

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K07409

研究課題名（和文）スマートフォンに機械学習を実装した摂食障害の過食行動治療システムの開発

研究課題名（英文）Development of treatment system for binge eating in eating disorders using machine learning implemented in smartphones

研究代表者

吉内 一浩 (Yoshiuchi, Kazuhiro)

東京大学・医学部附属病院・准教授

研究者番号：70313153

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：摂食障害患者の過食症状および関連する症状に関して、Ecological Momentary Assessment (EMA) を応用し、日常生活下で評価・記録できるシステムを開発し、過食症状と生物学的・心理学的要因との関連を検討したところ、リアルタイムに測定した気分（うつ、不安など）が過食行動に影響し、血糖値がポジティブな気分が正の相関を持つことが明らかとなった。さらに、Ecological Momentary Intervention (EMI) を応用して、機械学習を用いたスマートフォンによる過食症状の治療介入システムの開発をおこなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

摂食障害患者の過食や代償行動などの食行動異常は、診察場面での従来の方法では評価は難しく、日常生活の状況はブラックボックスに近い状態であるという問題があった。本研究の学術的意義の一つは、日常生活下においてリアルタイムに評価する方法で、日本人の摂食障害の患者において食行動異常に関連する心理学的要因を明らかにしたこと、血糖値という生物学的な要因が気分と関連していることを明らかにしたことである。さらに、過食症状に関して、日常生活下において治療介入を行うシステムを開発したことも学術的意義が大きく、また、難治とされる摂食障害の治療の一つの可能性を示した点は、社会的意義もある。

研究成果の概要（英文）：We developed a system that can be used to evaluate and record the symptoms of binge-eating and related symptoms in patients with eating disorders under daily life by applying Ecological Momentary Assessment (EMA), and investigated the relationship between binge-eating, and biological and psychological factors, and found that mood measured in real-time (e.g. depression, anxiety, etc.) influenced binge-eating, and that blood glucose levels were positively correlated with positive mood scores. Furthermore, we applied Ecological Momentary Intervention (EMI) to develop a smartphone-based intervention system for binge-eating symptoms using machine learning.

研究分野：心身医学、行動医学

キーワード：摂食障害 心身医学 行動医学 過食 EMA EMI

1. 研究開始当初の背景

摂食障害は食行動異常と体型認知の異常が認められる疾患群で、食行動異常は気分状態や認知機能などの心理面と低栄養状態等の身体面が相互に関連している(1)。摂食障害の主たる治療の場は病院ではなく日常生活下であり、診察時には日常生活の状況の確認とホームワークと呼ばれる課題の設定が中心であるため(2)、治療介入による行動から効果検証・修正までのタイムラグが大きいことと、診察時の状況確認に時間を要することの2点に関して治療の非効率性が問題であった。このような問題を解決するため、携帯型コンピュータを電子日記として用いて日常生活下における症状や行動を記録する Ecological Momentary Assessment (EMA) という方法で得られたデータをリアルタイムに解析し、適切なタイミングで介入を行う Ecological Momentary Intervention (EMI) という概念(3)が提唱されている。摂食障害の病態理解には、気分状態等の想起によるバイアスが生じやすい主観的概念を扱うことが多く、食行動異常が日々の生活の中で生じていることを踏まえ、EMAを用いた日常生活下調査が必要と考えられる。本研究では、EMAやEMIを用いて、摂食障害患者の過食症状の治療は可能であるのか、さらには、従来受診時に行っていた介入方法の評価の時間をEMIで代替することにより、診察時間の短縮が可能であるのかを探る。

2. 研究の目的

本研究では、Ecological Momentary Assessment (EMA) および携帯情報端末を用いた食事記録評価システムに、持続グルコースモニタリング、自律神経指標としての心拍変動評価のための心拍間隔測定などの生物学的指標測定および、食行動異常に関連することが想定される心理面の症状記録を併用することで、摂食障害における食行動異常と心理面身体面の相互の関連を解明し、食行動異常を惹起・維持する要因と、その背景に上記の生物学的指標がどのように関与するかを明らかにする。また、EMAで得られたデータを利用して介入を行う Ecological Momentary Intervention (EMI) を応用した、摂食障害患者の過食症状の治療システムの開発を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 過食症状の評価システムの開発

過食症状と行動を評価するための項目を選定・実装し、過食症状の評価・記録を行うためのシステムの開発を行う。20歳以上の神経性やせ症および神経性過食症の女性患者を対象として、研究実施施設内で実施される調査とそれに引き続いて行われる14日間の日常生活下調査で基礎データを収集する。研究協力者は普段どおりの生活をしながら、研究用スマートフォンを携帯し、心理状態・環境要因に関する質問項目の入力、食事摂取内容の記録、食行動異常（過食、排出行動）も記録する。ストレスの客観的な指標として唾液中の α アミラーゼとコルチゾールを測定するため、起床後、過食前、就寝前に唾液も採取する。また、小型心電図センサ、身体活動計および持続グルコース測定装置を装着することで、心拍間隔・身体活動度・細胞間質液グルコース濃度を測定する。

(2) による過食衝動・行動の予測モデルの開発

連続計測・記録されている身体活動度から、適切なタイミングで治療介入システムを立ち上げるシステムを開発し、基礎データと連続計測されている身体活動度の関連から過食衝動・行動の予測モデルを作る。また、摂食障害患者における使用感の調査を行いシステムの改良を行う。

(3) 過食症状への介入システムの開発

本研究で開発したモデルおよび機械学習を用いた、過食症状への治療介入システムの開発をおこなった。

なお、本研究に関しては、本学の倫理委員会の承認を得た上で、参加者から書面による同意書を得た。

4. 研究成果

(1) スマートフォンを用いて、日常生活下における、気分および食行動に関する評価・記録可能なアプリケーションの開発を行った。

(2) 過食症状に対する生物学的・心理学的影響の評価

14名の摂食障害女性患者(29.6±9.7歳)に参加同意を得られて、研究を実施した。

・過食症状に対する生物学的・心理学的要因の影響

マルチレベル解析により、日常生活下における気分が過食行動に与える影響の評価を検討したところ、以下のような統計学的に有意な関連が認められた(表1)。ただし、血糖値は、過食行動には有意な影響が認められなかったが、図1に示すように、血糖値の絶対値ではなく、低下などの変化が影響している可能性が認められた。

表1 気分が過食行動に与える影響 (マルチレベル解析)

気分	固定効果	標準誤差	P値
ネガティブ感情	0.002002	0.000600	< 0.001
うつ気分	0.001434	0.000693	0.039
不安	0.001875	0.000596	0.0017
ストレス	0.001646	0.000529	0.002

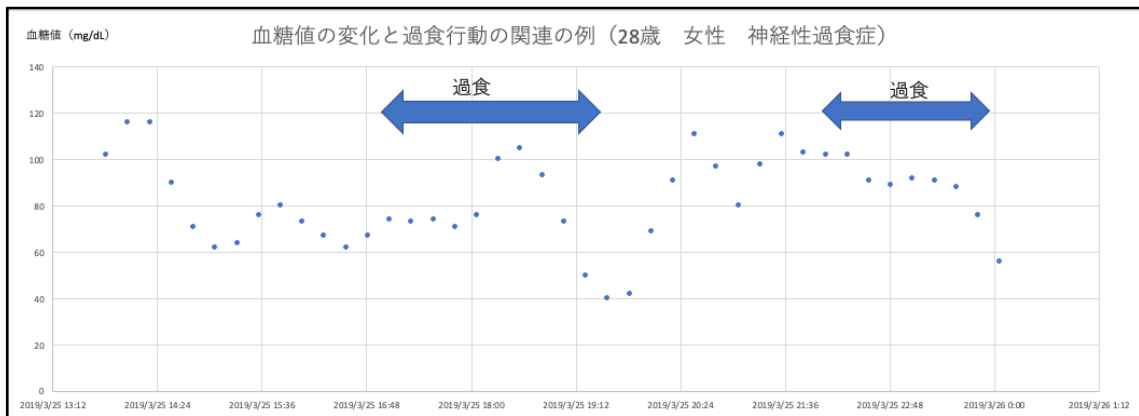


図1 血糖値の変化と過食行動の経時的関連の例 (神経性過食症患者)

・血糖値が自覚症状に与える影響

マルチレベル解析により、血糖値が自覚症状に与える影響が表2に示す通り、明らかとなった。

表2 血糖値が自覚症状に与える影響 (マルチレベル解析)

血糖値	固定効果	標準誤差	P値
ポジティブ感情	0.07456	0.02188	< 0.001
食欲	-0.1660	0.02993	< 0.0001
空腹	0.1347	0.02247	< 0.0001

(3) 過食症状への介入システムの開発

スマートフォン上に、機械学習を用いた、過食症状への介入システムの開発を行った。

(4) 考察

過食症状のある摂食障害患者の過食行動および、それに影響すると思われる自覚症状などの日常生活下における評価・記録システムを開発し、過食へ影響する要因を検討した。さらに、スマートフォンを用いた、日常生活下における過食症状への治療介入システムの開発を行った。

過食行動へは、ネガティブ感情、うつ気分、不安、ストレスが、統計学的に有意に影響していることが示された。この結果は、先行研究 (4) を支持するものである。ただし、先行研究では、本研究のようにポジティブ感情の過食行動への影響 (統計学的に有意ではなかったが) を EMA で検討した研究は少なく、また、血糖値の影響を検討した研究は少なく、その点において新規性があると考えられた。また、統計学的な検討は実施できなかったが、図 1 に示したように、血糖の絶対値ではなく、比較的短時間の変化 (低下) が過食行動を誘発する可能性が示されたため、今後、さらに検討が必要であると考えられる。

また、日常生活下の血糖値による自覚症状への影響を評価した研究は、ほとんどなく、本研究で認められた、ポジティブ感情との正の相関が認められた点は新たな知見であり、治療上も有益であると考えられた。

特許申請の可能性もあるため、現時点では、過食行動の予測モデルや、機械学習を用いた、スマートフォンを用いた過食症状の治療介入システムに関しては、詳細を述べることはできないため、後日、報告したい。

最後に、COVID-19 の影響により、患者リクルートが進まず、進捗が遅れたために、開発した治療介入システムのランダム化比較試験を行うことができなかったため、今後、実施したい。

(5) 文献

1. Treasure J, Duarte TA, Schmidt U. Eating disorders. *Lancet*. 2020;395(10227):899-911.
2. Fairburn CG, Cooper Z, Shafran R: Enhanced cognitive behavior therapy for eating disorders (“CBT-E”): An overview. In: Fairburn CG, editor. *Cognitive Behavior Therapy and Eating Disorders*. Guilford Press; New York: 2008. 23–34.
3. Heron KE, Smyth JM. Ecological momentary interventions: incorporating mobile technology into psychosocial and health behaviour treatments. *Br J Health Psychol*. 2010;15(Pt 1):1-39.
4. Smith KE, Mason TB, Reilly EE, Hazzard VM, Borg SL, Dvorak R, Crosby RD, Wonderlich SA. Examining prospective mediational relationships between momentary rumination, negative affect, and binge eating using ecological momentary assessment. *J Affect Disord Rep*. 2021 Jul;5:100138. doi: 10.1016/j.jadr.2021.100138. Epub 2021 Mar 28. PMID: 34458883; PMCID: PMC8388245.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Hiraide Maiko, Horie Takeshi, Takakura Shu, Hata Tomokazu, Sudo Nobuyuki, Yoshiuchi Kazuhiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Psychometric properties of the fear of food measure in Japanese women	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Eating and Weight Disorders - Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s40519-020-01061-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Otani Makoto, Hiraide Maiko, Horie Takeshi, Mitsui Tomoyo, Yoshida Toshiyuki, Takamiya Shizuo, Sakuta Ryoichi, Usami Masahide, Komaki Gen, Yoshiuchi Kazuhiro	4. 巻 54
2. 論文標題 Psychometric properties of the Eating Disorder Examination Questionnaire and psychopathology in Japanese patients with eating disorders	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Eating Disorders	6. 最初と最後の頁 203 ~ 211
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/eat.23452	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Horie Takeshi, Hiraide Maiko, Takakura Shu, Hata Tomokazu, Sudo Nobuyuki, Yoshiuchi Kazuhiro	4. 巻 14
2. 論文標題 Development of a new Japanese version of the Clinical Impairment Assessment Questionnaire	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BioPsychoSocial Medicine	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s13030-020-00194-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kim Jinhyuk, Marcusson-Clavertz David, Yoshiuchi Kazuhiro, Smyth Joshua M.	4. 巻 13
2. 論文標題 Potential benefits of integrating ecological momentary assessment data into mHealth care systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BioPsychoSocial Medicine	6. 最初と最後の頁 ^
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s13030-019-0160-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Inada Shuji, Iizuka Yoko, Ohashi Ken, Kikuchi Hiroe, Yamamoto Yoshiharu, Kadowaki Takashi, Yoshiuchi Kazuhiro	4. 巻 13
2. 論文標題 Preceding psychological factors and calorie intake in patients with type 2 diabetes: investigation by ecological momentary assessment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BioPsychoSocial Medicine	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13030-019-0161-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yamazaki Tadahiro, Inada Shuji, Yoshiuchi Kazuhiro	4. 巻 52
2. 論文標題 Body mass index cut off point associated with refeeding hypophosphatemia in adults with eating disorders	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Eating Disorders	6. 最初と最後の頁 1322 ~ 1325
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/eat.23177	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 吉内一浩
2. 発表標題 摂食障害のガイドライン
3. 学会等名 第24回日本摂食障害学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kun Qian, Hiroyuki Kuromiya, Zhao Ren, Maximilian Schmitt, Zixing Zhang, Toru Nakamura, Kazuhiro Yoshiuchi, Bjorn Schuller, Yoshiharu Yamamoto
2. 発表標題 Automatic Detection of Major Depressive Disorder via a Bag-of-Behaviour-Words Approach.
3. 学会等名 Third International Symposium on Image Computing and Digital Medicine (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshiuchi K
2. 発表標題 Using short-term inpatient settings modifying the multistep CBT-E to introduce CBT-E smoothly for eating disorder patients in Japan.
3. 学会等名 25th World Congress of Psychosomatic Medicine (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉内一浩
2. 発表標題 Ecological MomentaryAssessment: 日常生活の情報をどのように把握し、活用するか
3. 学会等名 第35回日本ストレス学会学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉内一浩
2. 発表標題 心身医学におけるe-health/m-healthの応用可能性
3. 学会等名 第90回日本心身医学会東北地方会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yamazaki T, Miyamoto S, Hiraide M, Yoneda R, Harashima S, Horie T, Inada S, Otani M, Yoshiuchi K.
2. 発表標題 Proposal of BMI cut-off point for refeeding syndrome in Japanese eating disorder patients.
3. 学会等名 The 18th Congress of the Asian College of Psychosomatic Medicine (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	山本 義春 (Yamamoto Yoshiharu) (60251427)	東京大学・大学院教育学研究科(教育学部)・教授 (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------