

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：25406

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2021

課題番号：16K01728

研究課題名（和文）糖質飲料の胃内容排出を促進する栄養学的手法の検討 - 運動時の胃腸障害予防の観点から

研究課題名（英文）Nutritional methods to accelerate gastric emptying of carbohydrate solution in healthy subjects - Perspective of prevention of gastrointestinal dysfunction during exercise

研究代表者

山岡 雅子（遠藤雅子）（Yamaoka Endo, Masako）

県立広島大学・人間文化学部・教授

研究者番号：30336911

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、糖質飲料の胃内容排出（GE）について、味の種類や強度、糖の種類、腸のトレーニングの影響について検討した。糖質飲料摂取後に口腔内を5つの基本味で味覚刺激すると、甘味のみでGEが促進した。甘味物質の種類は、グルコースとフルクトースで促進し、甘味の強度は、強さ依存ではなく、最適な強さで促進した。グルコースとフルクトースの単一の飲料と混合した飲料では、混合飲料のGEが速く、活動筋への血流量も増加していた。また、運動前3日間の高グルコース補給は、運動時のグルコース飲料のGEを促進し、胃腸障害を軽減した。本研究でみられたGEの違いに、自律神経活動やGLP-1は関与していない可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、運動中に摂取する糖質飲料について、胃内容排出（GE）の促進・遅延ならびに胃腸障害という観点からみた、具体的な味の種類・強度、糖質の種類を探索し、腸トレーニングの効果の有無について検討した。また、GE調節因子と推定される自律神経活動、消化管ホルモン、消化管血流量等を測定し、GE調節メカニズムの解明を試みた。本研究成果は、未だ不明な点が多いGE調節因子に関する新たな知見の提供につながり、運動時の胃腸障害の予防・改善によるスポーツ競技力向上のための糖質飲料の新たな提案、GEの遅延が原因で慢性的に食後に胃もたれ等の症状を訴える機能的ディスペプシア患者への栄養学的治療法の提案を期待させた。

研究成果の概要（英文）：This study examined the effects of taste sensations and sweet intensity, sugar type, and gut training on gastric emptying (GE) of carbohydrate solutions. The oral taste sensations were provided by five taste solutions after maltodextrin ingestion. GE was significantly accelerated only by a sweet taste sensation in the oral cavity. In addition, GE was promoted by glucose and fructose of sweetening substances, and the intensity of sweetness was not intensity-dependent, but was the preferred intensity. GE was faster in glucose + fructose solution than a single solution, and the blood flow to active limbs was increased in multiple carbohydrates. Short-term dietary supplementation with glucose accelerated GE of a glucose and prevented GI problem during heavy cycling exercise. These differences of GE in this study may not be related to the autonomic nerve activity and GLP-1.

研究分野：運動栄養学，運動生理学

キーワード：胃内容排出 糖質飲料 胃腸障害 味覚 腸トレーニング 運動

## 1. 研究開始当初の背景

一般的に、運動時には糖質を含んだスポーツ飲料がよく摂取されている。このことは、発汗で失う水分補給とともにエネルギーとして消費した筋グリコーゲンや血中グルコースの補充につながり、運動パフォーマンスの維持や向上に貢献すると考えられている。一方で、運動中の糖質飲料摂取は、吐き気、胃痛や腹部不快感といった胃腸障害を引き起こし、結果として、運動パフォーマンスを阻害することが指摘されている。実際に多くの競技者が運動時の胃腸障害を経験し、レースの棄権を余儀無くされる場合もある。したがって、最大限の運動パフォーマンスを発揮するには、胃腸障害のリスクを最小限に抑えた糖質飲料の摂取が重要である。しかし、運動中に摂取する糖質飲料の種類や濃度に関する先行研究では、エネルギー補給や体液バランスの面から検討されており、胃腸障害との関連性を評価した研究は少ない。胃腸障害を発症する要因のひとつに、摂取した飲食物の胃内貯留があげられている。このことから、運動中の胃腸障害を予防し、パフォーマンスを維持・向上するには糖質飲料の胃から十二指腸への排出(胃内容排出: GE) 促進が鍵となる。GE は、主に自律神経と消化管ホルモンによるフィードバック作用によって調節されると考えられているが、その詳細な機序は未だ不明な点が多く、早急な解明が期待される。

これらの学術的背景を踏まえて、本研究では、基礎的研究として、糖質飲料の GE 調節メカニズムのさらなる解明のために、GE 調節因子が栄養学的手法によってどのように変化し、最終的に GE 自体を変容するのかについて検討する。また、その検討結果に基づいて、応用的研究として、運動時の胃腸障害予防(すなわち GE 促進)の観点から、運動時に効果的な糖質飲料について栄養学的手法を用いて検討する。

## 2. 研究の目的

本研究は、基礎的研究として、糖質飲料の GE 調節メカニズムについて検討し、応用的研究として、運動時の胃腸障害予防に効果的な糖質飲料を提案することであった。

【基礎的研究】糖質飲料の GE 調節因子に対する味の種類、甘味物質の種類、甘味の強度の影響を検討した。

### (1) 口腔内の味覚刺激が糖質飲料の GE に及ぼす影響(実験①):

口腔内には、甘味、塩味、酸味、苦味、うま味の 5 種類の味覚受容体が存在する。近年、口腔内の味覚刺激が GE を変容する可能性が報告されている (Yamamoto ら, 2008)。ヒトを対象に、口腔内のどの味覚刺激が糖質飲料の GE を促進するのかについて検討した。

### (2) 口腔内の甘味物質の種類および甘味の強度が糖質飲料の GE に及ぼす影響(実験②):

糖質飲料の GE を促進する甘味物質の種類および甘味の強度について検討した。

【応用的研究】運動時に摂取する糖質飲料の GE を促進し、胃腸障害を予防する栄養学的操作方法を解明した。

### (3) 摂取する糖質飲料の糖の種類による GE および消化管血流量と筋血流量の関係(実験③):

グルコースとフルクトースは、腸管でそれぞれ異なった輸送体を経由して吸収されるため、それらの混合溶液は、単独摂取と比較して、2つの輸送体による吸収が可能となり、理論上、腸管での吸収率を増加する可能性が報告されている (de Oliveira and Burini, 2014)。グルコースとフルクトースの混合溶液を摂取すると GE が促進し、消化管への血流量増加が抑制され、筋への血流量が維持されるのかについて検討した。

### (4) 腸のトレーナビリティが運動時の糖質飲料摂取に与える効果(実験④):

短期間の高炭水化物食の食事が腸管での糖の吸収能力を増加する可能性が報告されている (Cox ら, 2010)。短期間の高炭水化物食による腸のトレーニングが、運動時に摂取する糖質飲料の GE を促進し、胃腸障害の発症を抑制するのかについて検討した。

## 3. 研究の方法

実験①~④は、全てランダムにクロスオーバーデザインで実験を行った。各条件は、少なくとも 1 週間の間隔を置いて行った。

(1) **実験①:**健康な女性 10 名 (18-22 歳) が実験同意書にサインした後、本実験に参加した。被験者は、早朝空腹時に、半仰臥位の姿勢で 5 分間の安静の後、マルトデキストリン (M) 50 g を含む溶液 (300 g) を一気に摂取し、その後 30 分間、同姿勢で安静を保った。M 溶液を摂取後 2.5 分から、5 分ごとに 1 分間の味覚刺激を合計 6 回行った。味覚刺激は、約 15 ml の味溶液を 8 秒間、口腔内に含み、吐き出すという動作を 5 回連続的に行った。味覚刺激に用いた味溶液は、1) グルコース溶液 (甘味)、2) キニーネ溶液 (苦味)、3) クエン酸溶液 (酸味)、4) 塩化ナトリウム溶液 (塩味) 5) グルタミン酸溶液 (うま味)、6) 蒸留水 (コントロール)、の 6 種類とした。味溶液の濃度は、予備実験の味覚強度検査で「味の強さ」が同等になるように設定した。味覚強度 (LMS 法) ならびに嗜好度 (LHS 法)、食欲スコア (VAS 法) は、被験者に自己評価させた。心拍数と血圧は自動血圧計を用いて測定した。自律神経活動は、心拍変動のスペクトラム解析によって評価した。心電図から求めた 1 拍ごとの R-R 間隔の時系列波形を周波数解析し、低周波数

帯 (LF:0.04-0.15Hz) と高周波数帯 (HF:0.15-0.45Hz) を求め、LF/HF パワー比を交感神経活動の指標、HF パワーを副交感神経活動の指標とした。GE は、超音波法を用いた標準的な方法に準拠して測定した。具体的には、拡張期の胃幽門部横断面積の安静時の値を 0%, M 溶液摂取直後を 100%として、摂取後の経時的变化を胃内残留率 (%) として求めて評価した。

(2) **実験②**:健康な男女 13 名 (18-22 歳) が実験同意書にサインした後、本実験に参加した。被験者は、早朝空腹時に、半仰臥位の姿勢で 5 分間の安静の後、マルトデキストリン (M) 50 g を含む溶液 (300 g) を一気に摂取し、その後 30 分間、同姿勢で安静を保った。M 溶液を摂取後 2.5 分から、5 分ごとに 1 分間の甘味刺激を合計 6 回行った。甘味刺激は、約 15 ml の味溶液を 8 秒間、口腔内に含み、吐き出すという動作を 5 回連続的に行った。甘味物質の種類を検討するために用いた溶液は、1) グルコース溶液、2) フルクトース溶液、3) スクロース溶液、4) アスパルテーム溶液、5) 蒸留水 (コントロール)、の 5 種類とした。各甘味溶液の濃度は、予備実験の味覚強度検査で甘味の強さが同等になるように設定した。甘味の強度を検討するために用いた溶液は、1) 10%グルコース溶液、2) 20%グルコース溶液、3) 40%グルコース溶液、4) 蒸留水 (コントロール)、の 4 種類とした。測定項目および測定方法は、実験①と全て同様であった。

(3) **実験③**:健康な男女 10 名 (21-24 歳) が実験同意書にサインした後、本実験に参加した。被験者は、半仰臥位の姿勢で 5 分間の安静の後、糖質 50 g を含む飲料 (400 ml) を一気に摂取し、その後 125 分間、同姿勢で安静を保った。糖質飲料の種類は、1) グルコース溶液 (G 条件)、2) グルコースとフルクトースの比率が 2:1 溶液 (GF21 条件)、3) グルコースとフルクトースの比率が 1:1 溶液 (GF11 条件)、4) フルクトース溶液 (F 条件) の 4 種類であった。測定項目は、血圧、心拍数、消化管血流量 (上腸間膜動脈:超音波ドップラー法)、筋血流量 (大腿動脈:超音波ドップラー法)、皮膚 (胸部、前腕) 血流量 (レーザードップラー法)、血液パラメータ (血漿インスリン、血糖値、血漿フルクトース)、および GE とした。GE は標準的な  $^{13}\text{C}$  呼気試験法胃排出能検査法 (Sanaka and Nakada, 2002) に準拠して行った。 $^{13}\text{C}$  標識化合物として  $^{13}\text{C}$ -acetate Na 塩 100 mg を摂取する糖質飲料に混和した。胃から排出された  $^{13}\text{C}$  標識化合物が小腸から吸収、肝臓で代謝され呼気中に排泄された  $^{13}\text{CO}_2/^{12}\text{CO}_2$  を測定した。そこから、 $^{13}\text{CO}_2$  の半量が排泄されるまでの時間 ( $T_{1/2}$ ) と、 $^{13}\text{C}$  排泄速度が最大になった時の時間 (Tmax) を求めて、GE を評価した。

(4) **実験④**:健康な女性 10 名 (21-22 歳) が実験同意書にサインした後、本実験に参加した。高グルコース条件 (G 条件) とコントロール条件 (C 条件) の 2 条件を設定した。被験者は、4 日間の食事記録と生活行動記録を行い、各条件下で同様の食事と生活行動を行った。食事は、1 日で PFC 比バランスの整った食事を自由食として摂取し、3 日目と 4 日目の夕食のみ規定食 (660 kcal, P:F:C=14:21:65) とした。G 条件は、食事に加えて、4 日間連続してグルコース 7 g/体重 kg/日 (上限値 400 g/日) を含むグルコース飲料 (354±40 g/日, 1770±198 ml/日) を 1 日を通して均等に摂取した。C 条件では、4 日間、グルコース飲料と同量の水を摂取した。被験者は、両条件下で、5 日目の早朝空腹時に半仰臥位の姿勢で 5 分間安静の後、高強度の脚自転車運動 (心拍数 156±14.7 bpm) を 60 分間行った。運動 30 分目に 8%グルコース飲料 400 ml を摂取し、運動終了後 90 分間の安静を保った。測定項目は、胃腸障害指数、血圧、心拍数、消化管血流量 (腹腔動脈、上腸間膜動脈:超音波ドップラー法)、血液パラメータ (GLP-1, 血漿インスリン、血糖値)、自律神経活動 (心拍変動のスペクトル解析)、および GE とした。GE は実験③と同様の方法を用いて測定した。

#### 4. 研究成果

(1) **実験①**: GE は、無味と比較し、甘味で摂取後 20 分目以降に有意に促進した (図 1)。味の嗜好性は、甘味が“やや好きな味”で最も高く、苦味が“やや嫌いな味”で最も低かった。心拍数、平均血圧、皮膚血流量、自律神経活動および食欲スコアには味の種類によって違いは認められなかった。これらの結果より、マルトデキストリン含有飲料摂取後の GE は、口腔内の味覚刺激のうち、甘味のみで促進することが認められた。また、甘味は他の味と比較し、嗜好性が高かったことから、おいしさや心地よさを感じることで脳内の報酬系が刺激され、それが視床下部外側野にある摂食中枢に作用し、胃の蠕動運動を活性化したと推察された。

(2) **実験②**:甘味の強度は、アスパルテームがグルコースと比較して有意に低かったが、その他の溶液間では有意な差はなかった。嗜好性は、アスパルテームと比較し、スクロースで有意に高かったが、その他の溶液間では有意な差はなかった。GE は、グルコースとフルクトースが他の溶液と比較して、15 分目以降に有意に減少した。その他すべての生理的指標に溶液間で有意な差はなかった。マルトデキストリン含有飲料摂取後の GE が、グルコースあるいはフルクトース溶液による口腔内刺激によって促進したのは、循環諸変量や

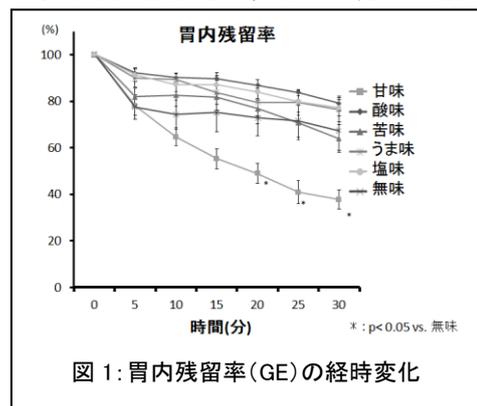


図 1: 胃内残留率 (GE) の経時変化

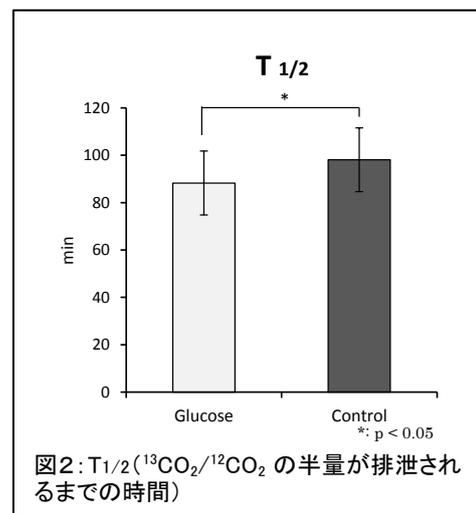
自律神経活動の指標に溶液間で違いが認められなかったことから、おそらく消化管ホルモンによる影響であると推測された。

甘味の強度は、グルコース溶液の濃度に依存して有意に増加した。嗜好性および食欲には、各溶液間で有意な差はなかった。GE は、20%グルコース溶液が他の溶液と比較して、食後 10 分目以降に有意に減少した。その他すべての生理的指標に溶液間で有意な差はなかった。これらの結果より、異なる濃度のグルコース溶液で口腔内を甘味刺激しても、マルトデキストリン含有飲料摂取後の GE の促進は、甘味刺激の強さ依存ではなく、最適な強さ（やや強い～強い甘味）によって生じることが示唆された。

本実験の結果から、食後の GE 遅延による胃もたれや胃痛などの緩和・改善には、20%グルコース溶液と同質のあめを食べるといった実学的な方法が提案された。

(3) **実験③**: GE は G 条件が他の 3 条件と比べて有意に遅延した。血糖値は、混合飲料 (GF21 条件, GF11 条件) では摂取後 30 分目にピークとなり、120 分目には安静時の値にまで戻った。G 条件では摂取後 45 分目でピークとなり、高い値で推移した。F 条件は他の 3 条件に比べて低い値で推移した。血漿インスリンは血糖値と同様の応答であった。上腸間膜動脈血流量は全ての条件で、摂取後 120 分目まで有意に増加した。F 条件は他の 3 条件に比べて低い値で推移した。また、GF21 条件で最も高い値を示した。大腿動脈血流量は G 条件で摂取直後に有意に減少し、F 条件と GF21 条件では後半に有意に増加した。GF11 条件では安静時から変化しなかった。胸部皮膚血流量は G 条件と GF11 条件で摂取後後半に有意に増加したが、GF21 条件と F 条件では安静時から変化しなかった。その他の測定項目は条件間で有意な違いは見られなかった。これらの結果より、混合飲料は消化吸収が速く、かつ、大腿への血流量も維持・増加していた。混合比率については、GF21 条件では GF11 条件と比べて 上腸間膜動脈が上昇したことから、GF11 条件の方が運動時に活動肢への血流配分をより増加できる可能性が考えられた。本研究の結果は、安静条件での実験の結果ではあるが、消化吸収だけでなく血流配分の観点も併せて考えると、運動パフォーマンスの維持・向上のためには、グルコースとフルクトースの混合比率が 1:1 の糖質飲料が適している可能性が示唆された。

(4) **実験④**:  $T_{1/2}$  と  $T_{max}$  は、C 条件と比べて、G 条件で有意に減少した (図 2)。胃腸障害は、C 条件と比べて、G 条件で軽減された。血糖値は、グルコース飲料摂取 45 分～90 分後に、C 条件より G 条件で有意に低下した。血漿インスリンは、プロトコル全体を通して、C 条件と比べ、G 条件で有意に高かった。短期間の高グルコース補給は、安静時と同様に運動時でもグルコース飲料の GE および体内への糖の取り込みを促進し、それに伴い胃腸障害を軽減した。このことは、短期間の高グルコース補給は、運動時の胃腸障害の軽減・予防およびエネルギーや水分の素早い吸収につながり、スポーツ競技力向上のための新たな栄養学的方法になる可能性が示唆された。



(5) **本研究のまとめ**: 本研究の結果は、GE の促進・遅延ならびに胃腸障害という観点から、口腔内を味覚刺激するための味の種類、甘味の強度、甘味物質の種類を具体的に提示することが可能となった。これらの結果は、GE の遅延が原因で慢性的に食後に胃痛や胃もたれの症状を訴える機能的ディスペプシア患者や高齢者において十分な食事を確保する手立てとなり、胃の不定愁訴の軽減だけでなく、低栄養の予防・改善といった健康科学分野において有益な情報となることが期待される。

また、運動パフォーマンスの維持・向上を考える上で、運動時に摂取する糖質飲料について、GE の促進といった消化吸収促進の面だけでなく、活動筋への血流量の維持・増加や胃腸障害という観点から、糖質飲料に含まれる糖の種類やその割合、腸トレーニングの効果を具体的に明示できた。これらの結果は、スポーツ競技力向上のための糖質飲料の新たな提案のみならず、運動時の胃腸障害を予防・改善するための新たな食事法の提案となることが期待される。

#### <引用文献>

- ① Yamamoto C, Furudono Y, Ymamoto T: Hednics of taste influence the gastric emptying in rats. *Physiol Behav* 96, 717-722 (2008)
- ② de Oliveira EP, Burini RC: Carbohydrate-dependent, exercise-induced gastrointestinal distress. *Nutrients* 6, 4191-4199 (2014)
- ③ Cox GR, Clark SA, Cox AJ, Halson SL: Daily training with high carbohydrate availability increases exogenous carbohydrate oxidation during endurance cycling. *Appl Physiol* 109, 126-134 (2010)
- ④ Sanaka M, Nakada K: Stable isotope breath tests for assessing gastric emptying: A comprehensive review. *J Smooth Muscle Res* 46, 267-280 (2010)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kashima Naomi, Kimura Kanako, Nishitani Natsumi, Yamaoka Endo Masako, Fukuba Yoshiyuki, Kashima Hideaki	4. 巻 12
2. 論文標題 Suppression of Oral Sweet Sensations during Consumption of Sweet Food in Humans: Effects on Gastric Emptying Rate, Glycemic Response, Appetite, Food Satisfaction and Desire for Basic Tastes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 1249 ~ 1249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu12051249	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 Kashima Hideaki, Kamimura Saori, Honma Ayumi, Endo Masako Yamaoka, Miura Akira, Kobayashi Toshio, Fukuba Yoshiyuki	4. 巻 12
2. 論文標題 Timing of Nutrient Ingestion after Mild to Moderate Cycling Exercise Does Not Affect Gastric Emptying Rate in Humans	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 2118 ~ 2118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu12072118	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 Kashima Hideaki, Taniyama Kana, Sugimura Kana, Endo Masako Yamaoka, Kobayashi Toshio, Fukuba Yoshiyuki	4. 巻 68
2. 論文標題 Suppression of sweet sensing with glucose, but not aspartame, delays gastric emptying and glycemic response	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nutrition Research	6. 最初と最後の頁 62 ~ 69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nutres.2019.06.005	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 Kashima H, Sugimura K, Taniyama K, Kondo R, Endo MY, Tanimoto S, Kobayashi T, Miura A, Fukuba Y	4. 巻 120
2. 論文標題 Timing of post-resistance exercise nutrient ingestion: effects on gastric emptying and glucose and amino acid responses in humans	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 British Journal of Nutrition	6. 最初と最後の頁 995-1005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0007114518002398	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 Kashima H, Harada N, Miyamoto K, Fujimoto M, Fujita C, Endo MY, Kobayashi T, Miura A, Fukuba Y	4. 巻 23
2. 論文標題 Timing of postexercise carbohydrate-protein supplementation: roles of gastrointestinal blood flow and mucosal cell damage on gastric emptying in humans	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 606-613
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/jappphysiol.00247.2017	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 該当する

1. 著者名 Kashima H, Eguchi K, Miyamoto K, Fujimoto M, Endo MY, Someya NA, Kobayashi T, Hayashi N, Fukuba Y.	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Suppression of oral sweet taste sensation with Gymnema sylvestre affects postprandial gastrointestinal blood flow and gastric emptying in humans	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemical Senses	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/chemse/bjw126	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 Kashima H, Uemoto S, Eguchi K, Endo MY, Miura A, Kobayashi T, Fukuba Y.	4. 巻 32
2. 論文標題 Effect of soy protein isolate preload on postprandial glycemc control in healthy humans. Nutrition	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nutrition	6. 最初と最後の頁 965-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nut.2016.02.014	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 Endo MY, Fujihara C, Miura A, Kashima H, Fukuba Y	4. 巻 120
2. 論文標題 Effects of meal ingestion on blood pressure and regional hemodynamic responses after exercise	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of applied physiology	6. 最初と最後の頁 1343-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/jappphysiol.00842.2015	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 Eguchi K, Kashima H, Yokota A, Miura K, Yamaoka Endo M, Hirano H, Tsuji T, Fukuba Y	4. 巻 197
2. 論文標題 Acute effect of oral sensation of sweetness on celiac artery blood flow and gastric myoelectrical activity in humans	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Autonomic Neuroscience	6. 最初と最後の頁 41-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.autneu.2016.03.002	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2件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 山岡 (遠藤) 雅子, 大畑はるな, 近藤奈緒, 鍛島秀明, 三浦朗, 福場良之
2. 発表標題 グルコースとフルクトース混合飲料が大腿動脈血流量に及ぼす影響
3. 学会等名 第75回日本体力医学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山岡 (遠藤) 雅子, 若槻 鈴華, 瀬納 菜見, 鍛島 秀明, 三浦 朗, 福場 良之
2. 発表標題 短期間の高グルコース補給は運動時に摂取するグルコース飲料の消化吸収を促進するのか
3. 学会等名 第74回日本体力医学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

県立広島大学 研究者紹介 地域創生学部地域創生学科健康科学コース  
<https://www.pu-hiroshima.ac.jp/uploaded/attachment/16037.pdf>

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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------