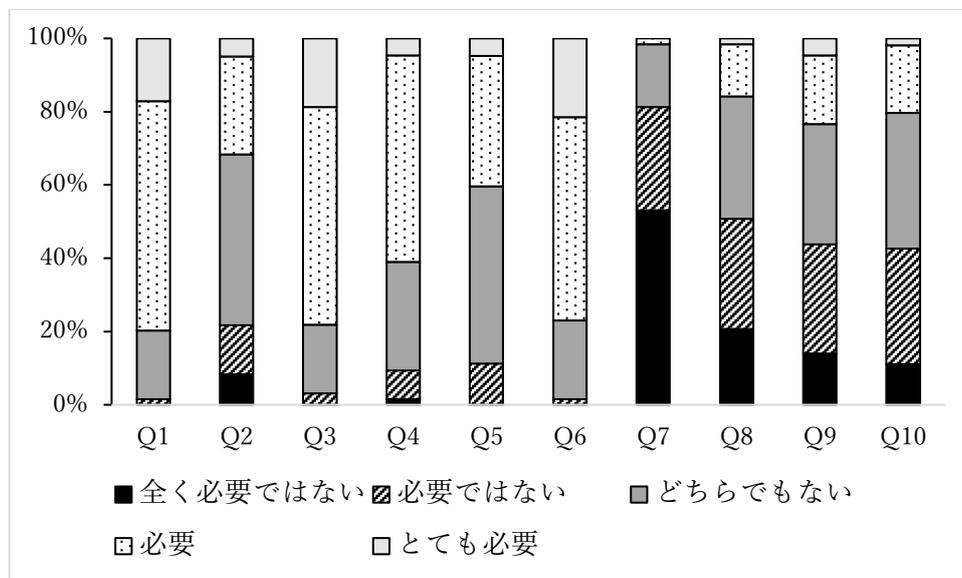


図 11 変容プロセスの必要度 (維持期)

Q1：テレビや雑誌などで、健康や運動についての効果や知識を増やす（意識の高揚）、Q2：運動不足のために、糖尿病などの重い疾患にかかった人についての話を聞く（感情的体験）、Q3：運動不足だとどのような悪影響があるのか、運動をすると自分の生活がどのように変わるのかをイメージする（自己再評価）、Q4：自分が運動不足になることで生じる、家族や友人への影響について話を聞く（環境再評価）、Q5：運動をしているコミュニティや散歩道などを他者に紹介される（社会的解放）、Q6：駅や施設では、エレベーターではなく階段を使うように心がける（反対条件づけ）、Q7：運動施設に行くまでの送迎を誰かに頼む（援助的關係）、Q8：「運動を1週間続けることができた」など、簡単な目標が達成したら自分に褒美を与える（強化マネジメント）、Q9：家族や友人に運動をすることを宣言する（自己解放）、Q10：玄関の目立つ場所に運動靴を置いておくなど、運動することを思い出させる（刺激コントロール）

考察

平成 28 年度のスポーツの実施状況等に関する世論調査(2016)にある 70 代の運動実施状況における行動変容のステージは無関心期が 24.6%、関心期が 5.5%、準備期が 13.3%、実行期が 1.5%、維持期が 55.1%であり、渡邊航平研究室が主宰する体力測定会に参加する高齢者のほうが世論調査にある日本の高齢者よりも運動行動の変容ステージの段階が進んでいると仮説を立てた。本調査の結果は運動行動の変容ステージは無関心期 5%、関心期 10%、準備期 17%、実行期 4%、維持期 67%という割合となったため、この結果は仮説を支持していたと考えられる。タバコに関する知識が高いほど禁煙に対する前向きな態度に有意な影響を及ぼすことが明らかになった (Park et al. 2018) ことから、渡邊航平研究室が主宰する八事いきいきアカデミーと保見いきいきアカデミーにて行われる、運動や健康に関する講義や体力測定会による自身の体力状態の定期的な把握により、平成 28 年度のスポーツの実施状況等に関する世論調査(2016)で調査された日本の高齢者よりも維持期にあたる高齢者が多く、健康志向への高まりが強いことが伺える。

厚生労働省の国民健康・栄養調査 (2019) をもとに、運動の阻害要因は「忙しくて運動をする時間がないから」、「年をとったから」が多く、運動の促進要因は、「健康につながるから」、「体力や筋力の維持増進になるから」が多いと仮説を立てたため、この結果は仮説を支持していると考えられる。運動の促進要因について、「健康につながるから」の回答が多かったことや、内閣府の高齢者の健康に関する調査結果 (2022) から、健康に心がけていると回答した割合が 75 歳以上で 90.3%であったことから健康志向への高まりが強いことが伺える。

変容プロセスについては、変容ステージに関わらず、認知的プロセスは運動の継続に必要度が高く、行

変動的プロセスは必要度が低いという傾向が見られた。認知的プロセスは、変化の初期段階でより多く利用され、行動的プロセスは、変化の後期段階でより多く利用されることが示唆されている (Wilson et al. 2016) ことから、無関心期、関心期、準備期間の移行に関しては認知的プロセス、準備期、実行期、維持期間の移行については行動的プロセスの必要度が高くなると仮説を立てたため、この結果は一部の仮説を支持していると考えられる。変化の全段階にわたって最も多く用いられた認知的プロセスは自己再評価であり (Wilson et al. 2016)、変容プロセスが最も重視される変化の段階として、実行期と維持期では反対条件づけ、援助的關係、強化マネジメント、刺激コントロールといったプロセスを適用する必要がある (Prochaska and Velicer. 1997) ことから、維持期にあたる高齢者が最も多い結果となったため、行動的プロセスの反対条件づけのアプローチに基づきつつ、必要度の高かった認知的プロセスの自己再評価や意識の高揚のアプローチの提示が運動の継続に有効だと考えられる。

結論

本調査は渡邊航平研究室が主宰する高齢者体力測定会に参加する高齢者と日本の高齢者の運動行動の変容ステージを比較し、運動の決定要因、運動行動の変容ステージと変容プロセスの関係を調べ、変容プロセスのアプローチを提示することを目的とした。

本調査から、渡邊航平研究室が主宰する高齢者体力測定会に参加する高齢者は維持期にあたる割合が最も多く、行動的プロセスの反対条件づけのアプローチに基づきつつ、必要度の高かった認知的プロセスの自己再評価や意識の高揚のアプローチの提示が運動の継続に有効だと考えられる。

謝辞

本調査を進めるにあたり、渡邊航平先生には指導教員として適切なお指導を頂きました。深く感謝いたします。また、アンケートにご協力いただいた高齢者体力測定会（八事いきいきアカデミー、保見いきいきアカデミー）に参加する皆様にもお礼申し上げます。

参考文献

- ・ Marshall SJ, Biddle SJ. The transtheoretical model of behavior change: a meta-analysis of applications to physical activity and exercise. *Ann Behav Med.* 23(4):229-46,2001
- ・ Notthoff N, Reisch P, Gerstorf D. Individual Characteristics and Physical Activity in Older Adults: A Systematic Review. *Gerontology.* 63(5):443-459,2017
- ・ Oka K, Takenaka K, Miyazaki Y: Assessing the stage of change for exercise behavior among young adults: The relationship with self-reported physical activity and exercise behavior. *Jpn Health Psychol,* 8:17-23,2000
- ・ Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Hsieh CC. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med.* 314(10):605-13,1986
- ・ Park J, Lim MK, Yun EH, Oh JK, Jeong BY, Cheon Y, Lim S. Influences of Tobacco-Related Knowledge on Awareness and Behavior towards Smoking. *J Korean Med Sci.*33(47):e302,2018
- ・ Prochaska JO, Velicer WF, DiClemente CC, Fava J. Measuring processes of change: applications to the cessation of smoking. *J Consult Clin Psychol.* 56(4):520-8,1988

・ Prochaska JO, DiClemente CC, Norcross JC. In search of how people change. Applications to addictive behaviors. Am Psychol.47(9):1102-14,1992

・ Prochaska JO, Velicer WF. The transtheoretical model of health behavior change. Am J Health Promot.12(1):38-48,1997

・ Wilson JJ, Kirk A, Hayes K, Bradbury I, McDonough S, Tully MA, O'Neill B, Bradley JM. Applying the Transtheoretical Model to Physical Activity Behavior in Individuals With Non-Cystic Fibrosis Bronchiectasis. Respir Care.61(1):68-77,2016

・ 赤松利恵,武見ゆかり.(2007).トランスセオレティカルモデルの栄養教育への適応に関する研究の動向.日本健康教育学会誌.15(1):3-18

・ 柴英里,森敏昭.(2009).トランスセオレティカル・モデルにおける行動変容ステージから見た大学生の食生活の実態.日本食生活学会誌.20(1):33-41

・ 厚生労働省、(2019)、国民健康・栄養調査

https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kenkou_eiyou_chousa.html

・ スポーツ庁健康スポーツ課、(2016)、平成 28 年度のスポーツの実施状況等に関する世論調査

https://www.mext.go.jp/prev_sports/comp/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2017/02/15/1382023_00

[1_1.pdf](#)

・ 内閣府、(2022)、令和 4 年度高齢者の健康に関する調査

https://www8.cao.go.jp/kourei/ishiki/r04/zentai/pdf/2_3_1.pdf