

東洋大学  
ライフイノベーション研究所

2024 年度研究報告書

2025 年 3 月

東洋大学ライフイノベーション研究所



東洋大学

2025 年 3 月  
東洋大学ライフイノベーション研究所長  
宮越 雄一  
(健康スポーツ科学部栄養科学科 教授)

## はじめに

我が国は世界に類をみない速度で、超高齢社会に突入しています。また、平均寿命は男女ともに年々延伸し、令和元年度には男性 81.41 歳、女性 87.45 歳に達しました。その一方で、「日常生活に制限のない期間の平均」と定義される健康寿命は、令和元年度では男性 72.68 歳、女性 75.38 歳にとどまっており、平均寿命と健康寿命の差は男性 8.73 年、女性 12.07 年となっています。このまま有効な対策を講じなければ、この差が拡大していくことになり、今後は介護給付金等の社会保障費がますます膨らむことが予想されます。今後の日本社会では生活習慣病などの慢性疾患予防と健康増進、介護予防などにより平均寿命と健康寿命の差を短縮することが重要であり、このことが生活の質の低下を防ぐとともに社会保障負担の軽減につながります。

厚生労働省は、令和 5 年 5 月に健康増進法に基づく「国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針」を改正し、令和 6 年度から 17 年度まで、21 世紀における第三次国民健康づくり運動「健康日本 21 (第三次)」が推進されることになりました。健康日本 21 (第三次) では、すべての国民が健やかで心豊かに生活できる持続可能な社会の実現に向けて、誰一人取り残されない健康づくりの展開と、より実効性をもつ取り組みの推進を行うこととしております。これらを実現するために、健康日本 21 (第三次) では、4 つの基本的方向として、①健康寿命の延伸・健康格差の縮小、②個人の行動と健康状態の改善、③社会環境の質の向上、および④ライフコースアプローチを踏まえた健康づくりを掲げ、②～④の取り組みにより、①を実現することとしております。この基本的方向に沿って、計画開始後の令和 14 年度までの 9 年間を目途に、国は全国的な目標を設定し、都道府県・市町村はその目標を勘案しつつ、具体的な目標を設定し、健康増進計画を策定することとしております。健康日本 21 (第三次) では、人口・世帯構造の変化やデジタル技術の進歩など、より今後の社会変化を見据えた計画としての位置づけがされていることや、社会の多様化、人生 100 年時代の本格到来を踏まえて、各ライフステージ特有の健康づくりの取り組みを重視したことなどに特色がみられます。

令和元年度からライフイノベーション研究所では、より効果的な健康寿命延伸のために必要な研究を推進し、将来的に健康寿命延伸に有効な手法を実用化するために、研究グループを①自然科学的アプローチによる生活習慣病発症リスクの低減、②社会科学的アプローチによる社会福祉環境の改善を介した健康寿命延伸支援という 2 つの大きな研究分野に分

けました。さらに、その分野を次に示す合計 5 つの各研究グループで研究活動を展開しております。

- ①腸内細菌叢のバランスを介した健康維持増進
- ②食生活を中心とした生活習慣の不規則性改善に関する研究
- ③健康寿命を縮める主な原因になっている生活習慣病の予防に関する研究
- ④アスリートのコンディショニングと中高齢者の健康管理への応用
- ⑤住環境改善による健康寿命の延伸

研究員については、より実働的な研究活動を行うという観点から、健康スポーツ科学部（13名）、福祉社会デザイン学部（5名）、食環境科学部（5名）、生命科学部（5名）の教員に加え、17名の産官学の組織に所属する客員研究員と1名の研究助手並びに2名の院生研究員が研究に参画しております。これら多岐にわたる研究グループのもと、学部横断的に研究を展開しております。各グループの成果の詳細はそれぞれの報告をご覧いただきたいのですが、各研究グループからいくつかの注目すべき研究成果が出されており、今後の実用化に向けた取り組みが期待され、本学院生研究員や客員研究員の研究成果も含めて、これからの健康寿命の延伸を考えていく上で、有意義な知見を提供できれば幸いです。

研究所の活動展開については、今年度のシンポジウムでは「女性の健康維持・増進」をテーマとして、2名の方にご講演いただきました。女性を取り巻く環境とがんの関係を調べる発がんリスク研究をされている翠会ヘルスケアグループ精神医学研究所研究員の吉田吏江様からは「環境保健と性差の観点から女性の健康研究を」のご講演を、産前・産後・子育て期の親子が、地域の中で、安心して心身ともに健やかに育ていけるよう様々な支援を行っている一般社団法人わこう産前・産後ケアセンター代表理事（助産師・公認心理師）の伊東優子様からは「夢紡ぐ子育て支援、妊娠期から切れ目ない支援」～わこう産前・産後ケアセンターの取り組みについて～のご講演をいただきました。

最後に、本研究所の活動にご協力を頂いている皆様方に厚く御礼申し上げ、引き続きライフイノベーション研究所を温かく見守りいただければ幸甚です。

# 目次

## I. 研究グループ「腸内細菌叢のバランスを介した健康維持増進」

1. 研究グループ紹介・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
2. 研究報告
  - ①有効利用を視野に入れた廃棄物由来微生物の単離・・・・・・・・・・・・・・・・三浦 健・・・ 2
  - ②市販味噌由来植物性乳酸菌の抗酸化活性・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・高品 知典・・・ 4
  - ③胎生期バルプロ酸曝露マウスの脳腸相関の研究・・・・・・・・・・・・・・・・児島 伸彦・・・ 6
  - ④幼児期の腸内細菌叢に関する研究—山間部、中間部、都市部の比較研究—・・高橋 珠実、  
吉永 淳・・・ 8

## II. 研究グループ「食生活を中心とした生活習慣の不規則性改善に関する研究」

1. 研究グループ紹介・・ 10
2. 研究報告
  - ①住宅確保要配慮者の転居後の生活に関する研究～心身の健康状態と住まいとの関係  
山本 美香・・・12
  - ②地域共生社会政策における困窮世帯への食支援等に関する研究・・・・・・・・加山 弾・・・14
  - ③食も含めた子どもの貧困対策の総合化に関する研究・・・・・・・・・・・・伊奈川 秀和・・・16
  - ④通所介護事業所の転換に関する研究—「食」の機能に係る介護報酬加算の算定状況から—  
早坂 聡久・・・18
  - ⑤LINE®を用いた内服アドヒアランスおよび食事摂取状況の調査～健康長寿のための補助デバイス  
開発に向けて～・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・高鶴 裕介・・・20

## III. 研究グループ「健康寿命を縮める主な原因になっている生活習慣病の予防に関する研究」

1. 研究グループ紹介・・ 25
2. 研究報告
  - ①発がん物質のスクリーニング・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・宮越 雄一・・・29
  - ②加重低減に伴うラット大腿骨の骨量減少に対する鍼通電刺激の効果に関する研究  
大迫 正文・・・30
  - ③神経細胞における MLV-Gag 制御とその生理的意義・・・・・・・・・・・・根建 拓・・・31
  - ④腫瘍スフェロイドモデル系を用いた新規大腸がん治療法構築の可能性・・・・矢野 友啓・・・33
  - ⑤女子陸上長距離選手における短期ビタミン摂取が及ぼす影響・・・・・・・・太田 昌子・・・35
  - ⑥ビートルートジュース摂取が姿勢変化時およびつま先立ち運動時における下腿部静脈容積変化  
に及ぼす影響・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・大上 安奈・・・36
  - ⑦可溶化 B7-H6 は胃がんにおける NK 細胞活性の低下と関連する・・・・・・・・加藤 和則・・・38
  - ⑧摂食条件が摂食率や美味しさに与える影響・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・大瀬良 知子・・・40
  - ⑨モリンガ粉末の機能性向上および嗜好性改善に関する研究・・・・・・・・・・郡山 貴子・・・42
  - ⑩低酸素環境滞在後の持久性運動が組織中 Fibroblast Growth Factor 21 に及ぼす影響  
今 有礼・・・44

- ⑪ポストバイオティクスの創出とその作用メカニズム解明・・・・・・・・・・石田 達也・・・46
- ⑫難治性がんにおける小胞体ストレス誘導を介した治療戦略の検討・・・・・・・・河野 翔・・・49
- ⑬朝食欠食後の尿中ケトン体濃度に関する予備的研究・・・・・・・・・・吉崎 貴大・・・51
- ⑭バナナ(Musaspp.)の樹に含まれる機能成分の測定と生活習慣病予防への応用①  
後藤 顕一・・・53
- ⑮ビタミンCの抗老化作用に関する研究・・・・・・・・・・佐藤 綾美・・・56
- ⑯高地トレーニングが陸上選手の血液性状へ与える影響・・・・・・・・・・芹澤 奈保・・・57

IV. 研究グループ「アスリートのコンディショニングと中高齢者の健康管理への応用」

- 1. 研究グループ紹介・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・58
- 2. 研究報告
  - ①アスリートのコンディショニングトレーニング現場で何が行われているか-トレーニング指導者教育への課題提起・・・・・・・・・・岩本 紗由美・・・60
  - ②アスリートにおける食生活リテラシー評価の試み・・・・・・・・・・高田 和子・・・62
  - ③チームスポーツ現場におけるフィジカルコンディショニングスタッフの役割・中島 徹哉・・・64

V. 研究グループ「住環境改善による健康寿命の延伸」

- 1. 研究報告
  - ①日本におけるサービス付き高齢者向け住宅の変容-コロナ禍後の将来へ向けた方向性  
水村 容子・・・66

VI. 研究助手・客員研究員・院生研究員報告

- ①新規生活習慣病バイオマーカーと治療法の開発基盤研究・・・・・・・・・・岩澤 卓弥・・・68
- ②生物学・栄養学におけるミネラルの役割・・・・・・・・・・西牟田 守・・・70
- ③後肢懸垂ラットの大腿骨に及ぼすベクトルポテンシャル発生装置の効果・・・・・・・・藤川 芳織・・・71
- ④日本人若年女性におけるヨーグルト摂取と睡眠の質の関連・・・・・・・・・・西田 聡・・・72
- ⑤踵部脂肪体の形態及び機能特性の解明・・・・・・・・・・前道 俊宏・・・73
- ⑥異なる部位に存在する脂肪組織および下腿筋膜の神経およびコラーゲン線維分布の特徴に関する研究・・・・・・・・・・奥貫 拓実・・・75
- ⑦幼児親子間における食塩0.6%の識別度について (Pilot study)・・・・・・・・濱谷 亮子・・・76
- ⑧ラット大腿部内出血に対する副子固定が治癒過程に及ぼす影響・・・・・・・・中井 真悟・・・77
- ⑨投球障害予防に向けた研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・石垣 智恒・・・79
- ⑩健康寿命の延伸に欠かせない魚食の現状と課題・・・・・・・・・・佐藤 成美・・・80
- ⑪ブレードを使用した下肢切断児のランニングが身体負荷および発育へもたらす影響について  
高橋 素彦・・・81
- ⑫錯視の心理的利用のための数値モデル・・・・・・・・・・木本 伊彦・・・82
- ⑬胎仔期バルプロ酸投与マウスにおける脳-腸軸を主体としたアプローチ・・佐藤 健二郎・・・83
- ⑭膵がんの診断と治療に向けた抗体認識標的膜タンパク質の提案・・・・・・・・中埜 尚・・・85

- ⑮脛骨粗面への機械的刺激の減少と石灰化関連因子に関する研究・・・・・・・・・・水藤 飛来・・・87
- ⑯魚油による食事誘発性熱産生亢進と時間要素の検討・・・・・・・・・・・・・・・・山崎 聖美・・・89
- ⑰後肢懸垂ラットの大腿骨に及ぼすベクトルポテンシャル発生装置の影響の組織学的解析  
南園 航・・・90
- ⑱非接触性通電刺激がラット脛骨骨損傷後の骨形成過程に及ぼす影響の検討・・八嶋 奈央・・・92

VII. 2024 年度オンラインシンポジウム講演

- ①環境保健と性差の観点から女性の健康研究を・・・・・・・・・・・・・・・・吉田 吏江・・・93
- ②「夢紡ぐ子育て支援、妊娠期から切れ目ない支援」～わこう産前・産後ケアセンターの取り組みについて～・・・・・・・・・・・・・・・・伊東 優子・・・95

# 「腸内細菌叢のバランスを介した健康維持増進」

## 研究グループ紹介

ライフイノベーション研究所 研究員  
グループ責任者 三浦 健

『腸内細菌叢』のバランスは「体調・食生活・年齢・ストレス・抗生物質などの薬の服用」などといった、様々な要因によって日々変化する。本研究グループでは、腸内細菌層のバランスを整え生活習慣病等の慢性疾患の基礎病態である慢性炎症などを抑制することを目的としている。そこで、日常的に摂取しているものから腸管上皮組織や腸管免疫を改善する新規プロバイオティクスおよびプレバイオティクスを探索し、中高年の健康維持、増進への貢献を目指す。この研究により、科学的根拠に基づいたヒトの腸内環境ケアの手法を提案するための基礎的な検討を行う。さらに、幼児期の食生活と腸内細菌叢に関する研究からからだの健康との関連を検討した。以下に2024年度の成果概要を示した。

### ① 新規プレバイオティクスおよびプロバイオティクスの探索および諸性質の検討

「市販味噌由来植物性乳酸菌の抗酸化活性（高品）」：味噌は日本古来の伝統的な発酵食品の1つであり、腸内環境を整える機能を持ち、免疫力を高め病気を予防する効果があると期待されている。昨年度、市販要冷蔵味噌から分離・保存に成功した植物性乳酸菌 *Tetragenococcus halophilus* が抗酸化活性を示したことから、味噌乳酸菌がプレバイオティクスとして健康効果を発現している可能性を明らかにした。

「有効利用を視野に入れた廃棄物由来微生物の単離（三浦）」：本来であれば食べられるはずの果実が生理障害により廃棄されているケースが増えている。しかし果実の中には、抗酸化物質のポリフェノール、食物繊維やカリウム、ソルビトールといった有効成分が豊富に含まれており、有効活用を模索した結果、水分が豊富な果実からアルコール発酵性酵母、酢酸菌および乳酸菌の単離に成功し発酵食品を生産する可能性を見出した。さらに *Lactobacillus brevis* を用いてキャベツの芯から GABA 生産量を向上させることを目指している。

「胎生期バルプロ酸曝露マウスの脳腸相関の研究（児島）」：自閉スペクトラム症メカニズムは未だ明らかではない。そこで ASD モデルマウスを用いて解析したところ行動異常の一部は、E/I バランスの不均衡や神経炎症と関連している可能性が示された。また、フェルラ酸は腸内細菌叢を介して間接的に行動や脳機能に影響を与えることが示唆された。特に、腸内環境を調整する物質が行動異常の改善や脳機能の正常化に寄与する可能性があり、今後の治療法開発への示唆を得ることができた。

② 幼児期の腸内細菌叢に関する研究 —山間部、中間部、都市部の比較研究—（高橋・吉永）：今回は昨年度までに報告したものに、都市部の幼稚園に通う幼児のデータを加え、腸内細菌の組成や多様性の比較、腸内細菌とからだの健康との関連を検討した。門および属レベルの占有率、腸内細菌の多様性の3群間比較を行った結果、都市部群の結果に特徴的な結果が示された。今回の結果から、幼児期の環境や生活習慣が腸内細菌叢、そしてからだの健康へ影響を与える可能性が示唆された。

# 有効利用を視野に入れた廃棄物由来微生物の単離

三浦 健（生命科学部生物資源学科）

## 1. 研究の背景

昨今の果実廃棄の原因として、地球温暖化による異常気象の影響でカメムシが大量発生し、果実の見た目や食感の悪化、果肉が柔らかくなることなどの生理障害が挙げられる。このような問題により、本来であれば食べられるはずの果実が廃棄されているケースが増えている。しかし、果実の中には、抗酸化物質のポリフェノール、食物繊維やカリウム、ソルビトールといった有効成分が豊富に含まれており、有効活用を模索した結果、水分が豊富な果実から発酵食品を生産する可能性を見出した。

グルタミン酸が豊富に含まれているキャベツの芯（グルタミン酸量 360mg 含有）の多くは廃棄されている。そのグルタミン酸を *Lactobacillus brevis* が脱炭酸させ、 $\gamma$ -アミノ酪酸（GABA）を生産することが報告されている<sup>1)</sup>。そこで *Lb. brevis* を用いてキャベツの芯から GABA を生産することで、キャベツの芯を有効利用できるのではないかと考えた。GABA は、L-グルタミン酸からグルタメートデカルボキシラーゼ（Glutamatedecarboxylase, GAD）による脱炭酸反応で生成する非蛋白性のアミノ酸である。GABA は高血圧症状の緩和に有効であることが知られている。また、最近ではストレスの抑制や寝付きの改善に効果があるという報告もあり、ギャバロン茶、匪芽米以外にも様々な健康食品が開発されるようになってきた。

## 2. 調査報告および研究報告

### (i) 廃棄果実から単離された有用微生物利用の検討

廃棄果実を一般的酵母の培地である YPD 液体培地およびに入れ、発酵性酵母である *Saccharomyces cerevisiae* 2 株（A 株、B 株）と酢酸菌である *Acetobacter pasteurianus* 1 株（C 株）、さらに乳酸菌 *Lactobacillus plantarum* 9 株の単離に成功した。*Saccharomyces cerevisiae* A 株と *Saccharomyces cerevisiae* B 株ともに 1 日目までエタノールを活発に生産したが、1~5 日の間はあまり生産しなかった。さらに *Acetobacter pasteurianus* C 株はエタノール添加量 5% では酢酸量 0.15 (g/L) 程度で、10% では酢酸量 0.2 (g/L) 程度であった。一方、エタノールが残存しており、長期培養することで酢酸生産量が増加することが考えられた。

### (ii) キャベツ芯からの GABA 生産に向けた条件検討

先行研究としてキャベツ芯から単離・保存に成功した *Lactobacillus brevis* D 株を用いて行った。培地濃度は、MRS 液体培地の GABA 生産効率は 60%、1/2MRS 液体培地は 75% であり、MRS 濃度を減少させたことで、生産効率は増加傾向を示すことができた。さらにグルタミン酸 1% で GABA 生産効率は 60%、10% で 20% であった。また、グルタミン酸 10% では生育の阻害が見られた。キャベツ芯から調製した培地に存在するグルタミン酸濃度 1% と 2% とともに、ほぼ同程度の 500 (mg/100 g) の GABA が生産された。一方で、2% ではグルタミン酸 500 (mg/100 g) が残存していた。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

### (i) 廃棄果実から単離された有用微生物利用の検討

通常、果実酢に含有される酢酸量は 4% 以上である。本年度、単離した発酵性酵母と酢酸菌のエ

タノールと酢酸の生産能は確認できた。今後、最適条件を検討することで商品化に挑戦する予定である。

(ii) キャベツ芯からの GABA 生産に向けた条件検討

本年度、培養条件を検討することで GABA 生産能の向上をさせることができた。今後は、培養時間と植菌量を検討すること、および抗生物質を用いたリボソーム工学における育種などを行う予定である。

参考文献

- 1) 侯 歌川ら, 日本科学工学会誌, 2013, vol. 60, No. 3, 125-132
- 2) 八十川大輔ら, 北海道立食品加工研究センター報告 No. 82009

発表論文：該当なし

学会発表

- 1、 Honoka Yamaguchi, **Takeshi Miura**, Elucidation of the caffeine tolerance mechanism of *Lactobacillus paracasei* YKP4, International Microbiological Societies Congress (IUMS 2024)
- 2、 山口穂香、水木徹、**三浦健**：カフェイン耐性乳酸菌における ROS 無毒化機構の解明について、第 25 回極限環境生物学会
- 3、 山口穂香、山本凌太郎、水木徹、三浦健：Lactobacillus paracasei YKP4 株のカフェイン耐性機構の解明に向けて、日本農芸化学会 2025 年度大会

著書：該当なし

# 市販味噌由来植物性乳酸菌の抗酸化活性

高品 知典（生命科学部生物資源学科）

## 1. 研究の背景

味噌は日本古来の伝統的な発酵食品の1つであり、近年、そのプレバイオティクス、プロバイオティクス<sup>1)</sup>としての機能が注目されている。味噌の主原料は大豆であるが、発酵過程において元来大豆にはないアミノ酸やビタミン類等が多量に加わり、大豆以上の高い栄養価を示すことが知られている。また発酵工程で生産される様々な代謝産物が含まれており、いわば機能未知の成分を含む複合微生物系多機能食品といえる。

味噌と健康については、これまでに様々な研究が行われており、ガンのリスクを下げる<sup>2)</sup>、生活習慣病のリスクを下げる<sup>3)</sup>、老化を防止する<sup>4)</sup>、美白効果がある<sup>5)</sup>などの機能性が明らかにされている。特に最近では味噌が腸内環境を整える機能を持ち、免疫力を高め病気を予防する効果があると期待されている<sup>1)</sup>。そこで、味噌由来のプレバイオティクス、プロバイオティクス、バイオジェニックスの探索研究を進めるにあたり、昨年度に市販要冷蔵味噌から分離された植物性乳酸菌の抗酸化活性を調べた。

## 2. 調査報告および研究報告

昨年度に新たに入手した市販要冷蔵味噌製品 14 種類を供試サンプルとし、3%NaCl 含有 MRS 白亜寒天培地および各糖源（グルコース、リボース、フルクトース、マンノース、ガラクトース、キシロース）を添加した 3%NaCl 含有 YP 白亜寒天培地に味噌サンプルを塗布または混釈し 25°C で静置培養した結果、供試 14 サンプル中、6 サンプルの味噌から植物性乳酸菌が生菌として分離された。MALDI-TOF MS を用い簡易同定を試みたところ、全て植物性乳酸菌の 1 種である *Tetragenococcus halophilus* と同定された。今回はこれらの分離株について、DPPH Antioxidant Assay Kit（同仁科学研究所）の使用方法に従って菌株の液体培養液のラジカル消去率を測定した。その結果、培養 2 日目以降にラジカル消去率 58~64%（トロロックス 68~80  $\mu$ g/mL 相当）の抗酸化活性が認められた。

一昨年度は市販要冷蔵味噌サンプル計 29 種のうち、乳酸菌候補株が生菌として確認された味噌は 1 種類であったことから、生菌の乳酸菌が存在していない市販要冷蔵味噌が数多く存在する可能性が示唆された。一方、昨年度はおよそ 40% の供試サンプルから生菌として植物性乳酸菌を分離することができた。今回、これらの生菌が抗酸化活性を示したことから、味噌乳酸菌がプレバイオティクスとして健康効果を発現している可能性が考えられる。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

現在市場で流通している市販味噌は、保存中の過発酵を防止する目的で、出荷前に加熱処理あるいはアルコール添加を施されているものがある。一方、加熱処理に関しては商品への表示義務が無いため、消費者は購入した味噌が”生きた”菌や酵素を含んでいるかどうか判別することが難しい。研究対象とする味噌については、個々の製品の製造方法にも注意を払いながら選択する必要がある。このような点に注意しながら味噌の腸内環境へ及ぼす効果を検証するとともに、味噌由来のプレバイオティクス、プロバイオティクス、バイオジェニックスの探索を進めることが重要であると考えられる。

参考文献

- 1) 田代靖人、奥恒行、中村禎子 (2006) 第5章プレバイオティクス. 光岡知足編, プロバイオテックス・プレバイオティクス・バイオジェニクス, p.115-128, 公益財団法人日本ビフィズス菌センター
- 2) 厚生労働省研究班 (2003)
- 3) 青木宏ら (1994)
- 4) 小泉武夫ら (1995)
- 5) 新本洋士ら (1997)
- 6) 林 果凜、佐藤 凜 東洋大学生命科学部 卒業論文要旨 (2024)

発表論文

該当なし

学会発表

該当なし

著書

該当なし

# 胎生期バルプロ酸曝露マウスの脳腸関連の研究

児島 伸彦（生命科学部生命科学科）

## 1. 研究の背景

自閉スペクトラム症（Autism Spectrum Disorder, ASD）は、社会的相互作用やコミュニケーションの障害、限定的かつ反復的な行動パターンを特徴とする神経発達障害である。その発症メカニズムは未だ明らかではないが、近年いくつかの仮説が提唱されている。具体的には、興奮性と抑制性シナプスの活動バランスが崩れる「E/I バランス不均衡仮説」、発達過程における不要なシナプスの除去が正常に行われぬ「シナプス刈り込み障害仮説」、腸内環境と脳機能の相互作用に着目した「腸内細菌叢仮説」、および中枢神経系の炎症が行動異常に関与する可能性を示唆する「神経炎症仮説」である。しかし、これらの仮説の関係性や、ASD における脳内メカニズムは未解明であり、治療法の開発には至っていない。本研究では、胎生期にバルプロ酸（VPA）曝露を受けた ASD モデルマウスを用い、行動表現型の基盤となる生物学的要因を解明することを目指した。

## 2. 調査報告および研究報告

### 【実験方法】

本研究では、妊娠中のマウスにバルプロ酸（500 mg/kg）を1回腹腔投与し、出生後の仔マウスを ASD モデルとして使用した。対照群には生理食塩水を投与した。行動解析では、母子単離誘発超音波発声試験、オープンフィールド試験、Y字迷路試験、および3チェンバー社会相互試験を実施した。さらに、脳内遺伝子発現解析として生後3週の大脳皮質を採取し RNA-seq 解析を行い、発現変動遺伝子を特定した。また、生後8週の盲腸内容物から DNA を抽出し、16S rRNA 遺伝子解析により腸内細菌叢組成を比較した。さらに、フェルラ酸を ASD モデルマウスに2週間投与し、その行動表現型や腸内細菌叢への影響を評価した。

### 【実験結果と考察】

行動解析の結果、ASD モデルマウスでは母子単離誘発超音波発声試験において発声の減少が認められ、コミュニケーション障害を示唆した。また、オープンフィールド試験では、モデルマウスが中央滞在率の増加を示し、不安様行動の低下が観察されたが、フェルラ酸投与によって対照群と同等の値に改善した。一方で、3チェンバー社会相互試験では、モデルマウスが既知と新規マウスを区別できず、フェルラ酸による改善効果も確認されなかった。脳内遺伝子発現解析では、抑制性シナプス形成に関連する遺伝子の発現低下が観察され、E/I バランスの不均衡が示唆された。また、炎症や免疫応答に関連する遺伝子発現の上昇が確認され、神経炎症が ASD の行動異常に寄与する可能性が示された。腸内細菌叢解析では、ASD モデルマウスで特定細菌の占有率変化が観察され、特にオシロスピラの上昇やムリバキュラムの減少が確認された。フェルラ酸投与後には、細菌群の一部が正常化し、ローゼンブリアやアリストティペスといった細菌の増加が観察された。

これらの結果から、ASD モデルマウスにおける行動異常の一部は、E/I バランスの不均衡や神経炎症と関連している可能性が示された。また、フェルラ酸は腸内細菌叢を介して間接的に行動や脳機能に影響を与えることが示唆された。特に、腸内環境を調整する物質が行動異常の改善や脳機能の

正常化に寄与する可能性があり、今後の治療法開発への示唆を得ることができた。

### 3. 今後の研究における課題

さらなる研究では、行動、腸内細菌叢、および遺伝子発現データの相互関係を多変量解析により詳細に解明することで、ASD 治療法の開発につなげることが期待される。

参考文献：該当なし

発表論文：該当なし

学会発表

1. Tomoki Tamura, Kenjiro Sato, Nobuhiko Kojima. Prenatal exposure to valproic acid in mice leads to abnormalities in synaptic pruning and microglia activation. 第 101 回日本生理学会大会（北九州市）2024 年 3 月
2. Tomoki Tamura, Nobuhiko Kojima. Reevaluation in glial cell activation and abnormal synaptic pruning in prenatal valproate exposed mice. 第 47 回日本神経科学大会（福岡市）2024 年 7 月

著書：該当なし

# 幼児期の腸内細菌叢に関する研究 ―山間部、中間部、都市部の比較研究―

高橋 珠実 (食環境科学部食環境科学科)

吉永 淳 (生命科学部生命科学科)

## 1. 研究の背景

健康づくりにおいて、乳幼児期からの食事、運動、睡眠の重要性が挙げられ、幼少期からの生活習慣がそれ以降の健康に影響を与えることが考えられている。特に健康に大きく関わることで注目されている腸内細菌叢について、子どもの食生活と腸内細菌叢に関する研究はまだこれからの分野であることから、幼児期の食事と腸内細菌、そしてからだの健康との関連を検討していくことを目的とした。

## 2. 調査報告および研究報告

2021 年度より継続して幼児期の食事と腸内細菌、からだの健康との関連を検討している。対象者は、山間部、山間部と都市部の中間地域、および都市部の保育園および幼稚園の幼児とした。今年度は、各地域のデータ数を増やす目的で便サンプル採取、および調査（身長・体重、生活習慣調査、食事調査、からだの健康調査、および腸内細菌叢検査）を行った。からだの健康調査は、子どものからだの調査 2015<sup>1) 2)</sup> を参考として、独自に作成したものを用いて、親が感じる「子どものからだのおかしさ」を調査した。腸内細菌叢検査は、専用のキット（テクノスルガ・ラボ社製）を用いて行った。採取した検体はゲノムリード株式会社に郵送し、メタ 16SrDNA 解析を用いた腸内細菌叢の解析、および QIIME2 を用いた情報解析を行った。

はじめに 2021~2023 年度のデータを用いて、昨年度報告できなかった幼児の腸内細菌叢の特徴や多様性の 3 群間比較（山間部：S 群 20 名、中間部：T 群 24 名、都市部：J 群 17 名）、および腸内細菌叢とからだの健康との関連について検討した結果を報告する。対象幼児は、長野県の山間部のこども園に通う園児（S 群）、群馬県中心部の保育園に通う園児（T 群）、および東京都の幼稚園に通う園児（J 群）であった。園での活動について、いずれの園も外遊びや園外散歩を多く行っていた。また、山間部（S 群）と中間部（T 群）は頻繁に山歩き・山ランニングに連れて行くような園であった。園での給食の違いについて、山間部（S 群）の園は食材のすべてを地産地消の無農薬や有機栽培の野菜や米を使って作る給食に対し、中間部（T 群）および都市部（J 群）の園の給食はそのような食材は使わない給食であった。また、都市部（J 群）の園は、給食後に帰宅となるため、おやつ提供はされていなかった。

腸内細菌の属レベル *Bacteroides*、*Bifidobacterium*、*Prevotella* の結果から、*Bacteroides* と *Bifidobacterium* を多く保有することを特徴とする BB タイプと *Prevotella* を多く保有する特徴を持つ P タイプとに分けてみると、3 群間でその割合に違いが認められた。都市部（J 群）では全員（100%）が BB タイプであった（山間部：S 群 80%、中間群：T 群 87.5%）。一般的に高脂肪の現代食とともに腸内細菌叢のタイプは BB タイプに移行するとされている。先行研究<sup>3)</sup> では日本の児童 84 名中 83 名（98.8%）が BB タイプであり、都市部で BB タイプの割合が高いことを報告している。本研究結果は先行研究同様、都市部の子どもに高い割合で BB タイプが確認された（図 1）。

酪酸菌が作り出す酪酸は腸内を弱酸性にすることで、腸内にある悪玉菌が発育することを抑制し、

乳酸菌やビフィズス菌などの善玉菌が住みやすい環境を作るのに役立つ。酪酸産生を有する菌の一種、*Faecalibacterium* で都市部（J群）と山間部（S群）の間に有意差が認められた（都市部 < 山間部）。

種類が多く均等にいるほど高い値を示す多様性の結果について、3群間に有意差が認められた（図2）。この結果から、山間部（S群）の多様性が高いことが明らかになった（都市部 < 中間部 < 山間部）。

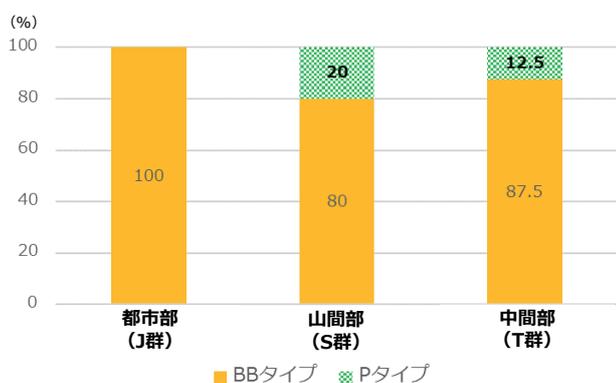


図1. 腸内細菌のパターンの比較

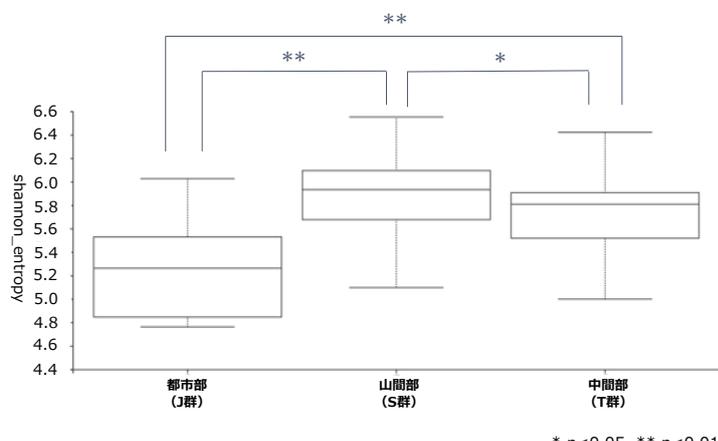


図2. 多様性の比較

\* p<0.05, \*\* p<0.01

最後に、昨年度に報告したからだの健康調査結果について改めて報告する。この結果は、得点が高いほど保護者がさまざまな「子どものからだのおかしさ」を感じているということになる。山間部（S群）の合計点の平均は  $12.0 \pm 8.6$  点、中間部（T群）の平均点は  $13.2 \pm 10.9$  点、都市部（J群）の平均点は  $10.5 \pm 6.5$  点であった。合計点の3群間の比較において有意差は認められなかった。一方、体調を崩し、園を休む回数の3群間比較を行ったところ有意差が認められ、S群 ( $4.0 \pm 3.9$  回/年) およびT群 ( $3.7 \pm 3.6$  回/年) よりも、J群 ( $8.8 \pm 10.7$  回/年) の休む回数が多いことが明らかになった。

以上の結果から、幼児期の環境や生活習慣が腸内細菌叢、そしてからだの健康へ影響を与える可能性が示唆された。

### 3. 今後の研究における課題

各地域のデータ数を増やす目的で行った今年度のデータ（生活習慣調査、食事調査、からだの健康調査、および腸内細菌叢検査）を追加し、幼児の腸内細菌叢の特徴や多様性、腸内細菌叢とからだの健康との関連、および3群間（山間部、中間部、および都市部）比較・検討を再度行い、国内外での学会発表および論文発表へとつなげていく。

#### 参考文献

- 1) 子どものからだと心・連絡会議編（2015）子どものからだと心白書 2015, ブックハウス・エイチディ.
- 2) 「子どものからだの調査 2015」結果報告.

<https://kodomonokaradatokokoro.com/images/j20151.pdf>（2025年1月10日最終閲覧）

- 3) 中山二郎. 腸内フローラ研究からみた日本人とアジア人の健康. 日本食生活学会誌 2018, 29 (3); 137-140.

発表論文：該当なし

学会発表：該当なし

著書：該当なし

# 食生活を中心とした生活習慣の不規則性改善に関する研究

## 研究グループ紹介

ライフイノベーション研究所 研究員  
グループ責任者 山本 美香

本グループは、「食生活を中心とした生活習慣の不規則性改善に関する研究」を主題としている。2024年度は、各自、それぞれが進めている「食」に関する研究テーマでの調査研究を行った。

伊奈川先生

タイトル：食も含めた子どもの貧困対策の総合化に関する研究

概要：2024年度は、こどもまんなかを政策フレームとする子ども・子育て支援法等の一部を改正する法律が国会で成立している。その前年度には、こども家庭庁が創設され、子ども施策は大きな変化の胎動の中にある。2024年度は、食も含めた子どもの貧困問題をいかに総合化するのか、立法政策の視点も加味しながら研究を行った。

加山先生

タイトル：地域共生社会政策における困窮世帯への食支援等に関する研究

概要：国が推進する地域共生社会政策の柱として重層的支援体制整備事業が施行されて4年目を迎えた。同事業は市町村の任意事業であるが、導入する市町村は年々増え、2024年度では346（全国の市町村の約2割）を数えるようになった。その屋台骨は、困窮世帯や孤立世帯のニーズ発掘・支援である。今回は、それらの支援、とりわけ食事の提供等の支援がどのように取り組まれているかをいくつかの市町村へのヒアリングを行って明らかにした。

早坂先生

タイトル：通所介護事業所の転換に関する研究—「食」の機能に係る介護報酬加算の算定状況から—

概要：本研究では、居宅サービスにおいて主要な役割を担う通所介護事業所の経営状況を把握したうえで、通所介護事業所の転換を求める方向性としての身体機能の維持改善と低栄養状態の改善を導く方向性における、「食」に関する諸課題について調査研究を行った。

高鶴先生

タイトル：LINE®を用いた内服アドヒアランスおよび食事摂取状況の調査～健康長寿のための補助デバイス開発に向けて～

概要：本研究では、Exkuma®を用いて、45歳以上で定期的な服薬がある被験者の1日3回の食事摂取の有無と内服の有無について調査することを計画した。年齢（65歳未満 vs 65歳以上）、内服数、食前薬の有無などの要因と合わせて、食事の規則性が内服アドヒアランスに及ぼす影響について調査するとともに、将来的な内服アドヒアランス向上を目指したデバイスづくりへの基礎的なデータとすることを

目標とした。

山本

タイトル：住宅確保要配慮者の転居後の生活に関する研究～心身の健康状態と住まいとの関係

概要：東京都下 A 市都市計画部と共同で「住宅相談窓口利用者」アンケート調査を実施し、その後の訪問調査を許可してくれた 6 名に対してヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査においては、食生活をはじめとした生活の様子を聴き取るほか、本人が認識していないニーズなどを把握し、社会的孤立の状態、必要な福祉サービス、地域における包括的支援として何が重要なのかを明らかにした。

# 住宅確保要配慮者の転居後の生活に関する研究

## ～心身の健康状態と住まいとの関係

山本 美香（福祉社会デザイン学部社会福祉学科）

### 1. 研究の背景

近年、高齢者や障害者などの住宅確保要配慮者が、民間賃貸住宅市場において、住まいを得ることが困難な事例が増加している。特に、単身高齢者は身元保証人や緊急連絡先がないことや、室内での孤独死を恐れて大家や不動産会社から敬遠されている。また障害者は、「近隣トラブル」などを懸念し、貸し渋りが常態化している。彼らの多くは、公営住宅への入居を希望しているが、絶対数が少ないため入居は非常に困難であり、民間賃貸住宅に入居せざるをえない状況である。

国は、2017年に新たな住宅セーフティネット制度を設けて、各自治体における居住支援協議会の設置、住宅確保要配慮者への登録住宅や専用住宅などを設置して、民間賃貸住宅への入居を促進する方策を取っているが、大きな改善に至っていない。ここで、大家や不動産会社を非難することは容易であるが、孤独死しても「事故物件」とさせない、入居後も福祉サービスの提供や見守りという「入居後支援」を行うことで入居者を孤立化させないことが求められる。住まいの確保には、福祉施策をはじめとする包括的な支援を一体化して行っていくことが重要である。

### 2. 調査報告および研究報告

今回、東京都下A市都市計画部と共同で「住宅相談窓口利用者」アンケート調査を実施し、その後の訪問調査を許可してくれた6名に対してヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査においては、食生活をはじめとした生活の様子を聴き取るほか、本人が認識していないニーズなどを把握し、社会的孤立の状態、必要な福祉サービス、地域における包括的支援として何が重要なのかを明らかにした。

6名の対象者に対して、約40分～1時間半程度のヒアリング調査を実施した。調査項目は、ADLの状態、住宅の状況、大家・不動産会社との関係性、生活の様子、他者との交流などである。

調査結果として、住宅相談窓口の対応に対しては、おおむね高評価であった。食生活に関しては、自分で買い物に行き、自炊する人が多く、「健康に気をつけている」生活を心がけていた。

住まいの状況は、住宅相談窓口利用による転居後、1Kか1DKに居住していた。対象者の多くが生活保護を受給しており、住宅扶助以下での家賃の物件は、広さや住宅設備に問題があるものが多かった。住まいに問題があっても、どこに相談に行けばよいかわからない、大家に言うと怒られるなどの状況もあり、第三者の立場で相談にのることが必要とされていた。

全員が福祉サービスを利用しているわけではなかったが、サービスを利用しなくても生活できる程度のADLがあるとかえって、誰の関与もないため社会から孤立する状況が生まれていた。

民間賃貸住宅は、その流動性のため、地域社会から孤立しがちな存在であり、さらにその中でもADLの低い高齢者や障害者などは、いっそう孤立する状態になっていた。今後は、転居を機に、住宅相談窓口利用者の「入居後」の生活を地域で支えていく体制づくりが重要になっていることがわかった。

### 3. 今後の研究における課題または問題点

今回は、調査協力が得られた6名にのみヒアリング調査を行った。その点では、限られた対象者であったと言える。また、質的調査のみならず、量的調査を実施し、今回のヒアリング調査に基づく形で項目を絞りこみ、転居後の生活の実態と課題などについて分析を行い、何がニーズで、どんなサービスが必要となるかを明らかにしていきたい。

#### 参考文献

- 1) 志村敬親 『『精神障害者の部屋の借りづらさ』の解消における小規模地場不動産会社の可能性－民間賃貸住宅への入居に協力的な経営者・社員の語りの分析から－』『社会福祉学』日本社会福祉学会 Vol.63-1(No.141) 2022.5 45-60
- 2) 松本 篤 「生活困窮者のための居住支援と生活支援の取り組み」『社会福祉研究』第148号 鉄道弘済会 2023.12 83-89
- 3) 山本美香 「生活困窮者に『住まい・生活支援・就労支援』を提供する民間支援団体に関する研究－首都圏の7団体における『住まいの確保』支援の実態」『日本の地域福祉』日本地域福祉学会 第29巻 2016年3月 107-119
- 4) 洪心璐 『単身高齢者の居住支援－コミュニティ・ソーシャルワークの意義と機能』御茶の水書房 2023 144

#### 発表論文

該当なし

#### 学会発表

該当なし

#### 著書

該当なし

# 地域共生社会政策における困窮世帯への食支援等に関する研究

加山 弾 (福祉社会デザイン学部社会福祉学科)

## 1. 研究の背景

国が推進する地域共生社会政策の柱として重層的支援体制整備事業が施行されて4年目を迎えた。同事業は市町村の任意事業であるが、導入する市町村は年々増え、2024年度では346(全国の市町村の約2割)を数えるようになった。その屋台骨は、困窮世帯や孤立世帯のニーズ発掘・支援である。本研究では、それらの支援、とりわけ食事の提供等の支援がどのように取り組まれているかを明らかにするものである。

## 2. 研究報告

コロナ下に失職・減収した人が増えたことを契機に、フードパントリーや子ども食堂など、公私協働による支援が活発化した。社会福祉協議会が行政、企業・商店街、学校、町内会、NPOなども巻き込みながら、こうした(食)支援を推進する例は特に顕著であった。たとえば、板橋区社会福祉協議会では、地域単位の対応をふまえ、全国でも例のない常設型のフードパントリー(無人店舗型)を運営しているのだが、こうした新たな手法の開発が全国で進んでいる。折しも、複数の社会福祉法人の協働による地域公益活動が強化されていたこともあり(ここでも社会福祉協議会が事務局を担うことが多い)、これらの実践の担い手・場として社会福祉法人の施設や事業所が貢献している。

重層的支援体制整備事業(以下、「重層事業」)は、このような地域ごとの実践を加速させる可能性を大いに有している。包括的相談支援、参加支援、地域づくりに向けた支援という、いわゆる「3つの支援」に加え、アウトリーチ、伴走型支援、多機関協働事業も含めた施策・実践が体系的に進められることとなった。関係機関の間で個人情報共有して連携する仕組みや横断的な財政拠出に道を開いた点でも新しい施策である。今年度は、東京都社会福祉協議会を窓口として、都内の実施自治体へのインタビューを行った。対象は、中央区、杉並区、小平市、稲城市、国立市である。

重層事業は、自治体・地域の裁量を見込んだ制度設計になっており、いずれの自治体でも従来からの公私協働による地域づくりを発展させる契機や手段として重層事業を役立てている。産業部門など福祉とあまり縁が深くなかった主体との協働も含め、多様な主体の参加が推進され、そこで調整役を果たすコミュニティソーシャルワーカーの増員に事業補助金を活用する自治体が多いことも特徴である。食支援に関しては、①ひきこもり当事者の居場所と農園の開設、②企業の協力を得て困窮世帯に「ごはんチケット」を配布する「ひとこえプロジェクト」(食支援プラス見守り・生活支援)、③子ども食堂と多世代交流をめざす地域食堂を紹介する「子ども・だれでも食堂マップ」づくりなど多彩な取組みが見られた(①・②は国立市、③は小平市の事例)。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

重層事業はまだ黎明期にあると言え、手探りで進めている実施自治体が多い。関係者や住民間での知名度もまだ十分ではない。今年度のように実践者と研究者の連携による調査・研究を継続し、優れた実践の分析や課題の検討を通し、事業の設計・運用のための枠組みづくりにつなげたい。

#### 参考文献

- 1) 東京都社会福祉協議会、『重層的支援体制整備事業 実践事例集』、2023
- 2) 東京都社会福祉協議会、『重層的支援体制整備事業 実践事例集 Vol.2』、2024

#### 発表論文

- 1) 加山 弾、「重層的『地域づくり』～地域資源を活かす交流・場づくり～」、全国市町村国際文化研修所編、『国際文化研修』、査読無、125号、2024、36-41

#### 学会発表

該当なし

#### 著書

- 1) 東洋大学福祉社会開発研究センター・地域福祉グループ、『地域における相互承認(仮)』、2025(刊行予定)、(担当章(いずれも単著):「序章 地域で『相互承認』はいかに実現できるか」、「第1章 地域で生まれる承認・不承認とコミュニティソーシャルワーク」、「第4章 相互承認を広げるコミュニティソーシャルワーカーの実践」)

# 食も含めた子どもの貧困対策の総合化に関する研究

伊奈川 秀和（福祉社会デザイン学部社会福祉学科）

## 1. 研究の背景

食生活を中心とした生活習慣の不規則性は、子どもの貧困問題と密接に関係する。この点は、食育基本法が地域における食生活の改善のための取組の推進（21条）を規定し、第4次食育推進基本計画（令和3～7年度）が掲げる「地域における共食の推進」において子供食堂や通いの場など地域での様々な共食の場づくりの推進が重視されていることから首肯される。また、子ども施策の側においても、食の問題の重要性は同様である。例えば、2023年12月に決定された、こども基本法に基づく「こども大綱」の中では、居場所づくりとしてのこども食堂、地域におけるこどもの意見反映・社会参画の拠点としてのこども食堂が規定されている。

子どもの貧困対策は、基本法レベルでは、こどもの貧困の解消に向けた対策の推進に関する法律が施策全体を束ねてきたが、こども基本法が制定されたことにより、少子化社会対策、子ども・若者育成支援対策及びこどもの貧困対策の3つの年次報告（法定白書）と大綱は、こども白書とこども大綱に一体化された。

このことが示すように、子どもの貧困対策は、食の問題も含め総合的に取り組むべき施策と言える。ところが、子どもの貧困に関係する既存制度は、セーフティネットとしての生活保護法、総合法規として制定された児童福祉法を核としながらも、子ども・子育て支援法、母子・父子・寡婦福祉法、児童手当法、児童扶養手当法、児童虐待防止法等にまたがり、見通しの悪い状態となっている。戦後、児童福祉法が基本法的性格を有する理念規定を設け、要保護児童以外の一般児童も取り込んだ法制度として出発したことからすれば、想定外の展開とも言える。

折しも、2024年度は、こどもまんなかを政策フレームとする子ども・子育て支援法等の一部を改正する法律が国会で成立している。その前年度には、こども家庭庁が創設され、子ども施策は大きな変化の胎動の中にある。そこで、本年度は、食も含めた子どもの貧困問題をいかに総合化するのか、立法政策の視点も加味しながら研究を進めた。

## 2. 研究報告

### （1）子どもの貧困法制に関する研究

子どもの貧困は、事後的、静態的、経済的、所得再分配的な貧困アプローチや、所得保障等の定型的給付のみでは対応しきれない問題であり、成長過程という特殊性・固有性を踏まえながら、既存の法制度を横断的に俯瞰し、制度体系に踏み込んだ総合的検討が必要となる。ところが、子どもが要保障事由に応じて断片的に給付制度に組み込まれることに起因して、現行の法体系にあって、子ども分野は、法律が錯綜することになっている。そこで、本研究では、現行制度を分析した上で、児童の権利条約が謳う子ども最善の利益の観点から、子どもを権利主体に据え、給付を普遍化した場合の立法政策の可能性の一つとして子ども・子育て支援法の見直しについて検討を加えた。

その研究の成果の一端は、2024年5月26日の日本社会保障法学会第79回大会のミニシンポジウムの報告者の一人として行った「子どもの貧困と社会保障」に関する報告に反映した。

## (2) 子ども・子育て支援金制度

2024 年の子ども関係の制度改正に盛り込まれた子ども・子育て支援金は、フランスの家族手当金庫を想起される「こども金庫」のアイデアから出発して制度化されている。そのフランスの家族手当金庫は、家族手当以外の子どもの貧困にも関係する各種手当や福祉事業を行っている。今回の子ども・子育て支援金は、妊産婦等支援給付、乳児等支援給付、児童手当等に投入されることになっている。その財源は医療保険者からの納付金であることから、医療得保険からみた給付と負担の牽連性など拠出の性格に関しては検討を要する点が多い。そこで本研究においては、子ども・子育て支援金が如何なる仕組みであるかについて検討を加えた。その研究成果の一端は、昨年度（2024 年 3 月）「子ども・子育て支援金制度の意義と課題」月刊社労士 60 巻 3 号、36-37 頁として公表している。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

食の問題も含め、子ども貧困問題は、相対的貧困率で注目を集めて以来、常に重要課題となっているが、制度論の観点からの研究は十分とはいえない。引き続き研究を継続することにより研究の深化を図っていく必要がある。

### 参考文献

該当なし

### 発表論文

該当なし

### 学会発表

伊奈川秀和、子どもの社会保障と貧困、日本社会保障法学会、2024 年 5 月 26 日、北海学園大学

### 著書

伊奈川秀和、法律文化社、子どもの社会保障と貧困、2024 年、110-125

# 通所介護事業所の転換に関する研究

## —「食」の機能に係る介護報酬加算の算定状況から—

早坂 聡久（福祉社会デザイン学部社会福祉学科）

### 1. 研究の背景

介護保険制度創設から四半世紀がすぎた。この間、多様なサービス供給主体の参入による介護サービス事業者数は大きく伸び、居宅サービス分野にあっては、通所介護サービスと訪問介護サービスが中心的サービスとして確立した。そして、通所介護事業所の設置数も大きく伸び、地域密着型を含め4万3千箇所を超えるまで拡大した。

近年においては、科学的介護を推進するための科学的介護推進体制加算、要介護状態の維持改善の改善を図る個別機能訓練、低栄養状態の改善を図る栄養改善や口腔機能向上に関連する加算が設けられてその算定が誘導されるなど、これまでの家族介護者のレスパイ機能や高齢者本人の社会孤立解消に係る役割からの転換が図られつつある。

本研究については、居宅サービスにおいて主要な役割を担う通所介護事業所の経営状況を把握したうえで、通所介護事業所の転換を求める方向性としての身体機能の維持改善と低栄養状態の改善を導く方向性における、「食」に関する諸課題について検討するものである。

### 2. 研究報告

今年度は、2022年度に実施した「通所介護事業所の食の役割に関する調査」（埼玉県内で開設する通所介護事業所について、無作為抽出した500件に対して郵送法にて自記式アンケート調査を実施し有効回収数116件・回収率23.2%であった）で明らかとなった「食」と「栄養」に関連する加算の算定率の低さに関連する政策的諸課題の考察を行なった。

2022年調査結果からは、食や栄養に関連する加算の取得状況については、科学的介護推進体制加算が50.4%と高いものの、栄養改善加算（0.9%）、口腔・栄養スクリーニング加算（5.3%）、口腔機能向上加算（8.8%）と低い状況であった。

科学的介護推進体制加算（40単位/月）の算定条件は、利用者ごとのADL値、栄養状態、口腔機能、認知症の状況その他の利用者の心身の状況等に係る基本的な情報を、LIFEを用いて少なくとも「3月に1回」、厚生労働省に提出していることなどである。ここで求められる口腔・栄養状態については、身長、体重、褥瘡の有無、義歯の使用、歯の汚れ、歯肉の腫れ・出血、硬いものを避け柔らかいものばかり食べているか、入れ歯の有無、むせやすいか、誤嚥性肺炎の発症・既往の有無、低栄養状態のリスクレベル、栄養補給法、経口摂取、嚥下調整食の必要性、食事形態、とろみ、食事摂取量、必要栄養量、血清アルブミン値等となっており、項目も少なく込み入った内容ではない。他方、算定率が最も低い栄養改善加算（200単位/回 月2回まで）の対象利用者は、BMI18.5未満、1-6ヶ月で体重3%減少、食事摂取量不良等の状態にある利用者を対象としており、そうした利用者に対して支援を行う意義はあるものの、算定要件にある管理栄養士の1名以上配置（もしくは外部の管理栄養士との連携）が最も大きなハードルとなっており、管理栄養士の雇用を支える報酬になっていない。また、口腔・栄養スクリーニング加算（Ⅰ：20単位/Ⅱ：5単位）については、利用開始時と利用中の6カ月ごとに利用者の口腔の健康及び栄養状

態について確認を行い、担当ケアマネジャーに情報を提供することにより算定できる。そして、口腔機能向上加算Ⅱ（160単位/月）は、口腔機能向上加算（Ⅰ）の算定基準を満たした上で、LIFEへ口腔機能向上管理指導計画書を提出することにより、3カ月に限り月2回を限度として算定できるされるものの、いずれの加算も算定要件を満たすために事務的作業が増えることから、報酬が低い加算を控える傾向にあった。

### 3. 今後の研究における課題または問題点

コロナ禍以降、通所介護事業所の経営状況は厳しい状況が続いており、2022年度決算データによる介護サービス事業経営実態調査による通所介護事業所の収支差率は1.5%にまで下がっている。また、福祉医療機構が明らかにした2022年度決算における通所介護事業所の経営状態にあつては、社会福祉法人等が経営する通所介護事業所の赤字割合が5割を超えている。

そうした厳しい経営状況にある通所介護事業所にあつて、食事や栄養状態の改善ニーズに対応した支援を行うための管理栄養士の雇用が難しいことや、ギリギリの人員配置で経営を続ける厳しさの中にあつて、得られる介護報酬に比べて労力が見合わない加算の算定を見送っている事業所がほとんどの状況にある。

こうした課題がある通所介護事業所ではあるが、「食」や栄養改善に注力して稼働率を向上させ、結果的に良好な経営を行なっている通所介護事業所もみられることから、次年度については、そうした食のサービスに注力する通所介護事業所の質的研究を行う予定である。

#### 参考文献

該当なし

#### 発表論文

- 1) 早坂聡久「社会福祉法人研究の課題と展望 ―非営利組織研究における位置付けから―」福祉社会デザイン学研究(2), 2025(予定)。
- 2) 早坂聡久「社会福祉法人の経営指向性 ―地域公益的取組と関連要因について―」福祉社会開発研究(17), 2025(予定)。

#### 学会発表

- 1) 早坂聡久「地方都市の人材問題を考える ―介護サービスの維持の問題―」淑徳大学社会福祉学会第34回大会シンポジウム「雇用情勢から福祉・介護人材を考える」。

#### 著書

- 1) 東洋大学福祉社会開発研究センター・地域福祉グループ, 『地域における相互承認(仮)』, 2025(刊行予定), (早坂聡久「第2章 承認論と地域福祉」, 「第6章 地域公益的取り組みの可能性 ―大阪ふれあいネットワークの取り組みから―」)。
- 2) 早坂聡久「災害対応と介護福祉施設」, 日本地域福祉学会編『介護福祉学の到達的と将来像』, 2025(刊行予定)。

# LINE®を用いた内服アドヒアランスおよび食事摂取状況の調査

## ～健康長寿のための補助デバイス開発に向けて～

高鶴 裕介（食環境科学部健康栄養学科）

### 1. 研究の背景

様々な疾患の治療方法としての投薬は避けられないものである一方、特に高齢者においてはその数を減らすことだけでも転倒リスクを減らす可能性があり<sup>1)</sup>、有効な介護予防に成りえる。慢性的な疾患においても、適切な内服により薬剤の効果が安定することで、薬剤量の適切な調整をすることが可能となる。しかしながら、処方薬のアドヒアランスは50%程度とも言われており、とても低いことが知られている<sup>(2-5)</sup>。アドヒアランス不良のため治療成績が芳しくない患者さんが入院対象となり、入院した途端に処方通りの内服をしたためオーバーコントロール（高血圧患者における低血圧、糖尿病患者における低血糖など）となる例もしばしば経験する。

内服が不良となる因子は多岐にわたり、年齢、処方薬剤数、内服に対する意識などが報告されている<sup>(6-8)</sup>。さらに、食事の規則性も内服アドヒアランスに影響を与える因子であると報告されている<sup>(6)</sup>。規則正しい食事摂取は健康を維持する上で基本的な要素であり、かつ、比較的明確な基準となる<sup>(9-10)</sup>。主食、主菜、副菜がそろった食事を1日2食以上摂取すると、たんぱく質などの摂取量が理想的になるともいわれている<sup>(10)</sup>。時間栄養学的観点からも、体内時計が整いやすい食事のタイミングがあることがわかってきている<sup>(11-16)</sup>。一方で、一定の絶食時間を設ける方が肥満抑制に効果があり、様々な生活習慣病の抑止に効果があるという意見もある<sup>(17-20)</sup>。しかしながら、いずれの報告でも不規則な食事がよいということはない。すなわち、内服アドヒアランスの改善のために、食事時間の改善が重要であり、食事時間の改善と内服アドヒアランス向上が相まって、健康増進に寄与する効果が高いと考えられる。

多くの内服薬は食後の投与を指定するため、食事が不規則になれば内服が不規則になることも自明であるが、食事の規則性と内服アドヒアランス、具多的には食事を欠食することと内服を忘れることの関連性を調べる研究は十分になされていないと考えられる。その原因の一つとして、食事や内服を忘れたことを逐一調べる方法の難しさがあると考えられる。質問票による解答などでは、食事や内服を忘れる被験者が逐一質問票をつけているかという信用性において問題がある一方、調査員が1日3回、被験者に確認をするという方法では、確実性は向上するものの、研究手法の煩雑さにおいて、実施可能とは言えない。このため、何らかのデバイスを用いた方法の開発が必要である。

経験サンプリング法(experience sampling method: ESM)は被験者の1日の中の心理変化を事細かに検証する手法として心理学的研究で用いられている手法であり、様々なツールが開発されている<sup>(21-24)</sup>。このうち、Exkuma®が提供するシステムはLINE®を用いて任意の質問を登録者に1日複数回送信し、回答を得るものである。設定方法により匿名性を担保することもでき、調査者側は設問や送信時間の設定を行えば、特に追加操作をすることなく多数の登録者の情報を集めることができる。このツールを用いることで1日3回、一定の時間に食事摂取の有無と内服の有無を細かく調べることができるため、上記問題の解決につながるのではないかと考えられる。また、若年層においてLINE®は日常的に用いているツールであり、本アプリの応用が内服アドヒアランスの向上につ

なるとすれば、若年層が老年期を迎える頃の将来的な健康増進のための一助となることも期待される。

そこで本研究では、Exkuma<sup>®</sup>を用いて、45歳以上で定期的な服薬がある被験者の1日3回の食事摂取の有無と内服の有無について調査することを計画した。年齢（65歳未満 vs 65歳以上）、内服数、食前薬の有無などの要因と合わせて、食事の規則性が内服アドヒアランスに及ぼす影響について調査するとともに、将来的な内服アドヒアランス向上を目指したデバイスづくりへの基礎的なデータとすることを目標としている。

## 2. 調査報告および研究報告

本研究は東洋大学朝霞キャンパス人文社会学系研究等倫理委員会の承認のもと実施された（2024-004）。45歳以上で定期的な内服をしている人を対象とした。また Exkuma<sup>®</sup>では LINE<sup>®</sup>を用いたコミュニケーションを行うため、LINE<sup>®</sup>を日常的に利用している人が対象とした。被験者の募集方法はオプトアウトの提示（掲示が許可された病院等施設、朝霞キャンパス守衛室前での配布、対象となる候補者への声掛け、等）、有償サービスの利用（クラウドワークス <https://crowdworks.co.jp/>）、であった。有償サービスによりリクルートされた被験者は報酬として550円（手数料込。実質受取額は429円）を受け取った。募集期間は2024年9月から2024年12月までであった。被験者数が十分でないため、現在も継続して募集しているが、12月までのデータを本報告で解析する。設問内容は、初日に「年齢（45-64歳、65-74歳、75歳以上）、性別、朝の内服数（0、1-2、3-4、5以上）、昼の内服数（0、1-2、3-4、5以上）、夜の内服数（0、1-2、3-4、5以上）、食前薬の有無」について、2日目以降は1日3回「食事の有無（食べた、食べていない、これから食べる）、内服の有無（飲んだ、飲まなかった、これからのむ）」をLINEに送信し、都度、被験者から回答を得た。食事や内服の有無は7日間調査し、メッセージの送信時間は9-10時、14-15時、20-21時とした。

現在までの被験者のリクルート状況が不十分であり、属性が大きく偏っていた（無償：45-64歳3名、65-74歳0名、75歳以上0名。有償：45-64歳56名、65-74歳10名、75歳以上2名）。このため、本報告書では、有償無償を区別せず解析することとする。また、75歳以上の被験者数が少ないため、65歳未満と65歳以上とでの比較を行うこととした。

性別は男性31名、女性40名であった。アンケート回答率は65歳未満99.1%、65歳以上100%で統計学的有意差を認めなかった（Student's *t*-testによる。 $p = 0.18$ ）。年齢別の朝昼夕の内服数については表1に示す。男女比、内服数、および食前薬の有無は年齢別で有意差がなかった。次に、食事の摂取率と内服アドヒアランスを表2に示す。両群の食事摂取率は90%前後で統計学的有意差を認めなかった。また、内服アドヒアランスは両群とも80%を大きく超えており、統計学的有意差を認めなかった。65歳未満の群では食事率と内服アドヒアランスに正の相関（ $R = 0.482$ 、 $p = 0.00012$ ）を認めたが、65歳以上の群では相関関係を認めなかった（ $R = 0.300$ 、 $p = 0.34$ ）。

各群で内服時間ごとの内服アドヒアランスを求めたものを表2に示す。特に65歳以上の被験者数が少なく、統計学的有意差が付かないことが実態を反映しているのか判断できない。一方、同年齢での比較では、65歳未満において、朝の内服アドヒアランスが他の時間帯に比べ良好であることが分かった（Bonferroni testによる。朝 vs 昼、 $p = 0.012$ 、朝 vs 夕、 $p = 0.0072$ ）。65歳以上においても、昼のアドヒアランスが他の時間帯に比べ低い印象であるが、統計学的有意差はなかった（昼 vs 朝、 $p = 0.37$ 、昼 vs 夕、 $p = 0.53$ ）。

なお、食事をした上で内服に関し「これから飲む」と答えたケースが 65 歳未満で 5.8% (48 件)、65 歳以上で 5.2% (9 件) 確認された。また、昼薬を一切のまないケース (2 名)、朝食を一切取らないが朝薬のアドヒアランスが良いケース (2 名) なども認められた。

表 1 年齢別被験者内訳及び内服状況

	65 歳未満	65 歳以上	p-value
性別 (男/女)	24/34	6/6	0.75
内服数			
朝			
0	4	0	1.00
1-2	33	6	0.75
3-4	11	4	0.27
5	10	2	1.00
昼			
0	38	7	0.74
1-2	16	1	0.27
3-4	1	2	0.074
5	3	2	0.20
夕			
0	16	5	0.49
1-2	31	4	0.34
3-4	8	2	0.68
5	3	1	0.54
食前薬の有無 (有/無)	14/44	0/12	0.11

p-value は Fisher の正確検定による。

表 2 食事摂取率と内服アドヒアランス

	65 歳未満	65 歳以上	p-value
食事摂取率	88.6 ± 2.1%	92.9 ± 3.4%	0.38
内服アドヒアランス	81.3 ± 2.9%	82.7 ± 5.9%	0.84
(朝)	<b>89.6 ± 3.0%(54)*</b>	86.9 ± 5.7%(12)	0.70
(昼)	67.3 ± 8.1%(20)	60.0 ± 2.4%(5)	0.72
(夕)	71.2 ± 5.0%(42)	85.8 ± 10.3%(7)	0.27

p-value は Student's の t-test による。括弧の数字は各グループの人数を示す。\*は 65 歳未満内での Bonfferoni test により  $p < 0.05$  を示す。

### 3. 今後の研究における課題または問題点

本研究は現時点で被験者数の不足及び偏りがあるため、年齢層での比較の意義は無いと考えられる。しかしながら、この条件においても、65 歳未満で食事摂取率と内服アドヒアランスに相関を認

めたことは、本研究を進めていく上で有益なデータになると考えられる。また、時間帯によるアドヒアランスの違い（朝が一番、内服アドヒアランスが良い）ということも、臨床的な感覚と一致しており、信頼できるデータと考えられる。今後の課題としては、65歳未満の有償被験者以外のカテゴリーの被験者を十分数確保し、様々な因子の解析を進められるようにすることである。このため、被験者を集める方法の再考を次年度に向けて実践していく。

もう一つの問題点は調査期間である。被験者への負担や解析可能なデータ量を考慮し7日間の調査としているが、これまでの内服アドヒアランスの研究は1か月程度の長期経過を見るものが多い。解析の簡素化を含め、新たなデバイス・アプリの開発を通じて、調査期間の問題をクリアすべきである。一方で、LINE®という身近なアプリでも内服アドヒアランスの調査ができることが分かった意義は大きいと考えられる。

また、本研究で「食事をとったが内服をしておらず、アンケート調査により内服を思い出した」可能性のあるケースが5%程度存在したことが分かった。もしこのケースが内服アドヒアランスの向上に寄与したと仮定できるのであれば、将来的に「定時に内服の有無を普段使っているデバイス・アプリに通達する」、「双方向性を持たせ、内服の有無の解答を医療従事者が確認できる」とうシステムの構築が、適切な処方および診療方針の決定に寄与すると考えられる。

#### 参考文献

- 1) Kojima T, Akishita M, Nakamura T, et al., Polypharmacy as a risk for fall occurrence in geriatric outpatients, *Geriatr Gerontol Int*, 12, 2012, 425-430.
- 2) Green CA, What can patient health education coordinators learn from ten years of compliance research?, *Patient Educ Couns.*, 10, 1987, 167-174
- 3) 福田敬, 生活習慣病の服薬アドヒアランスの現状と課題: 21世紀の保健医療を考える, ファイザーフォーラム, 39, 2005
- 4) 堀哲理, 糖尿病患者における経口糖尿病治療薬の服薬状況に関する調査結果, *新薬と臨床*, 59, 2010, 254-259.
- 5) 倉林正彦, 群馬県の脂質異常症合併高血圧患者および医師の薬物治療に対する意識の実体調査—GAPs (Gunma Adherence of Patient study) 報告一, *ProgMed.*, 31, 2011, 2183-2189
- 6) 小山内康徳, 桂志保里, 佐藤大峰ら, 内服薬服用者を対象とした服薬行動に関する服薬阻害要因の影響, *社会医学*, 34, 2015, 72-80
- 7) 上野治香, 山崎喜比古, 石川ひろの, 日本の慢性疾患患者を対象とした服薬アドヒアランス尺度の信頼性及び妥当性の検討, *日健教誌*, 22, 2014, 13-29
- 8) 櫻井秀彦, アドヒアランス研究の意義と現状, *薬局薬学*, 14, 2022, 83-90
- 9) 厚生労働省: 健康日本21 (第三次)  
[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/kenkou/kenkounippon21\\_00006.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kenkounippon21_00006.html)
- 10) 農林水産省: 第4次食育推進基本計画  
<https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/kannrenhou.html>
- 11) 加藤秀夫, 国信清香, 齋藤亜衣子ら, 時間栄養学と健康, *日薬理誌*, 137, 2011, 120-124
- 12) Al Abdi T, Andreou E, Papageorgiou A et al., Heraclides A, Philippou E. Personality, Chrono-nutrition and Cardiometabolic Health: A Narrative Review of the Evidence, *Adv Nutr.*, 11, 2020, 1201-1210.
- 13) Flanagan A, Bechtold DA, Pot GK et al, Chrono-nutrition: From molecular and neuronal mechanisms to human epidemiology and timed feeding patterns, *J Neurochem.*, 157, 2021, 53-72

- 14) Franzago M, Alessandrelli E, Notarangelo S et al, Chrono-Nutrition: Circadian Rhythm and Personalized Nutrition. *Int J Mol Sci.*, 24, 2023, 2571.
- 15) de Oliveira Melo NC, Cuevas-Sierra A, Souto VF et al, Chrono-Nutrition, and Gut Microbiota: Epigenomics Insights for Precision Nutrition and Metabolic Health, *Biomolecules*, 14, 2024, 559.
- 16) Adaffer R, Messaadi W, Meddahi M et al., Food Timing, Circadian Rhythm and Chrononutrition: A Systematic Review of Time-Restricted Eating's Effects on Human Health, *Nutrients*, 12, 2020, 3770
- 17) Seimon RV, Roekenes JA, Zibellini J et al., Do intermittent diets provide physiological benefits over continuous diets for weight loss? A systematic review of clinical trials. *Mol Cell Endocrinol*, 418, 205, 153-172.
- 18) Byrne NM, Sainsbury A, King NA et al., Intermittent energy restriction improves weight loss efficiency in obese men: the MATADOR study. *Int J Obes (Lond)*, 42, 2018, 129-138.
- 19) Patterson RE, Sears DD. Metabolic Effects of Intermittent Fasting. *Annu Rev Nutr.*, 37, 2017, 371-393.
- 20) Mattson MP, Longo VD, Harvie M. Impact of intermittent fasting on health and disease processes. *Ageing Res Rev.*, 39, 2017, 46-58.
- 21) Hofmann W, Baumeister RF, Förster G et al, Everyday temptations: An experience sampling study of desire, conflict, and self-control. *Journal of Personality and Social Psychology*, 102, 2012, 1318–1335.
- 22) Hofmann W, Wisneski DC, Brandt MJ et al, Morality in everyday life, *Science*, 345, 2014, 1340–1343.
- 23) Ozaki Y, Goto T, Kobayashi M et al, Counteractive control over temptations: Promoting resistance through enhanced perception of conflict and goal value, *Self and Identity*, 8868, 2017, 1–21.
- 24) Murphy SL, Ozaki Y, Friese M et al, Testing Buddha: Is Acute Desire Associated with Lower Momentary Happiness?, *Journal of Happiness Studies*, 2021

発表論文

該当なし

学会発表

該当なし

著書

該当なし

# 健康寿命を縮める主な原因になっている生活習慣病の予防に関する研究

## 研究グループ紹介

ライフイノベーション研究所 研究員  
グループ責任者 宮越 雄一

### 【概要】

生活習慣病は健康寿命を縮める主な原因になっているため、生活習慣病の発症の第1次予防の重要性は極めて高い。そこで、本研究グループでは、「健康寿命を縮める主な原因になっている生活習慣病の予防に関する研究」を行うこととした。

### 【加重低減に伴うラット大腿骨の骨量減少に対する鍼通電刺激の効果に関する研究（大迫 正文）】

本研究は、後肢懸垂を行ったラット大腿骨の皮質骨および海綿骨の骨量減少に対する、鍼通電刺激の効果を検討した。その結果、加重低減に伴う骨量減少に対して、鍼通電刺激は皮質骨、海綿骨のいずれにも顕著な骨量維持効果を示すことが理解された。

### 【神経細胞における MLV-Gag 制御とその生理的意義（根建 拓）】

酸化ストレスによる MLV-Gag の発現変化の解析を行った。マウス海馬由来神経細胞 HT22 を H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> で 24 時間処理したところ、MLV-Gag のタンパク質発現量は減少したが、qPCR 解析では遺伝子発現量の有意な増加が確認された。次に、酸化ストレスに応答して発現上昇し、リソソーム機能を調節することが知られている PGRN に着目した研究を行った。HT22 の PGRN をノックダウン後、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 処理を行ったところ、酸化ストレスによる MLV-Gag の発現低下が抑制された。さらに、MLV-Gag の発現低下による神経細胞の生理変化を解析した。まず、MLV-Gag のノックダウンによって HT22 の細胞数減少が観察されたことから、フローサイトメーター解析を実施した。その結果、MLV-Gag ノックダウンは細胞周期には影響を与えなかったが、後期アポトーシスを誘導することが明らかとなった。

### 【腫瘍スフェロイドモデル系を用いた新規大腸がん治療法構築の可能性（矢野 友啓）】

2つの異なるヒト大腸がん細胞株（HCT116 及び DLD1 細胞）を用いて、三次元培養を用いて大腸がんスフェロイドを作成し、二次元培養した親細胞株とスタチンに対する毒性を評価したところ、明らかに大腸がんスフェロイドの方が強いスタチン耐性を示し、in vivo でのがんの持つスタチン耐性を再現し、大腸がんスフェロイドがスタチンの抗大腸がん作用を評価する良いモデルであることが示された。また、スタチンの標的経路であるメバロン酸経路に関する酵素群（HMGCS1, HMGCR 及び FDPS）とこれらの酵素群のマスター制御転写因子である SREBP2 の遺伝子発現量を解析したところ、FDPS を除いて、大腸がんスフェロイドでこれらの遺伝子の発現量が二次元培養細胞株より有意に上昇しており、大腸がんスフェロイドにおける高いメバロン酸経路活性がスタチン耐性に関係している可能性が示された。また、SREBP2 がスタチン処理により活性化され、メバロン酸経路の回復（SREBP2

フィードバックループ) を図ることでスタチンの毒性が低下することが知られており、大腸がんスフェロイドにおいても、スタチン処理により SREBP2 フィードバックループ (SREBP2 の転写活性化とその標的遺伝子群の発現量増加で評価) が誘導されていることが確認され、大腸がんスフェロイドにおけるスタチン耐性機序の一端が明らかにされた。次に、大腸がんスフェロイドにおける SREBP2 の活性化阻害が、スタチン耐性の克服 (スタチンの抗がん作用の強化) に貢献できるか評価するため、SREBP2 の活性化阻害成分が報告されている 25-hydroxy cholesterol を用いた。その結果、25-hydroxy cholesterol とスタチンの併用は、顕著にスタチン処理による SREBP2 フィードバックループを抑制すると同時に、細胞生存活性の低下とアポトーシスが誘発された。

#### 【発がん物質のスクリーニング (宮越 雄一)】

本研究では、発がん物質のスクリーニング法の一つであるコメットアッセイ法を用いて、電磁場と化学物質の複合曝露による DNA 損傷性を検討した。電磁場と化学物質 (bleomycin) の複合曝露では、化学物質単独曝露に比べて DNA 損傷性が増加した。電磁場による化学物質に対する変異原性の増幅作用あるいは promotion 作用が示唆された。

#### 【女子陸上長距離選手における短期ビタミン摂取が及ぼす影響 (太田 昌子)】

本研究では、長距離選手の日常的なビタミン摂取が早朝空腹時血清および血漿に及ぼす影響についても考察した。1日2回のビタミン摂取を行った場合、血清ビタミン B2 濃度を維持し、生体内の Fe 代謝に関与し、貧血指標の血液検査項目が逸脱しないことが推察された。これらの結果から、ビタミンやミネラルの適量摂取によりパフォーマンスや集中力の向上が期待できる。

#### 【ビートルートジュース摂取が姿勢変化時およびつま先足立ち運動時における下腿部静脈容積変化に及ぼす影響 (大上 安奈)】

血管拡張物質である一酸化窒素(Nitric oxide: NO)が生成される過程のひとつに、食品由来の硝酸塩が体内で亜硝酸塩、NO の順に変換される経路がある。本研究ではこの経路で生じる NO 活性上昇が姿勢変化とそれに続くつま先足立ち運動時の下腿部静脈容積変化に及ぼす影響を検討した。その結果、健康な若年者において、ビートルートジュース摂取に伴う NO 活性上昇は、仰臥位から立位への姿勢変化に伴う下腿部静脈血管への血液貯留および骨格筋ポンプ作用に伴う下腿部静脈還流を変化させないことが示唆された。

#### 【可溶性 B7-H6 は胃がんにおける NK 細胞活性の低下と関連する (加藤 和則)】

胃がんに対する診断法・治療法・治療薬はめざましい進歩を遂げているが、副作用や薬剤耐性、さらには免疫応答の機能不全が課題とされており、胃がん進行の主要因とされている。そこで本研究では、胃がん患者における免疫抑制機序を解明する上で、免疫調節分子 B7-H6 の発現上昇と、そのリガンドである NK 細胞活性型受容体 NKp30 の発現の低下が NK 細胞の活性化に悪影響を及ぼしていることを確認することができた。本研究により、胃がんの免疫逃避における NKp30 と B7-H6 との関係性が明らかになり、新たな胃がん治療法の開発戦略が得られた。

#### 【摂食条件が摂食率や美味しさに与える影響 (大瀬良 知子)】

疫学研究の結果では、共食は健康度の高さに影響があるとの報告がある。

そこで、実際の食事環境に着目して、黙食と共食の2条件により摂食率や美味しさに与える影響を検討した。

その結果、共食の効果は摂食率や美味しさよりも食事時間や楽しさに影響を与えていることが明らかとなった。

#### 【モリンガ粉末の機能性向上および嗜好性改善に関する研究（郡山 貴子）】

MLP に対してスチーム加熱（100℃、10-30分）を施し、色調、抗酸化活性、ケルセチン含有量、および嗜好性への影響を評価した。次に、これらのスチーム処理 MLP を用いてパンを作製し、焼成後の膨化特性や官能評価を行った。また、パン生地形成および膨化抑制因子について、SEM 観察およびイースト菌発酵試験を用いて検討した。スチーム加熱による褐変の抑制が確認され、MLP の色調が焙煎処理と比較して顕著に改善された。ケルセチン含有量および抗酸化活性は、100℃-150℃でのスチーム加熱ではほとんど減少せず、MLP の機能性が維持された。スチーム処理 MLP を 5%以上添加した場合であっても、比容積は一般的な食パンと同等に改善された。イースト菌発酵試験では、スチーム処理によりイースト菌の CO<sub>2</sub> 生成が正常に行われ、菌数も減少しなかった。スチーム処理 MLP を添加したパンの官能評価では、焙煎処理 MLP と比較して風味や食感が向上し、全体的な嗜好性が高まった。

#### 【低酸素環境滞在後の持久性運動が組織中 Fibroblast Growth Factor 21 に及ぼす影響（今 有礼）】

Fibroblast Growth Factor 21 (FGF21)は、肝臓や骨格筋などで産生されているサイトカインであり、エネルギー代謝やインスリン抵抗性の改善に重要な役割を果たしている。近年、先行研究において低酸素環境への滞在や持久性運動が FGF21 の発現や分泌を高めることが報告されている。本研究では、低酸素環境滞在後の持久性運動が肝臓および骨格筋内の FGF21 に及ぼす影響について検討した。その結果、持久性運動により骨格筋内の FGF21 が増加することが明らかになった。

#### 【ポストバイオティクスの創出とその作用メカニズム解明（石田 達也）】

昨年度に引き続き、健康寿命延伸に寄与できる乳酸菌を探索しており、腸管上皮様に分化させた CaCo-2 細胞においてインスリン様増殖因子-2 (Insulin like growth factors 2, IGF-2) を産生誘導する乳酸菌株や、IL-15, IL-18 を産生誘導する乳酸菌株をスクリーニングしております。前者は、筋肉増強作用に期待でき、将来的にはサルコペニア予防に寄与できる可能性があります。また、後者の IL-15、IL-18 は NK 細胞の賦活化調節サイトカインであるため、自然免疫を増強し、風邪予防、インフルエンザ予防に期待ができます。

今年度はより効果的な菌株を見出すため、スクリーニング条件の検討を行うとともに、育種による産生誘導能の増強を検討しました。研究報告書これらの育種結果について報告する予定です。

#### 【難治性がんにおける小胞体ストレス誘導を介した治療戦略の検討（河野 翔）】

近年、がん研究の進歩は著しく、5年相対生存率を見ても、例えば男性の前立腺がんは 99%、女性の乳がんは 92%といった様子ががん治療の発展は目覚ましいものがある。その一方で、膵臓がんでは男女共に 5年相対生存率は 10%を切っており、難治性がんと呼ばれるがんにおいては未だ有効な治療法が確立されていないことも現状である。本研究では、難治性がんに対する新たな治療戦略の構築を目指し、腫瘍細胞に対する「小胞体ストレス誘導作用」が報告されているビタミン E 誘導体の難治性がん

に対する作用の検討を行った。

#### 【朝食欠食後の尿中ケトン体濃度に関する予備的研究（吉崎 貴大）】

本研究は、朝食欠食後のケトン体代謝がたんぱく質代謝へ及ぼす影響を検討するための予備的研究として、朝食欠食後はケトン体濃度の増加が見られるか否かを明らかにすることを目的とした。男子大学生5名を対象にランダム化クロスオーバー比較試験を実施した結果、朝食摂取条件と朝食欠食条件共に全ての尿中ケトン体濃度の測定結果は陰性であった。朝食欠食後のケトン体代謝の変動は小さく、たんぱく質代謝へ及ぼす影響は小さいと考えられる。

#### 【バナナ(Musa spp.)の樹に含まれる機能成分の測定と生活習慣病予防への応用①（後藤 顕一）】

本調査の目的は、バナナの樹に含まれる抗酸化物質の量を測定し、それが生活習慣病予防にどのように寄与できるかを明らかにすることである。下田園芸，国産無農薬バナナ（ナムア種，Namwa banana を用いた）の仮茎、葉、茎、実を採集した。Folin-Ciocalteu 法を用いて、バナナの樹の各部位の総ポリフェノール量を測定した。Trolox 試薬を用いて、バナナの樹の各部位の抗酸化力を評価した。DPPH ラジカル消去活性法を用いて、抗酸化力を測定した。その結果、茎の総ポリフェノール量は、600  $\mu\text{g GAE/g}$  であり、最も高い値を示した。葉の総ポリフェノール量は、450  $\mu\text{g GAE/g}$  であった。茎の総ポリフェノール量は、300  $\mu\text{g GAE/g}$  であり、実は 150  $\mu\text{g GAE/g}$  であった。仮茎の抗酸化力は、Trolox 等価抗酸化能として 800  $\mu\text{mol TE/g}$  であり、最も高い値を示した。葉の抗酸化力は、600  $\mu\text{mol TE/g}$  であった。茎の抗酸化力は、400  $\mu\text{mol TE/g}$  であり、実は 200  $\mu\text{mol TE/g}$  であった。

#### 【ビタミンCの抗老化作用に関する研究（佐藤 綾美）】

オスおよびメスの SMP30-KO マウスを2月齢でビタミンC充足群と不足群に分け、12ヵ月間飼育した。ビタミンC充足群は、野生型マウスと同等の血中ビタミンC濃度となる投与量を設定し、不足群はそれに対し2.5%となる投与量とした。HPLC解析により、不足群では有意に血中ビタミンC濃度が低いことが確認された。体重測定の結果、特にメスでは不足群で顕著な変化がみられた。また、臓器重量測定の結果、メスでは肝臓や肺の重量に変化がみられた。さらに、肝臓および肺組織を用い、RNA-seqによる遺伝子発現網羅的解析を行った。本研究より、長期間のビタミンC不足状態は、欠乏症である壊血病とは異なる生体変容を引き起こし、老化関連遺伝子の発現等へ影響する可能性が考えられる。

#### 【高地トレーニングが陸上選手の血液性状へ与える影響（芹澤 奈保）】

研究参加者は大学生女子陸上選手19名で、2024年8月下旬の7日間、長野県（標高1500m）にてトレーニングを行った。合宿中、研究参加者は全員同一の食事を摂取した。合宿前日と合宿終了翌日の早朝空腹時に上腕静脈から採血を実施した。評価は一般生化学検査項目とし、血液は外部分析機関にて分析を依頼した。血中の総蛋白（TP）、カルシウム（Ca）、血清鉄、アルブミン（ALB）は高地トレーニング後に有意に低下した（ $p < .05$ ,  $p < .01$ ,  $p < .01$ ,  $p < .05$ ）。さらに網状赤血球はトレーニング後有意に増加した（ $p < .001$ ）高地トレーニングによりTP、Ca、血清鉄、ALB低下が認められることから、高地トレーニング前後とトレーニング中の積極的なたんぱく質と微量栄養素の補給が求められることが示唆された。

# 発がん物質のスクリーニング

宮越 雄一（健康スポーツ科学部栄養科学科）

## 1. 研究の背景

私たちは、日常環境において、物理的要因、化学的要因、生物的要因など様々な有害要因に複合的に曝露されて生活している。そのような要因の中には、発がん性を示すものもあり、エームス試験や染色体異常試験、小核試験、コメットアッセイ法などの変異原性を指標として発がん物質のスクリーニング法により、それらの発がん性が調べられている。

近年、電磁場曝露により脳腫瘍、白血病の発症率が増加するという疫学調査結果が報告されており、DNA 損傷を指標とした発がん物質のスクリーニング法の一つであるコメットアッセイ法を用いて、電磁場と化学物質の複合曝露による変異原性を検討した。

## 2. 調査報告および研究報告

3 日齢の SD 系雄性ラットに化学物質 (bleomycin : BLM) を投与後、50Hz の電磁場に曝露した。曝露終了後、全脳を摘出し、単一細胞にした、電気泳動を行った。その後、ethidium bromide 染色を行い、蛍光顕微鏡下にて撮影し、DNA 損傷性を測定した。電磁場と化学物質 (BLM) の複合曝露では、化学物質のみの曝露に比べて DNA 損傷性が増加した。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

電磁場と化学物質 (BLM) の複合曝露では、化学物質単独曝露に比べて DNA 損傷が増加したことより、電磁場による化学物質に対する変異原性の増幅作用あるいは promotion 作用が示唆された。

化学物質を取扱う作業場では、電磁場を発生する機器・装置が多数あるので、電磁場と化学物質の複合曝露の検討を行うことは、電磁場曝露のリスクを評価する面からも重要なことと思われる。

参考文献

該当なし

発表論文

1) Anna Oue, Yasuhiro Iimura, Yuichi Miyakoshi, Masako Ota, Effect of Acute Dietary Nitrate Supplementation on the Changes in Calf Venous Volume during Postural Change and Skeletal Muscle Pump Activity in Healthy Young Adults. *Nutrients* 16(11) 2024 年 5 月 26 日、査読有.

2) Naho Serizawa, Yusuke Ninomiya, Akiho Shinagawa, Ayako Minematsu, Yuichi Miyakoshi, Tomohiro Yano, Masako Ota, Short-term intake of delta-tocotrienol on lipid profiles in healthy subjects. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition* 2024 年、査読有.

学会発表

該当なし

著書

1) 宮越雄一、他、学文社、サクセスフル食物と栄養学基礎シリーズ 1 公衆衛生学、p112~136、2024 年。

# 加重低減に伴うラット大腿骨の骨量減少に対する 鍼通電刺激の効果に関する研究

大迫 正文 (健康スポーツ科学部健康スポーツ科学科)

## 1. 研究の背景

骨の健康維持増進は「健康寿命の延伸」の面においても重要とされている。ビスホスホネートをマウスに1週間に1回、5週間投与した報告<sup>1</sup>によると、骨吸収抑制効果が認められている。しかし、この薬剤の長期にわたる投与は、顎骨壊死の副作用があることが指摘されている<sup>2</sup>。

## 2. 調査報告および研究報告

本研究は、後肢懸垂を行ったラット大腿骨の皮質骨および海綿骨の骨量減少に対する、鍼通電刺激の効果を検討した。7週齢のウィスター系雄性ラット48匹を後肢懸垂群、後肢懸垂・鍼通電刺激群、および対照群に分類した。実験期間は2週間とし、後肢懸垂・鍼通電群は麻酔下で通電刺激した。実験期間終了後、各群から大腿骨を摘出して形態学的に分析した。その結果、加重低減に伴う骨量減少に対して、鍼通電刺激は皮質骨、海綿骨のいずれにも顕著な骨量維持効果を示すことが理解された。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

本研究では低周波刺激が骨量維持に有効であったが、この通電条件ではヒトにかなりな痛みや違和感を与えており、このことから、今後、通電条件についてもさらに検討する必要があると考えている。

## 参考文献

1) H. Funayama, M. Ohsako, Y. Monma, H. Mayanagi, S. Sugawara and Y. Endo : Inhibition of Inflammatory and Bone-Resorption-Inhibitory Effects of Alendronate by Etidronate. *Calcif. Tiss. Int.* 76,2005, 448-457.

2) 高橋喜久雄・川畑彰子・小池博文・唐司則之: ビスホスホネートによって発症したと考えられた上顎骨壊死の1例. 発表論文

1) Wataru Minamizono, Nao Yashima, Hiroya Matsunaga, Kaoru Fujikawa, Hirai Suito, Takumi Okunuki, Masafumi Ohsako : Histological analysis of the effect of a vector potential generator on the femur of a hindlimb-suspended rat. *Anatomia 査読有*,3: 2024, 277-300.

2) Hirai Suito, Wataru Minamizono, Nao Yashima, Hiroya Matsunaga, Kaoru Fujikawa, Masafumi Ohsako: Effect of load reduction on the calcification of rat tibial tuberosity: Focus on calcification factors and chondrocyte mechanosensors. *Journal of Anatomy. 査読有*, 246.2025, 148-159.

## 学会発表

1) 南園 航、八嶋奈央、呂 嘉崢、松永拓也、大迫正文: ベクトルポテンシャル発生装置がラット大腿骨の構造変化に及ぼす影響. 第129回日本解剖学会, 2024年3月21-23日. 那覇.

2) 八嶋奈央、水藤飛来、南園 航、松永拓也、呂 嘉崢、大迫正文: 脛骨骨損傷ラットの椎体皮質骨における脆弱化の要因に関する検討. 第129回日本解剖学会, 2024年3月21-23日. 那覇.

3) 八嶋奈央、南園 航、松永拓也、水藤飛来、大迫正文: 非接触性通電刺激がラット脛骨骨損傷の骨癒合に及ぼす影響. 第42回日本骨代謝学会・シンポジウム, 2024年6月30日-7月1日, 那覇.

## 著書

該当なし

# 神経細胞における MLV-Gag 制御とその生理的意義

根建 拓 (生命科学部生命科学科)

## 1. 研究の背景

内在性レトロウイルス (Endogenous Retrovirus, ERV) とは、生殖細胞のゲノムに組み込まれたレトロウイルス由来の遺伝子配列である。近年、ERV の異常な活性化が神経変性疾患の発症および進行に関与する可能性が示唆されている (1)。しかし、神経変性疾患における ERV の発現変化やその生理的役割については依然として不明な点が多い。本研究では、神経変性疾患の発症・進行に関与する因子の一つである酸化ストレスに着目し、酸化ストレス依存的な ERV の発現変化およびその生理的意義を明らかにすることを目的とした。

## 2. 調査報告および研究報告

まず、酸化ストレスによる MLV-Gag の発現変化の解析を行った。マウス海馬由来神経細胞 HT22 を H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> で 24 時間処理したところ、MLV-Gag のタンパク質発現量は減少したが、qPCR 解析では遺伝子発現量の有意な増加が確認された。さらに、細胞外に分泌される MLV-Gag の量が減少したこと、リソソーム阻害剤クロロキン存在下では酸化ストレス依存的な MLV-Gag 減少は見られなくなることを併せ、MLV-Gag は酸化ストレス依存的に細胞内で分解されると結論づけた。次に、酸化ストレスに応答して発現上昇し、リソソーム機能を調節することが知られている PGRN に着目した研究を行った。HT22 の PGRN をノックダウン後、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 処理を行ったところ、酸化ストレスによる MLV-Gag の発現低下が抑制された。すなわち、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 処理による PGRN 発現増加を介して MLV-Gag の減少が生じたことが示唆された。これまで、神経細胞内での MLV-Gag の過剰発現が変性タンパク質の凝集を促進することが示されていることから、酸化ストレス依存的に発現増加する PGRN は、MLV-Gag 発現を抑制することで変性タンパク質の凝集を防ぐ役割を果たしている可能性がある。さらに、MLV-Gag の発現低下による神経細胞の生理変化を解析した。まず、MLV-Gag のノックダウンによって HT22 の細胞数減少が観察されたことから、フローサイトメーター解析を実施した。その結果、MLV-Gag ノックダウンは細胞周期には影響を与えなかったが、後期アポトーシスを誘導することが明らかとなった。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

今後、PGRN ノックアウトマウス等を用いた *in vivo* での検証実験を行う必要がある。

### 参考文献

1) Chang YH, Dubnau J. Endogenous retroviruses and TDP-43 proteinopathy form a sustaining feedback driving intercellular spread of Drosophila neurodegeneration. Nat Commun. 2023 14(1):966.

発表論文

該当なし

学会発表

1) 根建 拓、ストレス依存的なプログラニューリン発現増加による内在性レトロウイルス制御、第 47 回日本分子生物学会（招待講演）、2024 年 11 月 28 日、福岡

著書

1) 根建 拓、他、地球システム・倫理学会会報 19 号、多様性を問う一人文・自然・社会の視点から一、2024 年 11 月、掲載ページ数 113-131

# 腫瘍スフェロイドモデル系を用いた 新規大腸がん治療法構築の可能性

矢野 友啓 (健康スポーツ科学部栄養科学科)

## 1. 研究の背景

大腸がんは世界で2番目に死亡者数が多く、大腸がんに対する治療法が開発されているにもかかわらず、未だに5年相対生存率は大きな改善に至っておらず、より効果的な大腸がん治療法の開発は大腸がん治療上の大きな課題になっている。がん細胞の生存や増殖に必要なメバロン酸経路の律速酵素である HMG-CoA reductase の競合的阻害剤のスタチン系薬剤(スタチン)は、種々のがん細胞株に対し抗がん効果を示すことが確認されているうえに、疫学的研究から、スタチンは大腸がん予防及び治療に効果的である可能性が示されている。しかしながら、スタチン単剤では十分な抗がん効果が得られないことも明らかになってきた。一方、メバロン酸経路のマスター制御転写因子であるステロール調節エレメント結合タンパク質2 (SREBP2) 阻害がスタチンの抗がん効果が増強されることが報告され、新たながん治療法として有望視されている。本研究では、*in vitro* で *in vivo* の疑似条件を再現できる、抗がん剤の有効性評価に有用とされる三次元培養で作成した腫瘍スフェロイドを用いて、スタチンと SREBP2 阻害分子併用の大腸がんに対する有効性を評価した。

## 2. 研究報告

2つの異なるヒト大腸がん細胞株 (HCT116 及び DLD1 細胞) を用いて、三次元培養を用いて大腸がんスフェロイドを作成し、二次元培養した親細胞株とスタチンに対する毒性を評価したところ、明らかに大腸がんスフェロイドの方が強いスタチン耐性を示し、*in vivo* でのがんの持つスタチン耐性を再現し、大腸がんスフェロイドがスタチンの抗大腸がん作用を評価する良いモデルであることが示された。また、スタチンの標的経路であるメバロン酸経路に関する酵素群 (HMGCS1, HMGCR 及び FDPS) とこれらの酵素群のマスター制御転写因子である SREBP2 の遺伝子発現量を解析したところ、FDPS を除いて、大腸がんスフェロイドでこれらの遺伝子の発現量が二次元培養細胞株より有意に上昇しており、大腸がんスフェロイドにおける高いメバロン酸経路活性がスタチン耐性に関係している可能性が示された。また、SREBP2 がスタチン処理により活性化され、メバロン酸経路の回復 (SREBP2 フィードバックループ) を図ることでスタチンの毒性が低下することが知られており、大腸がんスフェロイドにおいても、スタチン処理により SREBP2 フィードバックループ (SREBP2 の転写活性化とその標的遺伝子群の発現量増加で評価) が誘導されていることが確認され、大腸がんスフェロイドにおけるスタチン耐性機序の一端が明らかにされた。次に、大腸がんスフェロイドにおける SREBP2 の活性化阻害が、スタチン耐性の克服 (スタチンの抗がん作用の強化) に貢献できるか評価するため、SREBP2 の活性化阻害成分が報告されている 25-hydroxy cholesterol を用いた。その結果、25-hydroxy cholesterol とスタチンの併用は、顕著にスタチン処理による SREBP2 フィードバックループ

プを抑制すると同時に、細胞生存活性の低下とアポトーシスが誘発された。これらのことから、大腸がんスフェロイドにおいて、スタチン処理下における SREBP2 の阻害は、スタチン耐性の克服に貢献できることが明らかになった。

### 3. 今後の研究における課題または問題点

大腸がんスフェロイドモデル系を用いた今回の研究で、スタチンと SREBP2 阻害成分の併用が新規大腸がん治療法になりえる可能性が示されたが、今後、動物モデル等でこの可能性を検証し、将来の臨床応用の実現を目指す必要がある。

#### 参考文献

- 1) Mullen PJ, Yu R, Longo J, Archer MC, Penn LZ. The interplay between cell signalling and the mevalonate pathway in cancer. *Nat Rev Cancer*. 2016 Nov;16(11):718-731.
- 2) Thrift AP, Natarajan Y, Liu Y, El-Serag HB. Statin Use After Diagnosis of Hepatocellular Carcinoma Is Associated With Decreased Mortality. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2019 Sep; 17(10):2117-2125.
- 3) Pourlotfi A, Ahl Hulme R, Forssten MP, Sjolín G, Bass GA, Cao Y, Matthiessen P, Mohseni S. Statin therapy and its association with long-term survival after colon cancer surgery. *Surgery*. 2022 Apr;171(4):890-896.
- 4) Yang J, Li C, Shen Y, Zhou H, Shao Y, Zhu W, Chen Y. Impact of statin use on cancer-specific mortality and recurrence: A meta-analysis of 60 observational studies. *Medicine (Baltimore)*. 2020 Apr;99(14):e19596.
- 5) Van Leeuwen JE, Ba-Alawi W, Branchard E, Cruickshank J, Schormann W, Longo J, Silvester J, Gross PL, Andrews DW, Cescon DW, Haibe-Kains B, Penn LZ, Gendoo DMA. Computational pharmacogenomic screen identifies drugs that potentiate the anti-breast cancer activity of statins. *Nat Commun*. 2022 Oct 24;13(1):6323.

#### 発表論文

該当なし(投稿準備中)

#### 学会発表

- 1) 大腸がんスフェロイドにおけるスタチンと SREBP2 阻害分子の併用効果  
田内 優乃、石井 亨汰、矢野 友啓  
第68回日本薬学会関東支部会、2024年9月14日、新潟医療福祉大学新津キャンパス
- 2)  $\delta$ -Tocotrienol による SREBP2 を標的としたスタチンの抗がん作用強化と大腸がん治療における可能性  
石井 亨汰、田内 優乃、矢野 友啓  
第68回日本薬学会関東支部会、2024年9月14日、新潟医療福祉大学新津キャンパス
- 3) 大腸がんスフェロイドにおける $\delta$ -Tocotrienol とスタチン併用の有効性評価  
田内 優乃、石井 亨汰、矢野 友啓  
第22回日本機能性食品医用学会総会、2024年12月7日、東洋大学赤羽台キャンパス

#### 著書

該当なし

# 女子陸上長距離選手における短期ビタミン摂取が及ぼす影響

太田 昌子 (健康スポーツ科学部栄養科学科)

## 1. 研究の背景

大学生女子長距離選手(長距離選手)は10~20 km/日の走行距離を有し、合宿などの強化期間は25~30 km/日となり走行距離は増加する。1日の走行距離の変動により、必然的に1日の消費エネルギーが変動することが推察されるが、長距離選手のエネルギー消費量の変動幅について明示した報告論文はない。そこで、本研究では、第一段階として、長距離選手の推定必要エネルギー量を簡易的に把握することを目的とした。次に、長距離選手はエネルギー代謝を円滑に行う上で、ビタミンの必要量も増加することが推察される。そこで本研究では、長距離選手の日常的なビタミン摂取が早朝空腹時血清および血漿に及ぼす影響についても考察した。

## 2. 調査報告および研究報告

行動記録表から算出した合宿時のエネルギー消費量については2000~4500kcal/日であった。エネルギー消費量は体格差や運動量などの個人差も考慮する必要があるが、推定エネルギー必要量は2200kcal/日/人が大きく逸脱することのない値であることが示唆された。

次に、1日2回のビタミン摂取を行った場合、血清ビタミンB<sub>2</sub>濃度を維持し、生体内のFe代謝に関与し、貧血指標の血液検査項目が逸脱しないことが推察された。これらの結果から、ビタミンやミネラルの適量摂取によりパフォーマンスや集中力の向上が期待できる。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

1日2回の短期ビタミン摂取に伴う薬理効果を研究する場合、行動記録表と半定量法による秤量法を採用した食事記録から、個人特性を把握したうえで、研究を遂行することが望まれる。また、日常的なサプリメント摂取を把握することも必要となる。

## 参考文献

- 1) Akiho Shinagawa, Tomoki Yamazaki, Ayako Minematsu, Naho Serizawa, Yuri Hosoi, Yusuke Ninomiya, Yuichi Miyakoshi, Tomohiro Yano, **Masako Ota**. Changes in homocysteine and non-mercaptoalbumin levels after acute exercise: a crossover study. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2023 Apr 17;15(1):59.
- 2) Ayako Minematsu, Naho Serizawa, Akiho Shinagawa, Tomoki Yamazaki, Yuichi Miyakoshi, Tomohiro Yano, **Masako Ota**. Endurance Exercise Increases Next-day Fasting Plasma Homocysteine Concentrations in Female Long-distance Runners. J. Clin. Physiol., Vol. 52, No. 5, 2022.

## 発表論文

- 1) Naho Serizawa, Yusuke Ninomiya, Akiho Shinagawa, Ayako Minematsu, Yuichi Miyakoshi, Tomohiro Yano, **Masako Ota**. Short-term intake of delta-tocotrienol on lipid profiles in healthy subjects. J Clin Biochem Nutr. 2025 Jan;76(1):3-7.

## 学会発表

芹澤奈保、田中璃子、萩原結、宮越雄一、太田昌子。7日間の高地トレーニングが女子陸上選手の血液性状へ与える影響。第22回日本機能性食品医用学会総会。

著書：該当なし

# ビートルートジュース摂取が姿勢変化時およびつま先立ち運動時における 下腿部静脈容積変化に及ぼす影響

大上 安奈 (健康スポーツ科学部栄養科学科)

## 1. 研究の背景

一酸化窒素 (NO) は血管拡張物質として重要な役割を果たし、各組織の血流量や血圧の調節に寄与している<sup>1)</sup>。NO の合成経路のひとつとして、食品から摂取した硝酸塩 ( $\text{NO}_3^-$ ) が体内で亜硝酸塩 ( $\text{NO}_2^-$ )、NO の順に段階的に還元される経路がある ( $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}$  経路)。  $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}$  経路の効果を調べるために、ビートルートジュース (BRJ) による食品由来の  $\text{NO}_3^-$  補給が用いられており、この経路によって誘導される NO 活性の増加は、交感神経活動を抑制したり<sup>2)</sup>、動脈血管の拡張物質として作用する可能性が示唆されている<sup>3)</sup>。

仰臥位から直立位への姿勢変化は、重力の静水圧効果により、上半身と胸郭から下肢への血液の移動を引き起こし、その結果、静脈還流と心臓前負荷が減少する。しかし、これらの減少はいくつかの代償反応 [心肺圧受容器や動脈圧受容器の脱負荷による交感神経活動の亢進<sup>4)</sup>、骨格筋ポンプ作用による静脈還流の促進<sup>5)</sup>] によって相殺されるため、血圧と心拍出量は実際には維持される。心臓は血液を駆出するポンプ機能を持つが、血液を保持する能力はないため、心拍出量と血圧を維持するためには静脈から心臓に血液を適切に戻すことが非常に重要である。しかし、静脈血管応答に対する  $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}$  経路由来の NO 活性増大の関与については不明な点が多い。したがって本研究の目的は、BRJ 摂取に伴う  $\text{NO}_3^-$  補給が姿勢変化による静脈血液貯留および骨格筋ポンプ作用による静脈還流に及ぼす影響を明らかにすることであった。

## 2. 調査報告および研究報告

### (1) 被験者

健康な若年成人 15 名 (男性 9 名, 女性 6 名, 年齢  $22.1 \pm 1.5$  歳, 身長  $166.7 \pm 9.5$  cm, 体重  $65.8 \pm 15.1$  kg) を対象とした。女性被験者は性周期を考慮し、月経開始 3 日目から 10 日目までの期間で本実験を行った。

### (2) 実験手順とデータ解析

BRJ とコントロール飲料 (プルーンジュース: CON 条件) を摂取する 2 条件を設定した。本実験として、BRJ またはプルーンジュースを摂取した 2 時間後に、骨格筋ポンプテストを行なった。具体的には、被験者は仰臥位姿勢にて両足を  $15 \sim 30^\circ$  の角度で上げ 10 分間保持した後、座位姿勢を 2.5 分間、右足を軽く浮かせた状態で左脚にて立位姿勢を 1.5 分間保った。その後、右足でつま先立ち運動を行った。なお、BRJ 条件と CON 条件は 1 週間以上の期間をあげ、ランダム順に実施した。骨格筋ポンプテスト時の右下腿部容積をプレチスモグラフィ法で測定し、仰臥位姿勢から立位姿勢に変化した時の容積変化を総静脈容積 (血液貯留の指標)、つま先立ち運動時の容積変化を静脈還流量として評価した。

### (3) 結果

BRJ 摂取により血漿 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>は有意に上昇した (摂取前: 16±6 mM, 摂取後 572±116 mM, p < 0.05). この結果は BRJ 摂取により NO 活性が上昇していたことを示している.

総静脈容量は BRJ 条件と CON 条件で差は見られなかった (CON: 5.95±1.18 mL/dL of tissue, BRJ: 6.06±1.36 mL/dL of tissue). その理由として 2 つのことが考えられた. 一つは BRJ 摂取に伴う NO 活性上昇は心肺圧受容器脱負荷による交感神経活動亢進を弱めなかった可能性である. もう一つは, 筋原性応答が BRJ 由来の血管拡張を相殺した可能性である. さらに, 静脈還流も条件間で差は見られなかった (CON: 3.91±0.80 mL/dL of tissue; BRJ: 4.04±1.01 mL/dL of tissue). その理由として, 上述のように総静脈容量は BRJ 条件と CON 条件で差がなかったこと, また, BRJ 摂取は筋力に影響しないことから, 本研究において, 骨格筋ポンプ作用に伴う静脈還流の規定要因である静脈血管内への血液貯留量および骨格筋の収縮力は BRJ 摂取により変化しなかったためと考えられる.

以上の結果から, 健康な若年者において, BRJ 摂取に伴う NO 活性上昇は仰臥位から立位への姿勢変化時における血液貯留およびそれに引き続く骨格筋ポンプ作用による静脈還流を変化させないことが示唆された.

### 3. 今後の研究における課題または問題点

本研究では血管機能および血圧調節能が正常である健康な若年者を対象にした. 今後, これらの機能が低下している対象者における検討も考慮する必要がある.

### 参考文献

- 1) Jin RC and Loscalzo J. Vascular nitric oxide: formation and function. *J. Blood Med.* 1: 147–162, 2010.
- 2) Notay K et al. Acute beetroot juice supplementation on sympathetic nerve activity: a randomized, double-blind, placebo-controlled proof-of-concept study. *Am. J. Physiol. Heart. Circ. Physiol.* 313: H59–H65, 2017.
- 3) Kapil V et al. Dietary nitrate provides sustained blood pressure lowering in hypertensive patients: a randomized, phase 2, double-blind, placebo-controlled study. *Hypertension.* 65: 320–327, 2015.
- 4) Jacobsen TN et al. Relative contributions of cardiopulmonary and sinoaortic baroreflexes in causing sympathetic activation in the human skeletal muscle circulation during orthostatic stress. *Circ. Res.* 73: 367–378, 1993.
- 5) Rowell LB. *Human Circulation Regulation during Physical Stress.* Oxford University Press, New York. pp 174–212, 1986.

### 発表論文

- 1) Oue A, Iimura Y, Miyakoshi Y, Ota M. Effect of acute dietary nitrate supplementation on the changes in calf venous volume during postural change and skeletal muscle pump activity in healthy young adults. *Nutrients.* 16: 1621, 2024. 査読有

### 学会発表

該当なし

### 著書

該当なし

# 可溶化 B7-H6 は胃がんにおける NK 細胞活性の低下と関連する

加藤 和則 (健康スポーツ科学部栄養科学科)

## 1. 研究の背景

胃がんは罹患者数が世界第 5 位であり、特に東アジア諸国 (中国、日本、韓国) で発症者数が多く、早期発見や治療が行われないと、他臓器転移や腹膜播種により予後不良となりがん関連死に至ることも多い。先行研究により、胃がん患者における NK 細胞表面受容体の発現を検証し、NKp30 および NKp46 が健常者と比較して有意に低下していることを明らかにしてきた。B7-H6 は、多数の腫瘍細胞に発現されている NKp30 のリガンドであり、NKp30 と結合することで、NK 細胞の細胞障害活性を誘導することが報告されている。そこで本研究では、NK 細胞表面活性型受容体の発現に注目し、NK 細胞活性の変化およびがん細胞との相互作用を解明することを目的とした。

## 2. 調査報告および研究報告

### (1) ヒト血漿および胃組織における B7-H6 発現変化解析

健常者(n=8)と比較して、胃がん患者(n=38)血漿中可溶化 B7-H6 濃度が有意に増加していることを認めた (Fig. 1)。また、胃がん組織では正常部位よりも癌部位の方が B7-H6 の発現量が高いことが認められた (Fig. 2)。

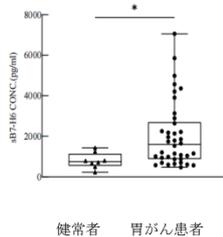


Fig. 1 ヒト血漿中B7-H6の濃度

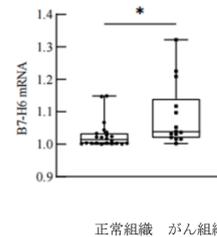


Fig. 2 ヒト胃組織B7-H6の発現変化

### (2) NKp30 の発現低下と B7-H6 発現の関連性

胃がん細胞由来の sB7-H6 により、NK 細胞表面活性型受容体 NKp30 が低下することで、胃がん細胞は NK 細胞に対してその機能を抑えていることが示唆された (Fig. 3)。

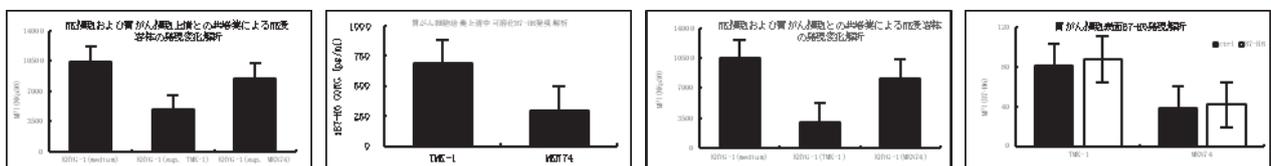


Fig. 3 NKp30 の発現低下と sB7-H6 の関係

## 3. 今後の研究における課題または問題点

本研究では、胃がん患者における NK 細胞の機能障害は、NKp30 発現低下と関連しており、可溶化 B7-H6 の発現上昇が NK 細胞の活性化を阻害し、抗腫瘍反応を低下させることを確認した。本研究は、胃がんの免疫逃避における可溶化 B7-H6 の重要性を示唆することができ、今後、可溶化 B7-H6 の産生を抑制する植物由来機能性分子や microRNA 等の探索を通じて、胃がんに対するより安全で効果的な治療法開発のための新たな戦略に繋がると考えられる。

参考文献

該当なし

発表論文

該当なし

学会発表

- 1) LIN YIKUN、山田拓武、岩澤卓弥、福永哲、折田創、加藤和則 「可溶化 B7-H6 は胃がんにおける NK 細胞活性の低下と関連する」 第 83 回日本癌学会学術総会、2024.9.19 福岡
- 2) LIN YIKUN、岩澤卓弥、加藤和則 「NK 細胞活性を促進するファイトケミカルの探索研究」 第 22 回日本機能性食品医学会総会、2024.12.07 東京

著書

該当なし

# 摂食条件が摂食率や美味しさに与える影響

大瀬良 知子（食環境科学部健康栄養学科）

## 1. 研究の背景

疫学研究では、共食が人々にもたらす効果について数多くの研究結果がある。例えば、共食が多いほど様々な食品を摂取していたり<sup>1)</sup>、高校生では家庭の食事を大切に感じるほど主観的健康観が高く<sup>2)</sup>、共食の頻度が高いほど精神健康度が高いという報告がある<sup>3)</sup>。これらのことから、共食をした方が良いことは明らかであるが、それらが日々の食事においてどれほど影響があるかを検討するため、実験的研究を用いて共食と黙食が摂食率や美味しさに与える影響を検討した。90秒という短い時間での先行実験では、黙食条件よりも共食条件の方が摂食率と美味しさが有意に高いという結果が得られた<sup>4)</sup>。そこで、本研究ではより自然に近い食事環境やメニューを用いて摂食条件が摂食率や美味しさに与える影響を検討した。

## 2. 調査報告および研究報告

研究への同意が得られた大学生 16 名に、摂食条件 2 種類（共食・黙食）と給食を想定したメニュー 2 種類（牛乳の有・無）の 2×2 条件を用いてクロスオーバー試験を行った。食事はどちらも 770kcal になるように調整し、牛乳なしのメニューは牛乳ありのメニューと同等のエネルギーとカルシウムが摂れるように作製し、残食量と食事時間を測定した。喫食後に Visual Analog Scale (VAS) により各メニューの美味しさと各回の食事の楽しさを評価させた。解析は、摂食条件と牛乳の有無で 2 元配置分散分析を実施した。

今回のメニューの摂食率は  $95.9 \pm 7.7\%$ 、美味しさは 71.8point であり、どちらも 4 条件で有意差は認められなかった ( $P=N.S$ )。食事の楽しさは黙食  $3.8 \pm 2.93$  point、共食  $9.3 \pm 0.96$  point であり摂食条件で有意差が認められ ( $P < 0.001$ )、食事時間は共食の方が黙食より長く ( $19.3 \pm 4.39$  vs  $16.0 \pm 3.6$  分)、牛乳なしの方がより長かった ( $18.7 \pm 4.84$  vs  $16.7 \pm 3.52$  分、摂食条件  $P < 0.01$ 、牛乳の有無  $P < 0.05$ 、交互作用  $P=N.S$ )。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

今回のメニューは、摂食率が 96% であり、メニューに対する美味しさの評価が高かったため、摂食率と美味しさに影響が確認できなかった可能性がある。そして、より自然環境を考慮した摂食実験では、共食が与える影響は提供されている食事が美味しい場合、摂食率と美味しさよりも食事の楽しさや摂食時間へ影響することが確認できた。そのため、自然環境において共食がその効果を発揮するためには、喫食を行うのに十分な時間と食事を楽しめる空間・仲間がいることが重要となる可能性が示唆された。

今後は、同じライフステージで異なるメニューを摂取したでも同様の結果得られるのか、異なるライフステージで今回のメニューを喫食した際に再現性が得られるのか等の検討を行い、共食が健康度の高さに影響する要因を明確にしていきたい。

#### 参考文献

- 1) Midori Ishikawa et al, Eating Together “Is Associated with Food Behaviors and Demographic Factors of Older Japanese People Who Live Alone, Journal of Nutrition, Health and Aging, Vol.21, No.6, 2017, 662-672
- 2) Tomoko Osera et al, Relationship Between Self-Rated Health and Lifestyle and Food Habits in Japanese High School Students, Behavioral Sciences, Vol.6, No.4, 2017, 150-158
- 3) 黒岩美紅他、高校生における共食と精神的健康との関連、日本衛生学雑誌、Vol.77、2022、S208
- 4) Tomoko Osera et al, What Enhances Food Intake? –Silent Eating or Conversing while Eating with Others, Journal of Food and Nutrition Research, Vol.11, No.5, 2023, 360-364

#### 発表論文

- 1) Tomoko Osera and Nobutaka Kurihara, Effect of Video Viewing on Food Consumption and Perceived Taste, American Journal of Food and Nutrition, 査読有、Vol.12, No.6, 2024, 159-164

#### 学会発表

- 1) Tomoko Osera et al, Self-Rated Health Is Related With Adolescents’ Mental Health, Healthy Lifestyle, Eating Habits and Intestinal Conditions, Journal of Nutrition Education and Behavior, Vol.56, No.8, S46-S47, 2024年8月、アメリカ
- 2) 大瀬良知子他、摂食条件が摂食率や美味しさに与える影響-学校給食を想定したメニューでの検討-、日本衛生学会、2025年3月、埼玉

#### 著書

- 1) 大瀬良知子他、学文社、公衆衛生学会 第4章 健康状態・疾病の測定と評価、2024年9月、P67-83

# モリンガ粉末の機能性向上および嗜好性改善に関する研究

郡山 貴子（食環境科学部健康栄養学科）

## 1. 研究の背景

近年、SDGsの実現に向け、未利用・低利用食材の有効活用が食品業界で注目されている。その中でも、モリンガ（*Moringa oleifera*）は、国内では食材としての利用が少ないものの、高い栄養価、豊富なミネラル、および優れた抗酸化性を有するインド北部原産の植物である。モリンガの葉の粉末（以下MLP）には9種類の必須アミノ酸が含まれ、主食にMLPを添加することで、栄養不足やタンパク質・ミネラル不足の解消に寄与する可能性がある。しかし、パンへのMLP添加では、添加量が2.0%-2.5%を超えると膨らみが著しく低下し、嗜好性が損なわれることが報告されている。

昨年度の研究では、MLPを焙煎処理することでイースト菌発酵の阻害要因を軽減し、膨化改善を図ったが、一方で焙煎処理に伴う褐変や風味の低下が課題として残った。本研究では、これらの課題を克服するため、MLPにスチーム加熱を適用し、その効果を検証した。

## 2. 調査報告および研究報告

はじめに、MLPに対してスチーム加熱（100℃、10-30分）を施し、色調、抗酸化活性、ケルセチン含有量、および嗜好性への影響を評価した。次に、これらのスチーム処理MLPを用いてパンを作製し、焼成後の膨化特性や官能評価を行った。また、パン生地形成および膨化抑制因子について、SEM観察およびイースト菌発酵試験を用いて検討した。結果は以下のとおりである。

### < スチーム加熱の効果 >

スチーム加熱による褐変の抑制が確認され、MLPの色調が焙煎処理と比較して顕著に改善された。ケルセチン含有量および抗酸化活性は、100℃-150℃でのスチーム加熱ではほとんど減少せず、MLPの機能性が維持された。

### < パンの膨化特性 >

スチーム処理MLPを5%以上添加した場合であっても、比容積は一般的な食パンと同等に改善された。イースト菌発酵試験では、スチーム処理によりイースト菌のCO<sub>2</sub>生成が正常に行われ、菌数も減少しなかった。

### < 官能評価 >

スチーム処理MLPを添加したパンの官能評価では、焙煎処理MLPと比較して風味や食感が向上し、全体的な嗜好性が高まった。

## 3. 今後の研究における課題または問題

今後は、スチーム加熱条件のさらなる最適化を図り、MLP添加食品パン以外の調理加工品の開発、ならびに嗜好性および機能性を最大限に引き出す技術の開発を進める。また、官能評価を基に、消費者受容度を定量的に評価し、実用化に向けた具体的な展開を目指す。

## 参考文献

1) Takako Koriyama, Mika Saikawa, Kurosu, Mitiyo Kumagai, Takahiro Hosoya. Foods, 2023, Effects of roasting on the quality of *Moringa oleifera* leaf powder as well as loaf volume of *Moringa oleifera*-supplemented bread.

## 発表論文

該当なし

## 学会発表

- ・食パンの膨化に影響を及ぼすモリンガの葉含有成分 Constituents in Moringa leaves affecting bread swelling, 2024, 黒須 友里愛、郡山 貴子、細谷 孝博 Yuria KUROSU, Takako KORiyAMA, Takahiro HOSOYA, 日本農芸化学会 2024 年度大会
- ・地域別モリンガ食パンに含まれる成分と膨化および抗酸化の関係, 黒須友里愛, 郡山貴子, 細谷孝博, 日本食品科学工学会 2024 年大会
- ・地域別モリンガパウダーの成分および機能性の比較, 黒須友里愛、郡山貴子、細谷孝博, 第 29 回日本フードファクター学会

## 著書

産地別モリンガ(*Moringa oleifera*)の特徴と食への応用, 黒須 友里愛, 郡山 貴子, 細谷 孝博, *FFI JOURNAL*, Vol. 230, No.1, 2025 (*in press*)

# 低酸素環境滞在後の持久性運動が組織中 Fibroblast Growth Factor 21 に及ぼす影響

今 有礼 (健康スポーツ科学部健康スポーツ科学科)

## 1. 研究の背景

肝臓や骨格筋は、エネルギー代謝やインスリン感受性の改善に関わる生理活性物質（サイトカイン）を分泌する内分泌器官である。Fibroblast Growth Factor 21 (FGF21)は、肝臓や骨格筋などで産生されているサイトカインであり、内臓脂肪蓄積、糖脂質代謝、およびインスリン抵抗性の改善に重要な役割を果たしていることが明らかにされている<sup>1,2,3</sup>。近年、低酸素環境での滞在が FGF21 の発現および分泌を促進したことが報告された<sup>4</sup>。また、一過性の持久性運動により FGF21 の発現および分泌が促進されたことも報告されている<sup>5</sup>。これらの結果から、低酸素環境滞在と持久性運動の組み合わせにより、FGF21 が相加あるいは相乗的に増加する可能性があると考えられる。そこで本研究では、低酸素環境滞在後の持久性運動が肝臓および骨格筋内の FGF21 に及ぼす影響について検討することを目的とした。

## 2. 調査報告および研究報告

8 週齢の C57BL/6J 雄性マウス 28 匹を対象とし、常酸素環境滞在 (N) 群 (n = 7)、低酸素環境滞在 (H) 群 (n = 7)、常酸素環境滞後に持久性運動実施 (NE) 群 (n = 7)、低酸素環境滞後に持久性運動実施 (HE) 群 (n = 7) に分類した。H 群と HE 群は、酸素濃度 13% に設定したアニマルチャンバー内に 24 時間滞在させた。N 群と NE 群は、動物実験室内 (常酸素環境) に同時間滞在させた。一過性の持久性運動は、両環境での滞後に常酸素環境でマウス用トレッドミルを用いて 10~20 m/min の速度で 60 分間実施した。各環境での滞後におよび持久性運動後に肝臓および骨格筋 (腓腹筋) を採取し、FGF21 のタンパク濃度を enzyme-linked immuno-sorbent assay (ELISA) 法を用いて測定した。肝臓内 FGF21 濃度は、環境や持久性運動により有意な変化は認められなかった。骨格筋内 FGF21 濃度は持久性運動により有意に増加したが、環境による有意な変化は認められなかった。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

本研究では、低酸素環境滞後の持久性運動により FGF21 の相加・相乗的な増加は認められなかった。しかしながら、骨格筋内 FGF21 は持久性運動により増加し、低酸素環境滞後も増加する傾向が認められた。今後はサンプル数を増やしたり、他の骨格筋での FGF21 の測定を行なっていくなどの検討が必要であると思われる。

## 参考文献

1) Hotta Y, Nakamura H, Konishi M, Murata Y, Takagi H, Matsumura S, Inoue K, Fushiki T, Itoh N. Fibroblast growth factor 21 regulates lipolysis in white adipose tissue but is not required for ketogenesis and triglyceride clearance in liver. *Endocrinology*. 2009,150(10), 4625-33.

- 2) Lee MS, Choi SE, Ha ES, An SY, Kim TH, Han SJ, Kim HJ, Kim DJ, Kang Y, Lee KW. Fibroblast growth factor-21 protects human skeletal muscle myotubes from palmitate-induced insulin resistance by inhibiting stress kinase and NF- $\kappa$ B. *Metabolism*. 2012, 61(8), 1142-51.
- 3) Mashili FL, Austin RL, Deshmukh AS, Fritz T, Caidahl K, Bergdahl K, Zierath JR, Chibalin AV, Moller DE, Kharitonov A, Krook A. Direct effects of FGF21 on glucose uptake in human skeletal muscle: implications for type 2 diabetes and obesity. *Diabetes Metab Res Rev*. 2011, 27(3), 286-97.
- 4) Wu G, Liu Y, Feng W, An X, Lin W, Tang C. Hypoxia-Induced Adipose Lipolysis Requires Fibroblast Growth Factor 21. *Front Pharmacol*. 2020, 11, 1279.
- 5) Tanimura Y, Aoi W, Takanami Y, Kawai Y, Mizushima K, Naito Y, Yoshikawa T. Acute exercise increases fibroblast growth factor 21 in metabolic organs and circulation. *Physiol Rep*. 2016, 4(12), e12828.

発表論文

該当なし

学会発表

- 1) 今 有礼、阿藤 聡、松生香里. 低酸素環境滞後の持久性運動が Fibroblast Growth Factor 21 に及ぼす影響. 第 78 回日本体力医学会大会、2024 年 9 月 2 日、佐賀大学.

著書

該当なし

# ポストバイオティクスの創出とその作用メカニズム解明

石田 達也 (健康スポーツ科学部栄養科学科)

## 1. 研究の背景

ヒトに有益な効果をもたらす微生物としてプロバイオティクスという言葉が使われるようになって久しい。近年では、死菌やその代謝産物の機能性についても着目を浴びており、ポストバイオティクスという言葉も使われるようになってきている。このように、微生物、とりわけ乳酸菌やビフィズス菌はヒトの健康に寄与できる可能性を有しており、整腸作用、脳機能に対する作用等をはじめ、これまで様々な保健効果を示す菌株が報告されている。我々の研究室では健康寿命延伸寄与への可能性を有する乳酸菌株として、インスリン様増殖因子-2 (Insulin-like growth factor 2, IGF-2) 遺伝子発現を誘導する乳酸菌株や、IL-15、IL-18 遺伝子発現を誘導する乳酸菌株をいくつか見出している。

IGF-2 は骨格筋に局在する幹細胞の一種、筋サテライト細胞からの骨格筋への分化誘導に必須な生理活性物質である。近年、社会課題とされているサルコペニアは、加齢に伴い骨格筋量が減少する病態であり、その危険因子として骨格筋組織における酸化ストレスの上昇、慢性炎症の惹起、タンパク質分解系の亢進等の他、筋サテライト細胞の分化能の低下が考えられている。この細胞の分化能の低下により、骨格筋の再生不全に繋がり、最終的にサルコペニア発症に繋がると考えられている。そのため、IGF-2 を誘導し、筋肉の維持・増強効果に寄与できる乳酸菌を提供できれば、サルコペニアの予防、そして健康寿命の延伸に寄与できると考えられる。また、IL-15、IL-18 はNK細胞の活性化に関与するサイトカインの一種である。NK細胞の活性化は、抗腫瘍作用やインフルエンザ予防に繋がると考えられているため、これらのサイトカインを誘導する乳酸菌の提供によっても健康寿命の延伸に寄与できると考えられる。

## 2. 調査報告および研究報告

これまでの検討において、ヒト大腸がん由来細胞 Caco-2 細胞を用いて乳酸菌 (死菌体として) の IGF-2 遺伝子発現誘導能を調べており、いくつか誘導能を有する乳酸菌株を取得している。また、IL-15 および IL-18 遺伝子発現誘導能を示す候補株として、RD011735 株を取得している。なお評価に際しては、いずれも酪酸ナトリウムにより腸管上皮様に誘導した Caco-2 細胞を用い、乳酸菌は、独立行政法人製品評価技術基盤機構バイオテクノロジーセンターから提供されている RD 株を用いた。今年度は IGF-2 誘導能に関しては、より高い乳酸菌を取得すべく、最初に乳酸菌処理時間の検討を実施し、その後スクリーニングを実施した。また、RD011735 株に関しては、リボソーム工学による育種を行い、育種株の誘導能を調べた。

これまでの検討にて IGF-2 誘導能を示すことが確認されている乳酸菌 2 株 (RD012089 株と RD014113 株) を用い、処理時間を 6 時間、9 時間、12 時間として処理後の IGF-2 遺伝子発現誘導能を RT-qPCR 法を用いて調べたところ、RD012089 株は 12 時間後、RD014113 株は 6 時間後がそれぞれ最大値を示した (図 1)。株によって最大値を示す時間が異なると考えられたが、バラツキを考慮し、以後のスクリーニングでは、処理時間を 12 時間とした。

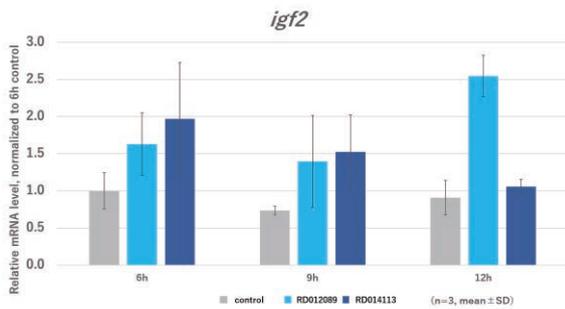


図 1 乳酸菌処理における Caco-2 細胞の IGF-2 遺伝子発現の経時変化

乳酸菌処理時間を 12 時間として、今年度新たに評価対象とした乳酸菌 RD 株 52 株の IGF-2 遺伝子発現誘導能を調べたところ、2 倍以上を示す株が 11 株見出された (図 2)。なお、これら 11 株の帰属する属はすべて異なり、IGF-2 遺伝子発現誘導能には属特異性がないものと考えられた。また、誘導能を示した RD012594 株に関し、Caco-2 細胞培養への処理後の IGF-2 分泌量を ELISA にて調べたところ、分泌量の増加は約 2 ng/mL 強、コントロールの約 1.4 倍程度であった。これらの結果に関しては、第 22 回日本機能性食品医用学会総会にて武井らにより発表済みである。

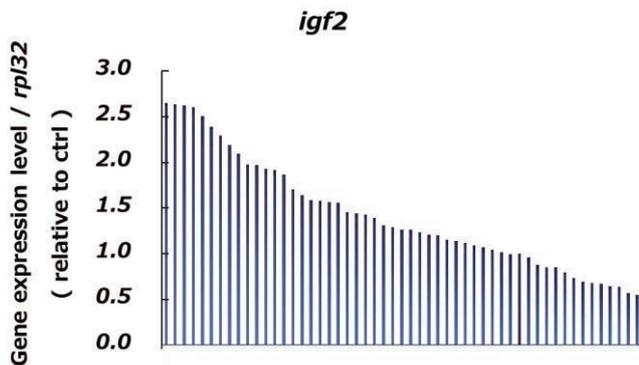


図 2 Caco-2 細胞を用いた乳酸菌の IGF-2 遺伝子発現誘導能のスクリーニング結果 (処理時間 12 時間)

リボソーム工学に用いる抗生物質としてリファンピシンあるいはストレプトマイシンを用いて RD RD011735 株を育種した。MRS 寒天培地に RD011735 株の培養液を塗抹し、抗生物質耐性の変化した変異株の取得を試みた。なお、培地中の抗生物質濃度に関しては、最小発育阻止濃度の 3 倍程度の濃度で設定している。リファンピシンにて取得した変異株 17 株、ストレプトマイシンにて取得した 20 株につき、腸管上皮様細胞に誘導した Caco-2 細胞を用いて遺伝子発現誘導能を調べ、親株と比較した。抗生物質としてリファンピシンを用いた場合、IL-18 遺伝子発現誘導能が高まった株が一部存在したが、多くの株で IL-15、IL-18 とともに親株とほとんど変化しない、あるいは低下していた (図 3)。ストレプトマイシンに関しては、IL-15、IL-18 とともに親株に比べ誘導能が高まった株は複数取得でき、これらのサイトカインに関してはストレプトマイシンの方が適している可能性が考えられた (図 4)。ただし、増加量は 1.5 倍程度であるため、今後、更に育種を実施し、より効果の高い菌株の取得を目指すとともに、これらの変化の要因を各種オミクス解析により明らかとする予定である。これらの結果に関しては、第 22 回日本機能性食品医用学会総会にて内田らにより発表済みである。

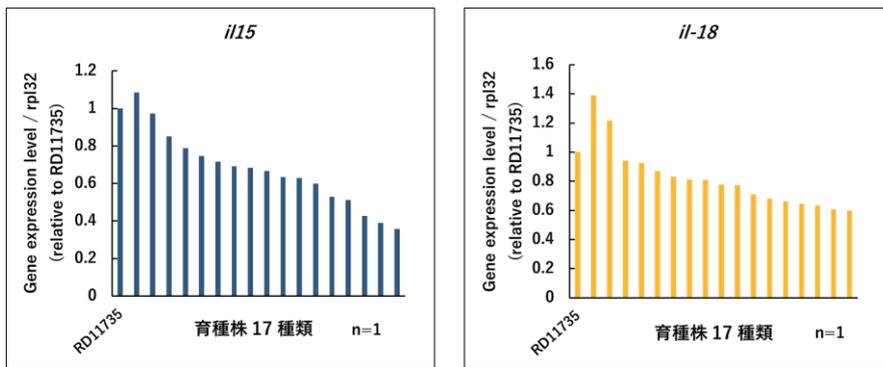


図3 リファンピシンを用いたリボソーム工学による育種結果（左：IL-15、右：IL-18）

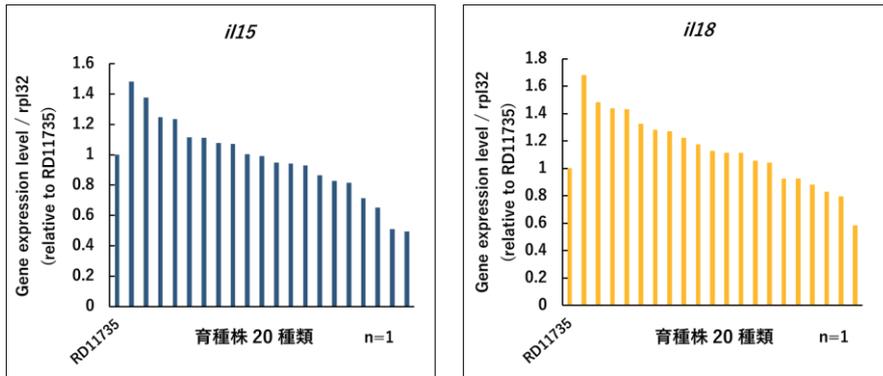


図4 ストレプトマイシンを用いたリボソーム工学による育種結果（左：IL-15、右：IL-18）

### 3. 今後の研究における課題または問題点

ヒトの血清中の IGF-2 濃度は 500~1,000 ng/mL 弱と報告されている<sup>1)</sup>。実用化のためには、スクリーニングの継続や育種を通じた誘導能の高い乳酸菌の取得が必要と考えられる。現在、リボソーム工学を用いた育種を実施中であり、将来的には筋サテライト細胞を用いた評価と動物での評価を行う予定である。また、将来的には、IGF-2、IL-15、IL-18 に関する育種株に関しては、遺伝子発現やタンパク発現誘導能が高まるあるいは低下する如何に関わらず、育種によるこれら誘導能の変化と菌株自体の変化（プロテオーム解析等）を比較することで、その責任因子を見出し、作用メカニズムを明らかにする予定である。

#### 参考文献

1) Boonen S., et. al. (1999) Down-Regulation of the Serum Stimulatory Components of the Insulin-like Growth Factor (IGF) System (IGF-I, IGF-II, IGF Binding Protein [BP]-3, and IGFBP-5) in Age-Related (Type II) Femoral Neck Osteoporosis. J Bone Miner Res, 14, 2150-2158.

#### 発表論文

該当なし

#### 学会発表

内田雄貴、武井明翔、坂村実咲、西田実央、石田達也：乳酸菌の加熱死菌体における NK 細胞賦活作用、第 22 回日本機能性食品医学会総会、2024 年 12 月 8 日、東京

武井明翔、坂村実咲、矢野友啓、石田達也：骨格筋増強作用を持つ乳酸菌の機能開発、第 22 回日本機能性食品医学会総会、2024 年 12 月 8 日、東京

#### 著書

該当なし

# 難治性がんにおける小胞体ストレス誘導を介した治療戦略の検討

河野 翔 (健康スポーツ科学部栄養科学科)

## 1. 研究の背景

近年の平均寿命の増加やライフスタイルの変化に伴い、今では2人に1人ががんを経験する可能性のある時代となっており、中には未だ有効な治療法が確立されていない難治性がんや希少がんも数多く存在している。例えば、膵臓癌は5年相対生存率が10%未満と極めて低く、代表的な難治性がんである<sup>1)</sup>。また、前立腺がんは5年相対生存率が99%と予後が良好ながんとして知られているが、治療抵抗性を示す去勢抵抗性前立腺がんの場合には転移性疾患に進行することが多く、5年相対生存率は50%にまで低下し、こちらも難治性がんの一つとされている<sup>2)</sup>。従って、これからのがん研究において難治性がんを対象とした研究は、健康寿命の延伸を目指す上でさらに重要になってくると考える。

がんの治療分野では、発がんや悪性化に関わるドライバー遺伝子、がん特異的な代謝経路など様々な治療標的が注目されており、細胞内小胞体ストレス (ER ストレス) もその一つである。小胞体はタンパク質の折りたたみを担う細胞内小器官であるが、細胞内外の環境変化によりタンパク質の折りたたみ機能が正常に働かなくなると異常なタンパク質が小胞体に蓄積し、ER ストレス状態となる。細胞にはこのようなストレス環境を打破するため、タンパク質の翻訳量の抑制や折りたたみ機能の向上、異常タンパク質の分解といった「小胞体ストレス応答 (UPR)」機構が備わっている<sup>3)</sup>。

本研究では、ER ストレス誘導や UPR を標的とした難治性がんの治療戦略の構築を目指し、「難治性がんモデル」として膵臓癌細胞株 (MIA Paca-2) および去勢抵抗性前立腺がん由来の細胞株 (PC-3) を用いて検証した。

## 2. 調査報告および研究報告

本研究では、先行研究において希少がんである悪性腫瘍細胞株に対する ER ストレス誘導作用が見られたビタミン E 誘導体を用いて検証した。ビタミン E (VE) は強力な抗酸化作用を持つ一方で、その抗酸化作用により安定性に欠けることが知られている。VE 誘導体は、安定性の向上と抗酸化作用に依存しない VE の機能解析を目的に合成された化合物である。

本検証では、まず各細胞株を VE 誘導体添加培地で培養し、各細胞株の生存活性に対する影響を評価した。その結果、VE 誘導体添加群では非添加群と比較して細胞生存活性の抑制が見られた。

続いて、抑制作用が見られた培養条件下において、各細胞株における ER ストレスの動向を検証するため、ER ストレスマーカー (BiP/GRP78, PERK, eIF2 $\alpha$ , ATF4, CHOP) のタンパク質発現レベルの変化を解析した。小胞体膜状に存在する BiP/GRP78 は異常タンパク質を感知するセンサーとして機能することが知られており、通常では PERK や IRE1, ATF6 といった膜タンパク質と結合して存在している。小胞体内に異常タンパク質を検知すると、BiP/GRP78 は小胞体膜 (各膜タンパク質) から解離して異常タンパク質に結合する。それに伴い、PERK は自己リン酸化によって活性化し、続いて eIF2 $\alpha$  をリン酸化することで新たなタンパク質の翻訳を抑制する。また、eIF2 $\alpha$

のリン酸化は下流の ATF4 の翻訳を同時に促進し, CHOP の転写を誘導することによってアポトーシスを惹起することが知られている<sup>3)</sup>。これら BiP/GRP78 および PERK 経路のタンパク質発現解析の結果, 両細胞株において, VE 誘導体添加群では非添加群と比較して ATF4 および CHOP タンパク質の発現レベルが顕著に亢進していることが確認された。一方で, BiP/GRP78, PERK のタンパク質発現レベルの変化は見られなかった。以上の結果から, VE 誘導体は難治性がん細胞株に対して ER ストレスを亢進する働きを持つことが明らかになった。なお, BiP/GRP78 および PERK の発現レベルに変化が見られなかった理由としては, 腫瘍細胞においては UPR が活性化していること, あるいは BiP/GRP78, PERK の発現レベルの変化は ATF4, CHOP の発現亢進より前段階で起こり得る可能性があることが考えられた。

### 3. 今後の研究における課題または問題点

本年度の検証において明らかとなった複数の腫瘍細胞における VE 誘導体の CHOP 発現の亢進作用は, VE 誘導体の腫瘍細胞に対する生存活性抑制作用の一要因として ER ストレスの誘導あるいは UPR の活性化が関与している可能性を示唆するものであった。先行研究において, CHOP は death receptor 5 の誘導やカスパーゼ経路の活性化を介してアポトーシスを誘導することが報告されていることから<sup>4)</sup>, 両細胞株におけるこれらの発現動向や活性化の検証やフローサイトメトリーを用いたアポトーシスの検出などを行うことで, VE 誘導体と ER ストレス関連アポトーシスとの関係性を直接的に評価できると同時に抗腫瘍効果の大きな裏付けになると考える。

#### 参考文献

- 1) Tasaki, Y. et al. Cancer-specific targeting of taurine upregulated gene 1 enhances the effects of chemotherapy in pancreatic cancer. *Cancer Res* 81(7) 1654-1666. 2021
- 2) Uro Today. What is Changing in Advanced Prostate Cancer? Available at <https://www.urotoday.com/journal/everyday-urology-oncology-insights/articles/122176-what-is-changing-in-advanced-prostate-cancer.html> (Accessed at Jan. 2025)
- 3) 金本聡自, 今泉和則. 小胞体ストレスと疾患. *生化学* 90(1) 51-59. 2018
- 4) Yamaguchi, H., Wang, HG. CHOP is involved in endoplasmic reticulum stress-induced apoptosis by enhancing DR5 expression in human carcinoma cells. *J Biol Chem* 279(44) 45495-45502. 2004

#### 発表論文

該当なし

#### 学会発表

- 1) 手島康佑, 河野翔, 矢野友啓, 難治性がん細胞株に対するビタミン E 誘導体の小胞体ストレス誘導効果の検討, 第 34 回ビタミン E 研究会, 2025 年 1 月 10 日, ウィンクあいち (名古屋)

#### 著書

該当なし

# 朝食欠食後の尿中ケトン体濃度に関する予備的研究

吉崎 貴大 (健康スポーツ科学部栄養科学科)

高田 和子 (客員研究員/東京農業大学)

佐藤 日菜 (健康スポーツ科学研究科栄養科学専攻)

## 1. 研究の背景

国民健康・栄養調査<sup>1)</sup>によると、20歳代の18.1%、30歳代の22.4%が朝食を欠食しており、朝食欠食率は若年者において特に高い。その一方で、朝食欠食がたんぱく質代謝へ及ぼす影響については未だ不明な点が多い。ケトン体は肝臓で遊離脂肪酸から生成されるエネルギー基質であり、糖質からのエネルギー供給量が低い状態で特に生成されることから、絶食時や低糖質食摂取後には尿中ケトン体濃度が上昇することが報告されている<sup>2)</sup>。朝食欠食が前日の食事以降の絶食時間を延長させることで尿中ケトン体濃度が増加し、それがたんぱく質代謝変動と関連を示す可能性が考えられるが、その実態は十分に解明されていない。本研究は、朝食欠食後のケトン体代謝がたんぱく質代謝変動へ及ぼす影響を検討するための予備的研究として、朝食欠食後はケトン体濃度の増加が見られるか否かを明らかにすることを目的とした。

## 2. 調査報告および研究報告

健康な男子大学生5名を対象に、ランダム化クロスオーバー比較試験(朝食摂取と朝食欠食の2条件)を実施した。測定期間は1条件あたり5日間であり、測定期間中は7時起床、8時30分朝食、13時昼食、17時30分夕食、22時00分就寝とした。初めの3日間は1日3食を提供した。朝食摂取条件では4日目の朝食を提供し、朝食欠食条件では朝食を提供しなかった。測定期間中の1日の総エネルギー摂取量は、事前に測定した安静時代謝量と身体活動量により算出したエネルギー必要量を基に、エネルギー出納バランスに過不足がないよう決定した。食事1回のエネルギー摂取量は、1日の総エネルギー摂取量を1日の食事回数で等分した値とした。全ての食事のエネルギー産生栄養素バランスは、日本人の食事摂取基準の目標量を参考に15:30:55(たんぱく質:脂質:糖質、%エネルギー)とした。測定期間4日目は起床から就寝まで90分毎に計11個の尿サンプルが得られるよう、全尿採取を対象者に依頼した。また、測定期間3日目就寝から4日目起床まで及び4日目就寝から5日目起床までに夜間畜尿をするよう対象者に依頼した。尿を採取後90分以内に冷蔵保存し、尿中ケトン体濃度を採取後36時間以内に測定した。尿中ケトン体濃度測定はウロペーパーαIII‘栄研’ケトン体試験紙(栄研化学、東京)を用いた。測定結果は「- (陰性)」、「1+ (10 mg/dL)」、「2+ (30 mg/dL)」、「3+ (80 mg/dL)」で表示された。尿中ケトン体濃度測定は全て他機関(LSIメディエンス、東京)へ委託した。

朝食摂取条件と朝食欠食条件共に、全ての尿サンプルの尿中ケトン体濃度の測定結果は「- (陰性)」であった。朝食欠食後は試験紙法で陽性を示すような尿中ケトン体濃度の増加が見られなかったことから、朝食欠食後のケトン体濃度の変動は小さく、たんぱく質代謝へ及ぼす影響は小さいと考えられる。

### 3. 今後の研究における課題または問題点

本研究は予備的研究であり、対象者人数及び対象者特性が限られていた。さらに、たんぱく質代謝を評価しきれしていない。朝食欠食がたんぱく質代謝へ及ぼす影響を解明するためには、対象者人数をさらに増やし、朝食欠食後のたんぱく質代謝とそれに影響を及ぼす可能性のある要因を同時に評価した研究が必要であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 厚生労働省健康局. 令和元年国民健康・栄養調査報告. 2020
- 2) Huang J, Yeung AM, Bergenstal RM, Castorino K, Cengiz E, Dhatariya K, Niu I, Sherr JL, Umpierrez GE, Klonoff DC. Update on Measuring Ketones. J Diabetes Sci Technol. 2024 May;18(3):714-726.

発表論文

該当なし

学会発表

該当なし

著書

該当なし

# バナナ(Musaspp.)の樹に含まれる機能成分の測定と生活習慣病予防への応用①

後藤 顕一 (食環境科学部食環境科学科)

## 1. 研究の背景

生活習慣病は健康寿命を縮める主な原因となっており、その予防は重要な課題である。日本では、主にバナナの実をフルーツとして食べるのが主流であるが、諸外国ではバナナの樹全体（実との区別を明確にするため、この研究では「樹」とする）で多様な利用方法があり、様々な機能成分が注目されている。

これまで、当研究室では、無農薬国産バナナ(Musa spp.)の豊富な機能成分に着目し健康延伸に資する基礎資料を得ることをも目的に研究してきた。今回は、バナナの樹全体（仮茎、葉、実など）を対象に、総ポリフェノール量と抗酸化力を測定することで、生活習慣病予防に寄与する可能性を検討する。結果を通じて、バナナの樹が有する抗酸化力の有用性を明らかにし、生活習慣病予防に資する方法を提供することを目指した

総ポリフェノール量と抗酸化力は、生活習慣病の予防に寄与する重要な指標であり、これらを評価することで、生活習慣病予防に有用なバナナの利用方法を提案できると捉えた。特に、バナナの仮茎、葉、茎、実を対象に、総ポリフェノール量と抗酸化力を測定し、各部位の機能成分を比較することで、生活習慣病予防に効果的なバナナの利用方法を検討する。

## 2. 調査報告および研究報告

### 2-1 目的

本調査の目的は、バナナの樹に含まれる抗酸化物質の量を測定し、それが生活習慣病予防にどのように寄与できるかを明らかにすることである。バナナの樹全体を対象に、総ポリフェノール量と抗酸化力を評価し、高い機能成分を有する部分を特定することで、より効果的なバナナの利用方法を提案する。

### 2-2 方法

#### ① サンプル採取

下田園芸、国産無農薬バナナ（ナムア種、Namwa banana を用いた）の仮茎、葉、茎、実を採集した。採集したサンプルは冷凍保存し、凍結乾燥後に粉碎した。

#### ② 総ポリフェノール量の測定

Folin-Ciocalteu 法を用いて、バナナの樹の各部位の総ポリフェノール量を測定した。

サンプルをエタノールで抽出し、試料を調製した。

#### ③ 抗酸化力の評価

Trolox 試薬を用いて、バナナの樹の各部位の抗酸化力を評価した。

DPPH ラジカル消去活性法を用いて、抗酸化力を測定した。

試料を適切な濃度に調整し、吸光度を測定した。

### 2-3 結果

総ポリフェノール量測定：茎の総ポリフェノール量は、600 µg GAE/g であり、最も高い値を

示した。葉の総ポリフェノール量は、450 µg GAE/gであった。茎の総ポリフェノール量は、300 µg GAE/gであり、実は150 µg GAE/gであった。

抗酸化力測定：仮茎の抗酸化力は、Trolox等価抗酸化能として800 µmol TE/gであり、最も高い値を示した。葉の抗酸化力は、600 µmol TE/gであった。茎の抗酸化力は、400 µmol TE/gであり、実は200 µmol TE/gであった。

#### 2-4 考察

バナナの樹の総ポリフェノール量と抗酸化力について、バナナの仮茎、葉、茎が高い総ポリフェノール量と抗酸化力を有することが明らかになった。特に、仮茎の抗酸化力が他の部分よりも顕著であり、生活習慣病予防に有用であると考えられる。バナナの実は、他の部分に比べて低いことがわかった。

#### 2-5 結論

本調査は、バナナの樹に含まれる抗酸化物質の量を測定し、それが生活習慣病予防にどのように寄与できるかを明らかにした。バナナの仮茎、葉、茎が高い総ポリフェノール量と抗酸化力を持つことが確認され、特に仮茎が顕著であることが示された。これにより、バナナの樹を利用した方法が生活習慣病予防に有効である可能性が示された。

バナナの樹全体が高い抗酸化力を持つことから、食品として利用することで健康効果が期待される。機能成分が高い部位を工夫して利用することで、生活習慣病予防への寄与が期待できる。

### 3. 今後の研究における課題または問題点

バナナの樹を食品として利用した場合の長期的な健康効果を検証するための臨床試験による実際の健康効果の検証を実施が必要である。生活習慣病予防に寄与する具体的なメカニズムを解明するための分子生物学的研究を進める。また、バナナ以外の植物に含まれる抗酸化物質の量と効果を比較し、より効果的な生活習慣病予防のアプローチを検討する。

また、国産バナナ育成の可能性が指摘され、各地域で国産バナナの生産が始まっているが、当研究室においても、すでに試行的に進めている無農薬国産バナナの生産を実証化させるとともに、バナナの樹全体を利用した食品開発を進め、広く普及させることで、生活習慣病予防に寄与する。「バナナは実を食べるもの」というイメージを払拭し、安心と安全を担保しながら全ての部位を活用できる可能性についてのさらなる検討を進める。

#### 謝 辞

試料を御提供いただき、多くの御指導をいただいた下田園芸下田幸男様に厚く御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 芦田均, 生活習慣病予防に資するポリフェノールの食品機能学的研究, 日本栄養・食糧学会誌 70 巻 5 号, 2017, 213-223
- 2) 沖智之, 総ポリフェノール分析法, 食品機能性評価マニュアル集 第三集, 食品機能性評価支援センター技術普及資料等検討委員会編, 日本食品科学工学会, 2009, 1-7
- 3) 近藤健人, 後藤頭一, 太田昌子, バナナ(*Musa spp.*)の樹の抗酸化力の測定, 理科教育学会全国大会年會論文集, 日本理科教育学会, 74, 2024, 93
- 4) 須藤明治, 山田健二, 矢澤一良, 抗酸化作用を有したサプリメントの摂取が身体的疲労度及びスポーツパフォーマンス

マンスに与える影響,日本補完代替医療学会誌, 16-1, 2019, 21-26

5) 田中芳明,石井信二,浅桐公男,深堀優,七種伸行,橋詰直樹,吉田索,小松崎尚子,升井大介,東館成希,八木,酸化ストレスと抗酸化療法,日本静脈栄養学雑誌, 31, 2016, 3-12

6) 文部科学省(2023), 日本食品標準成分表(8訂)増補.文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会  
発表論文

1) 近藤健人, 後藤顕一, 太田昌子, バナナ(*Musa spp.*)の樹の抗酸化力の測定, 日本理科教育学会全国大会, 日本理科教育学会, 査読無, 年会論文集, 74, 2024, 93

学会発表

1) 近藤健人, 後藤顕一, 太田昌子, バナナ(*Musa spp.*)の樹の抗酸化力の測定, 日本理科教育学会, 第74回全国大会, 日本理科教育学会, 2024年9月8日, 龍谷大学

発表者名、タイトル、学会名、開催年月日、場所

著書

該当なし

# ビタミンCの抗老化作用に関する研究

佐藤 綾美 (健康スポーツ科学部栄養科学科)

## 1. 研究の背景

13種類あるビタミン類の中でも、ビタミンCは特に一般に認知されており、栄養機能食品やサプリメントが普及している。ビタミンCは、健康維持に必要な不可欠な栄養素であり、疾病の予防や補完代替医療において古くから注目されるのみならず、アンチエイジングを指向した使用も進んでいる。これまでに、複数の動物モデルにおいて、ビタミンCと寿命や老化との関連性が検討されているが、ビタミンCの抗老化作用について科学的根拠は未だ不十分である<sup>1)</sup>。

## 2. 調査報告および研究報告

東京都健康長寿医療センター研究所との共同研究として、ビタミンC合成能を欠損した senescence marker protein-30 (SMP30) -ノックアウト (KO) マウスを用い、長期間のビタミンC不足モデルを作製した。方法として、オスおよびメスの SMP30-KO マウスを2月齢でビタミンC充足群と不足群に分け、12ヵ月間飼育した。ビタミンC充足群は、野生型マウスと同等の血中ビタミンC濃度となる投与量を設定し、不足群はそれに対し2.5%となる投与量とした。HPLC解析により、不足群では有意に血中ビタミンC濃度が低いことが確認された。体重測定の結果、特にメスでは不足群で顕著な変化がみられた。また、臓器重量測定の結果、メスでは肝臓や肺の重量に変化がみられた。さらに、肝臓および肺組織を用い、RNA-seqによる遺伝子発現網羅的解析を行った(データ未公表)。本研究より、長期間のビタミンC不足状態は、欠乏症である壊血病とは異なる生体変容を引き起こし、老化関連遺伝子の発現等へ影響する可能性が考えられる。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

近年、ビタミンCはDNA脱メチル化酵素およびヒストン脱メチル化酵素の補因子として機能し、エピゲノムを調節することが分かっている<sup>1)</sup>。よって今後は、遺伝子発現を調節するエピジェネティクス機構についても解析を進め、生物学的年齢におけるビタミンCの役割を追究する。

### 参考文献

1) 佐藤綾美, 近藤嘉高, 石神昭人, ビタミンCの生理機能—健康長寿への展望—, 機能性食品と薬理栄養 17(4) 2024年

### 発表論文

1) Ayami Sato, Yoshitaka Kondo, Akihito Ishigami, The evidence to date: Implications of L-ascorbic acid in the pathophysiology of aging, *The Journal of Physiological Sciences* 74(1) 29, 2024

### 学会発表

1) 佐藤綾美, 石神昭人, 老化制御におけるビタミンCの位置づけ, 第97回日本生化学会大会 シンポジウム「老化制御を目指した栄養と老化の研究」, 2024年11月7日, 横浜

### 著書

該当なし

# 高地トレーニングが陸上選手の血液性状へ与える影響

芹澤 奈保 (健康スポーツ科学部栄養科学科)

## 1. 研究の背景

競技大会前の高地トレーニングの有効性が広く認知され、近年あらゆるスポーツ種において高地トレーニングが取り入れられている。そこで、本研究では高地トレーニングによる血液の生化学的項目への影響を広く把握することを目的とし、高地トレーニングによる体調不良を防ぐための栄養素を検討した。

## 2. 調査報告および研究報告

研究参加者は大学生女子陸上選手 19 名で、2024 年 8 月下旬の 7 日間、長野県 (標高 1500m) にてトレーニングを行った。合宿中、研究参加者は全員同一の食事を摂取した。合宿前日と合宿終了翌日の早朝空腹時に上腕静脈から採血を実施した。評価は一般生化学検査項目とし、血液は外部分析機関にて分析を依頼した。血中の総蛋白 (TP)、カルシウム (Ca)、血清鉄、アルブミン (ALB) は高地トレーニング後に有意に低下した ( $p < .05$ ,  $p < .01$ ,  $p < .01$ ,  $p < .05$ )。さらに網状赤血球はトレーニング後有意に増加した ( $p < .001$ )。高地トレーニングにより TP、Ca、血清鉄、ALB 低下が認められることから、高地トレーニング前後とトレーニング中の積極的なたんぱく質と微量栄養素の補給が求められることが示唆された。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

今後は本研究サンプルの血中ビタミン濃度の分析をすすめ、食事からの栄養素摂取量と各種血液検査項目との相関関係を検証する。また高地トレーニング期間に栄養補助食品 (プロテイン・ビタミン・ミネラルなど) を摂取した場合における本研究との比較検討もおこないたい。

参考文献

該当なし

発表論文

該当なし

学会発表

1) 芹澤奈保、田中璃子、萩原 結、宮越雄一、太田昌子、7 日間の高地トレーニングが女子陸上選手の血液性状へ与える影響、第 22 回日本機能性食品医用学会 総会、2024 年 12 月 8.9 日、東京

著書

該当なし

# 「アスリートのコンディショニングと中高齢者の健康管理への応用」

## 研究グループ紹介

ライフイノベーション研究所 研究員  
グループ責任者 岩本 紗由美

研究タイトル：アスリートのコンディショニングトレーニング現場で何が行われているか

- トレーニング指導者教育への課題提起 -

チームスポーツ現場におけるフィジカルコンディショニングスタッフの役割

アスリートにおける食生活リテラシー評価の試み

研究メンバー：岩本紗由美（健康スポーツ科学部）

高田和子（東京農業大学）

中島徹哉（SC 相模原）

研究概要： プロやエリートアスリートのコンディショニングは健康状態維持と競技力向上のために多側面から取り組まれている。そのためコンディショニングに関わる人材は身体のケアや予防の指導、強化のためのフィジカルトレーニング指導、健康状態を維持するための栄養指導や心理的サポートなどスタッフの専門性の領域は多様である。プロやエリートアスリートのコンディショニング指導現場ではそれぞれの立場や役割が理解され、チームや個人のサポートがされている。どの領域の専門家もチームやアスリート個人からの期待や要求に対して結果を出すための活動を細かく、丁寧に実施しているが、その領域に携わっていない方々にはそれらのサポート内容が理解されていないことが多く、アスリートのコンディショニングに携わるための学習者、ジュニアアスリートやその指導者を目指す学習者、レクリエーションプレイヤー、一般の方々のコンディショニング場面では間違った理解がされている。時に、フィジカルトレーニングや食事については SNS の普及により不適切な指導やセルフコンディショニングが実施されていることを目にする機会も多い。そこで、今期からはプロやエリートアスリートのコンディショニング現場では実際に何が行われているかを報告することを目的として、事例紹介を展開していく。

研究1はプロフェッショナルアスリートに対して、リコンディショニングのパーソナル指導場面を観察したアスリートのコンディショニングに携わるための学習者の気づきをまとめた。ここからは、指導者側の細かい観察力の必要性が浮き彫りになった。研究2はプロフェッショナルアスリートに対して、チームへのコンディショニング指導現場で何が求められているかをまとめた。ここからは専門領域のことだけでなく、専門領域外の知識も一定のレベルで有する必要があることが提示されている。研究3はアスリートの食に関する情報の入手、理解、活用の評価を試みた。その結果、入手はよくできているが、理解と判断についてはやや少なく、伝達、活用は向上の余地がある結果が示された。

【今後の研究における課題・問題点】

これまでの研究テーマはアスリート自身がどのようにコンディショニングに取り組んでいるかを調査してきたが、今期からコンディショニングに関わる専門家の実際の取り組みを詳細にしていくこととした。そのため、今期は実際の現場で行われていることのまとめをする予備研究的な方法にて進めた。今後の課題としては、今期の結果を元に研究計画を見直し、広く多くの方々にコンディショニングの本質を訴えられる研究として再構築とする。

# アスリートのコンディショニングトレーニング現場で何が行われているか - トレーニング指導者教育への課題提起 -

岩本 紗由美 (健康スポーツ科学部健康スポーツ科学科)

## 1. 研究の背景

株式会社帝国データバンクによると(フィットネスクラブ・スポーツジム)業界動向調査(2023年度)フィットネス市場は前年度から10%超の増加であり、6500億円に到達することが見込まれている<sup>1)</sup>。少額・小規模ジム(例「chocoZAP」(運営:RIZAP)店舗数増が背景にあり、店舗数は5900店前後と報告されている<sup>1)</sup>。さらに、近年は個人で経営している女性専用パーソナルジム等も増えており、トレーニングへの関心は社会的に大きく広がっている。

一方で、消費者庁の「スポーツジム等におけるパーソナルトレーニングによる事故及び健康被害に係る事故等原因調査について」の報告によると2018年から2023年までに505件の事故報告がある<sup>2)</sup>。その背景として、「医学や栄養学を学ばず指導するケースも多く、知識不足がけがを招いている」という専門家の指摘がある<sup>3)</sup>。運動(トレーニング)の習慣化は人の健康に重要な要因であるが、トレーニングすることで健康被害が発生することは、その分野の専門家として避けなければならない重要事項である。フィットネス市場が拡大しているという背景には、人々の健康に関与する必要な領域であるが、「アスリートのトレーニング指導には関われないから、パーソナルトレーナーを目指します」という大学生の進路希望を増えており、その指導を担う人材の教育は非常に大きな課題である。

そこで、本研究はアスリートのコンディショニング、特にトレーニング指導に関わる立場として実際の指導現場で何が行われているかの詳細を報告することで、どのような知識がどの程度必要であるのかを明らかにすること、更には、トレーニング指導学習者における、指導場面観察に対してのフィードバックからトレーニング指導を学ぶということの本質に迫ることを目的としている。尚、本研究は本年度からの取り組みであるため、2024年度は予備研究としてトレーニング指導現場でのデータ収集を行なった。

## 2. 調査報告および研究報告

### 調査方法

- 1) 2024年度8月よりアスリートへのパーソナルトレーニング指導場面の録画記録
- 2) トレーニング指導学習者における指導場面観察に対してのフィードバック

調査結果:ここでは2)に対しての結果の一部を提示する。

トレーニング指導学習者A:トレーニング指導学習歴3年4ヶ月(観察1回目)

### ・フィジカルチェックとコンディショニング

対象者の筋肉状態を含めたコンディショニング確認は、指導の基盤である。その時々身体の状態を把握し、それに応じたトレーニングを実施することで、怪我の予防とパフォーマンス向上が期待できる。筋肉の張りや柔軟性、関節の可動域などを確認し、必要に応じて調整を行うべきである。

### ・トレーニング指導

教科書通りの指導ではなく、原因に基づいた問題解決としての指導が必要である。単なる理論の押

し付けではなく、実際の問題点を分析し、その原因を特定することが求められる。例えば、フォームの乱れが筋力不足、柔軟性の欠如、または競技特性に合っていない動作によるものかを把握し、それに応じた解決策を提示することが必要である。このように原因を正確に見極めることで、選手が本質的に成長する指導が可能となる。

### 3. 今後の研究における課題または問題点

実際のトレーニング指導場面では何がされているかのまとめをし、それに対して、どのような知識や経験が要求されるかを整理していく。過去に同様な研究がされているかについて詳細に調査できていないため、その点も進めていく。

#### 参考文献

- 1) 株式会社帝国データバンク「フィットネスクラブ・スポーツジム」業界動向調査（2023年度）  
<https://www.tdb.co.jp/report/index.html>（2025-01-10 参照）
- 2) “スポーツジム等におけるパーソナルトレーニングによる事故及び健康被害” 消費者庁  
[https://www.caa.go.jp/policies/council/csic/report/report\\_024](https://www.caa.go.jp/policies/council/csic/report/report_024)（2025-01-10 参照）
- 3) 筋トレ個別指導で重傷事故相次ぐ、専門知識ないトレーナーも…相談者の9割女性 読売新聞. 2023-07-02, 読売新聞オンライン, <https://www.yomiuri.co.jp/national/20230702-OYT1T50017/3/>（2025-01-10 参照）

#### 発表論文

該当なし

#### 学会発表

該当なし

#### 著書

該当なし

# アスリートにおける食生活リテラシー評価の試み

高田 和子（客員研究員／東京農業大学）

## 1. 研究の背景

アスリートにおいても食への関心が高まっている中、様々な競技のアスリート（1,466名）を対象とした調査<sup>1)</sup>では、食に関する情報源として男女とも半数以上（男性 50.6%、女性 58.3%）がインターネットから情報を得ていた。それ以外の情報源としてもインスタグラム（男性 17.8%、女性 42.1%）、テレビ（男性 25.5%、女性 38.7%）が多くなっていた。一方で、普段食事について相談できる人はいない、あるいは相談相手がいても家族やチームメイトが多く、管理栄養士等（男性 12.3%、女性 11.9%）やスポーツドクター（男性 0.5%、女性 0.8%）などの専門家とのアクセスは限られていた。大学生を対象に健康的な食生活リテラシー（Healthy Eating Literacy: HEL）を調査した研究<sup>2)</sup>では、食情報の入手や理解に関する能力を多くの学生が有していたが、食情報の信頼性の判断、他人への伝達、健康改善の活用に関する能力には向上の余地があることを指摘している。本研究では、アスリートにおいて食に関する情報が適切に入手、理解、活用できているかを評価する試みとして、既存の HEL をアスリート向けに改編し、アスリートにおける食生活リテラシー（Performance Eating Literacy: PEL）の評価を試みた。

## 2. 調査報告および研究報告

【方法】大学で専門的に競技を行っている男女 23 名（男性 12 名、女性 11 名）を対象に、PEL に関する調査を実施した。調査項目は、高泉らが検討した HEL を基にした。HEL では、「あなたは、もし必要になったら、健康に関連した食情報を自分自身で探したり利用したりすることができますか。最もあてはまるもの 1 つをお選びください。」という教示の後に、「新聞、本、テレビ、インターネットなど、いろいろな情報源から食情報を集められる（入手）」、「たくさんある情報の中から、自分の求める食情報を選び出せる（理解）」、「食情報がどの程度信頼できるかを判断できる（判断）」、「食情報を理解し、人に伝えることができる（伝達）」、「食情報をもとに健康改善のための計画や行動を決めることができる（活用）」の 5 項目について、「全くそう思わない」、「あまりそう思わない」、「どちらでもない」、「まあそう思う」、「強くそう思う」の 5 段階で回答させている。本研究では、前提となる教示を「あなたはもし必要になったら、スポーツのための適切な食事に関する情報を自分自身で探したり活用したりすることができますか。最もあてはまるもの 1 つを選んでください。」に変更した。また、活用に関する質問では、「食事に関する情報をもとにスポーツのパフォーマンス向上のための計画や行動を決めることができる」に変更した。本研究は、東京農業大学倫理委員会の承認（2024 年 8 月 13 日 No.2309）を得て、対象者には研究の目的・方法・リスクなどを説明し、書面による同意を得たうえで実施した。

【結果】各項目への回答状況は下記の通りであった。入手に関しては、ほぼ全員が「強くそう思う」または「まあそう思う」と回答した。理解や判断については、「まあそう思う」の回答が最も多いが、「どちらでもない」も 20%程度いた。伝達は「まあそう思う」が最も多かったが、「あまりそう

思わない」も 30.4%見られた。活用は「強くそう思う」、「まあそう思う」が多いものの、すべての回答にばらついていていた。

	入手	理解	判断	伝達	活用
強くそう思う	11 (47.8)	2 (8.7)	2 (8.7)	1 (4.3)	7 (30.4)
まあそう思う	11 (47.8)	12 (52.2)	10 (43.5)	11 (47.8)	9 (39.1)
どちらでもない	0 (0.0)	5 (21.7)	5 (21.7)	2 (8.7)	3 (13.0)
あまりそう思わない	1 (4.3)	4 (17.4)	4 (17.4)	7 (30.4)	2 (8.7)
全くそう思わない	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (8.7)	2 (8.7)	2 (8.7)
					n (%)

【考察】本質問紙は自己判断によるものであるが、入手については多くの対象が実施できていたが、理解、判断、伝達、活用については、できていることに強く同意できない対象も多く見られた。アスリートでない大学生を対象とした調査<sup>2)</sup>と比べると、入手はよくできているが、理解と判断についてはやや少なく、伝達、活用は同程度と思われた。大学生の調査では、小学校の頃の家族と一緒に食材の買い物をしたことや食事の手伝いの経験が HEL に関連していたが、本対象は幼少時より専門的なトレーニングに従事しており、これらの経験は少なかった可能性がある。また、パフォーマンスに関する食の情報の理解、判断、活用は健康に関する食の情報への理解よりも、競技特性やトレーニング期も影響し、複雑である可能性も考えられる。

### 3. 今後の研究における課題または問題点

本研究においては、同時に食事調査を行っており、その結果を基にしたサポートにおいて、プロテインやビタミン剤などのサプリメントの利用や商品の選択をインターネットの情報から行っている事例が複数みられた。それらの中には、適切なサプリメントの使用もみられたが、一部、不適切な使用事例も見られた。適切な場合でも、適切と判断して活用しているのではなく、入手した情報が偶然、適切であったに過ぎなかった。本研究での回答は自己評価であり理解や活用について、正しく理解、活用されているかについては、評価できていない。本人が考える適切な食事内容やサプリメントの使用が、どのような情報を基に行われたか、その方法が適切であったかを含めた評価が必要であると考えられた。

#### 参考文献

- 1) 高田和子他, 日本人若年成人競技選手の食習慣・食環境調査の概要, 日本スポーツ栄養研究誌, 16, 2023, 57-79
- 2) 山本倫也他, 大学生の食生活リテラシーと食習慣および生活経験との関連性, 日本食育学会誌, 15, 2021, 85-94
- 3) 高泉佳苗他, 健康的な食生活リテラシー尺度の信頼性および妥当性, 日健教誌, 20, 2012, 30-40

#### 発表論文

該当なし

学会発表

該当なし

著書

該当なし

# チームスポーツ現場における フィジカルコンディショニングスタッフの役割

中島 徹哉（客員研究員）

## 【研究の背景】

競技スポーツのアスリートに関わるスタッフとして、選手の傷害予防やパフォーマンスの向上を担当するフィジカルコンディショニングスタッフがいる。競技や役割によってストレングス&コンディショニングコーチ(S&C コーチ)やフィジカルコーチ、コンディショニングコーチ、ストレングスコーチなどと呼ばれる。主にトレーニング指導の専門家であるが、近年のテクノロジーの発展により、その業務内容は多岐にわたる。本報告では、チームに所属する S&C コーチに求められる役割についての一部を記載する。そして今後選手が求めるコンディショニングコーチ像やチームの求めるコンディショニングコーチ像と、スタッフとの役割に乖離があるのかを調査する前段階の報告とする。

## 【方法】

フィジカルコンディショニングの業務に関わる文献を調査し、業務内容の一部をまとめることとした。

## 【結果と考察】

表1 にチームのフィジカルコンディショニング担当の役割について記載する。

表1. チームのフィジカルコンディショニング担当スタッフの役割

種類	内容
プランの作成	ピリオダイゼーション（年間、月間、週間、毎日）
	トレーニングプラン
モニタリング	練習時間・練習強度の管理
	ウェルネスデータ
	GPSデータ・心拍データ
測定・データ収集	体重・身体組成
	トレーニングデータ（ジャンプ、スプリントなど）
	GPS・心拍データ
	フィジカルデータ（各種測定）
	傷害データ
指導	ウォームアップ
	レジスタンストレーニング
	フィットネストレーニング
	スピード&アジリティ
	リカバリー
	リコンディショニング
他分野との連携	テクニカルコーチ
	リコンディショニングスタッフ
	管理栄養士
	その他スタッフ

フィジカルコンディショニングスタッフの主な業務として、プランの作成、測定・データの収集、モニタリング、トレーニング指導、他分野との連携の5つが大きな項目としてあげられる。

業務内容として、トレーニングに関わる業務（プランの作成や、トレーニング指導など）が主な業務内容であった。

フィジカルコンディショニングスタッフは、GPS データや心拍データ、ジャンプのデータなどテクノロジーを用いたモニタリング業務があった。NSCA というトレーニング団体は、認定パフォーマンス&スポーツサイエンティスト（CPSS）という資格を 2021 年から発行しており、これらのテクノロジーを活用するスタッフとしてスポーツ科学者を推奨している。本邦においては、スポーツチームでスポーツ科学者が雇用される環境は少なく、これらの業務はフィジカルコンディショニングスタッフが兼任して行っている。

他分野との連携として、フィジカルコンディショニング担当スタッフは、トレーニング領域に関わるだけでなく、競技、傷害・リコンディショニング、栄養、心理面など自身の専門領域外の知識も一定のレベルで有する必要がある。

#### 【今後の研究における課題・問題点】

今後、トレーニング現場で実際に働くフィジカルコンディショニングスタッフの業務内容や、選手・スタッフ（現場や強化）がフィジカルコンディショニングスタッフに求めていることを調査し、現場のニーズと業務内容に乖離がないかを明らかにすることで、現場求められる人材の特性について明確にすることができると考える。

#### 参考文献

- 1) G. Gregory Haff, N. Travis Triplett 編；篠田邦彦総監修. ストレングストレーニング&コンディショニング：NSCA 決定版. ブックハウス・エイチディ. 2018.
- 2) Duncan N. French, Lorena Torres Ronda 編；柴田真志日本語版総監修；小林秀紹日本語版監修. NSCA スポーツ科学の基礎知識. NSCA ジャパン. 2023.
- 3) Benjamin H. Gleason, Christopher R. Bellon, David J. Szymanski. 現場の指導者が推進するストレングス&コンディショニングコーチの専門能力の評価. *Strength and Conditioning Journal* Volume 42, Number 2, pages 82-94
- 4) NPO法人日本トレーニング指導者協会. トレーニング指導者テキスト理論編. 大修館書店. 2023

#### 発表論文

該当なし

#### 学会発表

該当なし

#### 著書

該当なし

# 日本におけるサービス付き高齢者向け住宅の変容

## －コロナ禍後の将来へ向けた方向性

水村 容子（福祉社会デザイン学部人間環境デザイン学科）

### 1. 研究の背景

我が国の住宅統計（内閣府 2021 年）を参照すると、現在、高齢者の 8 割が持ち家や戸建て住宅に住んでいる。その多くは 1960 年代から 1980 年代にかけて建てられた木造住宅であるが、現在、これらの住宅は老朽化すると同時にバリアフルな環境となっており、多くの高齢者が深刻な健康と安全の問題に直面している。また、世帯規模の縮小にともない、多くの高齢者は高齢のみ世帯、あるいは独居での生活を余儀なくされている。欧米諸国と比較して、日本社会では高齢者に適した住宅が十分に供給されない状況であることから、政府は 2011 年から「高齢者の居住の安定確保に関する法律」に基づき、サービス付き高齢者向け住宅の提供を開始した。2024 年度は前年度に実施した 5 都道府県のサービス付き高齢者向け住宅のアンケート調査の集計・分析を行い、その結果共同研究者である大学院生（ライフデザイン学研究科人間環境デザイン専攻博士前期課程 渡辺一輝）との連名で国際学会において発表を行いその結果について各国の研究者と意見交換を行なった。

### 2. 調査報告および研究報告

研究結果は ENHR(European Network of Housing Research)のオランダ・デルフト工科大学で開催された国際学会において発表を行なった。発表に際し、事前の Abstract Submission における査読を受けている。発表セッションのタイトルは Housing and Living Conditions of Aging Population であり、各国の高齢者居住に関する発表が行われた。

我々の調査結果の概要であるが、日本のサービス付き高齢者向け住宅ではコロナ禍を経て感染症対策の手法を確立した一方、コロナ禍以前よりも地域コミュニティとの関係性や希薄になった点や、入居者の介護度が重度化しており介護施設としての機能が求められるようになっている点を報告した。一方、スペインやオランダなどのヨーロッパ諸国では、高齢者向けのコ・ハウジングやコミュニティベイスド・ハウジングの供給が主流となっており、コロナ禍での対応をはじめとして、その居住形式の有効性が報じられていた。近年、様々な社会問題解決の可能性のある居住形態としてヨーロッパ諸国で供給されはじめているコ・ハウジングやコミュニティベイスド・ハウジングは、特に高齢者への供給を主目的とした居住形態ではなく、様々な階層や立場の人々へのアフォーダブルな住宅として注目されている。高齢者向けのものは、自治体や多様なステークホルダーにより設置されているケースが多いが、住宅の管理運営は居住者の手に委ねられており、高齢者向け住宅の場合ではそうした自主管理体制がコロナ禍時に感染症を予防しつつ孤独を払拭した点や、高齢期においても社会的役割を継続できる点、すなわち高齢期の生活の質を良好に保つ条件が整っていると評価されていた。日本のサービス付き高齢者向け住宅においては、そのような入居者による自主管理体制が築かれていない点が課題ではないかという指摘を多く受けた。

### 3. 今後の研究における課題または問題点

ENHR での発表への質疑を受けて、今後は日本においても、高齢者が自主的管理を行える住宅の可能性を検討する必要があると考えた。次年度以降は日本においても希少ではあるが存在するコレクションハウスや民間事業者が供給するシニア向け賃貸住宅の管理状況の検証を通じて、高齢期に主体的に生活できる居住環境のあり方を検討していきたい。

参考文献

該当なし

発表論文

該当なし

学会発表

1) Hiroko Mizumura, Kazuki Watanabe, Transformation of elderly housing with care service in Japan -Future direction after Covid 19-, ENHR オランダ・デルフト大会、2024年8月28日、デルフト工科大学

著書

該当なし

# 新規生活習慣病バイオマーカーと治療法の開発基盤研究

岩澤 卓弥 (研究助手)

## 1. 研究の背景

生活習慣病を予防・治療するためには、低侵襲かつ正確な診断・治療標的となりうるバイオマーカーの発見が求められている。そこで生活習慣病の中でも癌と糖尿病、動脈硬化症に着目した。癌微小環境では MDSC(Myeloid-derived suppressor cell)が免疫抑制を引き起こすことで、本来体に備わっている抗癌免疫の機能が発揮できずに癌の悪性化と転移を誘導することが報告されている。そのため MDSC は癌の診断・治療標的にもなりうる可能性があるが、MDSC には決定的な細胞表面マーカーが見つかっていない。また、動脈硬化症についても診断は難しくその発症には MDSC の関与が考えられる。糖尿病など進行は推定糸球体濾過率(eGFR)などによって評価されているが eGFR が著しく低下する前の初期段階では重度の腎臓障害が発生していることがあるため、より高感度な評価法やバイオマーカーが求められている。さらにこれらのバイオマーカーは診断だけでなく治療ターゲットになりうる可能性がある。

## 2. 調査報告および研究報告

stage ごとに胃癌患者(116 例)の末梢血中の MDSC を評価したところ granulocytic-MDSC において stage と有意に相関して新たに免疫チェックポイント分子である LAG-3 を発現していることが明らかとなった。LAG-3 は T 細胞においても疲弊マーカーであり、LAG-3 の発現を下げる物質の探索を行ったところ、乳酸菌代謝産物(ポストバイオティクス)に LAG-3 の発現を下げる作用を発見した。In vitro 実験系及び難治性マウス胃癌細胞株の移植モデルに PD-1 抗体治療と併用すると抗腫瘍免疫が働くようになることも明らかにし、臨床でも胃癌患者の T 細胞において同様の効果が確認できた。大腸癌患者(134 例)の末梢血を同様に評価したところ monocytic-MDSC において stage と有意に相関して CCR5, CXCR5 を発現したサブセットが末梢血から減り、対応するケモカインが増加していることを明らかにした。卵巣がんについても 50 例の解析を進めている。eGFR と相関するバイオマーカーとして見出したエフリン A 型受容体 2(EphA2)は癌細胞において高発現しており、大腸がんのスクリーニングにおけるバイオマーカーとして有用であることを明らかにした。これらの知見をもとに EphA2 をターゲットにした抗体医薬の開発を進めている。動脈硬化症の発症に関与している MDSC のサブセットを解析中であるが、糖尿病治療薬であるイメグリミンがミトコンドリア非依存的に血管を保護し、動脈硬化症の発症を抑制することを明らかにした。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

癌は組織ごとに免疫療法の効果が異なることから微小環境の免疫抑制機構も異なっていると考えられ、今年度も胃癌以外に癌種類を増やして評価を進めたが、腫瘍部位の MDSC も比較し、解析する必要がある。また、乳酸菌代謝産物に含まれるどの物質が抗腫瘍免疫に関与しているのか明らかにする必要がある。EphA2 については大腸がん以外の腫瘍でも発現しているため、他のがん種でも検討を進め、血清だけでなく、より低侵襲に評価できるように尿でも測定できる測定系の構築が必要である。臨床応用を目指し、EphA2 抗体のヒト化及び低分子化を行う必要がある。

参考文献

該当なし

発表論文

1) M Sakata, Y Imaizumi, T. Iwasawa, K Kato, T Goda, ACS Biomaterials Science & Engineering, Semiconductor Transistor-Based Detection of Epithelial-Mesenchymal Transition via Weak Acid-Induced Proton Perturbation, 2024, doi.org/10.1021/acsbmaterials.4c01707

2) S. Sakuraba, A. Koizumi, T. Iwasawa, T. Ito, K. Kato, Biomolecules, Serum EphA2 as a Promising Biomarker for the Early Detection and Diagnosis of Colorectal Cancer, 2024, 14(12), 1504

学会発表

1) 岩澤卓弥、武田聡、来栖亜弓、岡本千香子、岩本達也、山崎望、野見山崇、ミトコンドリア機能改善薬イメグリミンの血管保護作用の検討、第 68 回日本糖尿病学会年会、2025 年 5 月、岡山

2) 大重聡友、岩澤卓弥、加藤和則、木村寛之、EpCAM を標的とした新規放射免疫療法剤の開発、日本薬学会第 145 年会、2025 年 3 月、福岡

3) 岩澤卓弥、山内卓、伊藤智彰、福永哲、折田創、野村幸世、加藤和則、免疫チェックポイント阻害療法に対する乳酸菌代謝物の増強効果、第 22 回日本機能性食品医学学会総会、2024 年、東京（若手優秀演題賞）

4) T. Iwasawa, S Yamauchi, T Ito, K Kato, Synergistic Effects of Immune Checkpoint Inhibition Therapy with Lactobacillus Metabolites, The 53rd Annual Meeting of the Japanese Society for Immunology, 2024 年 12 月、長崎

5) K Oki, T. Iwasawa, K Kato, Effects of Phytochemicals on mouse bone marrow-derived dendritic cells, The 53rd Annual Meeting of the Japanese Society for Immunology, 2024 年 12 月、長崎

6) 石橋歩士、岩澤卓弥、加藤和則、 $\gamma$   $\delta$  T 細胞の機能調節に働く植物由来機能性成分の探索研究、第 47 回日本分子生物学会年会、2024 年 11 月、福岡

7) R Kunito, H Kimura, M Omokawa, S Kise, T. Iwasawa, K Kato, A Mizutani, K Kawai, Application of radiopharmaceuticals using EphA2-targeted antibodies for diagnosis of pancreatic cancer, CJKSRS2024, 2024 年 9 月、金沢

8) 岩澤卓弥、山内卓、伊藤智彰、加藤和則、Attempts to Enhance the Action of Immune Checkpoint Inhibitory Therapy with Lactobacillus Metabolites、第 83 回日本癌学会学術総会、2024 年 9 月、福岡

9) リンイケン、山田拓武、岩澤卓弥、加藤和則、福永哲、折田創、可溶性 B7-H6 は胃がんにおける NK 細胞活性の低下と関連する、第 83 回日本癌学会学術総会、2024 年 9 月、福岡

10) 山田拓武、岩澤卓弥、加藤和則、伊藤智彰、村井勇太、オキサリプラチンの主作用・副作用に対するエルゴチオネインの有効活用、第 83 回日本癌学会学術総会、2024 年 9 月、福岡

11) T. Iwasawa, S Yamauchi, T Fukunaga, H Orita, T Ito, K Kato, A novel subset of Treg-like MDSCs expressing LAG-3 found in advanced gastric cancer, AACR2024 Annual Meeting, 2024 年 4 月、サンディエゴ(アメリカ)

12) A. Koizumi, T Ito, K Kato, T. Iwasawa, T Kushida, K Sato, C Okamoto, Soluble B7H3 has a potential of novel serum biomaker for colorectal cancer, AACR2024 Annual Meeting, 2024 年 4 月、サンディエゴ(アメリカ)

13) T Ito, T. Iwasawa, S Takeda, C Okamoto, T Motohashi, S Ueda, H Kato, R. Yamamoto, A Koizumi, Y Murai, K Nihei, M Itakura, R Akima, M Sakurada, K Tanaka, T Kushida, K Sato, Whole-genome methylation analysis using liquid biopsy for pancreatic cancer diagnosis, AACR2024 Annual Meeting, 2024 年 4 月、サンディエゴ(アメリカ)

著書

該当なし

# 生物学・栄養学におけるミネラルの役割

西牟田 守 (客員研究員)

## 1. 研究の背景

人体におけるミネラルの必要量や過不足の指標は、科学的根拠に基づき明らかにすべきであるが、その根拠を明らかにするための実験的研究は乏しい。そこで、研究協力者を対象として出納実験を実施し、データを蓄積してきた。現在、その解析を進行中であり、測定した9種のミネラル(Na, K, Ca, Mg, P, Zn, Fe, Cu, Mn)について、必要量および過不足の指標を明らかにする必要がある。

## 2. 調査報告および研究報告

本年度は、新しく開発した、糞尿以外の排泄総量を求める方法を用い、9種のミネラルについて、糞尿以外の排泄総量を求め、出納が0となる摂取量(推定平衡維持摂取量)を明らかにした。また、95歳の高齢者では、血清Zn濃度が低下し、血清Cu濃度が上昇することを明らかにした。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

青年女子を対象とした出納実験の場合、Cuの糞尿以外の排泄総量が著しく高値であることを確認した。排泄経路として、月経による排泄が考えられるために、この点について今後明らかにする必要がある。また、赤血球中のZn濃度は血清の10倍以上であるために、体内のZn過不足の指標として、現在頻用されている血清Znではなく、赤血球Zn濃度が適していると考えられるが、この点に関しても、今後明らかにする必要がある。

## 参考文献

- 1) Nishimuta M, Kodama N, Shimada M, Yoshitake Y, Matsuzaki N, Morikuni E. Estimated equilibrated dietary intakes for nine minerals (Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Cu, and Mn) adjusted by mineral balance medians in young Japanese females, J Nutr Sci Vitaminol 58, 2012, 118-128

## 発表論文

- 1) 西牟田守、-元素レベルの生命科学- ヒトにおける必須ミネラルの出納試験(Na, K, Ca, Mg, P, Zn, Fe, Cu, Mn)と赤血球中ミネラル、マグネシウム、査読有、42巻、2024、1-20

## 学会発表

- 1) 西牟田守、ミネラルの必要量と過不足の判定、第43回日本マグネシウム学会 シンポジウム、2024年11月16日、大阪

## 著書

該当なし

# 後肢懸垂ラットの大腿骨に及ぼすベクトルポテンシャル発生装置の効果

藤川 芳織 (客員研究員/昭和大学)

## 1. 研究の背景

廃用性骨粗鬆症は、安静と機械的刺激の減少によって起こる。このような状況下では、骨吸収が骨形成を上回り、骨密度の低下につながる。ベクトルポテンシャル (VP) 発生装置は、関節軟骨の厚さを維持する効果があることが報告されているか、骨組織に対するその効果はまだ明らかにされていない。本研究では、廃用性骨粗鬆症のモデルとして、後肢懸垂による荷重低減を受けた骨に対する VP の効果を検証するための実験を行った。

## 2. 調査報告および研究報告

後肢懸垂によって骨密度は有意に低下したが、VP を照射した群 (VP 群) の骨密度は照射しなかった群 (HS 群) より有意に高く、VP が荷重低減による骨密度低下を抑制することが明らかになった。同様に、後肢懸垂によって海綿骨の骨梁幅も減少したが、VP 群は HS 群より有意に厚かった。非脱灰研磨標本にて骨梁構造を詳細に観察すると、HS では多数の吸収窩が認められたが、VP 群では骨の吸収後に新たな骨が添加された像が確認された。これらのことから、VP が廃用性骨粗鬆症の治療に有用であることが示唆された。

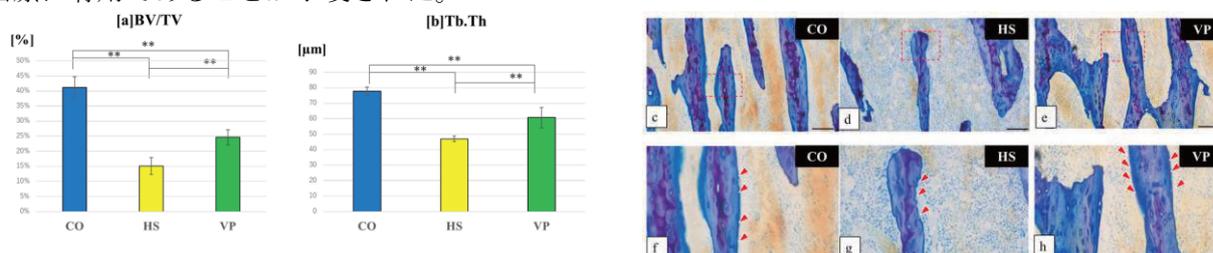


図 1. 海綿骨の形態計測

(a) VP 群の骨密度は HS 群より有意に高い。(b) VP 群の海綿骨の骨梁は HS 群より有意に厚い。(c-h) 海綿骨の拡大像。CO; 対照群、HS; 後肢懸垂群、VP; VP 照射群

## 3. 今後の研究における課題または問題点

VP が荷重低減による長骨骨量減少を抑制することが明らかになった。VP の幅広い有用性をさらに検証するため、今後は歯周炎によって減少した歯槽骨の治癒過程に及ぼす VP の効果を検討する。

参考文献：該当なし

発表論文

Wataru Minamizono, Nao Yashima, Hiroya Matsunaga, Kaoru Fujikawa, Hirai Suito, Takumi Okunuki, Masafumi Ohsako, Histological Analysis of the Effect of a Vector Potential Generator on the Femur of a Hindlimb-Suspended Rat, Anatomia 3(4) 277-300 2024 年 11 月 26 日

学会発表：該当なし

著書：該当なし

# 日本人若年女性におけるヨーグルト摂取と睡眠の質の関連

西田 聡（客員研究員）

## 1. 研究の背景

よい睡眠は健康な日常生活の基盤であり、睡眠の質が悪化すると、疲労、生活習慣病、精神疾患に悪影響があるとされている。日本政府が発表した国民健康栄養調査で、特に中高年世代の睡眠による疲労回復が不十分であると指摘しており、対策が求められる。

これまで、乳製品摂取と睡眠の関連についての先行疫学研究はいくつかあるが、肯定的・否定的のものがあり一定でない。詳細を検討すると、乳製品の内訳の牛乳、ヨーグルト、チーズ、それらの組み合わせのいずれかを暴露としておりと一定ではない、また睡眠の評価指標が一定でないことが見受けられ、さらなる検討の余地がある。一方、腸と脳の関係性（腸脳相関）の視点から主にヨーグルトに用いられる生菌プロバイオティクスが腸内細菌叢を經由して睡眠の質を改善するとする介入研究の報告がなされている。

そこで、乳製品のうちヨーグルトのみに含まれる生きた菌を関心事として、疫学的にヨーグルト摂取と睡眠の質の関連を調査することとした。

## 2. 調査報告および研究報告

現在論文作成作業中であり、研究報告も今後作成する予定。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

論文作成、研究報告作成が終わった段階で、栄養学および疫学分野の方々と議論し、今後の課題を見出したい。

参考文献

該当なし

発表論文

該当なし

学会発表

該当なし

著書

該当なし

# 踵部脂肪体の形態及び機能特性の解明

前道 俊宏（客員研究員）

## 1. 研究の背景

踵に存在する脂肪組織（踵部脂肪体）は、踵部痛好発時期にあたる 40 代を境に薄くなる。踵部脂肪体は歩行・走行時に変形することで衝撃を緩和する弾性機能を有するため、薄くなる（形態変化）だけではなく、弾性機能にも変化が生じている可能性が考えられる。加えて、疼痛時の組織学的所見である血管、神経の新生、コラーゲン線維の増加が生じている可能性も考えられる。しかし、これらは未だ解明に至っていない。本研究は、踵部脂肪体の加齢変化に着目し、①生体組織弾性の定量評価が可能な Shearwave Elastography (SWE) を用いた弾性機能評価と②光学・電子顕微鏡を用いた組織成分（コラーゲン線維、血管、神経）評価を実施する。

## 2. 調査報告および研究報告

超音波画像診断装置を用いて、身体特性や加齢による踵部脂肪体の形態及び機能の変化に関して調査を行い、学術誌の掲載まで繋げることが出来た。生体で得られた結果を基に、現在組織学的観点からさらに調査を進めている。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

今年度は検体より採取した踵部脂肪体の組織を東洋大学にて光学顕微鏡・電子顕微鏡にて観察、測定した。しかし、今年度は様々な予定があり、思うように研究を進めることが出来なかった年であった。この反省を生かし、来年は組織学的観点から成果を発表できるようにしたい。

参考文献

該当なし

発表論文

学術誌掲載論文

1. Effect of low-frequency acupuncture on muscle and fascia stiffness: examination with or without intervention. **Toshihiro Maemichi**, Masatomo Matsumoto, Shigeru Meguriya, Atsuya Furusho, Takashi Yamashita, Toshiharu Tsutsui, Tsukasa Kumai. Frontiers in rehabilitation sciences. 2024年12月.
2. Effects of radial pressure wave irradiation on triceps surae muscle morphology and function. **Toshihiro Maemichi**, Arina Iwayama, Takumi Okunuki, Yusuke Kobayashi, Masatomo Matsumoto, Hirofumi Tanaka, Hirofumi Katsutani, Hideaki Nagamoto, Toshiharu Tsutsui, Tsukasa Kumai. Journal of Bodywork and Movement Therapies 2024年10月.
3. Effect of training in a sandy environment on foot morphology and function. **Toshihiro Maemichi**, Shota Ichikawa, Tsukasa Kumai. Journal of Bodywork and Movement Therapies 2024年9月.

4. Effect of Height and Weight on Heel Fat Pad Movements Between Microchamber and Macrochamber Layers in Loading and Unloading. **Toshihiro Maemichi**, Masatomo Matsumoto, Toshiharu Tsutsui, Shota Ichikawa, Takumi Okunuki, Hirofumi Tanaka, Tsukasa Kumai. Foot & Ankle Orthopaedics. 2024年7月.
5. Changes in functional characteristics of heel fat pad with age. **Toshihiro Maemichi**, Masatomo Matsumoto, Takumi Okunuki, Tsukasa Kumai. Clinical biomechanics. 2024年6月.
6. Functional Morphologic Changes of the Heel Fat Pad and Plantar Fascia in Patients With Heel Pain During Weightbearing and Nonweightbearing. **Toshihiro Maemichi**, Masatomo Matsumoto, Toshiharu Tsutsui, Shota Ichikawa, Takumi Okunuki, Hirofumi Tanaka, Tsukasa Kumai. Foot & ankle orthopaedics .2024年4月.

紀要・商業誌掲載論文

1. **前道俊宏**, 古庄敦也, 奥貫拓実, 熊井司. 鍼灸医学の科学的エビデンス : review. 臨床スポーツ医学. 2024年11月.
2. **前道俊宏**, 小林佑介, 熊井司. 外来でできる運動器疾患に対する最先端保存療法. 関節外科 基礎と臨床. 2024年10月.
3. **前道俊宏**, 奥貫拓実, 熊井司. スポーツ医学で華麗に加齢—人生100年時代に向けた運動器の役割—. 臨床スポーツ医学. 2024年5月.
4. 前道俊宏, 松本正知, 熊井司. 知っていると知らないでは大違い 実践!踵部痛の診断と治療 踵部脂肪体褥の機能解剖学的特徴とHeel Fat Pad Syndromeの理解 臨床整形外科.2024年3月.

学会発表

1. **前道俊宏**, 古庄敦也, 熊井司. 超音波画像診断装置を用いた低周波鍼通電時の筋収縮動体評価. 全日本鍼灸学会.
2. **前道俊宏**, 小川祐来, 奥貫拓実, 劉紫劍, 田中博史, 勝谷洋文, 小林佑介, 永元英明, 松本正知, 熊井司. 登山における靴擦れの病態解明—第二報 : 傾斜角度における圧力変化—日本足の外科学会.
3. **前道俊宏**, 奥貫拓実, 田中博史, 劉紫劍, 勝谷洋文, 山口龍星, 若宮知輝, 小川祐来, 小林佑介, 筒井俊春, 永元英明, 熊井司. 異なるスポーツ競技における踵部脂肪体褥の形態と機能. 日本臨床スポーツ医学会.

著書

該当なし

# 異なる部位に存在する脂肪組織および下腿筋膜の 神経およびコラーゲン線維分布の特徴に関する研究

奥貫 拓実 (客員研究員)

## 1. 研究の背景

健康寿命を延伸するためには、スポーツ活動に従事することが重要である。しかし、スポーツ活動時に、脛骨後内側縁に疼痛が生じることが多々あり、**medial tibial stress syndrome** (以下 **MTSS**) という障害として知られている。

我々は脛骨後内側縁に脂肪組織が存在していることを確認し、これまで組織学的検討を実施し、神経伝達物質が存在することや、脂肪細胞周りに線維成分が3次元ネットワークを形成していることを確認した。しかし、神経伝達物質の存在するものの、疼痛を知覚する神経終末が存在するかは定かではない。加えて、疼痛が生じる脛骨遠位 1/3 と中央 1/3 で線維成分の分布の詳細が異なるかは不明である。

よって、本研究の目的は、脛骨後内側縁の脂肪組織の神経終末の有無およびコラーゲン線維分布の特徴を確認すること、とした。

## 2. 調査報告および研究報告

神経終末が観察され、侵害受容器が存在することを確認した。これにより、脛骨後内側縁の脂肪組織は疼痛を知覚する組織であることが確認された。また、脂肪細胞周りに存在する線維成分はコラーゲンタイプ I と III が含まれ、遠位部と中央部で分布が異なっていた。このことから、脛骨遠位部と中央部で力学的負荷の環境が異なる可能性が示唆された。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

本研究により、脛骨後内側縁の脂肪組織に疼痛を知覚する神経終末が存在していることが明らかとなった。今後は、脛骨後内側縁の遠位部と中央部で神経終末の頻度の差が異なるか検討し、**MTSS** の詳細な病態を明らかにすることを目的とする。

参考文献

該当なし

発表論文

該当なし

学会発表

1) 奥貫 拓実, 大迫 正文, 石垣 智恒, 前道 俊宏, 木村 亮介, 屋比久 博己, 東 千夏, 西田 康太郎, 篠原 靖司, 熊井 司. 脛骨後内側縁の脂肪組織におけるタイプ I および III コラーゲン線維の配分から推測された力学的負荷. 第 49 回日本足の外科学会, 2024 年 11 月 7-8 日, 東京

著書

該当なし

# 幼児親子間における食塩 0.6%の識別度について (Pilot study)

濱谷 亮子 (客員研究員)

## 1. 研究の背景

国民健康・栄養調査結果によると日本人の食塩摂取量は減少傾向ではあるが、健康日本 21 の目標値や日本人の食事摂取基準の目標量を超えており、さらなる減塩が求められている。2019 年には日本高血圧学会 (JSH) より「日本高血圧学会減塩推進東京宣言 -JSH 減塩東京宣言-」「6g を目指した 6 つの戦略」が提言され、この中には「こどもに対する減塩の推進」も含まれている。幼児の食塩摂取量の実態としては、3 歳児の尿中ナトリウムから推定した平均食塩摂取量は 4.4g/日であるが、対象者の 20%が 6-10g/、4%は 10g 以上摂取していることが報告されており<sup>1)</sup>、食事摂取基準の目標量を超えて、成人と同水準の食塩摂取をしている幼児がいることが明らかになっている。これらの結果からも幼児期から適切な食塩摂取習慣を確立することは重要な課題であるといえる。

一方で、幼児期の食塩摂取量については疫学研究が乏しく、実態が十分に把握されていない現状がある。そこで、本研究では、3~6 歳児の塩味閾値を指標にして、食塩摂取量との関連を検討することを目的とした。

## 2. 調査報告および研究報告

本研究は東洋大学倫理研究委員会の承認を得て実施された (倫理承認番号 TU2023-026)。

東京都の保育園に協力を依頼し、調査の賛同を得た 4~6 歳児の親子 23 組を対象とした。親子双方において、食事調査は BDHQ 法、塩味閾値は 0.6%ソルセイブ法にて調査した。

塩味閾値調査の結果、親が 0.6%の塩味閾値の識別ができない場合、子どもも塩味閾値の識別ができなかった ( $\chi^2$  検定、 $p < 0.05$ )。親、4~6 歳児の子どもを対象に塩味閾値の調査を行う場合、0.6%ソルセイブ法は識別の有無が明確にわかる濃度であった。また、母が塩味閾値を識別できない場合は、子どもも識別できないことがわかった。

本研究結果より塩味閾値調査は家庭における食塩摂取状況を反映する一指標となることが推察された。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

効果的な減塩教育や食育を推進するために味覚閾値と食生活習慣や栄養摂取状況の関連を明らかにしていくことが今後の課題である。

## 参考文献

1) Morinaga Y, Tsuchihashi T et al. Hypertens Res 34:836-839, 2011.

発表論文

該当なし

学会発表

1) 小谷円花、濱谷亮子、太田昌子「幼児親子間における食塩 0.6%の識別度について (Pilot study)」

第 12 回日本食育学会学術大会、2024.7.6-7.千葉

著書

該当なし

# ラット大腿部内出血に対する副子固定が治癒過程に及ぼす影響

中井 真悟（客員研究員）

## 1. 研究の背景

患部の圧迫は内出血の治癒を促進するとの症例報告はあるものの、組織学的に明らかにされていない。本研究では柔道整復師が伝統的に用いる副子固定による圧迫が内出血部の治癒過程に及ぼす影響について肉眼的に組織観察することを目的とした。

## 2. 調査報告および研究報告

本研究では2つの実験をおこなった。実験①として7週齢のウィスター系雄性ラット8匹を用い、それらを2匹ずつの通常圧迫群、スダレ副子圧迫群、非圧迫群の3群と対象として2匹に分け、実験期間は1週間とした。いずれの群も、三種混合麻酔を用いて麻酔下にて疼痛回避行動がないことを確認した後、後述の手順に従って実験開始日にラットの右脚へ大腿部内出血を誘発した。内出血実験は大腿骨中央部（伏在静脈）を鍼灸針にて傷害して内出血を促した。その後、患部を剃毛し、均一の圧迫力を加えるために副子を作成してゴム製のバンドを患部に巻いた（図1）。その後の飼育期間中は、概ね12時間ごとにブプレノルフィン（レペタン）を投与して疼痛管理を徹底した。レペタン腹注後は30分間の観察を行い、疼痛による症状（鳴き声など）がないことを確認した。いずれも実験開始7日後にサンプリングを行った。次に、実験①の予後を比較するために、実験②をおこなった。7週齢のウィスター系雄性ラット6匹を用いて3匹ずつの通常圧迫群、スダレ副子圧迫群に分け、先述と同様のプロトコルにて実験をおこなった。本実験では実験開始3・7・14日後にサンプリングをおこない、経時的な変化を観察した。



図1. 患部圧迫に用いた固定材

木片で作成したスダレ副子（左）、テーピングで作成した副子（右）

図2は実験①の結果であり、図2-Aは観察部を露出して肉眼的に通常構造を示したものである。図2-Bでは伏在静脈が損傷することによって結合組織内へ広範に内出血する様子が分かる。通常圧迫群では圧迫部周囲に血腫が残存しているが（図2-C）、スダレ副子圧迫群ではその範囲が限局的であった（図2-D）。なお、非圧迫群では大腿中央部に血腫が残存していた（図2-E）。この様子から、スダレ副子圧迫によって血腫消失が促進されていることが示唆された。図3は実験②の結果であり、観察部以外の不要な軟組織を除去している。通常圧迫群では14日後も血腫が残存していたが（図3-A～C）、スダレ副子圧迫群では、ほぼ消失していた（図3-D～F）。

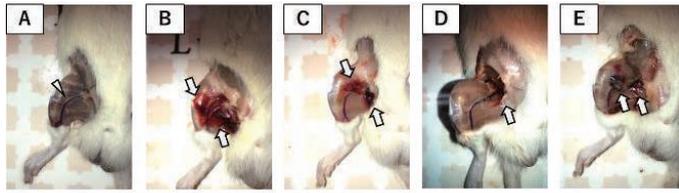


図2. 傷害部の肉眼的組織像

A: 内出血していない状態、B: 傷害直後の様子、C: 通常圧迫群、  
D: スダレ副子圧迫群、E: 非圧迫群

矢頭は伏在静脈、矢印は皮下組織中の血腫を示す。なお、この図ではスケールは統一されていない。

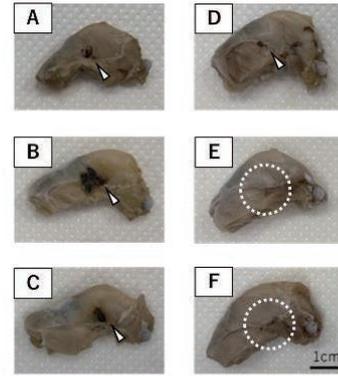


図3. 損傷部の経時的変化

A-C: 通常圧迫群、D-F: スダレ副子圧迫群  
A,D: 受傷3日後、B,E: 受傷7日後、C,F: 受傷14日後  
矢頭は筋膜下の出血部を示す。

### 3. 今後の研究における課題または問題点

本報告では肉眼的な観察所見を示すことしかできないが、通常圧迫群とスダレ副子圧迫群の損傷部の治癒過程に明らかな差異を認めた。このことは、患部へ圧迫が治癒速度に良い影響を与える可能性を示唆するだけでなく、柔道整復師が伝統的に用いてきたスダレ副子の有用性を示すものであると推測される。微細構造の観察については今後の課題としたい。

#### 参考文献

該当なし

発表論文

該当なし

学会発表

1) 渋谷太一、中井真悟、ラット大腿部に生じた内出血の肉眼的観察、第40回 静岡接骨学会、2024年9月29日、グランシップ。

2) 山田京祐、中井真悟、ラット大腿骨における骨端線離開受傷後の治癒過程に固定法が及ぼす影響、第40回 静岡接骨学会、2024年9月29日、グランシップ。

著書

該当なし

# 投球障害予防に向けた研究

石垣 智恒（客員研究員／新潟医療福祉大学）

## 1. 研究の背景

肩関節や肘関節で生じる投球障害予防には、主観的な上肢機能の理解に加え、投球障害肩のリスクとなる可動域制限や、内側肘障害と関連する前腕屈筋共同腱の力学的強度についての理解が重要である。

## 2. 調査報告および研究報告

今年度の成果としては、主観的上肢機能評価ツールである Kerlan-Jobe Orthopaedic Clinic (KJOC) Score の日本語版を作成した（発表論文1）。さらに、反復投球によって示指浅指屈筋筋力の低下が顕著である選手では、握力発揮時に前腕屈筋共同腱の力学的強度を高めることができないという結果から、内側肘関節障害の予防には示指屈曲筋力の強化が重要である可能性が示唆された（発表論文2、学会発表）。さらに、投球障害肩のリスクとされる肩甲上腕関節内旋可動域制限は、投球時の arm speed が速い選手で顕著に生じるという結果から、投球時の伸張性負荷に対する肩関節外旋筋の耐用能向上が投球障害リスクの最小化に重要である可能性が示唆された（発表論文3）。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

現段階において、1) KJOC score と関連する理学所見、2) 前腕屈筋共同腱の力学的強度におけるトレーニング効果、3) 肩関節外旋筋の筋力低下と投球障害との関連性は不明である。今後はこれらの課題を解決するための横断および縦断研究を実施する必要がある。

### 参考文献

発表論文の引用を参照

発表論文

- 1) Translation and Cross-cultural Adaptation of the Kerlan-Jobe Orthopaedic Clinic Shoulder and Elbow Score Into Japanese and Comparison of Visual Analog Scale and 10-Point Scale Formats. Ishigaki T et al., Orthop J Sports Med. 2024. 12(11). DOI: 10.1177/23259671241291861
- 2) Examining the changes in strength and mechanical property of dynamic stabilizers of the medial elbow joint through repetitive pitching. Ishigaki T et al., J Shoulder Elbow Surg. 2024. DOI: 10.1016/j.jse.2024.07.005
- 3) Changes in glenohumeral range of motion by repetitive pitching and their relationship with arm speed during pitching. Ishigaki T et al., Sports Biomech. In press. DOI: 10.1080/14763141.2025.2452329

学会発表

石垣智恒. 反復投球による内側肘関節動的安定化機構の発揮筋力および力学的特性の変化. 第35回日本臨床スポーツ医学会学術大会. 2024年11月. 新潟

著書

該当なし

# 健康寿命の延伸に欠かせない魚食の現状と課題

佐藤 成美（客員研究員）

## 1. 研究の背景

四方を海に囲まれた日本では、魚食を中心とした食生活が健康や長寿を支えており、健康寿命の延伸にもつながると考えられている。日本の魚食文化は世界的に評価されており、世界では魚介類の消費が増加しているのにもかかわらず、日本人の魚介類の消費は低下しており、魚離れが顕著になっている。魚離れが進めば、健康な食生活や健康寿命の悪影響が懸念される。魚食文化を見直すとともに、魚食の現状と課題を明らかにすることにした。そこで、日本とフランスの鮮魚売り場を調査し、消費の実態を明らかにしようとした。

## 2. 調査報告および研究報告

農林水産省食糧需給表によれば、日本人の1人当たり年間食用魚介類消費量（純食料）は、2001年度の40.2 kgをピークに減少傾向で、2022年度は22.0 kgと半分近くまで落ち込んでしまった。この値は調査を始めた1960年以降で最低だった。一方で、フランスの年間消費量は30～35 kgを推移しており、フランスでは2021年は30.4 kgだった（Chiffres-clés des filières pêche et aquaculture en France en 2023）。フランス北東部ストラズブールのスーパーマーケットや市場を調べると、氷の上に魚を並べた対面式の魚売り場のあるところが多かった。一方、日本では、小売りの鮮魚店が減少しており、魚はスーパーマーケットで買うものになっており、日本国内で消費される魚の多様性が低下していることも指摘されている（大石ら2021）。スーパーマーケットの売り場は、パック詰めされた切り身の魚が整然と並んでいて画一的だった。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

フランスと日本の鮮魚売り場を調べてみて、対面販売によるコミュニケーションが食生活に大きな役割を果たしてきたのではないかと、魚売り場の変化は日本人の魚離れの一因になっているのではないかと推察された。さらに、詳細を明らかにし、得られた知見を健康や長寿に向けた食生活につなげていきたい。

## 参考文献

- 1) Chiffres-clés des filières pêche et aquaculture en France en 2023 p26
  - 2) 大石太郎ほか、主要生鮮魚介類の消費多様度指数に見る日本の魚食文化の地域差と経年変化、日本水産学会誌、87巻4号、2021、409-420
- 発表論文：該当なし  
学会発表：該当なし  
著書：該当なし  
その他：
- 1) 佐藤成美 消費量はピーク時の半分に！ 日本で急激に進む「魚離れ」の原因は何か JB プレス  
<https://jbpress.ismedia.jp/articles/-/86526>

# ブレードを使用した下肢切断児のランニングが身体負荷および発育へもたらす影響について

高橋 素彦（客員研究員）

## 1. 研究の背景

走ることを目的に設計された義足足部（以下：ブレード）と日常生活（歩行）を目的に設計された義足足部の特性は大きく異なる。特に衝撃吸収性や反発性については顕著な差があり、身体への影響を無視することはできない。成長過程の未就学児や小学生への身体負荷は、その後の発育に与える影響は大きいことが予測されるが、この年代を対象とした運動学的評価は国内外で報告されていない。

現状、国内には約 10 名以上のブレードを使用した下肢切断児が存在するが、ブレードを使用した運動会や体育授業の参加は敬遠されており、教育機関からの理解を得るまでに時間を要している。

本研究はブレードが切断児の身体的、精神的発育に対して有効であるか明らかにすることである。

## 2. 調査報告および研究報告

本年度、下肢切断児 2 名の計測の他、日常用義足とブレード義足の走行時の床反力値と、第 7 頸椎部加速度値をもとに、床反力値と体幹および頭部への影響を評価した。

床反力と第 7 頸椎部加速度の差は、相対的にブレード義足よりも常用義足で走った方が衝撃力は大きく、身体負荷は大きい結果であった（図 1）。

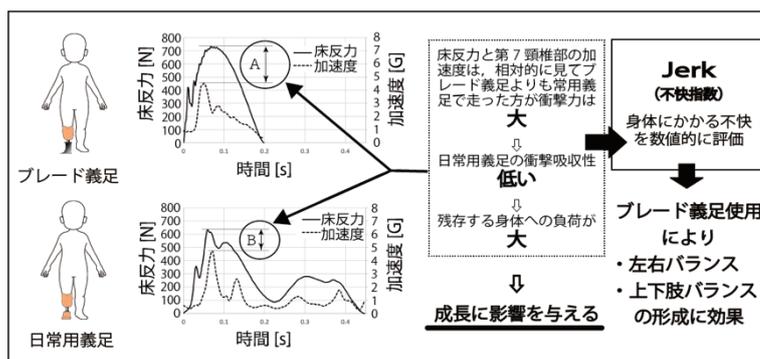


図 1 ブレード義足と日常用義足の立脚期床反力と加速度の結果

## 3. 今後の研究における課題または問題点

身体負荷や不快指数を検証することは、成長過程の子供たちにとってその後の成長に大きな影響を与える事が予測されるため、速度に対する床反力値の増減と不快感を示す Jerk を検証する。

参考文献

該当なし

発表論文

該当なし

学会発表

1) 佐々木穂乃果, 谷川大輔, 遠藤謙, **高橋素彦**, 阿部薫, 長断端の下肢形成不全児に対して Z 型カスタムコネクターを使用し競技用義足使用が可能となった一例、第 40 回義肢装具学会学術大会、2024 年 11 月 9-10 日、福岡市

著書

該当なし

# 錯視の心理的利用のための数値モデル

木本 伊彦 (客員研究員)

## 1. 研究背景

物を見たときの知覚と物理量が異なる錯視は日常意図せずに行っている認知現象である。そのような錯視について、物理的な誘因とそれによって起こる錯視量の数値モデルを構成して、錯視効果の強調あるいは抑制を効率的に行えると、心理効果のための画像作成や意匠・デザインに有益になると期待される。

## 2. 研究報告

線分の違いがエビングハウス錯視に与える影響を実験的に調べるプログラムを実装した。それを用いて PC 画面左側にエビングハウス図形を、線分の太さなどの条件を変えて提示し、画面右側の比較図形を調整することによって、主観的等価点を測定した。それを統計分析したところ、同じエビングハウス図形であっても線分の違いによって錯視量に有意な差が見られた。この結果は線分の違いがエビングハウス錯視に影響を与えることを示唆している。

## 3. 今後の課題

線の色などの他の物理条件を変えた実験、および、より精度の高い実験を行う。その分析を通じて、エビングハウス錯視における線についての数値モデルの推定を試みる。

参考文献

該当なし

発表論文

該当なし

学会発表

1) Tadaaki Kirishima, Tadahiko Kimoto, Chieko Kato, "Influence of line segments in the Ebbinghaus illusion," The 27-th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS-2024), 20 September 2024, Asan, Korea (Leonard Barolli ed., Advances in Network-Based Information Systems (NBIS-2024), pp. 356-367, Springer 2024).

著書

該当なし

# 胎仔期バルプロ酸投与マウスにおける脳-腸軸を主体としたアプローチ

佐藤 健二郎 (客員研究員)

## 1. 研究の背景：健康長寿の延命の観点から

わが国の自閉スペクトラム症(以下 ASD)の発症率はおおよそ 20 人~40 人に 1 人 (2.5%~5%) である。そのうち男女の比率はおおよそ 4 : 1 で、男児に多く見られる。ASD の発症メカニズムは正確には解明されていないが、遺伝をはじめ多くの要因が複雑に関与していると考えられている。近年、脳-腸軸の観点から、ASD と腸内細菌の関係についての研究が進展している。それらの中には腸上皮細胞の栄養素である短鎖脂肪酸全体が ASD 患者で低く、なかでも酢酸、プロピオン酸、吉草酸が有意に低かったという報告がある。また ASD 患者に腸内細菌叢移植療法 (fecal microbiota transplantation : FMT) を施すと ASD の症状が改善されるとの報告もある。これらの事から、ASD 患者の腸内細菌叢の変化は、腸管免疫系や中枢神経系に影響を与え、ASD の発症や進行に関与している可能性があり、このメカニズムを解明することで ASD 患者の健康維持や延命に寄与する可能性がある。

本研究では、ASD と腸内細菌との関係の理解を深めるため、ASD モデルとして胎仔期バルプロ酸(VPA)投与マウスを作成し、脳内の遺伝子発現と腸内細菌叢解析の両面からのアプローチを試みた。また腸内細菌叢解析では ASD の予防や治療に有効である可能性のある薬剤 A の投与効果も評価した。

なお、私は in-silico での RNAseq 解析および PICRUST2 による代謝解析予測を担当した。

## 2. 調査報告および研究結果

胎仔期バルプロ酸投与マウスに対して RNAseq 解析およびメタゲノム解析を行い、メタゲノム解析では薬剤 A 投与を伴う実験も行った。その結果、RNAseq 解析では、ASD 関連遺伝子 *Csf2ra* や炎症に関連する遺伝子の発現が増加した。一方で脳の発達に関連する *bglap* や *egr2* 等は減少していた。

メタゲノム解析ではコントロール群、VPA 群、と VPA+薬剤 A 投与群でそれぞれ特徴的な腸内細菌が同定された。その代謝予測を行った結果、以下の知見が得られた。VPA で増加し、VPA+A で減少：オレイン酸を含む不飽和脂肪酸、ビオチン、phyloquinonol(vitaminK1)。VPA で減少し、VPA+A で増加：葉酸、リン脂質、糖アルコール、フェニルアラニン、チロシン、シデロホア、テトラピロール。VPA+A でのみ増加：ビタミン B2、Menaquinone(BitaminK2)、Coenzyme A、ピルビン酸発酵、メチオニン、ラムノース、アデノシンリボヌクレオチド。VPA+A でのみ減少：TCA 回路、プリン合成および代謝、糖代謝、脂質代謝、ブタンジオール。以上の結果から、薬剤 A の投与が特定の代謝物や代謝経路に与える影響が示唆された。

## 3. 今後の研究における課題および問題点

今回の RNAseq 解析では胎仔期バルプロ酸投与により ASD 関連遺伝子や神経発達および維持、炎症関連遺伝子群が変動していることが明らかになった。また腸内代謝の経路変化が、脳内の遺伝子発現変化の一要因となる可能性が示唆された。しかし、変動した腸内代謝物と脳内の遺伝子変動との関係は未解明である。また、脳から腸への影響は今回の解析では不明のままである。さらにデ

一タ数が限られているために、腸内細菌叢の変動の雌雄差について十分に評価するには至らなかった(n=2)。今後、例数を増やすことで ASD 発症の雌雄の偏りと腸内細菌叢の関係性を明確にする必要がある。

#### 参考文献

腸内細菌と自閉症スペクトラム障害

日本生物学的精神医学会誌 30 (2) : 55-59, 2019

A common molecular signature in ASD gene expression: following Root 66 to autism

L Diaz-Beltran, F J Esteban, D P Wall

Transl Psychiatry. 2016 Jan 5;6(1)

Osteocalcin in the brain: from embryonic development to age-related decline in cognition

Arnaud Obri, Lori Khrimian, Gerard Karsenty, Franck Oury

Nat Rev Endocrinol. 2018 Mar;14(3):174-182.

PICRUSt2 for prediction of metagenome functions

Gavin M Douglas, Vincent J Maffei, Jesse R Zaneveld, Svetlana N Yurgel, James R Brown, Christopher M Taylor,

Curtis Huttenhower, Morgan G I Langille

Nat Biotechnol. 2020 Jun;38(6):685-688.

学会発表

該当なし

発表論文

該当なし

著書

該当なし

# 膵がんの診断と治療に向けた抗体認識標的膜タンパク質の提案

中埜 尚 (客員研究員)

## 1. 研究の背景

膵管腺がん PDAC は悪性度が高く、5年生存率も極めて低い。現在、治療として手術や化学療法が行われているが、より有効な治療法が求められている。本研究では、多くのがん治療で用いられている分子標的療法の1つである抗体医薬品の新たな標的の探索を行うことを目的に、種々の増殖因子受容体タンパク質、接着分子および癌関連アミノ酸トランスポーターの発現と相関を解析することで、PDACの診断と治療に役立てていく。

## 2. 調査報告および研究報告

本研究では、膜タンパク質に対する新規ラット mAb をフローサイトメトリーおよび免疫組織染色を用いて、PDACの分析を行った。HER1~4、MET、S1PR1、LAT1、xCT、ASCT2、CAT1、CD44v が、*in vitro* および *in vivo* の両方の PDAC で高頻度に発現している事を確認した。mAbs による膜タンパク質の内在化と毒素結合 mAbs による増殖阻害は、多くの PDAC 細胞株で確認されており、S1PR1、ASCT2、HER3、CD44v に対する mAbs は異種移植 MIA PaCa-2 PDAC 細胞の増殖を阻害した。さらに、CD44v-high PDAC は HER1-3、MET の mRNA 発現が高く、予後不良と相関している事が示唆された。これらの結果より、CD44v、S1PR1、HER3、MET、および上述の癌関連アミノ酸トランスポーターは PDAC の診断と治療の有望なターゲットである考えられる。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

今後、引き続き癌細胞で高発現する膜タンパク質 (CD44v, HER family, CD98) 間の結合様式の解析を行っていく。

### 参考文献

1) K. Masuko, S. Okazaki, M. Satoh, G. Tanaka, T. Ikeda, R. Torii, E. Ueda, **T. Nakano**, M. Danbayashi, T. Tsuruoka, Y. Ohno, H. Yagi, N. Yabe, H. Yoshida, T. Tahara, S. Kataoka, T. Oshino, T. Shindo, S. Niwa, T. Ishimoto, H. Baba, Y. Hashimoto, H. Saya, T. Masuko “Anti-tumor effect of a fully human monoclonal antibody to a variant 8-epitope of CD44R1 expressed on cancer stem cells” *PLoS ONE* 2012; 7: 1-12.

### 発表論文

1) **T. Nakano**, K. Okita, S. Okazaki, S. Yoshimoto, S. Masuko, H. Yagi, K. Kato, Y. Tomioka, K. Imai, Y. Hamada, K. Masuko, K. Shimada-Takaura, N. Nagai, H. Saya, T. Arai, T. Ishiwata, T. Masuko “CD44v, S1PR1, HER3, MET and cancer-associated amino acid transporters are promising targets for the pancreatic cancers characterized using mAb” *FEBS Open Bio* 2025 Jan 5. doi: 10.1002/2211-5463.13963.

学会発表

- 1) 沖田鋼季、岡崎章悟、中埜尚、加藤和則、八木秀樹、富岡佳久、長井紀章、佐谷秀行、石渡俊行、益子高、  
”膵がんの診断と治療に向けた抗体認識標的膜タンパク質の提案”、  
第 83 回日本癌学会学術総会、2024 年 9 月、福岡

著書

該当なし

# 脛骨粗面への機械的刺激の減少と石灰化関連因子に関する研究

水藤 飛来 (客員研究員/帝京大学)

**Key words:** 脛骨粗面、石灰化、軟骨組織、骨組織

## 1. 研究の背景

Osgood-Schlatter 病 (OSD) は発育期に発生するスポーツ障害であり、それは大腿四頭筋が停止する脛骨粗面に発生する。筆者は脛骨粗面の形成過程にリン酸代謝が関与することを特定し 1)、OSD の病態を再現する運動プロトコルを確立した 2)。一方で、OSD はその治療法として運動制限が主たるものであるが、根治することが困難であると報告されている。また、OSD は痛みを伴うが、その再発率は 25%を超える 3)。筆者は運動制限がされる治療法に原因があると考え、後肢荷重低減に伴う脛骨粗面への機械的刺激の減少が、どのような影響を及ぼすかについて明らかにした。

## 2. 調査報告および研究報告

通常、脛骨粗面は軟骨組織で構成された深層と、膝蓋靭帯が埋入された表層が観察される。本研究において通常飼育群では同様の構造が観察されたが、荷重低減を図った群では、深層内の軟骨に胎児に見られるような脆弱な骨組織が形成されていた。また、qRT-PCR の遺伝子解析の結果から、石灰化および軟骨基質分解が促進されていることが明らかにされた。すなわち、脛骨粗面への機械的刺激の減少はその構造を脆弱化させるため、スポーツ障害を引き起こしやすい状態へと移行させることが推測される。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

- ・上記のような状態から、OSD の運動プロトコルを行わせると、どのような構造に変化するか。
- ・機械的刺激の増減を感じる「センサー」はどこに存在するのか。

## 参考文献

- 1) H., Suito, et al. "ENPP1 downregulation and FGF23 upregulation in growth - related calcification of the tibial tuberosity in rats", *Journal of Anatomy* 244, 2024, 333-342
- 2) H., Suito, et al. "Eccentric contractions during downhill running induce Osgood-Schlatter disease in the tibial tuberosity in rats: a focus on histological structures" *Scientific Reports* 13, 2023, 9863
- 3) CW., Perquin, et al. "Pain in children and adolescents: a common experience", *Pain* 87, 2000, 51-58

## 発表論文

- 1) 水藤飛来ら、ラット脛骨粗面の形成には Chondromodulin-1 の発現抑制が関連する —深層軟骨組織の構造に着目して—、柔道整復接骨医学会誌、査読有、2024
- 2) H., Suito, et al. "Effect of load reduction on the calcification of rat tibial tuberosity: Focus on calcification factors and chondrocyte mechanosensors" *Journal of Anatomy* (Early view), 2024

他共著 1 報

学会発表

- 1) 水藤飛来ら、後肢荷重低減に伴う機械的刺激の減少は脛骨粗面の石灰化を促進させる、第 33 回日本柔道整復接骨医学会学術大会、2024 年 11 月、東京

他共同演者として 5 報

著書

該当なし

# 魚油による食事誘発性熱産生亢進と時間要素の検討

山崎 聖美 (客員研究員)

## 1. 研究の背景

食事を摂取すると摂取したカロリーの約1割が熱として放出される。また、この食事誘発性熱産生は消費カロリーの約1割を占める。したがって、食事誘発性熱産生の亢進は肥満予防・改善につながると期待されている。食事誘発性熱産生の一部は褐色脂肪組織が担い、核内受容体の一つPPAR $\alpha$ の活性化が関与している。そこで、PPAR $\alpha$ を活性化することが知られている魚油をマウスに投与し、食事誘発性熱産生に与える影響について調べた。また、食事誘発性熱産生は夕食時よりも朝食時の方が高いと報告されている。そこで、マウスに魚油入りの餌を朝食時に投与する群と夕食時に投与する群に分けて検討を行った。

## 2. 調査報告および研究報告

C57BL/6J オスマウスに魚油を含む餌、あるいはコントロール食としてサフラワー油を含む餌を10日間投与した結果、魚油を投与群はコントロール食投与群に比べ食事誘発性熱産生を約1割亢進することがわかった。そこで、朝食時に魚油を摂取し夕食時にコントロール食を摂取する群、朝食時にコントロール食を摂取し夕食時に魚油を摂取する群を設け、7日間それぞれの餌を投与した後エネルギー代謝測定を行った結果、朝食時に魚油を摂取し夕食時にコントロール食を摂取した群の方が、朝食時にコントロール食を摂取し夕食時に魚油を摂取した群に比べ、食事誘発性熱産生量は朝食摂取後約2倍に増加し、夕食摂取後は差が見られなかったものの、1日の食事誘発性熱産生量総量でも多いことが明らかになった。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

朝食時にコントロール食を摂取し夕食時に魚油を摂取した群が、朝食時に魚油を摂取し夕食時にコントロール食を摂取した群に比べて夕食摂取後の食事誘発性熱産生量の増加が見られなかったのは、朝食時に魚油を摂取し夕食時にコントロール食を摂取した群の食事誘発性熱産生の朝食摂取後の増加亢進が下がり切らなかったため、夕食時に魚油を摂取した群の食事誘発性熱産生が多少増加しても差が見られなかったものと考えられた。今後、褐色脂肪組織において、朝食時に魚油を摂取し夕食時にコントロール食を摂取した群と、朝食時にコントロール食を摂取し夕食時に魚油を摂取した群との間でPPAR $\alpha$ やUCP1などその下流の遺伝子の発現に違いがあるか調べ機序を明らかにする必要がある。

参考文献：該当なし

発表論文：該当なし

学会発表

1) Tomomi Yamazaki, Fish Oil Increases Diet-Induced Thermogenesis in Mice, International Congress on Obesity, 2024.6.26-29, São Paulo, Brazil.

著書：該当なし

# 後肢懸垂ラットの大腿骨に及ぼすベクトルポテンシャル発生装置の影響の組織学的解析

南園 航 (院生研究員/ライフデザイン学研究科ヒューマンライフ学専攻)

## 1. 研究の背景

廃用性骨粗鬆症は、安静と機械的刺激の減少によって起こる。このような状況下では、骨吸収が骨形成を上回り、骨密度の低下につながる。ベクトル電位 (VP) 発生装置が開発され、軟骨の厚さを維持する能力が報告されている。しかし、骨組織に対するその効果は、まだ研究されていない。本研究では、廃用性骨粗鬆症のモデルとして、後肢懸垂による荷重低減を受けた骨に対する VP の効果を検証するための実験を行った。

## 2. 調査報告および研究報告

HS は海綿骨密度と骨強度を低下させた。しかし、VP は HS より有意に高い骨密度を維持し、VP は CO と骨強度に差はなかった。HS では骨表面に破骨細胞が多く観察されたが、VP では抑制され (図 1)、CTSK と MMP-9 の遺伝子発現は減少した。VP は破骨細胞による骨吸収を抑制したことから、VP が廃用性骨粗鬆症の治療に有用であることが示唆された。

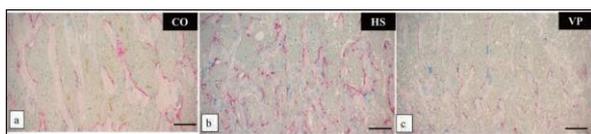


図 1. TRAP 染色を施した脱灰パラフィン切片

a CO, b HS, c VP

HS に対して VP では TRAP 陽性部位が減少している。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

通常飼育ラットに及ぼす VP の効果を明らかにすることを今後の検討課題とする。

参考文献

該当なし

発表論文

1) Wataru Minamizono, Nao Yashima, Hiroya Matsunaga, Kaoru Fujikawa, Hirai Suito, Takumi Okunuki, Masafumi Ohsako, Histological Analysis of the Effect of a Vector Potential Generator on the Femur of a Hindlimb-Suspended Rat, *Anatomia* 3(4) 277-300 2024 年 11 月 26 日

学会発表

1) 非接触性通電刺激がラット脛骨骨損傷の骨癒合に及ぼす影響, 八嶋 奈央, 南園 航, 松永 拓也, 水藤 飛来, 大迫 正文, 第 42 回日本骨代謝学会学術集会 2024 年 7 月 1 日

2) ラット脛骨骨損傷モデルにおける骨形成過程の組織学的特徴, 八嶋 奈央, 南園 航, 松永 拓也, 水藤 飛来, 中井 真悟, 大迫 正文, 第 33 回日本柔道整復接骨医学会学術大会 2024 年 11 月 30 日

3) 後肢荷重低減に伴う機械的刺激の減少は脛骨粗面の石灰化を促進させる, 水藤 飛来, 中井 真悟, 南園 航, 八嶋

奈央, 松永 拓也,第 33 回日本柔道整復接骨医学会学術大会 2024 年 11 月 30 日

4) 通常飼育ラ ッ トにおける脛骨関節軟骨の構造におよぼす **Vector potential** 通電刺激の影響,松永 拓也, 南園航, 八嶋 奈央, 水藤 飛来, 中井 真悟, 大迫 正文,第 33 回日本柔道整復接骨医学会学術大会 2024 年 11 月 30 日  
著書

該当なし

# 非接触性通電刺激がラット脛骨骨損傷後の骨形成過程に及ぼす影響の検討

八嶋 奈央 (院生研究員/健康スポーツ科学研究科健康スポーツ科学専攻)

## 1. 研究の背景

現在開発中のベクトルポテンシャル (VP) 発生装置は、非接触での通電を可能とし、医療機器としての応用が期待されている。これまでの研究において、VP 発生装置による非接触通電刺激 (VP 刺激) が、ラットの関節軟骨[1]および骨[2]に生物学的影響を与えることが確認されているが、骨修復過程に及ぼす影響については未だ明らかではない。本研究は、VP 刺激が骨損傷後の修復過程に与える影響を解明し、その有効性を検証することを目的とした。

## 2. 調査報告および研究報告

6週齢の Wistar 系雄性ラット (n=84) を対象に、1週間の予備飼育後、対照群 (CO)、骨損傷群 (BI)、および骨損傷後に VP 刺激を行う群 (VP) の3群に分類し実験を行った。組織学的分析の結果、VP では全ての評価時点で、BI よりも有意に骨量が高かった (7日目;  $p = 0.0003$ 、14日目;  $p = 0.0024$ 、21日目;  $p = 0.0001$ )。21日目の VP では、新生骨の骨基質がトリイジンブルー染色において弱い染色性を示し、Biglycan の免疫反応が減少した。VP では、骨芽細胞が豊富な細胞質を有し、オステオカルシンの合成能力が高いことが確認された。遺伝子発現解析では、VP において *Bglap* (5日目;  $p = 0.0068$ 、7日目;  $p = 0.0096$ ) および *Ctsk* (7日目;  $p = 0.0329$ 、14日目;  $p = 0.0171$ ) の発現が BI よりも上昇した。また、TRAP 陽性の破骨細胞数も有意に増加した ( $p = 0.0159$ )。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

本研究では、発育期の Wistar 系雄性ラット脛骨を用いて VP 刺激の有効性を検討した。しかし、この知見を社会実装に結びつけるためにはさらなる応用研究が必要である。特に、高齢化が進む現代社会においては、骨粗鬆症患者における骨折治癒の遅延が大きな課題となっている。このため、今後の研究では閉経後骨粗鬆症を模倣したモデルラットを用い、VP 刺激が骨修復に与える有効性を検討する。

## 参考文献

1. Suito, H. *et al.* Vector potential dual effect of promoting the proliferation of chondrocytes and inhibiting the calcification process in the articular cartilage. *Scientific Reports*. **13**, 168452023.
2. Minamizono, W. *et al.* Histological Analysis of the Effect of a Vector Potential Generator on the Femur of a Hindlimb-Suspended Rat. *Anatomia*. **3**, 277-3002024.

発表論文 該当なし

学会発表

1. 八嶋奈央 他: 非接触性通電刺激がラット脛骨骨損傷の骨癒合に及ぼす影響. 第 42 回日本骨代謝学会学術集会, 沖縄, 2024 年 7 月. 招待シンポジウム (査読付)

著書 該当なし

## 環境保健と性差の観点から女性の健康研究を

吉田 吏江

翠会ヘルスケアグループ 精神医学研究所 研究員

- 平成 5 年 東京農工大学農学部卒業
- 平成 7 年 東京農工大学大学院農学研究科修士課程修了農学修士取得
- 平成 7 年 東京慈恵会医科大学医学部助手
- 平成 11 年 労働省産業医学総合研究所重点研究支援協力員
- 平成 14 年 東京農工大学連合大学院連合農学研究科農学博士取得
- 平成 15 年 WHO 国際がん研究機関フランス政府給費留学生
- 平成 16 年 国立がんセンターがん予防検診研究センター予防研究部訪問研究員
- 平成 18 年 独立行政法人労働安全衛生総合研究所研究員
- 平成 24 年 横浜薬科大学健康薬学科環境科学研究員
- 平成 29 年 翠会ヘルスケアグループ精神医学研究所研究員

日本の公衆衛生における大きな課題の 1 つは、「健康寿命」の延伸といわれている。これは、自立して生活できなくなり、介護や介助が必要になる年齢を示す指標である。現在急激に進行している高齢化社会を今後どう維持するかの行政上のビジョンである国民の健康づくり運動「健康日本 21」における、国民生活基礎調査の結果を用いて「日常生活に制限のない期間の平均」を主指標としている。この指標はさまざまな側面を考えた上での生活の質 (QoL) までを考えていない。すなわち、女性は「健康寿命」と「平均余命」の両方が長い傾向にあるがこれは必ずしも女性の QoL が高いことを意味するものではないということである。

世界的な視点で「健康」を考える上で、WHO は「健康」を「単に病気や虚弱がないということではなく、身体的、精神的、社会的に完全に良好な状態」と定義している。病気や自立できない生活に限定せず、より多面的に捉えた高い QoL 達成を社会の目標にすべきだということである。また WHO の調査で得られている「健康には性差がある」という結果を踏まえた視点から、女性の健康問題を追求するために必要な基礎研究には、1) 女性に関する臨床研究と基礎研究の不足を解消する、2) 女性のホルモンバランスの変動を考慮した研究を行う、3) これらの結果を踏まえて有効な健康施策を提案することが重要である。今回は、1) と 2) に対応する研究として、働く成人女性の環境保健に焦点を当てる。先進国における主な死因であるがんの罹患には男女差があるため、女性を取り巻く環境とがんの関係を調べる発がんリスク研究は、予防・治療の双方に重要である。発がんリスク研

究では、発がんそのものを調べる疫学研究だけでなく、発がんの前段階の指標として、遺伝情報に変化を起こす性質を持つ環境因子に対する変異原性試験も行われている。また、遺伝情報の変異を誘発する可能性がある酸化ストレスの増加を指標（リスクマーカー）とする研究もある。この場合、DNA 中のグアニン損傷（8-oxo-G）量の増加が指標として使われることが多い。今回は、これに関して少し詳しく話すこととする。疫学研究において、8-oxo-G を信頼できるリスクマーカーとして用いるためには、その検出における高い測定精度のみならず、適切なサンプル採取方法も同様に重要となる。8-oxo-G 濃度は月経周期によって変動する可能性があることを考慮すると、サンプル採取時の月経周期を調整することで、疾患リスクマーカーとしての 8-oxo-G 濃度の精度が向上することが期待される。女性疾患の疫学研究を広範で容易に行えるようにするためには、適切な質問票を用いてサンプル採取時の月経周期を特定することが有効である。我々がこの目的のために質問票を作成したのでここで紹介する。今後益々女性の特性を考慮した研究が進展することにより健康寿命ばかりではなく高い QoL 人生が女性において長く持続できることが期待される。

「夢紡ぐ子育て支援、妊娠期から切れ目ない支援」  
～わこう産前・産後ケアセンターの取り組みについて～

伊東 優子  
一般社団法人わこう産前・産後ケアセンター 代表理事  
(助産師・公認心理師)

- 1992年 慈恵看護専門学校卒業
- 1993年 東京医療技術短期大学（現東京都立大学）助産学専攻科卒業
- 1993年 東京都立病院入職
- 2011年 わこう助産院開院
- 2012年 一般社団法人わこう産前・産後ケアセンター開設
- 2018年 児童発達支援事業所 Roots 開設

2011年開設した助産院の中に産前・産後ケアの機能を持つ、一般社団法人わこう産前・産後ケアセンター（以下当施設）を2012年に開設し、当施設では、行政サービスとして埼玉県和光市の母子保健事業の委託事業を行っています。一つの建物の中に、医療・行政・障害福祉・女性や母子のための地域の居場所の機能があり、市民に限らず、市民以外も利用可能な施設です。

ご存じの通り、我が国は、少子高齢化が予想以上に加速しており、人口減少も懸念されております。当施設は、第二次安倍内閣発足時の「一億総活躍社会の実現」に向けて政府を挙げて取り組んでいく「新・三本の矢」の「第二の矢」、「夢をつむぐ子育て支援」を当初より行っています。男女問わず、結婚、妊娠、出産、産後、子育ては、今まで経験したことのない身体的、精神的、経済的、物理的変化等の経験をされることとなります。特に女性は身体的変化が著しく、戸惑うことも多いことでしょう。

今現在、日本の母子保健で行われている支援やサービスは、市町村ごとに違いがあり、和光市で行われている母子保健サービス「わこう版ネウボラ」を紹介していきます。近い将来、これらのライフステージを経験するであろう高校生、大学生の皆さんにご自身のライフキャリア（妊娠、出産、産後、子育て等）についてイメージする機会になれば幸いです。

2025年3月発行

編集・発行

東洋大学ライフイノベーション研究所

〒115-8650 東京都北区赤羽台 1-7-11

Tel. 03-5924-2104

Fax. 03-5924-2173

URL [https://www.toyo.ac.jp/research/labo\\_center/lii/](https://www.toyo.ac.jp/research/labo_center/lii/)