

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H01620

研究課題名（和文）リン/マグネシウム比に着目した透析患者における低栄養予防のための新規栄養療法開発

研究課題名（英文）Investigation of a nutritional therapy to prevent malnutrition in dialysis patients focusing on the phosphorus/magnesium ratio

研究代表者

伊藤 美紀子（Ito, Mikiko）

兵庫県立大学・環境人間学部・教授

研究者番号：50314852

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,100,000円

研究成果の概要（和文）：透析患者において課題となる、高リンによる心血管疾患や慢性炎症と低栄養で誘発されるサルコペニアの改善を目指し、食事中的リン/マグネシウム比(P/Mg比)の観点から研究を進めた。細胞を用いた検討ならびに動物モデルの確立と改善効果の検討、透析患者の現状調査、健常者を対象としたヒト試験を実施した。さらなる検討は必要であるが、今後の透析患者の心血管疾患、サルコペニア改善を目指した日常的に簡単に導入できる食事療法の開発につながる結果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

透析患者の低栄養とそれに伴うサルコペニア、食事により誘発される心血管疾患は、QOLの低下と生命予後を著しく低下させることから、透析患者の高齢化が進行するわが国では、その予防と改善方法を検討することは非常に重要である。全身炎症や食事制限のある透析患者では、一般的なたんぱく質摂取や運動療法での改善は困難を伴う。そのため、透析患者が日常的に実践しやすい栄養療法を開発することは社会的意義があると言える。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to improve phosphate-induced cardiovascular disease and sarcopenia caused by malnutrition in dialysis patients. We proceeded with the study from the viewpoint of dietary phosphorus/magnesium ratio (P/Mg ratio). We investigated using muscle cells, established an animal model and examined the improvement effect, investigated of dialysis patients, and conducted a human study for healthy subjects. Although further investigation is necessary, we obtained results that will lead to the development of diet therapy that can be easily implemented for dialysis patients in the future.

研究分野：臨床栄養、分子栄養

キーワード：透析患者 サルコペニア 低栄養 高リン血症 マグネシウム

## 1. 研究開始当初の背景

慢性腎臓病は最終的に末期腎不全に至り、週に3回、1回4~5時間を要する血液透析が必要となる。わが国では超高齢社会に伴い透析患者も年々高齢化し、2017年末では透析患者全体(321,516人)の平均年齢は68.43歳である。近い将来、超高齢社会を迎えるにあたり、高齢透析患者への対策は急務である。

高齢透析患者は様々な要因から、protein-energy wasting (PEW) と呼ばれる特徴的な低栄養状態に陥りやすい。さらに透析患者では一般集団よりサルコペニアの合併率が高いことが近年報告されている。様々な要因のなかで、食事による影響は大きい。透析患者の約30%の死因を占める心血管疾患には、食事からのリン摂取が強く関連する。これを予防するために実施される食事からのリン制限は、たんぱく質の摂取不足にもつながることから、PEW やサルコペニアの発症を助長することが大きな課題となっている。

近年、マグネシウムが透析患者の高リン血症により誘発される血管石灰化を予防することが報告された。透析患者において、血清マグネシウム値が高値であれば血清リン濃度が高くても死亡リスクは低く、さらに血管石灰化の発症率や重症度が低いことは大変興味深い。また低マグネシウム血症は透析患者の全死亡の予測因子である。その他マグネシウム摂取不足が糖尿病や高血圧、認知症など生活習慣病と関連することが報告されている。また疫学調査において、特に疾患を持たない健康診断受診者男女(平均年齢約45歳)では、血中マグネシウム低値群の体重とBMIが高マグネシウム群と比較して有意に低値を示した。サルコペニア高齢者のマグネシウム摂取量は、非サルコペニア高齢者に比して有意に少ないとの報告もあり、透析患者のみならず注目されているミネラルである。

以上のように、透析患者の低栄養とそれに伴うサルコペニア、心血管疾患は、QOLの低下と生命予後を著しく低下させることから、透析患者の高齢化が進行するわが国では、その予防と改善方法を検討することは非常に重要である。これまで透析患者に限らずサルコペニアの改善には、運動療法とたんぱく質摂取を中心とした食事療法が重要であることはよく知られている。しかしながらそのエビデンスは不十分な点が多く、特に透析患者では高リン血症、慢性炎症など様々な要因があり解決すべき課題は多いと考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究では高リン血症による血管石灰化抑制作用を有するマグネシウムに注目し、これまで多くの報告があるリンとの関連を食事中のリン/マグネシウム比(P/Mg比)の観点から研究を進めた。本研究の目的は食事中のP/Mg比の違いが、透析患者特有の低栄養状態(PEW)における筋肉と血管の石灰化へ及ぼす影響を明らかにし、改善方法を明らかにすることである。それにより、PEWに伴うサルコペニアと心血管疾患の発症を予防する、日常的に簡単に導入できる食事療法の開発につなげることを目標とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 腎不全動物を用いたPEWモデルの作成

実験動物は腎不全モデルとして使用されている5/6腎臓摘出手術を行った10週齢雄性SDラット(日本SLC株式会社)を用い、低栄養(通常の40%に餌を制限、リン:0.6%、マグネシウム:0.05%)に加え尾部懸垂により筋萎縮を誘発し、PEW(サルコペニア)モデルとした。その後、各群たんぱく質を3%付加したP/Mg比の異なる食餌(CP食、HP食、HP+HMg食)を与え、検討を行った。体重測定は尾部懸垂期間を除いて毎日、摂食量調査は毎日行い、解剖時の血液、尿、臓器、筋肉(腓腹筋、ヒラメ筋、足底筋、前脛骨筋、長趾伸筋)を採取し、体重・臓器重量・筋重量・摂食量測定、血中リン、マグネシウム・カルシウム・クレアチニン・アルブミン濃度測定、尿中リン・マグネシウム濃度測定、RT-PCR・Realtime-PCRによる筋特異的遺伝子発現解析(筋萎縮の指標:Atrogin-1、MuRF1、筋分化の指標:MyoD、Myogenin、Troponin、Myosin Heavy Chain)を行った。

### (2) PEWモデル動物を用いた食餌と運動によるPEW改善効果の検討

運動療法によるサルコペニア改善効果の確立のため、運動の実行可能性や設定した条件での運動効果の検討を行った。実験動物は10週齢の雄性SDラットを用いた。4群すべて2週間低栄養(通常の30%)とした。その後、2週間または3週間たんぱく付加食を与えたProtein(Pro)群、運動2週間または3週間+たんぱく付加食を与えたEx+Pro群、運動2週間または3週間+たんぱく付加食+高マグネシウム食を与えたEx+Pro+HMg群とした。運動はトレッドミル(MK-680CA、室町機械株式会社)を使用して行った。トレッドミルは、強度(速度、傾斜)、時間、回数を変更することによって負荷の調節が可能である。運動条件は20 m/min,傾斜0°,20 min,5 days/weekまたは、25 m/min,傾斜5°,20 min,5 days/weekとした。

### (3) 筋細胞を用いたマグネシウムとリンの関連解析

筋肉細胞モデルとして、ラット骨格筋由来細胞(L6細胞)を用いた。通常培地(DMEM+10%ウシ胎児血清)から低栄養培地(DMEM+2%ウマ血清)に交換し、異なる濃度のリン、マグネシウムを添加して培養することで、筋分化への影響を検討した。リン、マグネシウム濃度による検討:リン free培地を用いて、リン濃度を0、1.0、2.0、3.0 mM、マグネシウム濃度を0.8、1.6、2.4、4.8 mMに調製した培地で6日間培養して回収し、RNAを抽出した。P/Mg比による検討:P/Mg比の異なる培地で3、6日間培養して回収し、RNAを抽出した。RT-PCR、Real-Time PCRによる筋特異的遺伝子の解析を行った、

#### (4) 透析患者における血中 P/Mg 比と食事摂取との関連

健常者のマグネシウム摂取量と心疾患、脳血管疾患との関連性は報告があり、健常者においては、マグネシウムの摂取を増加させることが虚血性心疾患や脳卒中の発症リスクを抑制する可能性が報告されている。一方、透析患者のマグネシウム摂取量と疾患との関連性の報告は少ない。そこで、透析患者における心血管死亡リスクに関わるミネラル、特にリン・マグネシウムの摂取量、血清 P/Mg 比と食習慣との関連性を検討することで、透析患者の現状を明らかにすることを目的として調査を実施した。

調査施設 A 病院の外来透析通院の男性患者 27 名を対象とした。身体測定値、血液生化学検査、薬歴などはカルテより転記し、食物摂取頻度調査法による食習慣調査、加工食品摂取頻度調査を行った。血管機能評価は透析前の足関節上腕血圧比(Ankle Brachial Pressure Index : ABI)、上腕-足首間脈波伝播速度(brachial-ankle pulse wave velocity: baPWV)の測定値を転記した。いずれも食習慣調査および身体計測を行う日の直近のデータを用いた。本研究は、兵庫県立大学倫理委員会ならびに A 病院の倫理審査を受け、承認を得てから実施し、対象者全員に書面によるインフォームドコンセントを行い、同意を得た後に実施した。

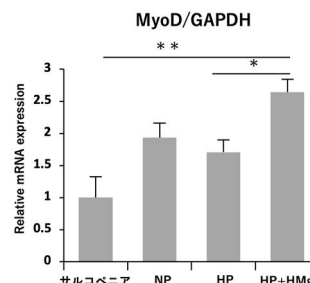
#### (5) P/Mg 比の異なる食品摂取による生体への影響の検討

透析患者を想定した食事介入の前段階として、健常者 6 名を対象に P/Mg 比の異なる食品を 2 週間摂取し、その実行可能性と体組成、血中リン、マグネシウム濃度、24 時間蓄尿による尿中リン、マグネシウム濃度、血管機能(EndoPAT の RHI 指数、脈波計アルテット)、食事調査(FFQ)、握力、血圧、喫食後アンケート調査を実施した。先行研究より、マグネシウム摂取量を増加させる食品選択として植物性たんぱく質である大豆製品などの摂取が有利であると報告されている。また豆腐は凝固剤の種類により、リン、マグネシウムの含有量は異なる。そこで本研究では凝固剤により P/Mg 比が異なる豆腐に着目した。これらの成分分析を行い、生体に及ぼす影響を検討し、P/Mg 比が低い食品による新規栄養療法への可能性を探索することとした。対象者を A (P/Mg 比が低い豆腐)と B(P/Mg 比が高い豆腐)の 2 群に分けて、2 週間毎日 1 パック喫食した。その後、2 週間の休息期間を設けて群を入れ替えて、再び 2 週間の喫食試験を実施した。本研究は兵庫県立大学倫理委員会の倫理審査を受け、承認を得てから実施し、対象者全員に書面によるインフォームドコンセントを行い、同意を得た後に実施した。

### 4. 研究成果

#### (1) 腎不全動物を用いた PEW モデルの作成

最初に正常ラットを用いた基礎データの集積を行い、低栄養かつ筋肉の減少を示す動物モデルを確立した。Control 群、低栄養群、懸垂群、懸垂+低栄養群に群分けした。通常と低栄養に分けて 14 日間飼育後、懸垂群と低栄養+懸垂群では尾部懸垂を 14 日間行った。解剖時の血液、肝臓および後肢の筋肉(腓腹筋・ヒラメ筋・長趾伸筋)を採取し、低栄養と筋萎縮の評価を行った。その結果、低栄養により MyoD1 の発現が減少、Atrogin-1、MuRF-1 の発現が増加した。次に、腎不全モデルである 5/6 腎臓摘出ラットを、尾部懸垂及び低栄養で 2 週間飼育したサルコペニア群、その後 P/Mg 比が異なる食餌を 2 週間与えた CP 群、HP 群、HP+HMg 群の 4 群について解析を行った。筋特異的遺伝子発現解析の結果、サルコペニア群および食餌性 P/Mg 比が高い HP 群と比較し、食餌性 P/Mg 比が低い HP+HMg 群において筋分化関連遺伝子の有意な発現増加が観察された。腎不全動物において P/Mg 比の低い食餌がサルコペニア回復に関与する可能性が示唆された。



#### (2) PEW モデル動物を用いた食餌と運動による PEW 改善効果の検討

Ex3w+Pro 群において筋分化特異的たんぱく質発現量の増加傾向が見られたため、運動条件を決定した。また、筋重量において有意差はなく、成長期による体重の影響があると考えられるため、成熟ラットを用いた実験を行うこととした。長趾伸筋において相対重量に有意差があったが、筋分化特異的遺伝子発現では明らかな変化は見られなかった。本研究では、動物におけるサルコペニア改善に向けた運動条件の確立ができたが、P/Mg 比を変えた食餌の明らかな効果は見られなかった。今後、より透析患者に近づけた条件とするために、腎不全動物や透析患者で生じやすい高リン血症と骨格筋との関連が知られているため高リンを与える群も作成し研究を行う必要

があると考えられる。それにより、P/Mg 比の異なる食餌によるサルコペニア改善の効果について検討できると推測される。

### (3) 筋細胞を用いたマグネシウムとリンの関連解析

ラット骨格筋由来細胞(L6 細胞)を用いた解析から、筋分化は高リンにより抑制、高マグネシウムにより促進されることを確認した。P/Mg 比による検討においては、高Pで抑制された筋分化が、高マグネシウム、すなわち P/Mg 比が低ければ、筋分化の抑制が改善される結果が得られた。

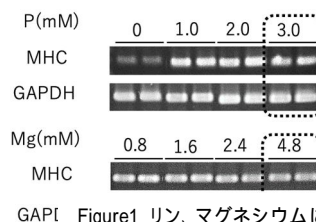


Figure 1 リン、マグネシウムによる筋細胞の分化への影響

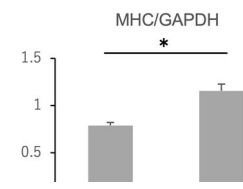


Figure 2 P/Mg 比による筋細胞の分化への影響

### (4) 透析患者における血中 P/Mg 比と食事摂取との関連

研究対象者は 27 名であったが、参加辞退が 1 名、除外対象 2 名（酸化マグネシウム内服）のため、24 名を解析対象とした。年齢  $65.5 \pm 11.2$  歳、BMI  $22.6 \pm 3.7$  kg/m<sup>2</sup> であり、血液検査データはいずれも透析患者の基準値の範囲内であった。血清 P/Mg 比の分布では、先行研究において心血管死亡リスクが顕著に上昇するとされた血清リン値 4.5 mg/dl かつ血清マグネシウム値 <2.7 mg/dl が血清 P/Mg 比 2.0 以上の群に有意に高く分布した ( $p < 0.001$ )。血清 P/Mg 比による対象者の背景、血液検査値および食習慣の違いの有無を検討するため、対象者を血清 P/Mg 比の中央値の 2.0 で分け、それぞれ血清 P/Mg 比高値群（血清 P/Mg 比 2.0）血清 P/Mg 比低値群（血清 P/Mg 比 <2.0）とし 2 群の差の検定を行った。食物摂取頻度調査の結果および加工食品摂取頻度調査の結果から、血清 P/Mg 比高値群では、主菜サービング、魚介類の摂取、エネルギー、たんぱく質摂取量、食物繊維摂取量、リン摂取量、マグネシウム摂取量、加工食品からのリン摂取量が有意に高い結果であった。また血清 P/Mg 比に影響を与える栄養素等摂取量の因子を検討するために重回帰解析を行った結果、1 日のリン摂取量が多いほど、血清 P/Mg 比が高値となりやすいことが示された。本研究にて、高齢透析患者の食事の特徴と、血清 P/Mg 比を明らかにしたが、今後は、対象者や調査施設を増やした調査を行い検討する余地が残った。

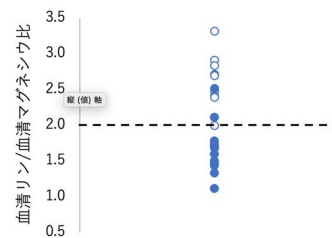


Figure 3. 血清リン/血清マグネシウム比  
対象者 24 名の血清リン/血清マグネシウム比をプロットし、血清リン値 4.5 mg/dl 以上かつ、血清マグネシウム値 2.7 mg/dl 未満を白丸でプロットした。血清リン/血清マグネシウム比の中央値 2.0 を点線で示した。

Table 1 血清リン/血清マグネシウム比別の栄養素等の摂取推定値の比較（抜粋）

項目	単位	血清 P/Mg 比高値群 (n=12)	血清 P/Mg 比低値群 (n=12)	p
主菜サービング	つ	7.4 ± 3.0	4.8 ± 2.2	0.023
魚介類	g/day	97 ± 49	55 ± 32	0.023
エネルギー	kcal/day	2,141 ± 552	1,621 ± 346	0.011
たんぱく質	g/day	78.0 ± 22.2	54.9 ± 16.8	0.009
食物繊維	g/day	13.2 ± 4.2	10.0 ± 3.1	0.041
リン	mg/day	1,089 ± 272	757 ± 227	0.004
マグネシウム	mg/day	288 ± 64	202 ± 69	0.004
加工食品からのリン	mg/month	2,957 ± 2,496	1,225 ± 1,107	0.039

データは平均値 ± 標準偏差で示した

### (5) P/Mg 比の異なる食品摂取による生体への影響の検討

ヒト試験の結果、血中のリン・マグネシウム 値の変化はなかった。しかし、Mg 含有量が多く P/Mg 比の低い食品で尿中の Mg 値が増加した ( $p=0.046$ )。よって、喫食試験で摂取したマグネシウムが尿中に反映されたことが示唆された。血管内皮機能の評価する EndoPAT の RHI 指数では変化はなかった。一方、脈波測定にて P/Mg 比が低い食品で血管弾力性の改善がみられた ( $p=0.01$ )。喫食後アンケート調査では、毎日で飽きることよりも持ち運びが不便である意見が多かった。本研究では健常人であること、少人数であること、喫食期間が短いこと、研究期間の食生活や行動が自由であることが研究の限界であった。しかしながら、実行可能性はあることが示され、今後の透析患者における介入研究につながる一助が得られた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Suga Naoko, Murakami Akira, Arimitsu Hideyuki, Shioyama Kazuya, Tanaka Sarasa, Ito Mikiko, Kato Yoji	4. 巻 69
2. 論文標題 Elevation of the serotonin-derived quinone, tryptamine-4,5-dione, in the intestine of ICR mice with dextran sulfate-induced colitis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition	6. 最初と最後の頁 61-67
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3164/jcbn.20-161	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 Kurokawa H, Kurokawa M, Ito M	4. 巻 38
2. 論文標題 Self-determined intake of folic acid, calcium and iron in pregnant women	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Trace Nutrients Research	6. 最初と最後の頁 58-65
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 黒川浩美, 黒川通典, 伊藤美紀子	4. 巻 28
2. 論文標題 妊娠適齢期女性の食事に関する健康行動に影響する自己決定性の検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本未病学会誌	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） なし	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 Kawamoto Keisuke, Sakuma Masae, Tanaka Sarasa, Masuda Masashi, Nakao-Muraoka Mari, Niida Yuki, Nakamatsu Yurino, Ito Mikiko, Taketani Yutaka, Arai Hidekazu	4. 巻 72
2. 論文標題 High-fat diets provoke phosphorus absorption from the small intestine in rats	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nutrition	6. 最初と最後の頁 110694 ~ 110694
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.nut.2019.110694	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 Tani Mariko, Tanaka Sarasa, Takamiya Kana, Kato Yoji, Harata Gaku, He Fang, Sakaue Motoyoshi, Ito Mikiko	4. 巻 67
2. 論文標題 Effects of dietary fiber on vascular calcification by repetitive diet-induced fluctuations in plasma phosphorus in early-stage chronic kidney disease rats	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition	6. 最初と最後の頁 283 ~ 289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3164/jcfn.20-46	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 Tani Mariko, Tanaka Sarasa, Oeda Chihiro, Azumi Yuichi, Kawamura Hiromi, Sakaue Motoyoshi, Ito Mikiko	4. 巻 68
2. 論文標題 SLC37A2, a phosphorus-related molecule, increases in smooth muscle cells in the calcified aorta	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition	6. 最初と最後の頁 23 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3164/jcfn.19-114	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 Tanaka Sarasa, Kawamura Hiromi, Imoto Yumeno, Urata Yuri, Hontama Sayuka, Oda Momoko, Sakaue Motoyoshi, Ito Mikiko	4. 巻 72
2. 論文標題 Interaction between inorganic phosphate concentration and glucose metabolism in mild refeeding syndrome model	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition	6. 最初と最後の頁 126 ~ 131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3164/jcfn.22-99	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 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 田中 更沙、博多 涼、多田 恭歌、守本 彩乃、橋本 渚、坂上 元祥、伊藤 美紀子
2. 発表標題 軽度リフィーディングシンドロームモデル動物における栄養投与方法の違いが代謝変動に及ぼす影響
3. 学会等名 第75回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 黒川 浩美、黒川 通典、伊藤 美紀子
2. 発表標題 妊娠適齡期女性における微量栄養素摂取に影響する自己決定性
3. 学会等名 第29回日本健康教育学会学術総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 黒川 浩美、黒川 通典、伊藤 美紀子
2. 発表標題 妊娠前からはじめる健康的な食生活に対する意識調査
3. 学会等名 第68回日本栄養改善学会学術総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中更沙、井貫雅子、橋本渚、安部綾、小関誠、坂上元祥、伊藤美紀子
2. 発表標題 透析患者における尿毒素物質に着目した水溶性食物繊維摂取の影響
3. 学会等名 第24,25回日本病態栄養学会年次学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中更沙、緒方茉衣、博多涼、谷真理子、坂上元祥、伊藤美紀子
2. 発表標題 軽度リフィーディングの肝臓における網羅的代謝変動解析
3. 学会等名 第74回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中更沙、博多涼、多田恭歌、藤川晴奈、坂上元祥、伊藤美紀子
2. 発表標題 リフィーディングシンドロームモデル動物における栄養投与法が代謝変動に及ぼす影響
3. 学会等名 第59回 日本栄養・食糧学会 近畿支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Fujimoto C, Kaji Y, Muneishi M, Kamimura K, Sakaue M
2. 発表標題 Dietary awareness, eating attitudes, and phosphorus intake in hemodialysis patients with protein-energy wasting (PEW).
3. 学会等名 ESPEN 2020 Virtual Congress (欧州臨床栄養・代謝学会) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Inuki M, Fujimoto C, Muneishi M, Sakaue M
2. 発表標題 ssociation of nutrient intakes with physical activity in patients on chronic hemodialysis.
3. 学会等名 ESPEN 2020 Virtual Congress (欧州臨床栄養・代謝学会) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹林希歩、森倉美月、田中久美、井野隆弘、坂上元祥
2. 発表標題 生活習慣病を有する高齢女性患者のフレイルと食習慣・運動習慣の関係.
3. 学会等名 第31回日本老年医学会近畿地方会、
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 橋本渚、田中更沙、三宅ひかり、松本依磨、藤川晴奈、加藤陽二、吉田優、三枝大輔、坂上元祥、伊藤美紀子
2. 発表標題 リフィーディングシンドローム発症前に着目した全身代謝物質解析による発症関連物質の探索と予防効果の検討
3. 学会等名 第77回 日本栄養・食糧学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 橋本渚、田中更沙、松本依磨、三宅ひかり、藤川晴奈、坂上元祥、伊藤美紀子
2. 発表標題 リフィーディングシンドロームの予防・治療法開発を目指した発症関連物質の探索と効果の検討
3. 学会等名 第26回日本病態栄養学会年次学術総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 加藤結子、田中更沙、荒川紗季、金澤佐紀、坂上元祥、伊藤美紀子
2. 発表標題 食事性リン/マグネシウム比が腎不全モデルの筋肉に及ぼす影響
3. 学会等名 第77回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hashimoto N, Tanaka S, Fujikawa H, Miyake H, Matsumoto E, Sakaue M, Ito M
2. 発表標題 Investigation of Refeeding syndrome-related substances for development preventive and treatment strategies
3. 学会等名 22nd IUNS-ICU International Congress of Nutrition (国際学会)
4. 発表年 2022年

## 〔図書〕 計2件

1. 著者名 鈴木 一永、鞍田 三貴、市橋 きくみ、蓬田 健太郎、本田 まり、伊藤 美紀子、森田 純仁、位田 忍、松元 紀子	4. 発行年 2022年
2. 出版社 化学同人	5. 総ページ数 240
3. 書名 臨床栄養学概論 第2版	

1. 著者名 竹谷 豊、塚原 丘美、桑波田 雅士、阪上 浩(編) 新井英一、伊藤美紀子、大西律子他著	4. 発行年 2023年
2. 出版社 講談社	5. 総ページ数 384
3. 書名 新・臨床栄養学 第2版	

## 〔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	坂上 元祥  (Sakaue Motoyoshi)  (20283913)	神戸松蔭女子学院大学・人間科学部・教授   (34513)	
研究分担者	加藤 陽二  (Kato Yoji)  (30305693)	兵庫県立大学・環境人間学部・教授   (24506)	
研究分担者	田中 更沙  (Tanaka Sarasa)  (90733387)	兵庫県立大学・環境人間学部・助教   (24506)	

## 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
---------	---------