

特定保健指導対象者への持続血糖測定器の装着は 食行動に変化をもたらすか

富賀理恵・飛奈卓郎・植村百江・稲垣佳映・田口奈美・浦園喜美子

Effects of flash glucose monitoring on
subjects receiving specific health guidance

Rie Tomiga-Takae, Takuro Tobina, Momoe Uemura-Iwami,
Kae Inagaki, Nami Taguchi, Kimiko Urazono

要 約

本研究では、特定保健指導対象者に対する測定器の装着が栄養摂取量に影響を及ぼすか明らかにすることを目的とした。本研究は2020年10月～2021年4月に実施された。期間中参加者は、初回とその後12もしくは16週間後の2回、健康教室に参加してもらった。参加者は新上五島町に住む特定保健指導対象者である成人男女29名であり、そのうち健康教室初回と終了時のデータがある26名を解析対象とした。参加者は、持続血糖測定器装着と在宅型ステップ運動をしてもらうFGM+Exと在宅型ステップ運動のみのExの2群に無作為に分けられた。また、初回の教室に参加者には、運動は最低でも150分/週行うことが国のガイドラインで推奨されていると紹介し、それ以降積極的な指導は行わなかった。本研究では、初回と終了時に生活習慣に関するアンケート、有酸素性作業能力そして食事の調査を行った。さらに、日常の身体活動量は一軸加速度計を用い、教室初回から2週間、教室終了前2週間の2期間にて測定した。エネルギー摂取量の変化量を比較したところFGM + Exは 85 ± 365 kcal/日、Exは -184 ± -376 kcal/日であり ($p = 0.079$)、教室前後の効果量はFGM+Exはsmall ($d = 0.23$)、Exで0.55のmedium ($d = 0.55$)であった。食品群別では、FGM+Exのみ嗜好飲料類の摂取が終了時では初回時と比較して摂取量が減少した(初回時 227 ± 229 g/日、終了時 125 ± 134 g/日、 $p = 0.009$)。本研究では、特定保健指導対象者への持続血糖測定器の装着は、エネルギー摂取量に大きな影響を及ぼさないが、嗜好飲料類の減少が認められた。血糖値測定器を装着することで、特定保健指導対象者の嗜好飲料類の摂取を調整することができるかもしれない。

キーワード: 血糖持続測定器、特定保健指導対象者、エネルギー摂取量、身体活動量、運動

Abstract

This study investigated whether the flash glucose monitoring (FGM) changes energy intake and food groups on people who receiving specific health guidance. The subjects were randomly assigned to two groups. FGM+exercise group (FGM+Ex), they wore a FGM device and carried out the home-based bench step exercise in lactate threshold intensity for 12 weeks. The exercise group (Ex), they carried out the same exercise program without FGM. All subjects were instructed to perform the exercise for 150 minutes every weeks. Before and after the program of healthcare, physical fitness level, dietary intake, and subjective health were evaluated using exercise test and questioners. Also, daily physical activity was measured using a uniaxial accelerometer. The change in energy intake of each groups were that the FGM+Ex is 85 ± 365 kcal/day and the Ex is -184 ± 376 kcal/day, $p = 0.079$. The effect size was small ($d = 0.23$) for the FGM+Ex and medium ($d = 0.55$) for the Ex. The amount of preferred beverages consumed decreased significantly during the study period in the FGM+Ex (227 ± 229 g/day and 125 ± 134 g/day, $p = 0.009$; before and after the program respectively). This study showed that wearing a flash glucose monitoring device while undergoing specific health guidance did not have a significant effect on energy intake, but was associated with a decrease in consumption of preferred beverages. Wearing a glucose monitoring device may help to regulate the intake of preferred beverages in subjects receiving specific health guidance.

Key word: flash glucose monitoring, subjects receiving specific health guidance, energy intake, physical activity, exercise

1. 緒言

メタボリックシンドロームとは、インスリン抵抗性、肥満、動脈硬化性脂質異常症、高血圧など、いくつかの心血管危険因子を併発する状態のことを指す^{1) 2)}。わが国では、メタボリックシンドロームが強く疑われる者・予備群と考えられる者は、男性で28.2%・23.8%であり、女性において10.3%・7.2%と報告されており³⁾、加えて循環器疾患・代謝疾患に関わる国民医療費に占める割合が高いことから⁴⁾、肥満やメタボリックシンドロームの予防・改善策が求められている。

メタボリックシンドロームには、遺伝的要因と食事や身体活動といった環境的要因によって引き起こされることが明らかとなっている⁵⁾。健康づくり支援として栄養や運動教室といった生活習慣を是正するような介入や指導が行われている。言うまでもなく、週に1回、月に数回など時間をかけることで、肥満や耐糖能の改善に寄与することは多くの先行研究で明らかとなっている^{6) -11)}。しかしながら、メタボリックシンドローム該当者・予備軍の割合は増加の一途をたどっていることから、専門職のスタッフがさらに多くの時間を費やして支援することは現実的に困難であると考えられる。そのためにも、該当者・予備軍自らが自発的・長期的に継続できるような行動変容を引き起こす取り組みが必要である。

行動変容を促進するために、個人の生物学的な健康指標に関するフィードバックを提供することが用いられてきた¹²⁾。例えば、病院での血液検査や毎年行われる健康診断が挙げられる。近年では、ウェアラブルセンサー技術の進歩により、個人の生体データをリアルタイムで利用できるようになった¹³⁾。例えば、皮下に挿入する小型センサで間質液中のグルコース濃度をリアルタイムに測定する持続グルコースモニタ(Continuous Glucose Monitoring: CGM や Flash Glucose Monitoring: FGM) や心拍数、加速度センサを用いた歩数計など多様な用途と機種が存在する。実際に、CGMを用いて減量を目的とした先行研究では、CGMを装着した対象者含め、自身でグルコース値を確認できたことによって食事回数が減少し、体重減少につながったという報告もある¹⁴⁾。それは、対象者自身がグルコー

ス値をリアルタイムで確認し、ある一定以下のグルコース値になれば、食事をするという方法を取り入れていた¹⁴⁾。このように、血糖値の可視化は対象者自身が、食事量を制御するシグナルを発見することでさらに理解が深まり、行動変容につながる事が考えられる。

体重減少には、食事量と活動量のバランスで決まることは周知の事実である。先行研究では、食事回数が減少したが、それらが食事量に及ぼす影響は明らかとされていない¹⁴⁾。そこで本研究は、FGMの装着によって習慣的な栄養摂取量の改善が認められると仮説を立て、特定保健指導対象者におけるFGMの装着は栄養摂取量に影響を及ぼすか明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2-1. 参加者

本研究は2020年10月～2021年4月まで実施された。初回の健康教室から12週間の追跡を行い、再度健康教室を行った。調査は2期に分けて実施し、第1期は2020年10月～2021年1月とし、第2期は2020年12月～2021年3月とした。両期とも新型コロナウイルスの感染拡大の影響により調査期間を1か月延期した参加者もいる。参加者は長崎県南松浦郡新上五島町に在住の成人男女で、町の健診により特定保健指導対象となった29名である。本研究の実施にあたり、長崎県立大学一般研究倫理委員会の承認(承認番号438)を得た説明文書を用いて、すべての参加者から署名入りの同意書を得た。そのうち解析参加者は食事記録の教室初回時と教室終了時のデータがある26名とした。

2-2. 研究デザイン

参加者は特定保健指導にFGM装着と在宅型のステップ運動を組み合わせた“FGM+Ex”と、特定保健指導に在宅型のステップ運動のみを組み合わせた“Ex”に分けられた。

本研究期間中に研究開始初回とその後12または16週間後に健康教室を行った。初回に体力測定、身体組成、食事や健康意識の調査を行い、2週間後にそれらの結果をフィードバックした。また、初回から2週間の間、両群とも加速度計の装着を依頼し、一方FGM+Exのみグルコースモニタの測定をお願いした。その後12週間また

16週間に初回と同様、体力測定、身体組成、食事や健康意識の調査を行った。この12または16週間では、参加者に詳細な指導は行っていない。

2-3. 身体組成の測定

身長と生体インピーダンス法（DC-320、株式会社タニタ、東京）による体重、除脂肪体重、体脂肪率、骨格筋量の評価を行った。

2-4. 連続グルコース測定

本研究ではFGMとして用いたのはFreeStyle Libre（アボット ジャパン株式会社、東京）を用いた。この装置は上腕背側部に微小な針が付いたセンサを貼った後に、測定器をかざすだけでデータが記録・表示されるものである。間質液中のグルコース濃度は自動で15分毎、または測定器をかざした時に記録される。センサに8時間分のデータが記録されるため、参加者には就寝前、起床後と各食事前に測定器をかざしてもらうよう指示をした。また間食や食後などでも自分自身で気になった時にスキャンして自己コントロールに役立ててもらおう旨を説明した。

2-5. 食事調査と栄養評価

日常の栄養摂取状態を評価するために、FGM+Ex と Ex の両方に食物摂取頻度調査法（Food Frequency Questionnaire: FFQ）による食事調査を行った。FGM+Ex には初回時から初回から2週間目までデジタルカメラを貸与し、上述の連続グルコース測定を実施している14日間の食事内容記録（朝食・昼食・夕食そして間食）を調査票と写真にて記録してもらった。また、管理栄養士が写真と調査票の回収時に個別で聞き取りを行い、記録の認識間違いや欠損がないように情報を補った。参加者の今後の健康づくり支援の教材として使用してもらうために、食事調査と写真の記録は測定終了後にFGMの結果と合わせて返却をした。FFQと食事記録法との妥当性はすでに検討されている¹⁵⁾。また、食品群は穀類（めし・パン・麺）、いも類、緑黄色野菜、その他の野菜（きのこ含む）果実類、海藻類、大豆・大豆製品類、魚介類、肉・肉加工品類、卵類、牛乳・乳製品類、菓子類、嗜好飲料類、砂糖類、油脂類、種実類とした。

2-7. 食・運動に関する行動変容ステージ

Prochaska らのトランスセオリティカルモデルに基づいて作成した5項目から参加者の現状に最も近い項目を選ぶように指示し、その選ばれた項目から参加者の健康的な食生活または運動の改善に関心がなく改善する予定もない参加者は「無関心期」、食生活または運動の改善には関心があるがすぐに改善する予定のない参加者は「関心期」、食生活または運動の改善に関心があり健康的な食生活または運動を始める準備をしている参加者は「準備期」、健康的な食生活または運動を始めてから6か月未満の参加者は「実行期」、そして6か月以上にわたって健康的な食生活または運動を送っている参加者は「維持期」とした。

2-8. 統計処理

初回時と終了時の群間比較と2群間の変化量の比較には対応なしのt検定を用い初回時と終了時の群内比較には、対応ありのt検定を実施した。寄与率5%未満を有意差ありとし、10%未満を傾向ありとした。データは平均値±標準誤差で示した。さらに群間による効果の大きさを検討するために、各測定項目における2回（初回時、終了時）の測定の平均値と標準偏差から介入期間の効果量を各群算出した。介入期間の効果量 = (教室終了時の平均値 - 初回時の平均値) / 初期測定値の標準偏差。効果量の大きさの目安は0.80 (large)、0.5 (medium)、0.2 (small) とした¹⁶⁾。

3. 結果

参加者特性を表1に示す。FGM+Ex と Ex を比較して、初回時と終了時どちらにおいても体重、体格指数そして体脂肪率に差は認められなかった。次に、エネルギー摂取量の変化について図1に示す。エネルギー摂取量はFGM ± Ex において初回時と終了時では差は認められなかった（初回：1799 ± 363kcal/日、終了時：1883 ± 355kcal/日、p = 0.439）。一方でEx においては、終了時は初回時と比較して低下する傾向を示した（初回時：2046 ± 325kcal/日、終了時：1862 ± 338kcal/日、p = 0.090）。

また、初回時と終了時のエネルギー摂取量の変化量を比較したところEx がFGM+Ex より

表1. 教室初回時と終了時の身体組成値

項目	CGM + Ex n = 12		Ex n = 14	
	初回時	終了時	初回時	終了時
年齢, 歳	54.9 ± 11.3		58.9 ± 11.9	
身長, cm	159 ± 9		157 ± 9	
体重, kg	65.5 ± 13.2	65.7 ± 13.3	64.4 ± 13.2	64.7 ± 12.4
体格指数, kg/m ²	25.8 ± 4.7	25.8 ± 4.6	25.9 ± 3.6	26.0 ± 3.3
体脂肪率, %	34.7 ± 9.3	34.4 ± 9.2	36.0 ± 5.0	35.6 ± 4.9

データは平均値±標準偏差とする

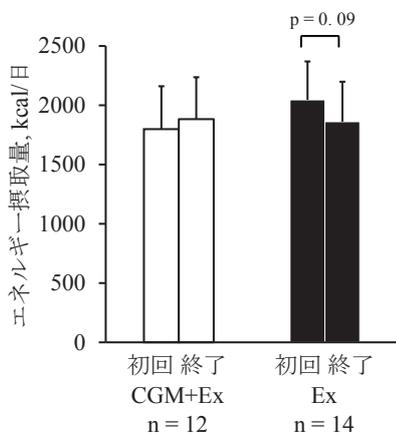


図1. エネルギー摂取量の変化

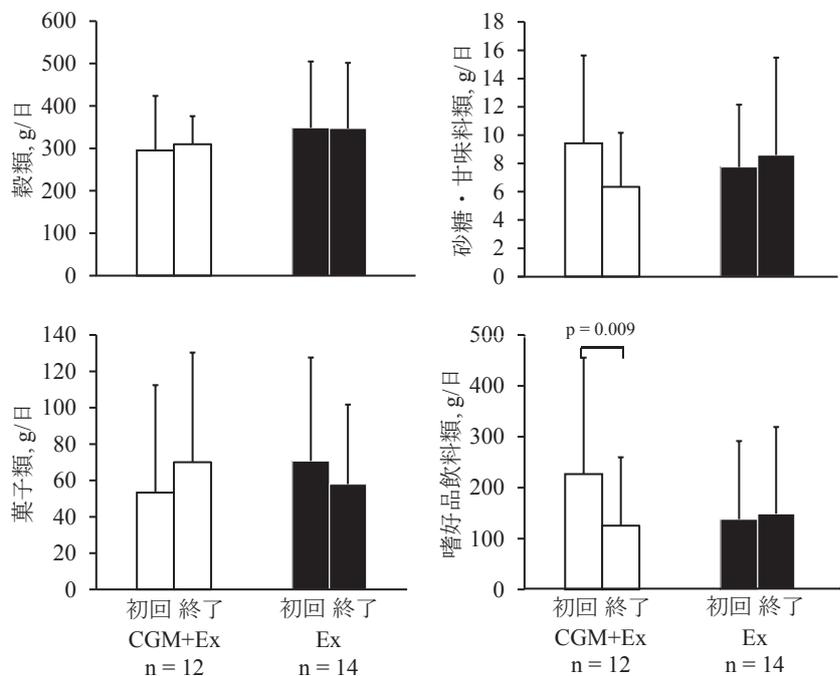


図2. 初回時と教室終了時の食品群別摂取量
— 穀類、嗜好品飲料類、砂糖・甘味料類、菓子類 —

表2. 対象者の行動変容ステージの変化

食事に関する 変容ステージ	FGM+Ex		Ex		運動に関する 変容ステージ	FGM+Ex		Ex	
	初回時	終了時	初回時	終了時		初回時	終了時	初回時	終了時
無関心期	1	0	6	3	無関心期	0	0	0	1
関心期	4	2	3	1	関心期	3	0	2	4
準備期	4	3	1	7	準備期	5	3	3	1
実行期	1	1	1	1	実行期	2	3	2	1
維持期	2	6	3	2	維持期	2	6	7	7

データは人数を示す

低い値を示した (FGM+Ex 85 ± 365 kcal/日、 -184 ± -376 kcal/日, $p = 0.079$)。さらにこの時の効果量 (d) は、FGM+Ex で 0.23 の small、Ex で -0.55 の medium であった。

次に初回時のアンケート結果において、「どの食品が自身の血糖値が上がりやすいかしていますか」という設問にて、回答の得られた食品群穀類 (ごはん、パン、麺)、菓子類、砂糖・甘味料類、嗜好飲料類) の初回時と終了時の摂取量について図 2 に示す。その結果、FGM+Ex において嗜好飲料類の摂取が終了時では初回時と比較して摂取量が減少したことを示した (初回時 227 ± 229 g/日、終了時 125 ± 134 g/日、 $p = 0.009$)。

食事に関する行動変容のステージでは、FGM+Ex において、表 2 に示す通り、教室終了時では無関心期が 1 人もおらず、維持期の人数が 2 人から 6 人に増えていた。Ex においても、無関心期の 6 人から 3 人に減り、準備期では 1 人から 7 人に増えていた。

4. 考察

本研究は、特定保健指導対象者における持続血糖測定器の装着は栄養摂取量に影響を及ぼすか明らかにすることを目的とした。

身体組成は、健康教室初回時から終了時で変化を認めなかった。体重減少には、エネルギー消費量が摂取量より上回ることが必須であるため、体重に変化が認められていないことを考慮すると、参加者のエネルギーバランス (エネルギー消費量 - 摂取量) は平衡を維持していたことが推察される。実際に本研究では、FFQ を用いて、初回時にて教室が始まる 2 週間前と終了時にて教室が終わる 2 週間前の習慣的な食習慣について調査した。その結果、Ex のみにおいて終了時は初回時と比較してエネルギー摂取量が低値を示した。ヒトと動物を対象とした 1950 年代の先行研究において、エネルギー摂取量と身体活動量の関係は J カーブであることが報告されている^{17) 18)}。これは、低い身体活動レベルではエネルギー摂取量と消費量の間にミスマッチがあること、つまり身体活動量が低い場合、エネルギー摂取量が多くなり、一方で身体活動量が高いほどエネルギー摂取量を調整しているということである。さらにこの関係性は、中強度

以上の活動時間においても同様の結果を得ている¹⁹⁾。本研究では、加速度計を用いて身体活動量も同時期に測定した。その結果、FGM+Ex と Ex の両群の初回時と終了時の変化量は、歩数に差は認められていないが、低強度活動時間は、Ex が FGM+Ex より有意に伸びたことが明らかとなった²⁰⁾。先行研究と本研究の結果を踏まえると、低強度活動時間が増えるだけでもエネルギー摂取量を調整する可能性があることが示唆された。また、Ex のエネルギー摂取量に対する効果量は、FGM+Ex と比較して負の medium であることを示したことから、特定保健指導対象者における運動単独での介入は、エネルギー摂取量を減らすことに有効かもしれない。

一方で、FGM+Ex においては、FGM を装着し運動プログラムについても Ex と同じように指導したにもかかわらず、歩数が伸びていないこと、さらには仮説とはことなり FGM を装着しただけでは、エネルギー摂取量には影響を及ぼさない可能性がある。つまり運動と食事に関する行動変容が起きていないことが推察される。行動変容に対する意思決定には、行動を変容させることに伴う恩恵評価と負担評価がかかわっており、恩恵評価が負担評価を上回ることによって行動の変容が実行される。FGM+Ex においては、運動実施、歩数計の装着、FGM のセンサのスキニングそして食事写真の記録・食事の記録をお願いしていた。それらのことから、本研究の参加者には、日常生活内でしななければならない行動が多く、負担感を感じていたことが考えられる。実際に、群分けした後 3 名の離脱が認められたが、いずれの対象者も FGM+Ex であった。アンケートでは、食事の画像をとるのが面倒や写真がストレスであったという声も上がっていた。FGM を装着して減量が成功している研究に関しては、指導スタッフによる 1 対 1 の身体活動教育やある一定のグルコース値以下になれば食事するといった積極的・具体的な指導が行われていたことや方法はいたって簡易であった^{14) 21)}。FGM+Ex に対して食事に関する行動変容をおこすためには、恩恵評価と負担感のバランスを考慮して介入する必要がある、FGM を用いた指導の方法について改めて検証する必要がある。

興味深いことに、FGM+Ex はエネルギー摂取量には変化が認められなかったにもかかわらず、嗜好飲料類の摂取量が減少した。先行研究にお

いて、日常的な食生活の中で飲用する砂糖入りの飲料や食品を砂糖不使用の食品・飲料に交換しても、体重の有意な変化は観察されないことが報告されている²²⁾。この研究では、砂糖の摂取量は減少したにも関わらず体重に反映されなかった理由として、エネルギー補償によるものと考察している²²⁾。本研究でも、FGM+Exは、嗜好飲料の摂取量の減少に伴い、魚・魚介類、豆・豆製品類そして肉・肉加工品類の摂取量の増加が認められた(データ図示せず)。つまり、先行研究と同様に、糖質の摂取量が減少したことによって、タンパク質や脂質の摂取量が増加するといったエネルギーバランスの補正が行われた可能性が考えられる。

本研究では、トランスセオリティカルモデルを用いて参加者らの食行動変容について評価した。結果に示す通り、教室初回と比較して教室終了時では、FGM+ExとExの両群とも食行動変容ステージが改善した様子が伺えた。FGM+Exにおいて嗜好飲料類の摂取量に変化をもたらした要因として、FGMの装着によって参加者自身が血糖値の上がりやすい食品・飲料に気が付いたことが考えられる。実際には、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、教室終了時に「どの食品が自身の血糖値が上がりやすいか知っていますか」などのアンケートをとることができなかつた。そのため推察に過ぎないが、嗜好飲料類の減少の要因には、FGM+Exは、血糖上昇に寄与する食品の把握をしていたこと、またそれらを摂取したことによる血糖の変動を自身で確認したことによって、嗜好飲料類の摂取が減少したかもしれない。Exでは、FGMを装着していないにもかかわらず食事に関する行動変容ステージ別の人数が変化した。この結果からアンケート方式による習慣的な栄養摂取量の結果をフィードバックするだけでも、意識の変化を引き起こすには十分だと考えられる。

FGMの装着は、血糖値の上昇が可視化できるため、特定保健指導の現場において、該当者・予備軍自らが、自発的・長期的に継続できるような行動変容を引き起こすために応用できるかはまだ検討段階である。参加者の既往歴や生活習慣によってはFGMを使用する利点について示すことも必要かもしれない。そのため今後の課題としては、客観的な食事の評価ならびに主観的なアンケートの方法について検討すること

が挙げられる。FFQはエネルギー消費量と有意な相関を示すことが知られているが、他の食事調査の方法よりエネルギー摂取量を大きく過小評価する傾向が大きいことやポーションサイズの正確な認識^{15) 23)}などの課題も残る。そのため、FGMの装着は、食事回数や視覚的にポーションサイズ、品数に変化を及ぼすかを検証すること、それに伴い教室の前後で主観的な食行動の変容に対するアンケートを実施し、参加者が行動変容を引き起こしている内容についても理解する必要がある。

5. 結論

本研究は、特定保健指導対象者への持続血糖測定器の装着は、エネルギー摂取量に影響を及ぼさないが、嗜好飲料類の減少が認められた。つまり血糖値測定器を装着することで、特定保健指導対象者の嗜好飲料類の摂取を調整することを可能とするかもしれない。

一方身体活動量の増加は、エネルギー摂取量を調整するのに有効な手段の1つになる可能性を示唆した。

Conflict of Interest: 開示すべき利益相反はありません。

6. 引用文献

- 1) Huang PL (2009) A comprehensive definition for metabolic syndrome. *Dis Model Mech* 2, 231-237.
- 2) 菅原歩美, 曾根博仁 (2011) わが国におけるメタボリックシンドロームのエビデンスと診断基準. *栄養学雑誌* 69, 205-213.
- 3) 厚生労働省 令和元年国民健康・栄養調査. <https://www.mhlw.go.jp/content/000711007.pdf> (アクセス日 2021/11/27)
- 4) 厚生労働省 令和元(2019)年度国民医療費の概況. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/19/dl/kekka.pdf>
- 5) Pitsavos C, Panagiotakos D, Weinem M et al. (2006) Diet, exercise and the metabolic syndrome. *Rev Diabet Stud* 3, 118-126.
- 6) Ikenaga M, Yamada Y, Takeda N et al. (2014) Dynapenia, gait speed and daily physical

- activity measured using triaxial accelerometer in older Japanese men. *Phys Fit Sport Med* 3, 147-154.
- 7) Nakata Y, Okada M, Hashimoto K et al. (2014) Weight loss maintenance for 2 years after a 6-month randomised controlled trial comparing education-only and group-based support in Japanese adults. *Obes Facts* 7, 376-387.
- 8) Schembre SM, Liao Y, Jospe MR (2020) Continuous Glucose Monitors as Wearable Lifestyle Behavior Change Tools in Obesity and Diabetes. In *Obesity and Diabetes*, pp. 591-603; Springer.
- 9) DeLany JP, Kelley DE, Hames KC et al. (2014) Effect of physical activity on weight loss, energy expenditure, and energy intake during diet induced weight loss. *Obesity (Silver Spring)* 22, 363-370.
- 10) Cunliff PSaA (2006) The Role of Diet and Exercise for the Maintenance of Fat-Free Mass and Resting Metabolic Rate During Weight Loss. *Sports Med* 36, 239-262.
- 11) Okura T, Nakata Y, Lee DJ et al. (2005) Effects of aerobic exercise and obesity phenotype on abdominal fat reduction in response to weight loss. *Int J Obes (Lond)* 29, 1259-1266.
- 12) McClure JB (2002) Are biomarkers useful treatment aids for promoting health behavior change? An empirical review. *Am J Prev Med* 22, 200-207.
- 13) Corrie SR, Coffey JW, Islam J et al. (2015) Blood, sweat, and tears: developing clinically relevant protein biosensors for integrated body fluid analysis. *Analyst* 140, 4350-4364.
- 14) Jospe MR, de Bruin WE, Haszard JJ et al. (2020) Teaching people to eat according to appetite - Does the method of glucose measurement matter? *Appetite* 151, 104691.
- 15) 高橋啓子, 吉村幸雄, 開元多恵ら. (2001) 栄養素および食品群別摂取量推定のための食品群をベースとした食物摂取頻度調査票の作成および妥当性. *栄養学雑誌* 59, 221-232.
- 16) Cohen J (1988) *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*
- 17) J. M (1953) Decreased activity and energy balance in the hereditary obesity-diabetes syndrome of mice. *Science* 8, 504-505.
- 18) MAYER J RP, MITRA KP. (1956) Relation between caloric intake, body weight, and physical work: studies in an industrial male population in West Bengal. *Am J Clin Nutr* 4, 169-175.
- 19) Shook RP, Hand GA, Drenowatz C et al. (2015) Low levels of physical activity are associated with dysregulation of energy intake and fat mass gain over 1 year. *Am J Clin Nutr* 102, 1332-1338.
- 20) 飛奈卓郎, 植村(石見) 百江, 稲垣佳映, 田口奈美, 富賀理恵 (2022) 運動または運動と血糖値の変化の見える化を合わせた指導による日常身体活動量の変化. 第40回日本臨床運動療学会学術集会. 京都.
- 21) Liao Y, Basen-Engquist KM, Urbauer DL et al. (2020) Using Continuous Glucose Monitoring to Motivate Physical Activity in Overweight and Obese Adults: A Pilot Study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 29, 761-768.
- 22) Markey O, Le Jeune J, Lovegrove JA (2016) Energy compensation following consumption of sugar-reduced products: a randomized controlled trial. *Eur J Nutr* 55, 2137-2149.
- 23) 高田和子, 別所京子, 田中茂穂ら (2011) 日本人成人における秤量法によるエネルギー摂取量の推定精度. *栄養学雑誌* 69, 57-66.