

東洋大学
ライフイノベーション研究所

2022 年度研究報告書

2023 年 3 月

東洋大学ライフイノベーション研究所



東洋大学

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

2. 研究報告

- ①野菜からの乳酸菌の単離および応用利用に向けて・・・・・・・・・・三浦 健・・・4
- ②市販要冷蔵味噌からの乳酸菌の分離・・・・・・・・・・高品 知典・・・6
- ③うつ病モデルマウスの腸内細菌叢変化ー化合物 F の効果ー・・・・・・・・児島 伸彦・・・8
- ④幼児期の食生活と腸内細菌叢に関する研究（その2）・・・・高橋 珠実、吉永 淳・・・9

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

2. 研究報告

- ①ホームページを活用したコミュニティカフェ活動発信が地域住民の交流活動に与える影響に関する研究・・・・・・・・・・山本 美香・・・13
- ②社会福祉法人による地域公益活動の実践体制・方法に関する研究・・・・・・・・加山 弾・・・15
- ③「健康で文化的な」社会保障制度に関する研究・・・・・・・・・・伊奈川 秀和・・・16
- ④通所介護事業所の食の役割に関する研究・・・・・・・・・・早坂 聡久・・・18
- ⑤若年者における睡眠覚醒とエネルギー摂取量の24時間パターンの安定性と間質液中のグルコース値の安定性との関連・・・・・・・・・・吉崎 貴大・・・19
- ⑥食の嗜好性を配慮した健康寿命の延伸のための食事提案に向けた基礎研究
・・・・・・・・・・高鶴 裕介・・・21

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

2. 研究報告

- ①化学的要因と物理的要因の複合ばく露による変異原性・・・・・・・・・・宮越 雄一・・・26
- ②プロテオソーム活性阻害による難治性悪性腫瘍治療の可能性ービタミンE類を用いた検討ー
・・・・・・・・・・矢野 友啓・・・27
- ③ラット関節軟骨の構造に及ぼす通電刺激の影響・・・・・・・・・・大迫 正文・・・28
- ④胃がん患者におけるNK受容体の発現低下とメカニズム解析
・・・・・・・・・・加藤 和則、岩澤 卓弥・・・29
- ⑤暑熱依存的な骨格筋マイオカインの発現制御とその生理的意義・・・・・・・・根建 拓・・・31
- ⑥野菜由来の硝酸塩摂取が静的掌握運動時の静脈血管応答および血圧応答に及ぼす影響
・・・・・・・・・・大上 安奈・・・33
- ⑦色彩の変化が味覚や美味しさ、摂食率に与える影響・・・・・・・・・・大瀬良 知子・・・35
- ⑧有酸素性運動が血中 zinc- α 2-glycoprotein に及ぼす影響・・・・・・・・・・今 有礼・・・36

⑨ムクナ豆を用いた代替肉の検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・	郡山 貴子	37
⑩MTHFR 遺伝子多型を有する女性長距離陸上選手における血漿ホモシステイン軽減の検討 ・・・・・・・・・・	太田 昌子	38

IV. 研究グループ「アスリートの健康栄養管理法の構築と中高齢者の健康管理への応用」

1. 研究グループ紹介

2. 研究報告

①女子サッカー選手の体力的特徴に関する研究～リーグ戦最終順位と GPS による自チームの運動量の違いについて～・・・・・・・・	岩本 紗由美、中島 徹哉、高田 和子、杉田 記代子	42
②アスリートの健康：コンディショニングの捉え方と現状 - 社会人と大学生アスリート - ・・・・・・・・	杉田 記代子、岩本 紗由美、高田 和子、中島 徹哉	44
③スポーツ選手における食品選択に影響する要因の評価の試み ・・・・・・・・	高田 和子、岩本 紗由美、杉田 記代子、中島 徹哉	47
④女子サッカー選手の体力的特徴に関する研究～同チームの 3 シーズンでの比較～ ・・・・・・・・	中島 徹哉、岩本 紗由美、高田 和子、杉田 記代子	49

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スウェーデンのコレクティブハウスにおけるコロナ禍における相互支援の状況 ・・・・・・・・	水村 容子	52
②身体動作をセンシングする日用品のデザイン・・・・・・・・	柏樹 良	54

VI. 客員・院生研究員報告

①抗酸化能の測定方法・・・・・・・・	林 清	55
②サービス付き高齢者向け住宅における高齢者の生活の変化に関する基礎調査 ・・・・・・・・	渡邊 彩子	56
③加熱式たばこのエピゲノムへの影響・・・・・・・・	佐藤 綾美	57
④健常大学野球選手における肩後方タイトネスと下肢柔軟性との関連・・	石垣 智恒	58
⑤後肢加重低減ラット膝関節包の構造に及ぼす通電刺激の影響・・・・・・・・	荒木 美智子	59
⑥希少がん・難治性がんに対するビタミン E 同族体間の作用比較・・・・・・・・	河野 翔	60
⑦微生物による健康の維持・増進に関する調査研究・・・・・・・・	石田 達也	61
⑧機械的刺激の低減に伴う脛骨粗面の構造に及ぼす影響・・・・・・・・	藤川 芳織	63
⑨ラット脛骨骨端板に及ぼす通電刺激の影響・・・・・・・・	中井 真悟	64
⑩義肢装具使用患者の住環境の現状と問題・・・・・・・・	高橋 素彦	65
⑪生物多様性が生態系サービスを介して福祉と健康寿命延伸に果たす機能の解明 ・・・・・・・・	山崎 彩	66
⑫踵部脂肪体の形態及び機能特性の解明・・・・・・・・	前道 俊宏	67
⑬Medial tibial stress syndrome の病態解明 異なる部位に存在する脂肪組織の神経 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	69
⑭新規生活習慣病バイオマーカーの開発基盤研究・・・・・・・・	岩澤 卓弥	71

⑮特定保健指導における減塩指導の実態と課題に関する検討・・・・・・・・・・	濱谷 亮子・・・	72
⑯短期間の栄養素摂取が一過性運動後の血漿ホモシステイン濃度に及ぼす影響 ・・・・・・・・・・	品川 明穂・・・	73
⑰疲労骨折の一次予防を目指した血中成分および関連遺伝子の研究・・・・・・・・	峰松 明也子・・・	74
⑱脛骨粗面の構造に及ぼす種々の物理刺激の影響に関する研究 —Osgood-Schlatter 病の機序解明と予防法の検討—・・・・・・・・・・	水藤 飛来・・・	75
⑲ラット脛骨関節軟骨の加重低減に伴う構造変化に対する非接触電流刺激による抑制効果 ・・・・・・・・・・	曾 雪倩・・・	76
⑳異なる電流による通電刺激が後肢荷重低減下のラット大腿骨の構造に及ぼす影響 ・・・・・・・・・・	南園 航・・・	77

2023 年 3 月
東洋大学ライフイノベーション研究所長
矢野 友啓
(食環境科学部食環境科学科 教授)

はじめに

日本の平均寿命は、2021 年の日本人の平均寿命は男性が 81.47 歳、女性が 87.57 歳で、2020 年と比較して男性は 0.09 年、女性は 0.14 年下回りました。この原因として、厚労省は新型コロナウイルスや老衰による死亡率の変化をあげています。それにもかかわらず、世界の平均寿命のランキングでは、女性が第 1 位、男性は第 3 位という結果で、日本は世界有数の長寿国であることには変わりなく、超高齢社会を満喫している国に見えます。

しかし、平均寿命と健康寿命との差（男女とも約 10 歳）は、認知症の増加、介護給付金等の社会保障費の増大を引き起こしています。したがって、健康増進と生活習慣病などの慢性疾患予防、介護予防などにより健康寿命の延伸を図り、平均寿命と健康寿命との差を短縮させ、個人の生活の質を上昇させることが今後の日本社会では重要です。

厚生労働省では厚生労働政策の重点を治療から予防にシフトし、平成 12 年度から生活習慣病等の予防（＝一次予防）に重点を置いた対策を強力に推進し、壮年期死亡の減少および健康寿命の延伸等を図っていくことを目的とした国民健康づくり運動「健康日本 21」を実施している。諸外国においても同様の取り組みが行われ、フランスでは 2003 年から国家的プロジェクトとして「上手に年を重ねるプログラム」で栄養、運動、社会参加を推奨し、20 歳以前からの生活習慣病予防対策を推進するとともに、70 歳以上の高齢者には地域ごとに高齢者総合機能評価を導入し、高齢者の介護予防を実施しています。しかし、日本と EU 各国の 2010 年と 2060 年の年齢構成を考えた GDP あたりの医療費の伸びは日本が最高であることが予想され、我が国においては特に実効性のある健康寿命延伸政策を構築・実施することが最重要課題となっています。

一昨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、その分野を以下に示す 5 つの各研究グループで研究活動を展開している。5 つの研究グループ：①腸内細菌層のバランスを介した健康維持増進、②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、③アスリートの健康管理法の構築と中高齢者の健康管理への応用、④住環境改善による健康寿命の延伸、⑤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。

研究員についても、より実働的な研究活動を行うという観点から、食環境科学部(9 名)、ライフデザイン学部(7 名)、生命科学部(5 名)、理工学部(1 名)、社会学部(2 名)の教員に加え、21 名の産官学の組織に所属する客員研究員並びに 5 名の院生研究員が研究に参画している。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います。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。

研究所の活動展開といったところでは、今年度のシンポジウムで、新型コロナに感染症、種々の生活習慣病予防に貢献できる可能性があり、注目されているプロバイオティクスに焦点をあてて、「プロバイオティクス機能に基づいた健康維持増進」と題して、本学内外のプロバイオティクス関係の研究者 3 名に、それぞれの立場からを講演いただき、プロバイオティクスを上手に利用した健康寿命延伸の可能性を示していただきました。特別講演 1：演題「腸内細菌叢からみた人生 100 年時代の栄養学」、京都府立医科大学大学院医学研究科教授 内藤裕二氏；特別講演 2：演題「乳酸菌・ビフィズス菌による健康の維持・増進」、株式会社明治研究本部研究員 石田達也氏；特別講演 3：演題「腸内細菌と食行動・食欲」東洋大学食環境科学部食環境科学科助教 小西可奈氏。このように社会に知を還元する使命を背負う研究所として、次年度以降もシンポジウム等を通じて精力的に情報発信と問題提起を行い続けていきたいと考えています。

最後に、本研究所の活動にご協力を頂いている関係各位、多大なるご理解とご支援を下さる賛助会員の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。

「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、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。以下に 2022 年度の成果概要を示した。

① 新規プロバイオティクスおよびプレバイオティクスの探索

・市販手作り味噌の菌叢解析（高品）：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としての機能が注目されている。本年度は市販要冷蔵味噌 21 種のうち、乳酸菌候補株が確認された味噌は 1 種であったことから、生菌の乳酸菌が存在していない市販要冷蔵味噌が多く存在する可能性が高いと考えられる。このような場合、味噌に含まれる植物性乳酸菌は生きた状態でヒトの健康に効果を及ぼすのではなく、バイオジェニックスとして作用しているのではないかと考えられる。

・野菜からの乳酸菌の単離および応用利用に向けて（三浦）：植物性乳酸菌は動物性乳酸菌と比べてストレス適応能力を持つと報告されている。腸内細菌は、ヒトの摂取した食物のうち未消化のものを栄養源とし腸内で増殖するが、しばしば食事によって、腸内細菌叢の変化が報告されている。そこで、本年度は野菜などから血圧降下作用もあることから、高血圧から引き起こされる脳卒中などの予防にもなる GABA を高効率に生産する乳酸菌を単離・同定を目的とした。その結果、200 サンプル（野菜、果物など）から合計 70 株の乳酸菌候補株の単離に成功し、その中に GABA を高効率に生産する乳酸菌として報告されている *Lactobacillus brevis* (13 株) と *Lactococcus lactis* (1 株) が同定できた。

② 脳機能と腸内細菌叢を含む腸内環境は相互に密接な関連があることが注目されており、精神ストレスを含む様々なストレスが腸内環境を悪化させ、逆に腸内細菌叢の変化が認知機能の低下や脳内炎症を引き起こすことが知られている。また認知症やいくつかの精神疾患で腸内細菌叢のアンバランスが生じるとの報告が相次いでいる。そこで、本研究ではうつ病モデルマウスを用いて行動異常と腸内細菌叢の変化の関連をみた上で、うつ病行動を改善する効果をもつ化合物 F が腸内細菌叢の改善効果をもつかどうかを調査した。化合物 F の投与は CUMS 負荷による腸内細菌叢の悪化の一部を正常化する効果を有することが示された。化合物 F は従来血液脳関門を通過しにくい化合物であるので、化合物 F の第一作用点は腸管細菌叢であり、腸内細菌叢を介して間接的に脳機能に影響している可能性が示唆された。

③ 幼児期の食生活と腸内細菌叢に関する研究（高橋、吉永）

現代の子どものからだと心の健康の問題について、さまざまな視点から検討されている。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る。本年度は、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叢、およびからだと心の健康との関連を検討した。

野菜からの乳酸菌の単離および応用利用に向けて

三浦 健（生命科学部応用生物科学科）

1. 研究の背景

乳酸菌は分離源により植物性乳酸菌と動物性乳酸菌に区別分類することができ、植物性乳酸菌は動物性乳酸菌と比べてストレス適応能力を持つと報告されている。

腸内細菌は、ヒトの摂取した食物のうち未消化のものを栄養源とし腸内で増殖するが、しばしば食事によって、腸内細菌叢の変化が報告されているⁱ⁾。乳酸菌は、腸内においてヒトの健康に対する作用があることから、プロバイオティクスとして用いられている。その一例として、ラブレ菌は、1993年に岸田綱太郎によって、京都の漬物・すぐき漬けから発見された。ラブレ菌 (*Lactobacillus brevis*) は、腸内で乳酸をつくり出すだけでなく、ビフィズス菌などの善玉菌を増やす効果もある。この働きによって、腸内環境を整える効果（免疫力を高める効果、美肌効果、コレステロール値を下げる効果、アレルギーを抑制する効果）を有するとの報告もある。

さらに、GABA（ギャバ）は、アミノ酸の一種で、ストレスを軽減させる効果やリラックス効果がある。血圧降下作用もあることから、高血圧から引き起こされる脳卒中などの予防にもなる。その GABA を高効率に生産する乳酸菌 (*Lactobacillus brevis*) も発見されている。

そこで、本研究では、漬物に用いられる野菜などから GABA を高効率に生産する乳酸菌を単離・同定を目的とした。

2. 調査報告および研究報告

① 乳酸菌候補株の単離

200 サンプル（野菜、果物など）を MRS 液体培地に入れ、25℃で1週間集積培養を行った。1週間後、pH 低下が測定できた培養液を炭酸カルシウム入り MRS 寒天培地に塗布し、ハロー形成したコロニーの単離操作後、-80℃で保存した。

その結果、200 サンプルから合計 70 株の乳酸菌候補株の単離に成功した。

② 乳酸菌の同定

乳酸菌候補株 70 株を MALDI-TOF/MS による同定を行った。

その結果、キャベツから単離した候補株は、*Lactobacillus plantarum* (16 株)、*Lactobacillus brevis* (13 株)、*Lactobacillus paracasei* (1 株)、*Leuconostoc citreum* (8 株)、*Lactococcus lactis* (1 株) だった。*Lactobacillus plantarum* と *Lactobacillus paracasei* は整腸作用に関与する乳酸菌（プロバイオティクス）として利用されている。また *Lactobacillus brevis* と *Lactococcus lactis* が GABA を高効率に生産する乳酸菌として報告されている。さらに、2021 年度の報告書にも記載したように、キャベツの漬物であるザワークラウトはキャベツを 2~3%の塩に漬けて、約 2 週間乳酸発酵させるキャベツの漬物である。発酵は、主に *Lactobacillus plantarum*、*Lactobacillus brevis*、*Leuconostoc* 属などの乳酸菌が関与するとの報告ⁱⁱ⁾もある。

他にニンジンから清酒製造に関与する *Leuconostoc mesenteroides* (3 株)、キウイから *Pediococcus pentosaceus* (2 株) などが興味深い乳酸菌が同定された。

3. 今後の研究における課題または問題点

今後、本年度に単離した *Lactobacillus brevis* (13 株) と *Lactococcus lactis* (1 株) が生産する

GABA の測定を行う予定である。測定結果として、高効率に生産する乳酸菌が発見されれば、植物性食品ロス（廃棄物処理の有効活用）などに役立つ可能性があることが示唆された。

さらに、今回の実験結果から、野菜（キャベツ）は、新規な乳酸菌を単離する有用な分離源として期待できる。

4. 引用文献

i) Aminlari, L. et al. Effect of Probiotics *Bacillus coagulans* and *Lactobacillus plantarum* on Lipid Profile and Feces Bacteria of Rats Fed Cholesterol-Enriched Diet. *Probiotics & Antimicro. Prot.* 11, 1163–1171, 2019

ii) 宮尾茂雄(2015) 漬物と微生物 モダンメディア 第6巻 第11号 330-337

市販要冷蔵味噌からの乳酸菌の分離

高品 知典（生命科学部応用生物科学科）

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¹⁾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性食品といえる。

味噌と健康については、これまでに様々な研究がおこなわれており、ガンのリスクを下げる²⁾、生活習慣病のリスクを下げる³⁾、老化を防止する⁴⁾、美白効果がある⁵⁾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¹⁾。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の探索研究を進めるにあたり、本年度は市販要冷蔵味噌からの乳酸菌の分離を試みた。

2. 調査報告および研究報告

新たに入手した市販要冷蔵味噌製品 21 種を対象として、乳酸菌分離用培地である MRS 白亜寒天培地、3%NaCl-MRS 白亜寒天培地、各種糖源（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）含有 YP 培地、0.5%NaCl-各種糖源含有 YP 培地に塗布および添加（混釈法）を行い、25℃で静置培養した結果、酸を生成するコロニー1種を得た。

今年度は市販要冷蔵味噌サンプル合計 21 種のうち、乳酸菌候補株が確認された味噌は1種であったことから、生菌の乳酸菌が存在していない市販要冷蔵味噌が多く存在する可能性が高いと考えられる。このような場合、味噌に含まれる植物性乳酸菌は生きた状態でヒトの健康に効果を及ぼすのではなく、バイオジェニックスとして作用しているのではないかと考えられる。

今後、他の種々の培養条件での植物性乳酸菌の分離を試み、さらに詳細な解析を進める予定である。

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、我々は”生きた”菌や酵素を含んでいる味噌かどうか判断することが難しい。解析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。このような点にも注意を払い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の探索を進めることが重要である。

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，プロバイオティクス・プレバイオティクス・バイオジェニックス，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) 沓沢 駿太郎、曾我 光駿 東洋大学生命科学部 卒業論文要旨（2022）

うつ病モデルマウスの腸内細菌叢変化－化合物 F の効果－

児島 伸彦（生命科学部生命科学科）

1. 研究の背景

脳機能と腸内細菌叢を含む腸内環境は相互に密接な関連があることが注目されており、精神ストレスを含む様々なストレスが腸内環境を悪化させ、逆に腸内細菌叢の変化が認知機能の低下や脳内炎症を引き起こすことが知られている。また、認知症やいくつかの精神疾患で腸内細菌叢のアンバランス（dysbiosis）が生じるとの報告が相次いでいる。そこで、本研究ではうつ病モデルマウスを用いて行動異常と腸内細菌叢の変化の関連をみた上で、うつ病行動を改善する効果をもつ化合物 F が腸内細菌叢の改善効果をもつかどうかを調査した。

2. 調査報告および研究報告

本研究では、うつ病モデルとして慢性予測不能軽度ストレス（CUMS: chronic unpredictable mild stress）モデルを採用し、以下のような4種類の動物実験グループを準備した（各群 n=6）。

1. コントロール群（CONT）：通常飼育マウス、2. 化合物 F 投与群（CONT/F）：500mg/ml 化合物 F を2週間飲料水で投与したマウス、3. CUMS 群（CUMS）：11種類の軽度ストレスを日替わりで4週間連日負荷したマウス、4. CUMS 後の化合物 F 投与群（CUMS/F）：4週間の CUMS 後、5週目から 500mg/ml 化合物 F を2週間飲料水で投与したマウス。2週間の FerG 投与終了後に、採取した盲腸内容物から細菌 DNA を調製して、Azenta 社にメタ 16S 解析を依頼した。

4週間の CUMS により CUMS 群の体重は CONT 群に比べて軽く、各種行動テストにより CUMS 群では、CONT 群に比べて有意に不安様行動および抑うつ行動が亢進した。

細菌由来の 16S rRNA 遺伝子アンプリコンの次世代シーケンズによって想定される細菌種の豊富（ α 多様性解析）は、CUMS 群で CONT 群に比べて低下しており、CUMS/F 群で CONT 群と同程度であった。腸内細菌種の群間類似性（ β 多様性分析）は、CUMS 群が他群と大きく異なることを示した。細菌種では、Anaeroplasmia と Helicobacter が CUMS 群で増加しており、CUMS/F 群では CONT 群と同程度であった。一方、Lachnospilaceae_UCG_001 と Oscillospiraceae は CUMS 群で減少し、CUMS/F 群で CONT 群と同程度まで回復した。

以上、化合物 F の投与は CUMS 負荷による腸内細菌叢の悪化の一部を正常化する効果を有することが示された。化合物 F は従来血液脳関門を通過しにくい化合物であるので、化合物 F の第一作用点は腸管細菌叢であり、腸内細菌叢を介して間接的に脳機能に影響してい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

現在、CUMS 群の脳内の遺伝子発現変動と脳内の免疫応答細胞であるミクログリアの形態学的変化を調べており、今後、化合物 F の投与がこれらの脳内変化を正常化するかどうかについて調査する予定である。化合物 F によって変化した腸内細菌種がどのようなしくみで脳内の遺伝子発現やミクログリアに影響するかについての解明は今後の課題である。

学会発表

1) 韓 陶磊、キュー ブンゼン、佐藤 健二郎、児島 伸彦. コルチコステロンの慢性投与におけるマウス微生物叢・腸・脳軸への影響. 第45回日本神経科学大会（Neuro2022）6月30日（宜野湾市）

幼児期の食生活と腸内細菌叢に関する研究（その2）

高橋 珠実（食環境科学部 食環境科学科）

吉永 淳（生命科学部 応用生物科学科）

1. 研究の背景

現代の子どものからだと心の健康の問題について、さまざまな視点から検討されている。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叢、そしてからだと心の健康との関連を検討していくことを目的とした。今年度は対象者を追加し、昨年同様の検査及び調査を行った。

2. 調査報告および研究報告

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。事前に保護者に対し研究内容を説明し、研究協力ボランティアを募り、調査・検査を行った。アンケート調査および便の採取は保護者に依頼した。調査・検査項目は、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とした。なお、当初予定していた、都市部の園児に対する調査・検査の実施は2022年度も実施できず、見送ることとなった。

対象幼児は、長野県の山間部の幼稚園に通う園児（S群）、および群馬県中心部の保育園に通う園児（T群）であった。園での活動は、どちらの園も外遊びや園外散歩が中心であり、また頻繁に山歩き・山ランニングに連れて行くような園であった。食習慣の違いとして、S群の園の給食は無農薬や有機栽培の野菜や米を使って作る給食が提供されているのに対し、T群の園の給食はそのような食材は使われていない給食であった。

調査・検査項目は、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とした。生活習慣等調査は、独自に作成したものを用い、睡眠習慣、食事習慣、運動習慣等の基本的な生活習慣等の調査を行った。食事調査は、自記式質問紙票〔簡易型自記式食事歴法質問票（BDHQ）〕¹⁾を参考に、独自で作成したアンケート調査用紙を用いて調査した。からだの健康調査は、子どものからだの調査2015^{2) 3)}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。からだの健康調査は、計58の質問に対し、「0：あてはまらない」、「1：少しあてはまる」、「2：あてはまる」で回答してもらい、合計点を算出した。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。

今年度の追加は、S群10名、およびT群14名の園児であった。昨年度と同じ時期のサンプル採取を計画したが、その時期に対象園でコロナ休園があり、全サンプルの回収が遅れ、現時点で便サンプルの腸内細菌叢検査は解析中である。そのため、今年度の報告書では、昨年度の結果を用いた腸内細菌叢検査の追加報告および今年度の対象者を追加したからだの健康調査結果を中心に報告していく。

持久力の向上に関わる菌として注目されている *Veillonella* 属⁴⁾ に注目し、昨年度の対象園児 20 名の *Veillonella* 属の割合を調べたところ、幼児期の *Veillonella* 属の割合に個人差が認められた。また、S 群と T 群の *Veillonella* 属の割合の比較において有意差は認められなかった。さらに、善玉菌が住みやすい環境を作るのに役立つ酪酸産生能を有する *Collinsella* 属、*Faecalibacterium* 属、*Lachnospira* 属の割合の比較を行ったところ、S 群と T 群に有意差は認められなかった。腸内細菌叢については、引き続き追加データを用いて、昨年度および今年度注目した腸内細菌および多様性の比較を進め、論文発表へとつなげていく。

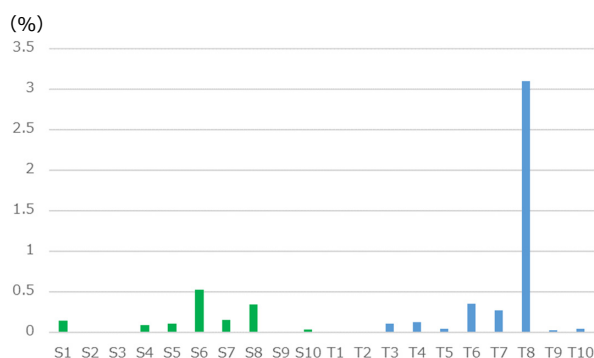


図 1. *Veillonella* 属の割合

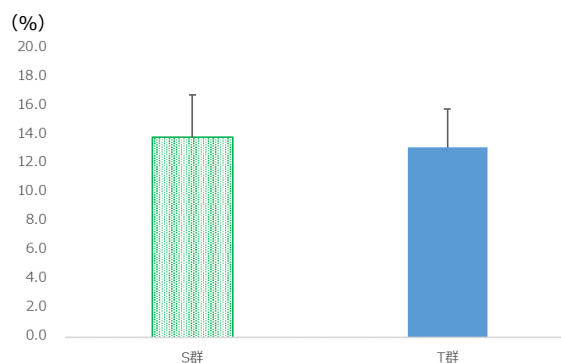


図 2. *Collinsella* 属、*Faecalibacterium* 属、*Lachnospira* 属の合計

次からだの健康調査結果について報告する。この得点が高いほど、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。山間部に住む園児：S 群（20 名）の合計点の平均は 12.6 ± 8.1 点であった。一方、群馬県の中心部に住む園児：T 群（24 名）の合計点の平均は点 13.7 ± 10.8 点であった。合計点の 2 群間の比較において有意差は認められなかった。保護者が一番多く感じている「おかしさ」の質問項目は「皮膚がカサカサ」（25/44 名、56.8%）、次に「じっとしていない」（22 名、50.0%）、そして「アレルギー性疾患」（20 名、45.5%）と「口で呼吸している」（20 名、45.5%）が続いた。また、体調を崩し、園を休む回数の比較を行ったところ、S 群（ 4.0 ± 3.9 回/年）と T 群（ 3.7 ± 3.6 回/年）との比較において有意差は認められなかった。今後、今回の追加データを用いて、幼児のからだの健康と腸内細菌叢との関連を検討していく。

3. 今後の研究における課題

都市部に住む幼児のサンプル採取が課題となっている。生活環境が腸内細菌叢に大きく影響を与えることが予想されることから、都市部の園への協力依頼活動を引き続き行い、比較ができるよう研究を進めていく。

参考資料・論文

- 1) DHQ サポートセンター. BDHQ (簡易型自記式食事歴法質問票 : brief-type self-administered diet history questionnaire) .
[http://www.nutrep.m.u-tokyo.ac.jp/dhq/BDHQ1-2\(15Y\).pdf](http://www.nutrep.m.u-tokyo.ac.jp/dhq/BDHQ1-2(15Y).pdf). (2023 年 1 月 18 日最終閲覧)
- 2) 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.
- 3) 「子どものからだの調査 2015」結果報告.
<http://kodomonokaradatokokoro.com/images/j20151.pdf>. (2023 年 1 月 18 日最終閲覧)
- 4) Scheiman et al. Meta-omics analysis of elite athletes identifies a performance-enhancing microbe that functions via lactate metabolism. Nat Med. 2019; 25(7): 1104–1109.

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

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。2022 年度は、早坂研究員を中心として、グループ全体で「通所介護事業所の食の役割に関する研究」を実施した。現在では、アンケート調査票の回収が終わったところであり、来年度にかけて、各研究員の視点から分析を行う予定である。また、各研究員は、それぞれ自分自身の研究テーマを進めたので、以下に報告を行う。

伊奈川先生

タイトル：「健康で文化的な」社会保障制度に関する研究

概要：社会保障研究における比較法の重要性に鑑み、比較対象国としてきたフランス研究の深化を図ると共に、船員保険を例として、社会保険における保険集団の意義についての研究を行った。

加山先生

タイトル：社会福祉法人による地域公益活動の実践体制・方法に関する研究

概要：本研究の分析方法として、①実践体制の整理、②実践方法の事例がある。①では、類型化および論点整理を行った。②については、先進的事例についてヒアリング調査を実施した。

早坂先生

タイトル：通所介護事業所の食の役割に関する研究

概要：埼玉県が公表する「居宅サービス、居宅介護支援、施設サービス一覧」（令和 4 年）より、通所介護事業所（4658 事業所）より無作為抽出法した 500 事業所への自記式郵送法（調査期間：2022 年 11 月 7 日～12 月 23 日）によるアンケート調査を実施した。有効回答は 117 件であった（有効回答率 23.4%）。

吉崎先生

タイトル：若年者における睡眠覚醒とエネルギー摂取量の 24 時間パターンの安定性と間質液中のグルコース値の安定性との関連

概要：血糖変動は肥満や循環器疾患と関連することが知られており、睡眠や食事は糖代謝に

影響を与える要因の一つである。しかしながら、睡眠覚醒や食事摂取における 24 時間のパターンの安定性が、それぞれ独立して血糖変動の安定性と関連するか否かは明らかにされていない。本研究では、健康な若年者を対象として、これらの関連を検討することを目的とした。

高鶴先生

タイトル：食の嗜好性を配慮した健康寿命の延伸のための食事提案に向けた基礎研究

概要：本研究では、様々な食べ物を摂取している時の脳機能を計測しながら、普段の食生活や嗜好性と比較することで、「おいしく」食べ続けるために必要な要因を明らかにしていく。この際、脳機能は機能的近赤外線分光法（functional Near-infrared spectroscopy: fNIRS）法を用いて計測した。

山本

タイトル：ホームページを活用したコミュニティカフェ活動発信が地域住民の交流活動に与える影響に関する研究

概要：山本のホームページを通して、団地居住者とコミュニティカフェ運営者（自治会）学生とがどのような交流を図ることができるか、またそれが彼らにどのような行動変容をもたらすことができるかについて研究を行った。

ホームページを活用したコミュニティカフェ活動発信が地域住民の交流活動に与える影響に関する研究

山本美香（ライフデザイン学部生活支援学科）

1. 研究の背景

東京都北区 UR 豊島 5 丁目団地は築 50 年を超える古い団地で、居住者も高齢化に加え、人間関係の希薄化が進んでいる。住民同士の交流を目的として 2017 年度から開始されたコミュニティカフェは、2020 年初旬から、コロナ禍で閉鎖されてきたが、2022 年 8 月より再開し、団地居住者と学生との交流を図っている。2022 年度は、こうした直接的な交流に加え、山本がホームページを開設し、SNS を通して、団地居住者とコミュニティカフェ運営者（自治会）学生とがどのような交流を図ることができるか、またそれが彼らにどのような行動変容をもたらすことができるかについて研究を行った。

2. 調査報告および研究報告

調査は、2022 年 8 月～2022 年 10 月にかけて実施した（調査は、現在も継続中である）。調査対象者は、コミュニティカフェ「フラット 5」の参加者と運営者の自治会女性部である。山本の HP は、「フラット 5」活動内容、団地のつぶやき、北区情報、ゼミ活動などいくつかのコンテンツに分かれている。これらの情報は、山本ゼミ所属学生が中心となって更新している。

HP へのアクセスログ解析を行った結果、直近の 10 月では以下のような結果が得られた。

- ・ フラット 5 開催日の後にも新規のアクセスがあり、アクセスはホームページ更新日（月曜日・木曜日）やその翌日に集中している
- ・ 計測期間を通じて、ホームページの更新日やその翌日に継続してアクセスが発生している
- ・ エンゲージメント率や平均エンゲージメント時間については、PC やスマートフォンなどのデバイスによる区分に関係なく同様の傾向が見られた
- ・ ページの閲覧状況は、8 月、9 月の傾向と同様であり、投稿日の新しいつぶやき（トップページに画像が掲載されているつぶやき）へのアクセスが集中している
- ・ 周辺地域情報について、サムネ画像を新しく追加する処理を実施したのち、周辺地域情報へのアクセス数が増加した

上記のことから、HP を通して、参加者と自治会メンバーが、フラット 5 のみならず、学生が取材した団地に関する情報を確認していることがわかる。特に、自治会メンバーは、自分が撮影した画像が HP 上にアップされることを楽しみにする声もあり、HP を通した双方向での情報共有や交流が図られることで、新たな居場所を創出することができた。

3. 今後の研究における課題または問題点

コロナ禍の影響で、フラット 5 参加者は以前には戻っておらず、全体的にまだ少ない。これらのことから、HP の存在自体を広く団地住民に周知するに至っていない。また、「新たな居場所」としての HP が、実際どの程度、交流度合いを深めているのかの検証も課題である。今後は、HP がどのようにすれば双方向ツールとなり、交流の「場」となるかを検討する。

4. 発表論文・著書

- 1) 「第5章 貧困に対する法制度②—生活困窮者自立支援法」 「第6章 貧困に対する法制度③—低所得対策、ホームレス対策 第2節 ホームレス対策」 「第7章 貧困に対する支援における関係機関と専門職の役割 第4節 自立相談支援機関の役割」 「第8章 貧困に対する支援の実際 第2節第2項 生活困窮者自立支援制度における自立支援・就労支援・居住支援」 『貧困に対する支援』 弘文堂 2022年5月
- 2) 「住宅セーフティネット政策～生活困窮者のための住宅政策とは」 『DIO 連合総研レポート』 2022年3月
- 3) 「居住支援から考える地域共生社会～生活困窮者支援を中心に」 『JL News』 No.140 日本発達障害連盟 2022年3月

社会福祉法人による地域公益活動の実践体制・方法に関する研究

加山 弾（社会学部社会福祉学科）

1. 研究の背景

社会福祉法人（施設・事業所等）による地域における公益的な取組み（以下、地域公益活動）は、20 世紀の第三四半世紀頃より発展してきたが、近年の社会福祉法人制度改革によって自治体単位等での複数の施設・事業所等の連携による実践が加速的に整備されている。

今年度は、その「近年」として 2010 年代以降に焦点化し、政策・実践・研究動向を調査研究した。

2. 調査報告および研究報告

今年度の成果として、①実践体制の整理、②実践方法の事例研究がある。

①について、「地域公益事業」の法規定に即してサービス提供を〈制度－制度外〉、また対象（受益）者を〈制度の利用者－地域住民〉という 2 軸によって類型化し、広義・狭義の地域公益活動という考え方を提示したほか、政策・実践・研究で構築される言説や実態から 3 つの論点（「理念・政策」「実践体制」「方法・プログラム」）への整理を試みた。

このうち、今年度の主たる研究対象は「広義・実践体制」とした。実践体制については、A.都道府県単位の連携、B.市町村単位の連携、C.単独法人による実践に大別し（A ではさらに「大阪型」「東京型」「滋賀型」に分類した）、担当部署・担当者の有無、既存制度・サービスとインフォーマルな支援との連動、社会福祉協議会による事務局機能等について考察した。

②については、先進事例として 2 法人へのインタビュー調査を行った。その 1 は、社会福祉法人わらしべ会（札幌市）である。CE 理論（地域で暮らす総体としての生活支援）に基づき、ユニークな方法で、施設を使った地域食堂、学習支援、自主サークル支援、研修会等を行っている。第 2 は、社会福祉法人ほくろう福祉協会（同市）で、専任の地域支援員を置くとともに町会との協働を重視して地域公益活動に力を入れている。社会福祉法上の「公益事業」「地域公益事業」とそれ以外の「自主活動」「社会貢献活動」を体系的に運用している点も先進的である。

3. 今後の研究における課題または問題点

地域公益活動の理論的背景となる「施設社会化」は、現代の文脈において上述の「狭義」があるが、その中で「利用者の地域生活の便益拡大」「事業の見える化」については研究することができなかった。重層的支援体制整備事業を筆頭に、地域共生社会政策が進展する中、地域公益活動も一翼を担うことが期待されており、より精緻でワイドレンジな研究へと発展させる必要がある。

発表論文

- 1) 加山弾 (2022) 「社会福祉法人の地域公益活動をめぐる近年の政策・実践・研究の動向」『東洋大学社会学部紀要』(60-1), p.113-128
- 2) 加山弾 (2022) 「複数の社会福祉法人の連携による地域公益活動の実践形態および課題に関する研究」『地域ケアリング』(Vo.24 No.13), p.58-63, 北隆館

「健康で文化的な」社会保障制度に関する研究

伊奈川 秀和（社会学部社会福祉学科）

1. 研究の背景

社会保障が「健康で文化的な」生活を保障する制度であることは言うまでもない。問題は、それを如何に担保し実現するかである。伝統的な社会保障法制の中核は、現金又は現物による給付（費）の支給であり、それを権利義務関係により担保してきた。しかし、社会保障の目的が健康寿命に象徴される生活の質の向上・増進であることに鑑みるならば、給付法のみにより、それを実現できるようには思われない。保健医療であれば、疾病予防、健康増進等であり、社会福祉であれば相談援助等は、権利義務の上に成り立つ給付とは性格を異にしており、これらと給付が相まって、制度はその目的を達することができると思われるべきであろう。

これまでも、社会保険立法等においては、保健福祉事業が規定されることを常としてきた。介護保険法の地域支援事業、障害者総合支援法の地域生活支援事業、子ども・子育て支援法の地域子ども・子育て支援事業を見ると、給付法本体に匹敵する重要性を帯びてきている。とはいえ、これら事業は給付のような権利性は付与されていない。また、寿命の伸長、疾病構造の変化等により、生活習慣病対策、介護予防等に見られるように人々の行動変容を促す政策の重要性が高まっている。

このように給付法の枠に収まらない多様な取り組みやアプローチを如何に権利の射程に取り込む必要が生じてきている。昨年度までの研究においては、社会保障制度において展開する多様な政策手法を再度整理し、その中でも特にインセンティブ制度の意義を明らかにするとともに、あるべきインセンティブの手法を検討してきた。今年度は、その基礎の上に研究の範囲を広げ、複眼的に社会保障の本質である「健康で文化的な生活」の意義について制度・政策論から研究を進めることにした。

2. 研究報告

まず本年度は、社会保障研究における比較法の重要性に鑑み、比較対象国としてきたフランス研究の深化を図った。我が国は、戦後の社会保障改革における国民皆保険・皆年金に象徴される社会保険中心主義を制度設計の柱としてきた。フランスも、社会保障の一般化の理念の下で社会保険中心の制度を構築していったが、社会的排除に見られるように社会保険のセーフティネットの機能が万全ではないことが明らかになってきたのも事実である。そうした中で、社会保険の網から漏れる層も制度に取り込むことにより普遍主義的傾向を強めている。また、医療提供体制についても、医療資源の地域偏在を解消するための取組が見られる。このようなフランスの動向は、日本の格差問題の解消、地域包括ケアシステムの在り方にも一定の示唆を与えることになる。そのような認識から、フランス研究の一端は、論文等にまとめている。

研究のもう一つの柱は、船員保険制度である。船員保険は、年金も含めた総合保険として制度化され、現在まで形を変えながら続く独自性の強い制度である。労働の特殊性・固有性という点では、炭鉱等の鉱山労働者も同様であり、年金に関して、かつて被保険者期間を3分の4倍するなどの特例が存在していた。これは労働の過酷さが稼働期間、ひいては寿命にも影響を与えることを考慮し

た措置である。社会保険を巡っては、一元化が唱えられることがあるが、労働の特殊性・固有性、それとも関係する連帯に支えられた保険集団としての凝集性も含め制度を考えることが重要である。本年度は、船員保険を例として、社会保険における保険集団の意義についての研究を行い、論文にまとめる予定である。

3. 今後の研究における課題または問題点

制度・政策に関する研究に当たっては、国内外の動向について現地調査等を通じて的確に把握することが必要である。本年度も相変わらずのコロナ禍にあり、文献研究以外の研究が十分できなかったことから、次年度以降は現地調査等も取り入れることにより、研究を継続していきたい。

発表論文・著書

- 1) 伊奈川秀和 (2022) 「デジタル化と社会保障法—データの医療費適正化への利活用を巡る論点—」『新たな時代の社会保障法』法律文化社 183-198
- 2) 伊奈川秀和 (2022) 「一般化から普遍化へ：健康保険をフランスの医療保険から考える」健康保険 76 巻 9 号 12-17
- 3) 伊奈川秀和 (2022) 「全世代型社会保障改革の課題と展望」週刊社会保障 77 巻 3201 号 28-33
- 4) 伊奈川秀和 (2023) 「船員の社会保障における相互承認」福祉社会開発研究 15 号 (掲載予定)

通所介護事業所の食の役割に関する研究

早坂聡久（ライフデザイン学部生活支援学科）

1. 研究の背景

わが国の介護サービスにおいて、デイサービス（通所介護）の利用者は 219 万人と最大であるが、通所介護のサービスに関する調査研究は決して多くない。とりわけ、通所介護事業所が担う要介護者の在宅生活継続を支援する機能のうち、給食を中心としての「食」の支援についての調査は少ないことから、本研究では、介護サービスの中核を支える通所介護の提供するサービスのうち、利用者の「食」を支える支援のあり方について、現況における取組の実態と今後の課題を検討することを目的とする。

2. 調査報告および研究報告

本年度では、埼玉県が公表する「居宅サービス、居宅介護支援、施設サービス一覧」（令和 4 年）より、通所介護事業所（4658 事業所）より無作為抽出法した 500 事業所への自記式郵送法（調査期間：2022 年 11 月 7 日～12 月 23 日）によるアンケート調査を実施した（ライフデザイン学部研究倫理審査:L2022-012S）。有効回答は 117 件であった（有効回答率 23.4%）。

利用者の食事の状況把握では（MA）では、「自宅の食生活では、栄養の偏りが懸念される方がいる」が 65.0%と最も多く、「自宅の食生活では、塩分摂取量や必要な栄養素の摂取が十分ではない方がいる」も 63.2%と高く、さらに、「デイの食事が栄養状態を維持する上で欠かせない方がいる」も 46.2%と高かった。こうした栄養面での課題とともに、「自宅では孤食・独食が多く生きがいや張り合いの面から課題がある方がいる」も 51.3%と高く、栄養面のみならず孤食や孤立の課題もあることが明らかとなった。

他方、利用者の昼食の摂取量等の把握は多くの事業所で行われているものの、自宅での食生活の状況把握については 19.7%に留まっており、通所介護事業所において利用者の生活状況の把握に課題があることも明らかとなった。

3. 今後の研究における課題または問題点

次年度については、同調査の分析結果を学会発表するとともに、投稿論文としてまとめるとともに、質的な調査として、ヒアリング調査を計画している。

発表論文・著書

1) 早坂聡久「社会福祉法人の経営状況にみる課題と展望」ライフデザイン学研究（18 号）※2023 年 3 月刊行予定、学会発表

1) 早坂聡久、ICT・介護ロボット導入状況と課題について、日本地域福祉学会第 36 回大会、2022 年 6 月 12 日、オンライン開催。

2) 早坂聡久、介護経営法人の財務状況の課題、第 30 回日本介護福祉学会大会、2022 年 10 月 9 日、オンライン開催。

3) 早坂聡久、社会福祉法人の経営指向性に関する研究、日本社会福祉学会第 70 回秋期大会、2022 年 10 月 16 日、関西福祉科学大学。

若年者における睡眠覚醒とエネルギー摂取量の 24 時間パターンの安定性と間質液中のグルコース値の安定性との関連

吉崎 貴大（食環境科学部食環境科学科）

1. 背景・目的

血糖変動は肥満や循環器疾患と関連することが知られており、睡眠や食事は糖代謝に影響を与える要因の一つである。しかしながら、睡眠覚醒や食事摂取における 24 時間のパターンの安定性が、それぞれ独立して血糖変動の安定性と関連するか否かは明らかにされていない。そこで、本研究では、健康な若年者を対象として、これらの関連を検討することを目的とした。

2. 方法・結果

対象は関東近郊の大学に属する健康な成人 87 名とした。本研究は東洋大学倫理審査委員会による承認を得た上で実施した。また、参加者には予め研究の目的と手順を十分に説明し、書面による同意を得た。研究デザインは横断研究とし、対象者には日常生活下（連続した 7 日間）において、腕時計型のアクチグラフ（Ambulatory Monitors Inc.）と FreeStyle Libre Pro（Abbott Diabetes Care Inc.）を、非利き腕に装着するよう依頼した。さらに、飲食物の全ての記録と基本属性に関する自記式質問票への回答も依頼した。睡眠覚醒の 24 時間パターンの安定性の評価には、アクチグラフから得られた Zero Crossing Mode の 1 分ごとの値を用いて睡眠判定を行った後、1 分ごとの睡眠覚醒の分散に対する同じ時間帯の 1 週間平均の睡眠覚醒の分散（以下、interdaily stability (IS)）を算出した。食事摂取量の 24 時間パターンの安定性の評価には、食事記録から得られた時間帯ごとのエネルギー摂取量の値を用い、エネルギー摂取量の IS を算出した。また、間質液中のグルコース値の 24 時間パターンの安定性の評価の際には、2~12Hz と 0.9~1.1Hz のバンドパスフィルタを用い、オリジナルデータの成分に加えて、それぞれ短時間周期の成分と概日周期の成分に分けて IS を算出した。解析対象者はアクチグラフのデータが得られなかった 3 名、間質液中のグルコース値が得られなかった 3 名、食事記録に不備があった 7 名を除く、74 名（男性 33 名、女性 41 名）を解析対象者とした。解析では、間質液中のグルコース値の IS を従属変数とし、睡眠覚醒の 24 時間パターンおよびエネルギー摂取量の IS、交絡変数（性別、body mass index、居住状況、夜勤アルバイトの有無）を独立変数とした重回帰分析を行った。全ての解析には R（ver. 4.1.3）および RStudio（ver. 2022.02.0）を使用し、統計的有意水準は 5%（両側検定）とした。その結果、オリジナルデータの成分と概日周期の成分について、エネルギー摂取量の IS はグルコース値の IS との間に統計的に有意な正の関連が得られたが、睡眠覚醒パターンの IS との間には有意な関連はみられなかった。短時間周期の成分においては、睡眠覚醒パターンの IS が低いこと ($\beta = 0.30$, 95%CI = 0.13 – 0.48) とエネルギー摂取量の IS が低いこと ($\beta = 0.78$, 95%CI = 0.50 – 1.05) は、グルコース値の IS が低いこととそれぞれ有意な関連がみられた。なお、これらの結果は、朝型夜型指向性や間食におけるエネルギー摂取量の割合を上記のモデルに投入しても変わらなかった。

3. 今後の検討内容

今後の検討では、日常生活下における睡眠覚醒、食事摂取の 24 時間パターンおよび血糖変動の安定性と各種の健康指標との関連の程度について、効果修飾として関連し得る食生活要因の探索を行う。

学会発表

- 1) Yoshizaki T, Konishi K, Togo F. Association between robustness of 24-hour pattern of sleep/wake, energy intake, and interstitial glucose level over seven days among young adults. The 22nd IUNS-International Congress of Nutrition, December 6-11, 2022, Tokyo (Japan).

食の嗜好性を配慮した健康寿命の延伸のための食事提案に向けた基礎研究

高鶴 裕介（食環境科学部健康栄養学科）

1. 研究の背景

健康寿命の延伸において、食生活の改善は重要である。健康を維持するための食事の提案（栄養指導）は日々臨床現場でも行われている。一方、これらの食事は、個々人の嗜好性を配慮しているとは言えない。このため、理想的な食事が継続できないことによる生活習慣病の増加が起これると考えることもできる。また、嚥下機能が低下した高齢者に対しては、食形態で様々な工夫をする必要がある。一方、通常の食事と異なる形態・味付けの食事はしばし、おいしさや個々人の嗜好性が考慮されない。それによる喫食率の低下は最終的には栄養状態の悪化の原因となりえるが、具体的な対策が取られているとは言い難い。

健康寿命の延伸のために食生活を改善することが重要であることは間違いないが、そこに「楽しく、おいしく食べる」要素を加えることにより、正しい食生活がよりストレスなく持続できると考えられる。そこで本研究では、様々な食べ物を摂取している時の脳機能を計測しながら、普段の食生活や嗜好性と比較することで、「おいしく」食べ続けるために必要な要因を明らかにしていくことを計画している。この際、脳機能は機能的近赤外線スペクトロスコピー（functional Near-infrared spectroscopy: fNIRS）法を用いて計測する。NIRS は機種によっては持ち運びが容易であり、記録時の侵襲もない。このため、fNIRS を用いるこの研究では、得られた成果を臨床現場に反映しやすいと考えられる。

2. 調査報告および研究報告

今年度は、学生ボランティアを対象として、若年健常者における喫食時の脳機能および普段の食生活や嗜好性に関する基礎データの収集を行った。実験数が十分とは言えず、暫定的な結果ではあるが、①普段の食塩摂取量が多い被験者はペースト食（粥）をまずいと判断した。この被験者では、ペースト食を摂取しているときに前頭葉の活動性が亢進した、②普段から薄味を好む被験者は、市販鰹だしを摂取したときに前頭葉の活動性が亢進した、という 2 点の成果が得られた。また、③麺類の嗜好性と前頭葉活動の関連（麺類の摂取頻度が高い被験者は、ひもかわうどんのような太いうどんを摂取したときに前頭葉機能が亢進する）や、④普段の食習慣と脳機能の相関（普段の食生活で和食を食べることが多い被験者は、和食中心の献立を見ると前頭葉機能が亢進する）なども見出された。

前頭葉のうち、特に内側前頭前野は年代ごと・性別ごとの嗅覚機能の変化に関連があることがわかっている（Takatsuru et al., 2022）。今後、関連する研究を継続し、食の嗜好性や食習慣と喫食時の前頭葉機能の関連を詳細に解析していく予定である。

3. 今後の研究における課題または問題点

本研究の主眼は、世代ごとの食嗜好性および食習慣に応じた栄養指導の改善である。そのため、幅広い年代でのデータの収集が必須と考えられる。現在、COVID-19 感染症対策を講じながら研究を進めており、学内の学生ボランティアのみで実験を行っているが、次年度以降は中高年などでも

データ収集を行いたいと考えている。さらに、高齢者施設に入所中の対象者からもデータを得ることで、より実臨床に近い条件での成果が得られることが期待できる。実験で脳機能のデータ収集に用いている fNIRS は持ち運び可能な機種を使用しているため、協力者の所属施設（特養や老健など）に出張する形でデータ収集を行うことも検討したい。

発表論文・著書

1) Takatsuru Y, Motegi S, Nishikata T, Sato H, Yonemochi K. (2022) Frontal medial cortex and angular gyrus functional connectivity is related to sex and age differences in odor sensitivity. *J Neuroimaging.*, 32(4), 611-616.

学会発表

1) 高鶴裕介、茂木俊一、西形龍哉、米持圭太、内側前頭前皮質一角回の機能的結合性は嗅覚感受性の性差及び年齢依存性変化に関与する、第 99 回日本生理学会大会、2022.3.16-18、仙台

＜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＞

ライフイノベーション研究所 研究員
食環境科学部健康栄養学科 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。

【野菜由来の硝酸塩摂取が静的掌握運動時の静脈血管応答および血圧応答に及ぼす影響 (大上 安奈)】

野菜に含まれる硝酸塩(Nitrate: NO_3^-)は、消化管に存在する細菌の働きにより、体内で亜硝酸塩(Nitrite: NO_2^-)に還元され、さらに、血管拡張作用を有する一酸化窒素(Nitric oxide: NO)にまで変換される。この経路で生じる NO 活性上昇が運動時の静脈血管応答および血圧応答を弱めるか否かを検討した。その結果、健康な若年者では、外因性(食品由来)の NO 活性上昇は静的運動に伴う静脈血管収縮および昇圧応答を減退させないことが明らかとなった。

【ラット関節軟骨の構造に及ぼす通電刺激の影響 (大迫 正文)】

本研究は後肢尾部したラットを用い、加重低減による脛骨関節軟骨の構造変化に対する、異なる期間のベクトルポテンシャル (VP) 通電刺激の影響について、形態学的に比較、検討することを目的とした。VP は関節軟骨には加重低減に伴う特徴的な構造変化が認められるが、少なくとも 30 分／日以上 VP 通電刺激によってその変化が抑制される可能性が示唆された。

【後肢加重低減ラット膝関節包の構造に及ぼす通電刺激の影響 (荒木 美智子・大迫 正文)】

本研究は、異なる電流の通電刺激が関節包の構造に及ぼす影響について検討することを目的とした。活動制限によって引き起こされる関節包の線維促進因子、筋線維芽細胞およびコラーゲン分解酵素阻害因子は電気刺激によって抑制されること、そして、その電流は高い方が有効であることが示唆された。

【色彩の変化が味覚や美味しさ、摂食率に与える影響 (大瀬良 知子)】

赤色に着色したりんごのコンポートは、美味しさのみでなく摂食率にも影響を与えることが確認できた。したがって、食べ物の色彩を変化させることにより、美味しさのみでなく摂食量を調整できる可能性が示唆された。

【MTHFR 遺伝子多型を有する女性長距離陸上選手における血漿ホモシステイン軽減の検討 (太田 昌子)】

疲労骨折の頻度が非常に高い女性長距離陸上選手では、MTHFR C677T 多型保有者は血漿 Hcy 濃度の上昇を誘発しやすく、疲労骨折リスクが高いことが示唆された。血漿 Hcy 濃度の変化が大きいと予想されるアスリートにおいて、食事条件を揃え、運動（一過性の持久性運動）の実施の有無に

において血漿 Hcy 濃度の変化を調査した結果、高強度運動は血漿 Hcy 濃度の有意な上昇をもたらすことが示され、さらに、その上昇が 24 時間後も現れていることが示された。血漿 Hcy 濃度が上昇する「一過性持久性運動」を実施した時、血漿中の代謝プロファイル全体を比較するとともに、Hcy /メチオニン代謝周辺の代謝動態を調べたところ、運動前後では TCA 回路を中心としたエネルギー産生関連物質にプロファイルの違いが見られた。

【胃がん患者における NK 受容体の発現低下とメカニズム解析（加藤 和則・岩澤 卓弥）】

本研究では、NK 細胞活性型受容体(NKp30, NKp46)の発現に着目をし、がん患者末梢血由来 NK 細胞上の NK 受容体の発現や NK 活性の変化およびがん細胞との相互作用について検討を行った。胃がん患者由来 NK 細胞で、CD3(陰性)/CD56(陽性)の NK 細胞上の活性型受容体 NKp30 と NKp46 とも有意な発現低下が確認できた。ヒト大腸がん細胞 DLD-1 と NK 細胞株 KHYG-1 の共培養にて活性型受容体 NKp30 の発現低下と抑制型受容体 LAG-3 の発現増加が確認できた。また同様に子宮体がん細胞および胃がん細胞と KHYG-1 の共培養にて NKp30 の平均発現強度(MFI)の変化（低下）を確認できた。本研究において、がん細胞から産生される B7-H6 の影響により、NK 細胞表面活性化受容体 NKp30 が低下し、がん細胞は直接 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。

【ムクナ豆を用いた代替肉の検討（郡山 貴子）】

本研究ではムクナ豆の L-dopa 残存量を調理工程で低下させ、代替肉として利用することの有効性について検討した。本年度はこれまでの研究を発展させて、ムクナ豆を代替肉として使用する際の調製条件の改良、ムクナ豆ミート 100%のハンバーグを作製し、L-dopa 残存量、調理品としての品質評価、および栄養評価について評価した。ムクナ豆ミートで作製したハンバーグは L-dopa 量が制御されるだけでなく、高たんぱく、低脂質、低カロリーで栄養的にも優れた代替肉調理品であり、ムクナ豆ミートの代替肉としての有用性が明らかとなった。

【有酸素性運動が血中 zinc- α 2-glycoprotein に及ぼす影響（今 有礼）】

脂肪細胞や筋細胞から分泌される zinc- α 2-glycoprotein (ZAG) が、エネルギー代謝やインスリン感受性の改善に関与していることが報告されてきた。本研究では、健常成人男性を対象とし、一過性有酸素性運動が血中 ZAG に及ぼす影響について検討した。その結果、血中 ZAG は有酸素性運動により増加する可能性が示唆された。

【暑熱依存性骨格筋マイオカインの発現制御とその生理的意義（根建 拓）】

本研究では暑熱依存性マイオカインの探索ならびに暑熱依存性マイオカインの生理作用の解明を目的とした。今年度の研究によって新規暑熱依存性マイオカイン CCL5 を同定、さらにマイオカイン CCL5 は、脂肪細胞のグルコース取り込みを制御することで細胞の肥大化に関与している可能性を示した。これまで暑熱刺激は糖尿病や肥満の予防や改善に有効である可能性が指摘されてきたが、その具体的メカニズムは不明であった。今回初めて明らかとなった暑熱依存性マイオカインによる脂肪細胞の代謝制御は、このメカニズムの一部である可能性がある。

【化学的要因と物理的要因の複合ばく露による変異原性（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 *in vivo* 新生仔ラットアストロサイト小核試験を用いて、電磁場と化学物質の複合曝露による染色体異常誘発性を検討した。電磁場と化学物質（VCR）の複合曝露では、化学物質単独曝露に比べて小核頻度が増加した。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。

【プロテオソーム活性阻害による難治性悪性腫瘍治療の可能性—ビタミン E 類を用いた検討—
（矢野 友啓）】

我々は T3E の細胞死誘導メカニズムの解明に取り組む中で、T3E が悪性中皮腫細胞に対してプロテアソーム阻害作用を介して小胞体ストレスを誘導することを明らかにした。また、T3E は従来のプロテアソーム阻害剤の課題とも言える STAT3 と NRF1 を活性化させることなくプロテアソーム阻害作用を発揮するため、有望な新規プロテアソーム阻害剤となりえる可能性がある。

化学的要因と物理的要因の複合ばく露による変異原性

宮越 雄一（食環境科学部健康栄養学科）

1. 研究の背景

近年、電磁場を発生する機器（NMR、MRI、リニアモーターカー、パソコン、携帯電話、一般の家庭電気製品など）の開発に伴い、職場や日常生活環境において電磁場に曝露される機会が増え続けている。一方、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いるが、未だに実験的に証明されていない。今回は、発がん物質のスクリーニング法の一つである *in vivo* 新生仔ラットアストロサイト小核試験を用いて、電磁場と化学物質の複合曝露による染色体異常誘発性を検討した。

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、全脳を摘出した。小核試験では trypsin、DNase にて処理した後、アストロサイトの同定と小核の確認を同時に行った。

電磁場と化学物質（VCR）の複合曝露（Fig.1）では、化学物質単独曝露に比べて小核頻度が増加した。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。

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。

3. 今後の研究における課題または問題点

今後は電磁場と化学物質の複合曝露による変異原性の変化を、様々な作用メカニズムの変異原物質・脳腫瘍誘発物質などとの電磁場と複合曝露について、検討していく予定である。また電磁場曝露条件（周波数、強さ、曝露時間、ラットの日齢等）などについても、さらに検討していく予定である。

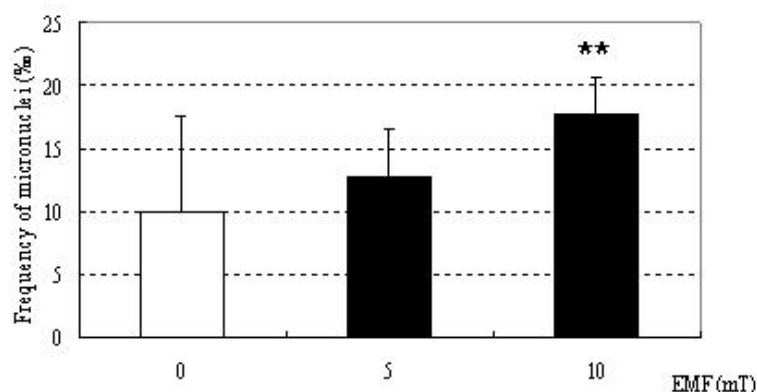


Fig.1
Frequency of micronuclei in rat astrocytes after 48h co-exposure to 12.5 µg/kg vincristine (VCR) and EMFs in dose-response study

プロテオソーム活性阻害による難治性悪性腫瘍治療の可能性

—ビタミン E 類を用いた検討—

矢野 友啓（食環境科学部食環境科学科）

1. 研究の背景

悪性腫瘍細胞においては、過剰なストレスによるタンパクの変性が起き、それに対応して、変性たんぱく質を除去するために、プロテアソーム活性が誘導され、この誘導が悪性腫瘍細胞の抗がん剤耐性等難治性に関与していることが知られており、プロテアソーム阻害が必要の悪性腫瘍の治療標的として注目され、一部の悪性腫瘍（一部の血液の腫瘍）に対して臨床応用されている。しかし、主要な固形腫瘍はプロテアソーム阻害に対して耐性を持ち、プロテアソーム阻害による治療は無効であり、固形腫瘍に対しては、このプロテアソーム耐性の機序解明とその克服が臨床応用のカギを握る。そこで、本研究で難治性の固形腫瘍（悪性中皮腫）細胞を用いて、プロテアソーム耐性の機序解明とプロテアソーム阻害活性を持つことが予測されるビタミン E 類を用いたプロテアソーム阻害耐性克服の可能性を検討した。

2. 調査報告および研究報告

本年度実施した研究は、1)悪性胸膜中皮腫細胞を用いたプロテオソーム活性阻害に対する耐性に関与する機序解明、2)ビタミン E 類（アルファートコフェロール (Toc)、そのコハク酸エステル誘導体 (TOS)、アルファートコトリエノール (T3) とそのコハク酸エーテル誘導体 (T3E)) によるプロテアソーム阻害耐性の軽減作用の 2 点を検討した。その結果、悪性胸膜中皮細胞におけるプロテアソーム活性阻害に対する耐性機序として、プロテアソーム活性維持に寄与する転写因子である NRF1 と STAT3 活性化が関与していることが明らかとなった。また、ビタミン E 類のうち、Toc を除く残りのビタミン E 類にプロテアソーム活性阻害耐性を軽減する作用があり、その作用は T3E が一番強く、その作用機序は STAT3 と NRF1 の転写活性化抑制が関与していることを示した。これにより、ビタミン E 類（特に T3E）がプロテアソーム活性阻害耐性を克服した新たな抗悪性胸膜中皮腫成分になることが推測された。

3. 今後の研究における課題または問題点

ビタミン E 類で認められたプロテアソーム活性阻害耐性を克服した抗悪性腫瘍活性が他の主要な難治性悪性腫瘍で認められか確認し、幅広くその抗がん活性が期待できるか確認する必要がある。

論文発表

- 1) Endoh D, Ishii K, Kohno K, Virgona N, Miyakoshi Y, Yano T, Ishida T. CHEMORESISTANCE RELATED TO HYPOXIA ADAPTATION IN MESOTHELIOMA CELLS FROM TUMOR SPHEROIDS. Exp Oncol. 44(2):121-125. doi: 10.32471/exp-oncology.2312-8852.vol-44-no-2.18045.

ラット関節軟骨の構造に及ぼす通電刺激の影響

大迫 正文 (ライフデザイン学部健康スポーツ学科)

1. 研究の背景

変形性膝関節症に対して種々の運動療法が行われているが、そのほかに通電刺激を利用した療法も臨床現場で行われている。近年、加重低減によって生じる骨量減少に対して、鍼または経皮通電刺激が有効であることが動物実験によって報告されている。しかし、不動化や加重低減に伴う関節軟骨の構造変化に対する経皮通電刺激の効果については未だ報告がほとんどない。また、通電刺激には経皮的なもののほか、最近開発されたベクトルポテンシャル (VP) 発生装置 (スミダ電気社製) による通電刺激もあるが、VP 装置による刺激が関節軟骨の構造に及ぼす影響については報告がない。本研究は後肢尾部したラットを用い、加重低減による脛骨関節軟骨の構造変化に対する、異なる期間の VP 通電刺激の影響について、形態学的に比較、検討することを目的とした。

2. 研究報告

【方法】 7 週齢のウィスター系雄性ラット 72 匹を用い、後肢懸垂群(HS)、VP 通電刺激刺激群 (VP)、コントロール群(CO)に分類した。各群はさらに実験期間別に 1 週間群 (HS-1、VP-1、CO-1)、2 週間群 (HS-2、VP-2、CO-2) および 3 週間群 (HS-3、VP-3、CO-3) に分類した。HS および VP はそれぞれの実験期間、ケージの天井から尾部を吊し、また、VP は非接触性の VP 装置 (スミダ電気社製) を用いて 30 分/日、5 日/週、1、2 または 3 週間通電刺激し、VP の通電条件は 67V、20kHz、0.13mA の交流とした。実験期間終了後、各群のラットを安楽死させ、死亡を確認した後に膝関節を摘出して、組織学的に観察した。

【結果】 脛骨と大腿骨は関節軟骨の前後の中央部で最も強く接しており、その部位で軟骨全体の厚さを比較すると、HS では実験開始 1 週間後からすでに減少した。それに対して、VP では 1 週間後から厚さが維持された。CO-1 と VP-1 のいずれも関節軟骨の最表層はトルイジンブルーの染色性が低く、それ以外の部位はメタクロマジーを起こし赤紫色に染まった。HS は全ての実験期間を通して、CO や VP より関節軟骨の染色性がかなり低かった。その中でも表層付近が特に低く、その状況は実験期間が進むのにしたがって、深部にまで広がることに関しては CO や VP と同様であった。いずれの群も関節軟骨の最深層には紺色に染まる石灰化層が存在するが、CO ではすべての実験期間を通して、その厚さはほとんど変わらなかった。

【結論】 ベクトルポテンシャル (VP) は関節軟骨には加重低減に伴う特徴的な構造変化が認められるが、少なくとも 30 分/日以上 VP 通電刺激によってその変化が抑制され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

今回の研究は主に形態学的なデータであるが、今後は形態計測および血液検査によるデータの統計処理を行うとともに、PCR および in situ hybridization 法による遺伝子レベルの解析も進めることが望まれる。

学会発表

1) X. Q. Zeng, H. Suito, W. Minamizono, N. Yashima, C. Yang, K. Fujikawa, M. Ohsako, : Effect of electrical stimulation at different frequencies on the structure of tibial articular cartilage in hindlimb-suspended rat. 27th Europ. College of Sport Med., Aug, 29, 2022, Sevilla. Spain.

胃がん患者における NK 受容体の発現低下とメカニズム解析

加藤 和則 (理工学部 生体医工学科)

岩澤 卓弥 (ライフ・イノベーション研究所)

1. 研究の背景

NK 細胞は自然免疫応答に係わるリンパ球の 1 種で、哺乳動物から無脊椎動物の甲殻類に及ぶまで幅広く存在している細胞である。NK 細胞には活性型受容体と抑制型受容体という 2 種類の受容体が備わっており、ウイルス感染細胞やがん細胞と出会うと活性型受容体からのシグナルが入り、標的細胞を攻撃するパーフォリン・グランザイムといった細胞障害因子を放出する。一方、がん細胞は NK 細胞の活性を低下させ、がん患者における抗腫瘍免疫応答を減弱させることが知られており、NK 細胞の活性の低下は癌のみならず様々なウイルス感染症に対する抵抗力も弱まることから、健康寿命を縮める要因の 1 つともなっている。そこで本研究では、NK 細胞活性型受容体(NKp30, NKp46)の発現に着目をし、がん患者末梢血由来 NK 細胞上の NK 受容体の発現や NK 活性の変化およびがん細胞との相互作用について検討を行った。

2. 調査報告および研究報告

2.1 研究試薬・細胞および血液

本研究にはヒト NK 細胞株である KHYG-1、ヒト胃癌細胞株である NUGC3、MKN74、TMK1、ヒト子宮体癌細胞株である HEC-50B、HEC-265 を使用した。培養液には RPMI-1640 を基礎培地として、GlutaMAX、Sodium Pyruvate、Penicillin Streptomycin をそれぞれ 1%、Fetal Bovine Serum を 10%に調整したものと Dulbecco's Modified Eagle's Medium を基本培地として、GlutaMAX、Penicillin Streptomycin をそれぞれ 1%、Fetal Bovine Serum を 10%に調整したものを使用した。また本研究では、胃がん患者由来末梢血 (順天堂大学医学部 IRB 承認済み) を用いて NK 細胞の割合と NK 受容体の発現変化の実験を行った。フローサイトメトリー法では、FITC-anti-CD3、PerCP/Cy5.5-anti-CD56、PE-Mouse IgG1、PE-anti-NKp30、PE-anti-NKp46 の各抗体 (BioLegend 社) を用いた。

2.2 胃癌患者血液における NK 細胞表面抗原の発現変化解析

胃がん患者および健康人の末梢血 2mL に対して蛍光標識された各種 CD 抗体で染色後、CD3(陰性)/CD56(陽性)の NK 細胞上の活性型受容体 NKp30 と NKp46 の発現変化をフローサイトメトリーで検討した。その結果、胃がん患者由来 NK 細胞で、どちらの活性化型受容体とも有意な発現低下が確認できた (図 1)。

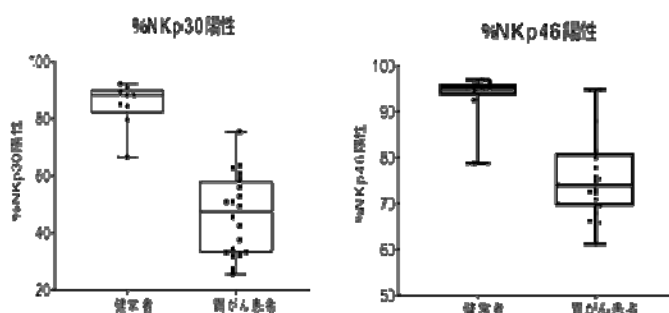


図 1, 活性型 NK 受容体(NKp30, NKp46)の発現変化

2.3 NK 細胞およびがん細胞との共培養による NK 受容体の発現と NK 活性の変化

ヒト大腸がん細胞 DLD-1 と NK 細胞株 KHYG-1 の共培養にて活性型受容体 NKp30 の発現低下と抑制型受容体 LAG-3 の発現増加が確認できた (図 2)。また同様に子宮体がん細胞および胃がん細胞と KHYG-1 の共培養にて NKp30 の平均発現強度(MFI)の変化 (低下) を確認できた。この結果は、がん細胞が直接または間接的に NK 細胞に働き NK 活性型受容体の発現を低下させたものと考えられた。さらにがん細胞と共培養した NK 細胞からの IFN γ 産生が有意に低下していたこと、がん細胞は NKp30 のリガンド分子 B7-H6 の可溶化体を産生していることから、がん細胞による NK 活性低下のメカニズムに、B7-H6 が関与している可能性が示唆された。

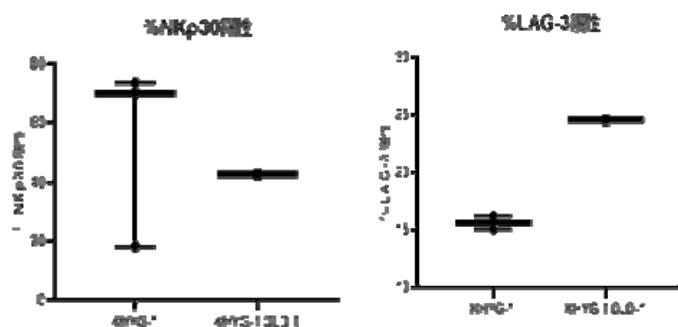


図 2, 大腸がん細胞による NK 受容体および抑制型受容体の発現変化

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、がん細胞から産生される B7-H6 の影響により、NK 細胞表面活性化受容体 NKp30 が低下し、がん細胞は直接 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。

健常人末梢血と胃癌患者 (Stage I ~ IV) の末梢血中の活性型受容体の NK p 30 の発現陽性率および平均発現強度(MFI)は、健常人由来 NK 細胞と比較して、胃癌患者で大きく低下していた。今後、胃がんの進行度と NK p 30 の発現変化との相関についても検討を行う予定である。

一方、NK 受容体発現低下のメカニズムをヒト NK 細胞株 KHYG-1 を用いて解析した結果、各種がん細胞 DLD-1、HEC-265、HEC-50B を共培養した結果、NKp30 の発現低下と、LAG-3 の発現増加が認められた。ヒト子宮体癌細胞 HEC-265 と HEC-50B の培養上清で検出された可溶化 B7-H6 の濃度は大きく差が出ており、産生量の多い HEC-50B との共培養で NKp30 の発現は大きく低下していたことから、可溶化 B7-H6 が活性型 NK 受容体の発現に影響を与える可能性が示唆された。現在、胃がん細胞株でも同様の現象が観察されるか、胃がん患者由来血清中の B7-H6 濃度を検討し NK 活性との関連を明らかにする予定である。

さらに NK 活性型受容体の発現を誘導する植物由来機能性成分の探索研究も実施中で、日本古来の柑橘に由来した成分に NK 活性 (IFN γ 産生) を高める可能性が示唆されており、NK 活性が低下しているがん患者や高齢者の健康寿命延長に寄与する研究を継続する予定である。

学会発表 (予定)

1) YIKUN LIN、岩澤卓弥、折田創、加藤和則、胃がん患者における NK 細胞受容体の発現変化と可溶化 B7-H6 の相互作用、日本癌学会、2023 年 9 月、横浜

暑熱依存的な骨格筋マイオカインの発現制御とその生理的意義

根建 拓（生命科学部 応用生物科学科）

1. 研究の背景

骨格筋は様々なタンパク質やペプチドを分泌する内分泌器官としての機能を持ち、分泌因子は総称して「マイオカイン」と呼ばれる。これまで当研究室をはじめ運動すなわち骨格筋収縮に応じて発現変動するマイオカインに焦点を当てた研究が多数行われてきており、マイオカインは骨格筋で発生した「運動シグナル」を全身に仲介伝達する機能があることが示唆されている。一方、骨格筋は、与えられた栄養条件あるいは環境温度などによる生理変化も多数観察されることから、これによって骨格筋内で発生した「栄養シグナル」あるいは「熱シグナル」についてもマイオカインを媒介分子として全身に伝達されている可能性が考えられる。一方、骨格筋における栄養条件や温度条件変化に応答したマイオカインの分泌変動に関する知見は集積されているとはいえない。骨格筋は運動や受動的熱曝露によって筋温が上昇すること、代謝依存的な熱産生が生じることが確認されている。そこで、本研究では暑熱依存性マイオカインの探索ならびに暑熱依存性マイオカインの生理作用の解明を目的とした。

2. 調査報告および研究報告

まず、暑熱依存的なマイオカインプロファイルについては前年度までに候補分子を特定していたため、今年度はその中でも暑熱依存的に分泌減少する可能性がある暑熱依存性マイオカイン候補分子 C-C motif chemokine ligand 5 (CCL5) に着目した研究を実施した。CCL5 は Regulated upon Activation, Normal T cell Expressed, and Secreted (RANTES) と呼ばれ、T 細胞やマクロファージ、樹状細胞など様々な免疫細胞の遊走を誘導するケモカインである。

まず、C2C12 筋管細胞への 42°C、24 時間の暑熱刺激によって、CCL5 の分泌量、タンパク質発現量、遺伝子発現量が減少することを、それぞれ ELISA、Western blotting、qPCR を用いて確認した。さらに暑熱刺激後の長期的暑熱応答を調査するために、短期暑熱刺激後の CCL5 の動態変化を観察したところ（42°C 条件下で 3 時間刺激後、37°C 条件下で 21 時間後まで継続培養）、短期暑熱刺激であっても CCL5 発現分泌は持続的に抑制されることが分かった（図 1）。さらにマウスに対しても同様に短期暑熱刺激（45°C 条件下で 30 分間）を加え、その後、通常環境にて継続飼育を行い、骨格筋 *Ccl5* 発現量および血中 CCL5 濃度を経時的に測定したところ、骨格筋組織において一過的暑熱刺激によって *Ccl5* 遺伝子発現減少が観察され、さらに血中 CCL5 濃度は暑熱負荷直後に一時的な上昇を示したものの暑熱負荷 23 時間後に有意に減少をしていることを発見した。これらの結果を併せ、CCL5 はマウス個体内でも暑熱刺激によって制御されるマイオカインであることを証明した。これまでに CCL5 は免疫細胞遊走を制御、炎症反応を促進することが報告されているため、暑熱刺激による骨格筋 *Ccl5* 遺伝子及び血中 CCL5 の減少は、暑熱刺激によって生じる生体内炎症反応の制御に寄与している可能性がある。

次に暑熱刺激依存的に分泌抑制される新規マイオカイン CCL5 の生理的意義を探索することとした。マウス由来線維芽細胞 3T3-L1 を用いて、暑熱依存性マイオカインの脂肪細胞への影響を評価した。C2C12 細胞に 42°C の条件で 3 時間暑熱負荷を行い、その後 37°C で 21 時間培養した後の培養

上清 (Heat(+)-conditioned medium; Heat(+)-CM)、あるいは暑熱処理を行わずに 24 時間培養した後の培養上清 (Heat(-)-conditioned medium; Heat(-)-CM)を準備した。3T3-L1 脂肪細胞をそれぞれの培養上清で 24 時間処理し、細胞体と脂肪滴の大きさの計測、グルコース取り込み能の測定を行った結果、暑熱刺激後の C2C12 培養上清中には 3T3-L1 脂肪細胞の肥大化及びグルコース取り込みを亢進させる活性があり、暑熱刺激によって減少する CCL5 を補償的に添加することによって、その効果が消失することが明らかとなった。

以上、今年度の研究によって新規暑熱依存性マイオカイン CCL5 を同定、さらにマイオカイン CCL5 は、脂肪細胞のグルコース取り込みを制御することで細胞の肥大化に関与している可能性を示した。これまで暑熱刺激は糖尿病や肥満の予防や改善に有効である可能性が指摘されてきたが、その具体的メカニズムは不明であった。今回初めて明らかとなった暑熱依存性マイオカインによる脂肪細胞の代謝制御は、このメカニズムの一部である可能性がある。

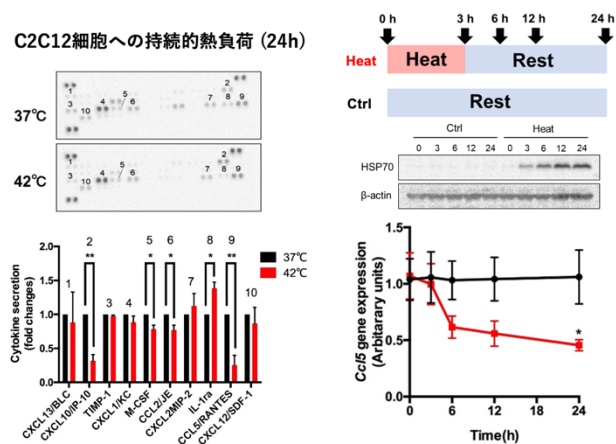


図 1. 熱刺激依存的に制御されるマイオカインの探索

3. 今後の研究における課題または問題点

今後、骨格筋からの CCL5 シグナルの減衰が、どのようなメカニズムで周辺脂肪細胞に影響を与えるのかを調べていく必要がある。現在、脂肪細胞に発現する CCL5 受容体について解析を進めており、来年度も継続して CCL5 受容体 (CCRs) を出発点とする細胞内シグナル解析を行っていく予定である。これらが明らかとなれば、骨格筋と脂肪組織の相互作用がより明確となり、糖尿病や肥満の予防や改善につながる暑熱刺激の有効利用に向けた臨床的基礎を提供することにつながると考えられる。本研究をさらに推進することで健康寿命の延伸に貢献していきたい。

発表論文・著書

1) Murata K, Ishiuchi-Sato Y, Nedachi T (2023) Identification of C-C motif chemokine ligand 5 as a heat-dependent myokine" *Acceptance after minor revision*.

学会発表

1) Murata K et al. (2022) Possible involvement of a heat-dependent myokine CCL5 on adipogenesis in mice. *Cell Bio 2022*, Dec 3-7, Washington DC, USA

2) 村田圭吾、他 (2022)「暑熱依存性マイオカイン CCL5 による脂肪細胞の制御」日本生化学会、2022 年 11 月 9 日-11 日、名古屋

3) 根建 拓 (2022)「細胞工学的アプローチを用いた新規運動制御性マイオカインの研究」3 次元培養筋 OITem 研究会 (招待講演)、9 月 23 日、大阪

野菜由来の硝酸塩摂取が静的掌握運動時の静脈血管応答および血圧応答に及ぼす影響

大上 安奈（食環境科学部食環境科学科）

1. 研究の背景

血管内皮に由来する一酸化窒素（Nitric oxide: NO）活性は、静脈血管緊張度の調節に重要な役割を果たしている。このような内因性の NO の働きに加え、野菜に含まれる硝酸塩（Nitrate: NO_3^- ）が、消化管に存在する細菌の働きにより、体内で亜硝酸塩（Nitrite: NO_2^- ）に還元され、その後、NO にまで変換される外因性の NO 産生経路が近年報告されているが（ $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}$ 経路）、運動時の生体応答に及ぼす影響は十分に明らかにされていない。本研究では、 NO_3^- を多く含むビートルートを原料とした飲料（ビートルートジュース）摂取は静的掌握運動時における静脈血管収縮および昇圧応答を弱めるという仮説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

（1）被験者

健康な若年成人 16 名（男性 10 名、女性 6 名、年齢 22.3 ± 1.4 歳、身長 167.4 ± 9.3 cm、体重 64.7 ± 13.9 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

ビートルートジュース（BRJ 条件）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、各飲料摂取の 2.5 時間後に、最大随意筋力の 30% に相当する強度で 2 分間の掌握運動を左手で実施した時の右前腕部と右下腿部の静脈血管容積変化（血管収縮の指標）と循環応答（平均動脈血圧および心拍数）を測定した。また、血漿中の NO_3^- 濃度を測定するために、本実験とは別の日に各飲料摂取 2 時間後に採血を行った。なお、各測定は 1 週間以上のウォッシュアウト期間を設け、ランダム順で実施した。

（3）結果

NO_3^- 濃度は BRJ 摂取により有意に上昇したが（摂取前： 15 ± 6 μM 、摂取後： 574 ± 120 μM 、 $p < 0.05$ ）、CON 摂取では変化はなかった（摂取前： 14 ± 3 μM 、摂取後： 14 ± 3 μM ）。

掌握運動により CON 条件および BRJ 条件ともに平均動脈血圧（CON：運動前 95 ± 8 mmHg、運動時 110 ± 11 mmHg、 $p < 0.05$ ；BRJ：運動前 93 ± 9 mmHg、運動時 109 ± 14 mmHg、 $p < 0.05$ ）および心拍数（CON：運動前 65 ± 13 bpm、運動時 71 ± 12 bpm、 $p < 0.05$ ；BRJ：運動前 64 ± 11 bpm、運動時 70 ± 12 bpm、 $p < 0.05$ ）は上昇したが、条件間に差は見られなかった。また、運動に伴い CON 条件および BRJ 条件ともに右前腕部（CON：運動前 1.63 ± 0.53 mL/dL of tissue、運動時 1.52 ± 0.54 mL/dL of tissue、 $p < 0.05$ ；BRJ：運動前 1.69 ± 0.40 mL/dL of tissue、運動時 1.54 ± 0.40 mL/dL of tissue、 $p < 0.05$ ）と右下腿部（CON：運動前 2.02 ± 0.76 mL/dL of tissue、運動時 1.90 ± 0.79 mL/dL of tissue、 $p < 0.05$ ；BRJ：運動前 2.11 ± 0.70 mL/dL of tissue、運動時 2.01 ± 0.72 mL/dL of tissue、 $p < 0.05$ ）において静脈血管収縮が生じたが、その程度に条件間の差は見られな

かった。また、CON 条件と BRJ 条件における運動時の下腿部静脈血管収縮の差分と昇圧程度の差分の間に有意な正の相関関係が認められた ($r = 0.650$, $p < 0.05$)。

以上の結果から、若年成人において、BRJ 摂取により体内の NO 活性は上昇するが、静的運動時における静脈血管収縮および昇圧応答は CON 条件と比較して変化しないことが明らかとなった。さらに、個人データで見た場合、CON 条件と比較して BRJ 条件で運動時における下腿部静脈血管収縮の程度が小さいほど、昇圧応答も小さくな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

血管内皮機能が低下している対象者（中・高齢者や運動習慣のない若年者）における検討や、静的運動と比較して血液動態が大きい動的運動時（自転車運動など）における応答の検討も必要であると考えられる。

発表論文・著書

1) Oue A, Imura Y, Shinagawa A, Miyakoshi Y, Ota M. Effect of acute dietary nitrate supplementation on the venous vascular response to static exercise in healthy young adults. *Nutrients* 14: 4464, 2022.

学会発表

1) 大上安奈, 飯村泰弘, 品川明穂, 宮越雄一, 太田昌子. ビートルートジュース摂取が静的掌握運動時の静脈血管収縮応答に及ぼす影響. 第 77 回日本体力医学会. 2022 年 9 月 21 日~23 日. 栃木 (オンライン開催).

色彩の変化が味覚や美味しさ、摂食率に与える影響

大瀬良 知子（食環境科学部健康栄養学科）

1. 研究の背景

日々の食事において、ヒトは視覚や嗅覚・味覚を統合して美味しさを判断している。視覚については、色が重要な要素となるが、特定の色が食欲や味覚に及ぼす影響について必ずしも統一した結果が得られているわけではない。そこで本研究では、これまでに実施してきたりんごのコンポートについて、対象集団、品種、糖度を調節しても結果の再現性が得られるのかを確認した。

2. 調査報告および研究報告

本研究では、色彩のみ変化させたりんごのコンポート（黄（着色なし）、薄いオレンジ、濃いオレンジ、赤の4色のグラデーション）の喫食による味覚への影響を検討した。りんごのコンポートの調理工程は全て同一条件であるが、煮汁を人工着色料にて着色し、色を変化させた。本年度は、大学生12名に官能評価を行った。官能評価は9項目とし、摂食率は初期量から残量を差し引いて求めた。統計解析には、Kruskal-Wallis検定、Mann-Whitney U検定、過去の実験と比較する場合は、2元配置分散分析を行い、有意水準は5%とした。

本年度はこれまでと異なる集団、異なる品種のりんご、異なる糖度で試験をしたが、官能評価では、見た目、硬さ、えぐみ、食感、総合評価で有意差が認められ、過去の実験と同様の結果が得られた（ $p<0.05$, each）。また、美味しさのみでなく摂食率でも有意差が認められ、色が濃くなるほど摂食率は低かった（ $p<0.05$ ）。

3. 今後の研究における課題または問題点

食品そのものの色彩を変えることはりんごのコンポート、プリン、カップケーキ等、いずれも総合的な美味しさに影響を与えていた。また、赤色に着色したりんごのコンポートは、美味しさのみでなく摂食率へも影響を与えていた。このことから、色彩を変化させることで美味しさや摂食量の調整が可能であると考えられる。

肥満患者への食欲抑制、新奇性恐怖症の強い小児の好き嫌い改善、嚥下困難や食欲不振の高齢者に対して、視覚の影響を活用した食欲コントロールの実用化へ向けてさらなる検討を行いたい。

発表論文・著書

1) Tomoko Osera et al, (2022) Effect of the Colour Red on an Apple's Deliciousness, Taste and Texture. Journal of Food and Nutrition Research, 10, 3, 216-220.

学会発表

1) 大瀬良知子 他、視覚が味覚に及ぼす影響—大学生を対象とした着色りんごでの検討—、第91回日本衛生学会、2021年3月7日、オンライン開催

2) 大瀬良知子 他、視覚が味覚に及ぼす影響—大学生を対象とした紫色カップケーキでの検討—、第91回日本食育学会、2022年4月7日、オンライン開催

3) Tomoko Osera et al, Effects of four colors on perceived deliciousness, taste, and texture of a pudding among university students Society for Nutrition Education Behavior 2022.7.27 Virtual Presentation

有酸素性運動が血中 zinc- α 2-glycoprotein に及ぼす影響

今 有礼 (ライフデザイン学部健康スポーツ学科)

1. 研究の背景

インスリン抵抗性（インスリン感受性の低下）は、糖尿病をはじめとする代謝性疾患の発症を引き起こす大きな要因である。インスリン感受性の改善には運動が効果的であることは広く知られているが、なかでもランニングや自転車運動などの有酸素性運動は特に有効なトレーニング法として認識されている。しかし、有酸素性運動がインスリン感受性を改善するメカニズムに関しては未だ十分に解明されていないことが多い。

脂肪細胞や筋細胞から分泌される zinc- α 2-glycoprotein (ZAG) は、エネルギー代謝やインスリン感受性の改善に関与していることが報告されている。有酸素性運動誘発性のインスリン感受性改善にも ZAG が関与している可能性が考えられるが、これまで有酸素性運動が ZAG に及ぼす影響について検討した研究はない。

そこで本研究では、一過性の有酸素性運動が ZAG の応答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

(1) 方法

対象は、喫煙および服薬の習慣がない健常成人男性 8 名とした。自転車エルゴメーターを用いて対象者の最大酸素摂取量を測定し、最大酸素摂取量の 75% 強度で 30 分間の一過性有酸素性運動を実施した。運動前、運動直後、および運動 30 分後に肘静脈より採血を行い、採取した血液を遠心分離機にかけて血清を分離し分析まで -80°C で凍結保存した。得られた血清を用いて、enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA 法) により ZAG の血中濃度を測定した。また先行研究において、ZAG の分泌にはトリヨードサイロニン (T3) が関与していることが報告されていたため、ELISA 法により血中遊離 T3 濃度を測定した。

(2) 結果

血中 ZAG 濃度は、運動前と比較し運動直後で有意に増加した ($p < 0.05$)。一方、血中遊離 T3 濃度は、運動前と比較し運動直後および運動 30 分後ともに有意な変動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

本研究により、一過性の有酸素性運動により血中 ZAG 濃度が増加する可能性が示された。一方、血中遊離 T3 濃度は有酸素性運動により変化しなかったため、ZAG を増加させた要因に関しては明らかになっていない。また、一過性の有酸素性運動によりどの組織から ZAG の分泌が増加したのかも不明である。今後は、ZAG を増加させた要因および ZAG の分泌が増加した組織を検討する必要がある。

ムクナ豆を用いた代替肉の検討

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 や健康意識の高まりから「代替食品」が注目されている。「代替食品」は肉や乳製品など本来は動物性の食品を植物由来の原料で置きかえたもので、肉を沢山食べることができない高齢者や、脂肪分が多くコレステロール値が気になるという人など、健康を気遣う人にとって、食事の選択肢の幅を広げてくれるものである。代表的なものに大豆で肉の食感や味を再現した大豆ミートがあり、さまざまな商品が登場して話題を集めている。

ムクナ豆 (*Mucuna pruriens*) は和名ハッシュウマメと呼ばれ、多収で、良質なたんぱく質を豊富に含む、インド原産のマメ科植物である。また、ムクナ豆は優れた抗酸化性を有しており、今後食用としての利用が期待される。しかし、ムクナ豆には特殊なアミノ酸 L-3,4-dihydroxy-phenylalanine (L-dopa) を 5~9% 含有しており、L-dopa はパーキンソン病治療としても用いられる一方で、健康なヒトが一度に多く食べると頭痛や下痢等を引き起こすことがあるため、通常、ムクナ豆を食する際には調理の過程で L-dopa を制御する必要がある。本研究ではムクナ豆の L-dopa 残存量を調理工程で低下させ、代替肉として利用することの有効性について検討した。本年度はこれまでの研究を進展させて、ムクナ豆を代替肉として使用する際の調製条件の改良、ムクナ豆ミート 100% のハンバーグを作製し、L-dopa 残存量、調理品としての品質評価、および栄養評価について評価した。

2. 調査報告および研究報告

はじめに、ムクナ豆を代替肉として使用する際の加工方法を改良した。本物の挽肉の食感に近づけるための混捏条件や加水量について検討した結果、豆に対し 20 倍量 (w/w) の脱イオン水 90℃ にて 16 時間浸漬した後、皮を剥き、さらに 20% (w/w) の脱イオン水を加水して 100 回混捏することで適度な粒感のあるムクナ豆ミートとなったため、これを最適加工条件と決定した。L-dopa 含量は生豆のとき 3.9 g/100 g (d.b) であったが、ムクナ豆ミートに加工後は 0.17 g/100 g (d.b) となり、約 1/25 に低下した。ムクナ豆ミート 100% で作製したハンバーグの硬さは 1.6 N であり、一般的な肉で作製したハンバーグの硬さ 3.6 N よりも軟らかく、肉のハンバーグでは作製後のクッキングロスが 30.3% であったのに対し、ムクナ豆ミートのハンバーグでは 21.3% に抑えられた。タンパク質(P)、脂質(F)、および炭水化物(C)の含有量は、肉で調製したハンバーグが P:20.0%、F:17.8%、C:7.0% であったのに対し、ムクナ豆ミートでは P:13.9%、F:3.6%、C:17.5% であった。この値から熱量を算出すると、肉ハンバーグは 268kcal、ムクナ豆ミートハンバーグは 157kcal となった。これらのことから、ムクナ豆ミートで作製したハンバーグは L-dopa 量が制御されるだけでなく、高たんぱく、低脂質、低カロリーで栄養的にも優れた代替肉調理品であり、ムクナ豆ミートの代替肉としての有用性が明らかとなった。

3. 今後の研究における課題または問題点

今後は官能評価などで好ましさや受容度についても精度の高い客観的評価を行い、嗜好性に関しても問題点を明らかにし、改善を行う必要がある。

MTHFR 遺伝子多型を有する女性長距離陸上選手における 血漿ホモシステイン軽減の検討

太田 昌子（食環境科学部健康栄養学科）

1. 研究の背景

ホモシステイン（Homocysteine : Hcy）とは、メチオニン代謝の中間代謝物である。血中 Hcy 濃度の高値は、生活習慣病をはじめとする多くの疾病のリスク因子となる。さらに、血中 Hcy 濃度の上昇は、酸化ストレスの発生にもつながり、運動実施者のパフォーマンスやコンディショニングに影響を及ぼす可能性がある。血中 Hcy 濃度が上昇する要因としては、性別や加齢などの生理的要因、喫煙などの生活習慣、遺伝的要因、Hcy の代謝に関与する栄養素の不足、一過性運動などが挙げられる。本研究では、遺伝的要因、栄養素の不足、一過性運動の 3 つの要因について着目した。

2. 調査報告および研究報告

疲労骨折の頻度が非常に高い女性長距離陸上選手を対象として、個人の先天的因子である MTHFR C677T 遺伝子多型、血漿 Hcy および Pen 濃度に着目した。その結果、MTHFR C677T 多型保有者は血漿 Hcy 濃度の上昇を誘発しやすく、疲労骨折リスクが高いことが示唆され、スクリーニング因子としての可能性を見出した。また、MTHFR C677T SNP を有する場合、Hcy 代謝経路において、葉酸非依存性の再メチル化経路、硫黄転移経路によって代謝を進めている可能性が見られた。

次に、“食事”と“運動”に着目した。血漿 Hcy 濃度の変化が大きいと予想されるアスリートにおいて、食事条件を揃え、運動（一過性の持久性運動）の実施の有無において血漿 Hcy 濃度の変化を調査した結果、高強度運動は血漿 Hcy 濃度の有意な上昇をもたらすことが示され、さらに、その上昇が 24 時間後も現れていることが示された。このことから、高強度な持久性運動を継続する女性アスリートでは、ベースライン濃度が上昇する可能性が示された。

最後に、血漿 Hcy 濃度が上昇する「一過性持久性運動」を実施した時、血漿中の代謝プロファイル全体を比較するとともに、Hcy/メチオニン代謝周辺の代謝動態に着目した。その結果、運動前後では TCA 回路を中心としたエネルギー産生関連物質にプロファイルの違いが見られた。Hcy/メチオニン代謝周辺において、メチル基供与体の需要と供給に関連する物質にプロファイルの違いが見られた。葉酸非依存性経路に位置するベタインが消費され、S-アデノシルホモシステインよりメチル基を供与されることで合成されるクレアチン、その後のクレアチニンが上昇し、硫黄転移経路が進むことによって生成される 2-ヒドロキシ酪酸が Post 群で上昇していたことから、運動の実施においても葉酸非依存性経路と硫黄転移経路が積極的に動いている可能性がみられ、MTHFR が関連する葉酸依存性経路の代謝をより活性化することも重要であると考えられる。

3. 今後の研究における課題または問題点

個人の先天的な因子である MTHFR C677T SNP を中心として、運動の種類（持久性、レジスタンス）、強度、1 回の実施時間、習慣的な実施といった運動パラメータをより詳細に設定し、運動前後での血漿 Hcy 濃度や代謝プロファイルの比較検討を継続していくほか、SNP および運動実施に

よる代謝の違いを明確にし、栄養的介入のターゲットを探索する所存である。

発表論文・著書

- 1) Akiho Shinagawa, Naho Serizawa, Tomoki Yamazaki, Ayako Minematsu, Yuichi Miyakoshi, Tomohiro Yano and Masako Ota (2022) Short-term combined intake of vitamin B2 and vitamin E decreases plasma homocysteine concentrations in female track athletes. *Dietetics*, 1, 216–226.
- 2) Ayako Minematsu, Naho Serizawa, Akiho Shinagawa, Tomoki Yamazaki, Yuichi Miyakoshi, Tomohiro Yano and Masako Ota (2022) Endurance exercise increases next-day fasting plasma homocysteine concentrations in female long-distance runners. *J.Clin.Physiol.*52.151-159.

学会発表

- 1) 品川明穂, 宮越雄一, 矢野友啓, 太田昌子. 一過性有酸素運動後における血中ビタミン B 群濃度の変動. 日本ビタミン学会第 74 回大会. 福岡県. 2022 年 6 月
- 2) 品川明穂, 飯村泰弘, 大上安奈, 宮越雄一, 矢野友啓, 太田昌子. ビタミンの短期摂取における血漿ホモシステインの変動. 第 20 回日本機能性食品医用学会総会. 京都府. 2022 年 12 月

「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

グループ B:

研究タイトル: アスリートの健康: コンディショニングの捉え方と現状

-社会人と大学生アスリート-

スポーツ選手における食品選択に影響する要因の評価の試み

女子サッカー選手の体力的特徴に関する研究

-リーグ戦最終順位と GPS による自チームの運動量の違いについて-

女子サッカー選手の体力的特徴に関する研究

-同チームの 3 シーズンでの比較-

研究メンバー: 岩本紗由美 (ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

杉田記代子 (東洋大学ライフイノベーション研究所)

高田和子 (東京農業大学)

中島徹哉 (ライフデザイン学研究科 健康スポーツ学専攻)

研究概要: アスリートにとって競技力向上と健康状態を維持する目的のコンディショニングは非常に重要である。そこで、本年度の報告は女子サッカー、女子バスケットボールプレーヤーを対象にセルフコンディショニングチェックと休養の現状についての報告となる。興味深い結果としては、両対象チームの 9 割以上のプレーヤーが何かしらコンディショニング要因に関連する事項を毎日記録しており、その項目としては、体重、体温、睡眠時間について記録しているプレーヤーの割合が高かった。

また、コンディショニングには食事内容も大きな要因となるため、スポーツ現場では様々な食事調査質問紙が使用されている。そこで、本研究では、食品選択に関する要因を整理し、作成された質問紙 (The Athlete Food Choice Questionnaire: AFCQ) の日本語版を作成し、選手の食品選択に影響している要因を評価することを試みた。この試みでの新たな知見としては、他者の影響や価値観と信念の影響は低い傾向がみられ、競技パフォーマンスに関連する事項が選手の食品選択に影響する要因として高い傾向にあった。

さらに、コンディショニングには運動負荷も関係することから、本研究については研究協力に同意が得られた女子サッカーチームを対象に、グローバルポジションシステム (GPS) を用い、異なる年度において、試合時における運動量 (走行距離、加速数など) を明らかにした。加えて、対戦相手を同リーグ内のチーム最終順位で分類し、リーグ戦上位、中位、下位チームと行う試合時の運動量 (走行距離、加速・減速数、スプリント回数) を明らかにし、対戦相手のレベルにより、運動量が異なるかについても検討を行った。

興味深い結果として、リーグが 2 部リーグから 1 部リーグにあがったことが要因と考えられるが、年度において運動量及び運動強度といった体力的な特徴が異なる傾向にあるこ

とがみとめられた。更に、最終順位が高いチームとの試合においては、運動強度が高い傾向がみられ、同リーグ内でのチームレベルの違いにおいてもフィジカルフィットネスの差が試合に反映される可能性があった。

女子サッカー選手の体力的特徴に関する研究 ～リーグ戦最終順位と GPS による自チームの運動量の違いについて～

岩本紗由美(ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)
中島徹哉(ライフデザイン学研究科 健康スポーツ学専攻)
高田和子(東京農業大学)
杉田記代子(ライフイノベーション研究所)

1. 研究の背景

サッカーは、1 試合で 10~13km をランニングや方向転換、ジャンプなどの高強度運動を約 1400 回行う、高強度運動と低強度運動を繰り返すフィールドスポーツである。近年の研究では、サッカーの高強度運動に関する報告がされており、競技レベルが高くなることで高強度ランニングやスプリント回数などの高強度運動の割合上がることや回数が増えることが報告されている。そこで、本研究では グローバルポジショニングシステム (GPS) 機器を用い、同リーグ内のチームを最終順位で分類し、リーグ戦上位、中位、下位チームとの試合においての運動量 (走行距離、加速・減速数、スプリント回数) に違いがあるかを明らかにすることとした。尚、本報告では女子サッカー選手の試合時の GPS データの一部を抜粋し報告する。

2. 調査報告および研究報告

【方法】

対象者はなでしこリーグ 1 部リーグに所属する A チームに在籍する選手とし、各シーズンそれぞれの公式戦 11 試合の内試合に出場した選手のみを分析対象とした。データは各試合に出場した選手の合計値とし、リーグ戦の最終順位 (上位:1~3 位、中位:4~7 位、下位:9~12 位) で試合を分類した。本チームはリーグ戦最終順位では 8 位であった。算出項目は、総走行距離、各スピードゾーンの走行距離、加速・減速数、スプリント回数とした。尚、本研究は東洋大学ライフデザイン学部倫理委員会より承認を得ており、対象者には書面と口頭にて本報告の主旨を説明し、書面にて同意を得た。

【結果・考察】

試合ごとの総走行距離・各スピードゾーンの走行距離・スプリント数、加速数・減速数の結果を表 1、表 2 に示す。各試合においては Zone2 以外の全ての項目において、1~3 位の試合の値が高い傾向にあった。運動強度の高さを示す Zone4~Zone6 までの走行距離、スプリント回数、加速・減速数が特に高い傾向がみられた。

これらの結果から、同リーグ内のチームとの試合においても対戦相手によって運動量や運動強度

が変わることが示された。リーグ戦最終順位が高いチームとの試合においては、運動強度が高い傾向がみられ、同リーグ内でのチームレベルの違いにおいてもフィジカルフィットネスの差が試合に反映される可能性があった。このことから、高順位チームとの対戦に対応するために自チームでの普段の練習においてもその負荷と同等もしくはそれ以上の強度を想定したトレーニングを行うことの必要性が考えられた。

表1. 対戦相手の最終順位別の各試合における総走行距離と各スピードゾーンの走行距離

	総移動距離 (m)	Zone 1 0~6 km/h (m)	Zone 2 6~12km/h (m)	Zone 3 12~16km/h (m)	Zone 4 16~18m/h (m)	Zone 5 18~23km/h (m)	Zone 6 23km/h~ (m)
1~3位	107295 ± 3363	28407 ± 406	43180 ± 2166	21816 ± 1180	5922 ± 200	6817 ± 257	1347 ± 209
4~7位	100698 ± 5366	28603 ± 1015	40992 ± 2858	19774 ± 1870	5123 ± 457	5617 ± 306	792 ± 101
9~12位	103843 ± 6254	27673 ± 551	44419 ± 3428	20553 ± 1729	5166 ± 482	5473 ± 650	754 ± 123

Mean ± SD

表2. 対戦相手の最終順位別の各試合におけるスプリント回数と加速・減速回数

	Sprint (回)	加速数 (回)	減速数 (回)
1~3位	84 ± 9	637 ± 59	689 ± 40
4~7位	50 ± 8	526 ± 100	619 ± 91
9~12位	54 ± 3	566 ± 45	680 ± 45

Mean ± SD

3. 今後の研究における課題または問題点

本研究は 1 チームを対象に対戦相手の最終順位ごとに試合の比較をした研究である。今回は、自チームのみの分析であったため、対戦相手チームの体力的な特徴を明確にすることはできていない。さらに、試合に影響を与える要因は、チーム戦術などのテクニカルな部分の影響もある。今回対象としたリーグにおいては、本研究対象チームとの対戦で運動強度の高いチームの順位が高い傾向にあったが、他チームとの対戦や他リーグにおいては同様の傾向がみられない可能性もある。これらを明らかにするために、さらに対象範囲を広げていくことが求められる。

アスリートの健康:コンディショニングの捉え方と現状

-社会人と大学生アスリート-

杉田記代子(ライフイノベーション研究所)

岩本紗由美(ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

高田和子(東京農業大学)

中島徹哉(ライフデザイン学研究科 健康スポーツ学専攻)

1. 研究の背景

アスリートは日々のコンディションを良い状態に保つことが重要であることは既に認識されており、そのためにはアスリート自身が日々の身体情報を記録することから始まる。そのため、古くからコンディショニング記録は推奨されており、近年ではコンディショニングアプリも広く活用されている。

これまで我々は健康問題リスクが高いとされている女子長距離ランナーを対象に日々のコンディショニング記録を推奨してきた。しかし、異なる競技やチームではその取り組みも異なることが考えられる。そこで、社会人サッカープレーヤーと大学生バスケットボールプレーヤーを対象にし、コンディショニングに対する調査をおこなった。本報告においては毎日行なっているコンディショニングチェック項目と栄養、休養に対しての主観、朝練習への取り組みとその準備に関連する結果の一部を抜粋する。

2. 調査報告および研究報告

【方法】

対象は女子社会人サッカープレーヤー(SO)(競技歴 18.1 ± 4.4 年)24名と女子大学生バスケットボールプレーヤー(BK)(競技歴 18.1 ± 4.4 年)41名を対象とした。調査方法は自記式調査法とし、コンディショニングの現状と取り組みに関する内容とした。本報告については、コンディショニングとして毎日記録している項目、栄養、休養に対しての主観、朝練習への取り組みとその準備について集団の傾向の違いを検討した。

【結果】

コンディショニングとして毎日記録している項目について、SOは9割(91.7%)が、BKは全員(100.0%)が「ある」と回答している。毎日記録している項目として両集団に回答が多かった項目は、体重(SO:70.8%, BK:97.6%)、体温(SO:83.3%, BK:97.6%)、睡眠時間(SO:83.3%, BK:100.0%)が挙げられた。上記以外にSOの傾向としては7割弱のプレーヤーが主観的疲労感(67.7%)、主観的トレーニング強度(67.7%)について毎日記録しており、BKの傾向としては9割

のプレーヤーが体温(97.6%)と痛みの部位(97.6%)について毎日記録していた。

表 1. 毎日行なっているコンディショニングチェック項目

		サッカー		バスケットボール	
		24		41	
コンディショニングとして毎日記録しているものはありますか？		人	%	人	%
ない		2	8.3	0	0
ある		22	91.7	41	100.0
体重		17	70.8	40	97.6
体脂肪		5	20.8	3	7.3
体温		20	83.3	40	97.6
血圧		0	0.0	1	2.4
安静心拍数		1	4.2	1	2.4
睡眠時間		20	83.3	41	100.0
主観的気分		1	4.2	22	53.7
主観的疲労感		16	66.7	32	78.0
痛みの部位		2	8.3	40	97.6
主観的トレーニング強度		16	66.7	8	19.5
食事内容		0	0.0	2	4.9

両集団ともトレーニングを前向きに行うだけの栄養は十分取れている(SO:100.0%, BK:87.8%)と回答している。休養日についてはSOが9割弱(87.5%)、BKにおいては6割強(61.0%)が確保しているという回答になっており、トレーニングを前向き行うだけの休養は十分取れているかについては、SOは8割弱(79.2%)、BKにおいては5割強(56.1%)という回答になっており、BKについては休養が十分確保されておらず、疲労が残っていると感じているプレーヤーが多い傾向を示している。

社会人(練習後に仕事)と学生(授業後に練習)と練習の形態が異なっていることで朝練習の取り組みに関しては両集団の傾向は異なっている(SO:75.0%, BK:17.1%)。朝練習を実施するプレーヤーを対象とした就寝時間の調査ではSOは22時台が多く、0時前には全員が就寝しているが、BKは早くとも23時台の就寝時間であり、0時以降に就寝しているプレーヤーもいることがわかる。さらにSOは夕食時間をある程度決めているようだが、BKは全員が決まっていないと回答している。しかし、両集団とも朝練習前に補食をしている割合は5割弱である(SO:44.4%, BK:42.9%)。

3. 今後の研究における課題または問題点

今回の調査結果では社会人サッカーチームおよび大学生バスケットボールチームともに専属トレーナーがいるチームであったこともあり、アスリート自身がコンディショニング記録をしている割合が高いことが示された。社会人サッカーチームはGPSにて走行距離を計測しており、それとの関連で主観的疲労感やトレーニング強度を記録していたことが示唆された。

大学生アスリートは授業終了後に練習があるため、午前中に練習時間を設定している社会人チームより就寝時間が遅い傾向が示されており、その影響で十分休養が確保できていない傾向が示唆された。両チームとも朝練習前に補食をする割合が少なく、エ

エネルギー不足の状態朝練習に取り組んでいる傾向が強いことは改善すべき課題であるといえる。

表 2. 栄養、休養に対しての主観、朝練習への取り組みとその準備

		サッカー		バスケットボール	
		24		41	
		人	%	人	%
トレーニングを前向きに行えるだけの栄養は十分とれていると感じますか？					
いいえ		0	0.0	6	14.6
はい		24	100.0	36	87.8
現在トレーニング休養日はありますか？					
ない		2	8.3	16	39.0
ある		21	87.5	25	61.0
トレーニングを前向きに行えるだけの休養は十分とれていると感じますか？					
いいえ		5	20.8	18	43.9
はい		19	79.2	23	56.1
あなたは現在朝練習を行っていますか？					
いいえ		6	25.0	34	82.9
はい		18	75.0	7	17.1
朝練習を行なっている対象者		18		7	
開始時間		人	%	人	%
6時台		1	5.6	0	0.0
7時台		0	0.0	7	100.0
8時台		17	94.4	0	0.0
就寝時間					
20時台		2	11.1	0	0.0
21時台		3	16.7	0	0.0
22時台		8	44.4	0	0.0
23時台		3	16.7	1	14.3
0時台		0	0.0	3	42.9
1時台		0	0.0	1	14.3
決まっていない		2	11.1	2	28.6
前日夕食時間					
17時台		3	16.7	0	0.0
18時台		2	11.1	0	0.0
19時台		10	55.6	0	0.0
20時台		0	0.0	0	0.0
21時台		1	5.6	0	0.0
決まっていない		2	11.1	7	100.0
朝練習前（中）に補食しますか？					
いいえ		10	55.6	4	57.1
はい		8	44.4	3	42.9
しっかり朝食		5	27.8	1	14.3
軽食（おにぎりやバナナ）		2	11.1	2	28.6
糖分のあるゼリーやドリンク		1	5.6	0	0.0

スポーツ選手における食品選択に影響する要因の評価の試み

高田和子(東京農業大学)

岩本紗由美(ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

杉田記代子(ライフイノベーション研究所)

中島 徹哉(ライフデザイン学研究科 健康スポーツ学専攻)

1. 研究の背景

スポーツ選手への栄養摂取に関連する適切な情報提供やサポートについて検討していくために、これまで、選手の栄養知識を評価する質問紙の日本語版の作成及び選手用の食事摂取状況を把握する質問紙の検討を行ってきた。食品の選択においては、知識や価値観、社会・経済的、文化的要因など様々な要素が影響をしている。Symmank ら(2017)が開発した栄養と食習慣の決定要因においては、成人の食品選択に影響する要因として個人的、個人間、環境、方針の 4 つの要因があるとしている。本年度は、選手において Symmank らの枠組みに従って食品選択に関する要因を整理し作成された質問紙(The Athlete Food Choice Questionnaire:AFCQ,)の日本語版を作成し、選手の食品選択に影響している要因を評価することを試みた。

2. 調査報告および研究報告

【方法】

1) 調査票の日本語版作成

Rachael LT ら(2019)の the Athlete Food Choice Questionnaire (AFCQ)の日本語版を作成した。日本語版作成にあたっては、①日本人 2 名による日本語訳、②別の日本人 2 名による原本と日本語訳の確認、③本研究と利害関係のない第 3 者による日本語訳の逆翻訳、④質問紙の原作成者による逆翻訳と原本の比較、⑤相違点や日本の食事に適さない食材の修正の段階を経て行った。

2) 対象

対象は体育大学バスケットボール部に所属する女子選手41名とサッカークラブチームに所属する女子選手24名であった。対象者には、本研究の目的、方法、データの取り扱いについて説明し、書面での同意を得た。本研究は「東洋大学ライフデザイン学部倫理委員会」及び「東京農業大学における人を対象とする実験・調査等に関する倫理委員会」の承認を得て、実施した。

【結果】

食品選択に影響する要因として、「しばしば影響する」「いつも影響する」と回答した選手の合計を表に示した。バスケットボールでは、パフォーマンスに関連する 3 項目がいずれも 80%を超えて高かった。次いで、感覚的な魅力に関する「食べ物の風味」や「味」が 80%を超える選手が影響していると回答していた。それ以外に 60%を超える回答が得られた項目は、「食べ物に含まれる栄養

素量」「今日食べた物を把握できているか」「減量もしくは増量しようとしているか」であった。一方、サッカーでは80%を超える選手が影響していると回答している項目はなく、多くの選手の食品選択に影響していた項目は、「今日食べた物を把握できているか」「競技のために体にエネルギーを蓄える必要性」「体の回復のためにエネルギーを補給する必要性」(いずれも 70.8%)であった。全体として、他者の影響や価値観と信念は低い傾向がみられた。

		バスケットボール (n=41)		サッカー (n=24)	
		n	(%)	n	(%)
食物の栄養属性	食べ物に含まれるビタミンやミネラル	14	(34.1)	8	(33.3)
	食べ物の自然な素材	14	(34.1)	7	(29.2)
	食べ物に対する健康や栄養表示	23	(56.1)	10	(41.7)
	食べ物に含まれる食物繊維量	14	(34.1)	4	(16.7)
	食べ物に含まれる栄養素の量	25	(61.0)	11	(45.8)
	食べ物が全粒粉や玄米であるか	19	(46.3)	4	(16.7)
	食べ物に含まれているナトリウム量	15	(36.6)	4	(16.7)
感情の影響	どれだけ悲しいか	7	(17.1)	1	(4.2)
	どれだけストレスを感じているか	19	(46.3)	5	(20.8)
	どれだけ怒っているか	6	(14.6)	1	(4.2)
	食べることでどれだけ慰められるか	16	(39.0)	5	(20.8)
	どれだけ幸せか	17	(42.5)	8	(33.3)
食と健康の意識	食事を事前に計画する能力	13	(32.5)	8	(33.3)
	調理技術	16	(40.0)	7	(29.2)
	栄養価の高い食べ物に関する知識	7	(17.5)	3	(12.5)
	今日、食べた物を把握できているか	24	(60.0)	17	(70.8)
他者の影響	他のアスリートが何を食べているか	5	(12.5)	2	(8.3)
	友人が何を食べているか	8	(20.0)	2	(8.3)
	家族が何を食べているか	11	(27.5)	3	(12.5)
通常の食習慣	どのくらい身近な食べ物か	18	(45.0)	6	(25.0)
	自分が食べて育ってきた食べ物であるか	17	(42.5)	6	(25.0)
	自分の文化的な食事スタイル	12	(30.0)	6	(25.0)
体重管理	減量もしくは増量しようとしているか	24	(60.0)	6	(25.0)
	自分の目標とする体重のために有益であるか	15	(37.5)	10	(41.7)
	現在の体重/ボディ・イメージに満足しているか	11	(27.5)	6	(25.0)
	シーズンオフかどうか	12	(30.0)	8	(33.3)
食に対する価値観と信念	自分が持つ動物愛護に対する価値観にあっているか	15	(37.5)	3	(12.5)
	自分の宗教上の食べ物に対する信条	2	(5.0)	1	(4.2)
	その食べ物が持続可能な方法で生産されているか	4	(10.0)	4	(16.7)
感覚的な魅力	食べ物の風味	32	(80.0)	13	(54.2)
	食べ物の味	33	(82.5)	15	(62.5)
	食べ物の食感	31	(77.5)	13	(54.2)
	入手時の五感への影響	23	(57.5)	8	(33.3)
パフォーマンス	競技のために体にエネルギーを蓄える必要性	34	(85.0)	17	(70.8)
	トレーニングや競技のために活力に満ちていると感じる必要性	33	(82.5)	13	(54.2)
	体の回復のためにエネルギーを補給する必要性	34	(85.0)	17	(70.8)

3. 今後の研究における課題または問題点

今年度は、食品選択をする際に選手がどのような要因に影響を受けているかを把握するための質問紙の日本語版を作成し、評価することを試みた。今後は、この結果が他の国の選手と比較することで日本人選手の特徴を明らかにする。また、実際の選手の食事の状況と比較することで、選手の各栄養素摂取状況に、どのような要因が影響しているかを明らかにして、より効果的な栄養サポートの実施に向けた方策を検討する。

女子サッカー選手の体力的特徴に関する研究 ～同チームの3シーズンでの比較～

中島徹哉(ライフデザイン学研究科 健康スポーツ学専攻)

岩本紗由美(ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

高田和子(東京農業大学)

杉田記代子(ライフイノベーション研究所)

1. 研究の背景

競技スポーツでは、パフォーマンス向上のためにその競技に求められる体力要素を明らかにし、求められる体力に近づけるためのフィジカルトレーニングを計画・実施することが必要である。近年では、練習・試合時の体力的な特徴の把握のためにグローバルポジションシステム(GPS)が用い、試合中のフィールド上の運動量(走行距離、加速・減速数、スプリント回数など)について分析がされている。しかし、女性サッカー選手を対象にGPSを用いて体力要素や運動量についての報告は数少なく、体力要素の指標や試合での運動量は明確でない。本研究ではGPS機器を用い、女性サッカー選手の試合時の運動量(走行距離、加速数など)について、同チームを対象に異なるシーズンで比較する。尚、本報告では女子サッカー選手の試合時のGPSデータの一部分を抜粋し報告する。

2. 調査報告および研究報告

【方法】

1) 対象

対象者はなでしこリーグに所属するチーム(2020は2部リーグ、2021、2022は1部リーグ)に在籍する選手とし、各シーズンそれぞれの公式戦11試合の内試合に出場した選手のみを分析対象とした。ポジションは、センターバック(CB)、サイドバック(SB)、ミッドフィールダー(MF)、サイドミッドフィールダー(SMF)、フォワード(FW)に分類した。尚、本研究は東洋大学ライフデザイン学部倫理委員会より承認を得ており、対象者には書面と口頭にて本報告の主旨を説明し、書面にて同意を得た。

2) 試合時の運動量の評価

試合のTime-motion分析をGPS機器(Gpxe)を用いて行い、各ポジションの動作特性について検討した。分析項目は、試合中の総走行距離、6つのスピードゾーン(0-6km/h、6-12km/h、12-16km/h、16-18km/h、18-23km/h、23km/h-)の走行距離、加速数、減速数とした。

【結果】

各ポジションの総走行距離・各スピードゾーンの走行距離・加速数・減速数の結果を表 1、表 2、表 3 に示す。総走行距離は、MF 以外のポジションで 2021 シーズンが長い傾向を示した。各スピードゾーンの走行距離では、18km/h 以上の走行距離はすべてのポジションにおいて 2022 シーズンが高い値を示した。23km/h 以上の走行距離も同様にすべてのポジションにおいて 2022 シーズンが高い傾向を示した。加速数・減速数は、2020 シーズンが低く、2021 と 2022 シーズンに近い値の傾向を示した。

これらの結果から、同チームにおいても各シーズンにおいて運動量及び運動強度といった体力的な特徴が異なる傾向にあることがみとめられた。これらに関わる要因としては、リーグのレベルが上がったこと、選手のフィットネスレベルが上がっていたこと、対戦相手の違いなど様々な要因が考えられるが、今回の研究では検討していないため、今後さらに検討する必要がある。

表1.2020シーズン 各ポジションの走行距離と加速・減速数

2020	n	総移動距離 (m)	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	加速 (回)	減速 (回)
			0~6 km/h (m)	6~12km/h (m)	12~16km/h (m)	16~18m/h (m)	18~23km/h (m)	23km/h~ (m)		
CB	14	9381 ± 402	3055 ± 139	4172 ± 356	1379 ± 197	337 ± 34	392 ± 70	48 ± 32	36 ± 7	51 ± 10
SB	11	10153 ± 197	3142 ± 155	4039 ± 277	1761 ± 167	515 ± 66	598 ± 68	99 ± 52	38 ± 10	63 ± 9
MF	11	11005 ± 647	2761 ± 195	5170 ± 273	2168 ± 559	492 ± 140	391 ± 127	24 ± 19	30 ± 9	56 ± 14
SMF	14	9898 ± 623	3164 ± 239	3987 ± 363	1643 ± 215	472 ± 68	553 ± 88	80 ± 32	39 ± 7	62 ± 9
FW	3	8912 ± 41	3042 ± 292	3741 ± 9	1369 ± 238	369 ± 55	368 ± 38	24 ± 12	50 ± 1	65 ± 17

Mean ± SD

表2. 2021シーズン 各ポジションの走行距離と加速・減速数

2021	n	総移動距離 (m)	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	加速 (回)	減速 (回)
			0~6 km/h (m)	6~12km/h (m)	12~16km/h (m)	16~18m/h (m)	18~23km/h (m)	23km/h~ (m)		
CB	22	9750 ± 745	2945 ± 154	4337 ± 470	1684 ± 321	367 ± 81	359 ± 104	59 ± 36	50 ± 7	57 ± 13
SB	19	10153 ± 403	3045 ± 189	4158 ± 342	1826 ± 170	487 ± 62	537 ± 106	100 ± 55	58 ± 13	71 ± 8
MF	15	10886 ± 652	2827 ± 276	4920 ± 260	2110 ± 459	501 ± 218	479 ± 184	48 ± 43	47 ± 10	73 ± 14
SMF	13	10309 ± 194	3240 ± 143	3906 ± 253	1788 ± 129	540 ± 59	675 ± 65	160 ± 44	66 ± 8	81 ± 10
FW	4	10359 ± 625	3217 ± 80	3908 ± 198	1896 ± 352	532 ± 109	717 ± 58	89 ± 41	75 ± 3	88 ± 17

Mean ± SD

表3. 2022シーズン 各ポジションの走行距離と加速・減速数

2022	n	総移動距離 (m)	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	加速 (回)	減速 (回)
			0~6 km/h (m)	6~12km/h (m)	12~16km/h (m)	16~18m/h (m)	18~23km/h (m)	23km/h~ (m)		
CB	31	9832 ± 811	2888 ± 225	4143 ± 535	1935 ± 346	417 ± 78	414 ± 119	58 ± 37	52 ± 8	60 ± 10
SB	22	9884 ± 997	2776 ± 291	3958 ± 412	1951 ± 259	518 ± 101	590 ± 134	100 ± 46	63 ± 11	73 ± 11
MF	31	9705 ± 1301	2423 ± 495	4225 ± 599	2067 ± 420	501 ± 117	521 ± 91	50 ± 31	48 ± 16	74 ± 22
SMF	17	9328 ± 1317	2757 ± 397	3613 ± 522	1615 ± 268	491 ± 105	709 ± 168	178 ± 60	66 ± 12	73 ± 14
FW	16	9362 ± 1260	2584 ± 391	3842 ± 618	1738 ± 255	496 ± 101	750 ± 115	123 ± 81	76 ± 15	82 ± 18

Mean ± SD

3. 今後の研究における課題または問題点

本研究は 1 チームを対象に 2020~2022 シーズンの比較をした研究である。今回は、GPS により取得したデータを元に比較を行ったが、他のフィットネスデータも兼ね合わせて検討することにより、より体力的な特徴の違いを明確にすることができると考える。

さらに、対象とする試合数やチームを増やし走行距離や加減速数と、チームの戦術などのテクニカ

ルなデータとの関連性を検討していくことで試合を有意に運ぶために必要な体力的要因を明らかにすることができる考える.

スウェーデンのコレクティブハウスにおける

コロナ禍における相互支援の状況

水村 容子（ライフデザイン学部人間環境デザイン学科）

1. 研究の背景

本研究は過年度において、スウェーデンのコレクティブハウスにおける共食活動を通じた住民同士の協働・住宅コミュニティ形成の状況について研究を展開してきた。しかしながら 2019 年のコロナ禍発生以降、研究の中断を余儀なくされてきた。今年度においては、ようやく現地への渡航が可能となったため、共食活動に関する調査を実施した住宅の中より、調査依頼を受諾してくださった 2 住宅を調査対象とし、コロナ禍下における住民同士の相互支援の状況に関するインタビュー調査を実施し、共同性の高い集合住宅居住の有効性について検討を行った。

2. 調査報告および研究報告

調査は 2022 年 10 月、スウェーデンの首都ストックホルムに所在するコレクティブハウス、Fardknappen 及び Tullstugen の住民・運営メンバーへのインタビュー形式で実施した結果、以下の点が把握できた。

2-1. Fardknappen におけるインタビュー調査の結果

（22 年 10 月 24 日、8 名の住民と座談会形式で実施）

- ・ 2020 年 3 月 17 日から 22 年 4 月までコモンミールは中止。住宅の管理組合役員が決定。
- ・ コロナ禍の間、住宅の運営については Zoom ミーティングを行った。共用部分の清掃はいつも通り行っていた。
- ・ 自発的にコモンダイニングで食事をとるグループはいた（特に夏期）。buffet 形式ではなく、各自のテーブルに生じを配膳したり、距離を保った着座位置にするなどの対応を行っていた。希望しない住民には強要しなかった。
- ・ 毎日 15 時からの Fika(コーヒータイム) は継続していた。座席の距離を保ったり、庭で共するなどの対応を行なった。
- ・ 3 名ほどコロナ陽性患者が出たが、彼らは自分の住戸で過ごしその間食事を玄関まで配膳する対応を行なった。
- ・ コロナ以前は顔を合わさなかった住民同士で散歩を始めた例もあった。住宅の近所の写真を撮ってきて、場所をあてあうゲームなども開始された。
- ・ ワクチンの申し込みや発熱時の受診方法について、住民同士で情報交換を行えたことは有効だった。
- ・ 毎日距離を保ちつつも住民同士で顔を合わせることがあったので、孤独は感じなかった。
- ・ コロナ禍の間、7・8 人の新規住民がいしたが、彼らの期待した活動が展開されず残念であった。
- ・ また、コレクティブハウスにはくらしていないコモンミールのサポートメンバーの脱落がありメンバーが減少してしまった。

2-2. Tullstugen におけるインタビュー調査の結果

(22 年 10 月 25 日、住宅の運営メンバー 1 名へのヒアリング調査)

- 2020 年 3 月にコモンミール活動を中止した。同年 5 月に少人数者により週 2 回ほど自主的に再開。15 名程度が参加した。22 年春にコモンミールは完全に再開。
- 11 時の Fika は継続し、各自自宅からコーヒーを持参し参加していた。
- 特に単身世帯、高齢者、シングルマザー世帯には交流が必要であった。
- 夏・冬ともに中庭を利用した食事会も開催した。また、金曜日に 8-9 人が自主的に食事を持ち寄り食事会をさいさいしていた。
- 住民同士で美術館へ連れ立ったり、読書会グループで街歩きを行う、新しい活動が展開された。
- コモンミールが中止されていた間、活動のための基本料金月 100 クローネを徴収していたが、特に批判はなかった。
- 住宅や食堂の清掃は中断されず継続していた。
- 陽性の住民は自宅待機となったが、食事や買い物の支援は住民同士で行なった。
- 共用空間への来客者の受け入れは中断したが、住戸への訪問は受け入れていた。
- 住宅での会合やワクチンの予約などについて、アプリやリモートの使用を嫌がる高齢者もいたが、若い住民が支えることで対応していた。
- コロナ禍を経て、コレクティブハウスへ居住する真意を理解する住民が増えた様に思う。2022 年 5 月に新規の住民が 2 名入居した。

3. 今後の研究における課題または問題点

上記の調査結果より、コロナ禍下においても可能な限りの活動が展開し、住民同士の相互支援や繋がりが継続された状況が明らかになった。また、本調査時に行った、現地の研究者へのインタビュー及び文献検索から、コロナ禍を経て、以下の観点から共同性の高い集合住宅居住、すなわちコレクティブハウジングも含んだ広義の居住形態であるコ・ハウジングがヨーロッパ諸国で注目されている状況が把握できた。

- 孤独・孤立の払拭、住民の繋がりを生み出す居住形態
- 高齢者のための活力ある居住形態
- 命を守るための社会インフラとしての居住形態
- **Building community** : 住宅取得や賃料などに関する住居費が高騰するヨーロッパの大都市部において **Affordable** な負担で住宅を取得する新しい手法として注目
- 経済的に **Sustainable** な居住形態
- 環境配慮の面で **Sustainable** な居住形態

次年度以降は、新たな動向が生じているスウェーデン及び北欧諸国のコ・ハウジングの居住実態の調査を通じて、高齢期においても安心かつ活力を維持できる居住形態についての検討を重ねていきたい。

発表論文・著書 学会発表

さらなる調査を重ね、次年度以降発表する予定

身体動作をセンシングする日用品のデザイン

柏樹 良（ライフデザイン学部人間環境デザイン学科）

1. 研究の背景

住環境における健康寿命の延伸に関係する項目は多岐に渡るが、その中で特に注目しているのは、家具や生活用品、生活道具といった日用品の使い方について日常的に情報収集することで、ユーザーの生活実態が把握できるのではないかと、ということである。カメラを使用した画像記録に頼ることなく個人の生活実態が把握できれば、プライバシーの侵害を気にすることなく住環境における様々なサービスの拡充につなげることが可能になると考えられる。そこで、最も典型的な家具である椅子に着目し、その椅子に様々なセンサーを取り付けたうえで、それらの情報と椅子の使い方の相関関係を明らかにし、身体動作をセンシングする日用品のデザインについて今後必要になると思われる項目を把握することを目的とする。

2. 調査報告および研究報告

椅子に取り付けるセンサーについての基本的な研究を終え、現在は椅子の移動や着座姿勢とタッチポイント（センサー位置）の関係を整理するための実験を繰り返している。

当初、静電容量センサーを使用して、椅子のどの部分に触れているかという情報だけで様々な使用状況が把握できるのではないかと思われたが、椅子を引いたり、押したりするといった日常的にみられる場面では、タッチセンサーだけでは椅子の移動方向が判別しづらいことが判明した。

そこで、加速度センサーの有無など複合的な情報が必要かどうかの検討を繰り返しているが、できるだけ単純な構造で広範囲な情報収集を行いたいので、複雑かつ高度なセンサーを避ける努力を続けている。

3. 今後の研究における課題または問題点

現在、椅子に座ったか、椅子から立ち上がったか、椅子を片付けたか、椅子を引いたかといった単純な動きは判別できるようになってきたが、椅子に座ってそこで勉強しているのか、飲食をしているのか、テレビなどを視聴しているのか、また椅子を引いたのは座るためなのか、掃除をするためなのか、といった生活の実態を判定するだけの情報収集の仕組みの構築には至っていない。

また、ユーザー個別の身長差や体形、動きの癖、着衣の種類や素材などの個人差や状況差によって、着座姿勢などの判定に影響が出てしまい、一般的で普遍的な数値を割り出すには至っていない。

同時に椅子といったような独立して設置、移動が繰り返される道具では、タイムリーな反応を期待すると通信頻度を上げる必要があり、そのぶん消費電力がかさむことから、小さなバッテリーだけでは長時間の運転が厳しく、有線接続を避けるとなると給電の問題も課題となってくる。

安定的に使用実態が把握できるよう引き続き実験を繰り返すことで、ソファなど椅子以外の家具への展開の糸口を見つけ出したい。

抗酸化能の測定方法

林 清（東洋大学 名誉教授）

1. 研究の背景

厚生省がとりまとめている「日本人の食事摂取基準」は、健康寿命の延伸のためにエネルギーや栄養素の摂取量の基準を示したガイドラインである。5年間使用される2020年版では、さらなる高齢化の進展を踏まえ、健康の保持・増進、生活習慣病の発症・重症化予防に加え、新たに高齢者の低栄養予防・フレイル予防も視野に入れて策定され、タンパク質、脂質、糖質、ビタミン、ミネラル等の摂取基準が定められている。一方、アンチエイジングに高い関心が寄せられている。抗酸化物質は、体内での酸化を防止することから加齢防止に効果があると考えられ、サプリメントとしても上市されている。しかし、現状では、食事からどの程度の抗酸化物質をとっているかが計算できないため、抗酸化物質の摂取量と健康機能との関連などの情報が不足している。この要因は、抗酸化能の測定方法が統一されていないことにある。そこで、抗酸化能の測定方法を調査した。

2. 調査報告および研究報告

酸素呼吸をしているヒトの体内では、スーパーオキシド（アニオン）ラジカル、過酸化水素、ヒドロキシルラジカルおよび一重項酸素などの活性酸素種（Reactive Oxygen Species: ROS）が発生するが、これらは反応性が非常に高いため、過剰となった場合には体内のタンパク質、脂質、核酸などと反応し、生活習慣病の発症や老化の促進をもたらす。健康維持のためには、食事等により抗酸化物質を摂取することが有効であるが、測定対象となる活性酸素種が多岐にわたっていることが、測定法の統一を阻んでいる大きな要因である。

一般的な測定法としては、抗酸化物が水溶性物質であれば、ESR法、DPPH法、ORAC法、脂溶性物質であればSOAC法であった。ESR法は、生体に関与する活性酸素スーパーオキシドアニオンラジカル、ヒドロキシルラジカル、一重項酸素を対象に、ESR装置を用いて測定することから、活性酸素の消去活性の詳細が分かるが、多数の試料を分析するには不向きである。DPPH法は日本をはじめアジア圏で広く普及しているものの、生体内で生ずるラジカルではなく人工的な安定ラジカルを対象としたラジカル消去活性の測定方法である。これまでに多くの研究報告が有り、一部データベース化も進んでいるが、公表はされていない。測定法が簡便なため、同じ農産物でも、産地や品種によりどのように抗酸化能が異なるかといった分析に適している。ORAC法は、1992年に米国立老化研究所により開発され、米農務省により改良されたラジカル消去活性の測定方法であり、欧米ではORAC値は健康食品やサプリメント業者などによって製品の宣伝に誤用されている。なお、ORAC値が実際に健康に影響する確たる証拠はないとし、2012年米農務省がORAC値データベースを削除したことが、普及阻害要因となっている。SOAC法は、ORAC法では測定できない脂溶性成分に適用できる。ビタミンEやカロテノイドなどを対象とした活性酸素消去活性の測定方法であり、トマト・人参・パプリカ・カボチャ・食用油などに適している。

3. 今後の研究における課題または問題点

生体内で生ずるラジカルを対象としていても、測定条件が生体内とは異なることもあり、測定された抗酸化能と生体内での抗酸化能とがリンクしている方法は無い。抗酸化能の測定法が定まらないうと、抗酸化能物質をどの程度摂取しているかが定量化出来ない。

発表論文・著書、学会発表 なし

サービス付き高齢者向け住宅における高齢者の生活の変化に関する基礎調査

渡邊 彩子（株式会社 studio-L）

1. 研究の背景

サービス付き高齢者向け住宅（以下、サ高住）の登録制度が運用開始されて 11 年が経過した現在も、サ高住の供給数は伸び続けている。2022 年 12 月時点では約 28 万戸に至り、高齢者住宅・施設で見ると、特別養護老人ホーム、有料老人ホーム、介護老人保健施設に続く量が確保されており、その比重は高まっている。

高齢者が必要な介護、医療を受けながら安心して暮らすことができる住まいとしてサ高住が定着してきていると考えられる一方、新型コロナウイルス感染症（以下、COVID-19）の感染拡大により、サ高住で生活する高齢者のフレイルの進行が懸念される。高齢者における外出や歩行、人との交流、社会参加といった行動が介護、認知症、転倒、うつ等のリスクを抑制し、健康に対する自己評価を高め地域全体の高齢者の健康を向上させることが示唆されている¹⁾。

サ高住の運用開始から 10 年以上が経過した現在、入居者どうしや周辺地域とのつながりの変化に着目し、サ高住に暮らす高齢者の生活実態を把握する調査を実施することとした。

2. 調査報告および研究報告

本研究では 2017 年 4～5 月に実施したサ高住の管理責任者を対象としたアンケートの追跡調査により、高齢者の生活実態の変化を把握するための基礎的調査を実施した。

一般社団法人高齢者住宅機構が管理する「サービス付き高齢者向け住宅情報提供システム（以下、情報提供システム）」を活用し、前回調査時点から東京都、大阪府、新潟県、岡山県の 4 都府県で登録された住戸数を比較すると、東京都では 277 戸から 403 戸、大阪府では 540 戸から 780 戸、新潟県では 87 戸から 119 戸、岡山県では 107 戸から 128 戸に増加した。

そのほか、情報提供システムに掲載される各住宅の情報の充実化が図られ、入居者情報（年齢層、男女別人数、介護度分布）および、認知症・看取りに対する対応や体制、医療処置を必要とする入居者に対する対応や体制等に関する情報が得やすくなったことにより、ユーザーが希望の住宅をより探しやすく、選びやすくなった点が大きく変化した。

3. 今後の研究における課題または問題点

管理責任者を対象としたアンケートの追跡調査を実施し、高齢者の生活実態の変化をより詳細に把握・分析する。

発表論文・著書

1) 木村美也子, 尾島俊之, 近藤克則 (2020 年 4 月)『新型コロナウイルス感染症流行下での 高齢者の生活への示唆: JAGES 研究レビュー』p.8, 一般財団法人日本健康開発財団

加熱式たばこのエピゲノムへの影響

佐藤 綾美（東京都健康長寿医療センター研究所・客員研究員）

1. 研究の背景

喫煙は、肺がんなどの呼吸器疾患の発症及び悪性化に関与することが知られている。近年、たばこ葉を燃やさない加熱式たばこの需要が高まっている。一方で、従来の燃焼式たばこと比較して加熱式たばこが肺がんの発症、増悪に及ぼす影響などは分かっていない。

近年、がんの発症・悪性化にエピジェネティクス異常が大きく関与することが明らかになってきた。エピジェネティクスとは、DNA 塩基配列の変化を伴わない遺伝子発現制御機構であり、DNA メチル化とヒストン修飾に代表される。呼吸器系組織の培養細胞を用いて燃焼式たばこと加熱式たばこの煙抽出液の影響を比較した先行研究では、加熱式たばこの方がヒストン H2A リン酸化や遺伝子発現へ与える影響が少ないことを示唆している (*Biochem Biophys Res.* 2020, *Sci Rep.* 2018)。しかし、DNA メチル化における影響は未だ分かっていない。従来の燃焼式たばこ喫煙は、DNA メチル化異常を引き起こし、がん抑制遺伝子の機能が損なわれることが示されている (*Arch Toxicol.* 2019)。一方、進行性肺がん患者においてエピジェネティクス治療薬が有効であることが報告されている (*Cancer Discov.* 2011)。よって、加熱式たばこが DNA メチル化に与える影響の解明は、科学的根拠に基づいた呼吸器系疾患のリスク評価や予防法の確立につながる重要な知見となる。よって本研究では、培養細胞を用い、燃焼式たばこと比較して加熱式たばこ成分が DNA メチル化関連因子に与える影響を評価することを目的とする。

2. 調査報告および研究報告と今後の課題

ヒト肺由来細胞株を用い、燃焼式たばこや加熱式たばこの煙抽出液に曝露後、DNA マイクロアレイによる遺伝子発現網羅的解析と DNA メチル化シーケンス解析を行った。その結果、たばこ煙抽出液曝露による DNA メチル化変化が大きく、発現量が大きく変化する遺伝子を同定した（詳しい結果は未公表）。今後、異なる細胞株での影響を明らかにする。

本研究において加熱式たばこの生体への影響を基礎的に調べることで、将来的に、健康長寿を科学する上での関連因子としての喫煙（たばこの種類）の新たな区別化に役立つと考える。

発表論文・著書

- 1) Yamaguchi T, Yamamoto Y, Egashira K, Sato A, Kondo Y, Saiki S, Kimura M, Chikazawa T, Yamamoto Y, Ishigami A, Murakami S. Oxidative stress inhibits endotoxin tolerance and may affect periodontitis. *J Dent Res.* 2022 Dec 18;220345221138523.
- 2) Hung YL, Sato A, Takino Y, Ishigami A, Machida S. Influence of oestrogen on satellite cells and myonuclear domain size in skeletal muscles following resistance exercise. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2022 Oct;13(5):2525-2536.
- 3) Ishii K, Fusegi M, Mori T, Teshima K, Ninomiya N, Kohno K, Sato A, Ishida T, Miyakoshi Y, Yano T. A redox-silent analogue of tocotrienol may break the homeostasis of proteasomes in human malignant mesothelioma cells by inhibiting STAT3 and NRF1. *Int J Mol Sci.* 2022 Feb 28;23(5):2655.

健常大学野球選手における肩後方タイトネスと下肢柔軟性との関連

石垣智恒（新潟医療福祉大学）

1. 研究の背景

野球選手における下肢柔軟性の低下は、投球動作中の肩関節へのストレスを増大させることで、肩後方タイトネスを引き起こす。肩後方タイトネスは肩関節内旋および水平内転可動域によって評価されるが、これらの可動域は異なる組織によって制限されると考えられる。肩関節内旋と水平内転との間で制限因子が異なる場合、関連する下肢柔軟性も異なると予想される。そこで本研究の目的は、肩関節内旋および水平内転可動域と下肢柔軟性との関連性を検討することとした。

2. 調査報告および研究報告

22名の大学野球選手において、肩関節可動域(内旋／水平内転)と下肢柔軟性(腹臥位／座位での股関節内旋／外旋可動域、足関節背屈可動域、大腿四頭筋・ハムストリングス柔軟性)との関連性をピアソンの相関係数を用いて評価した。

解析の結果、腹臥位ステップ脚股関節外旋可動域は、肩関節内旋($r=0.500$)および水平内転可動域($r=0.447$)と有意な相関関係を示した。さらに、肩関節内旋制限はステップ脚大腿四頭筋柔軟性低下と($r=0.435$)、肩関節水平内転制限は支持脚足関節背屈可動域制限と($r=0.493$)、それぞれ有意な関連性を示した。

3. 今後の研究における課題または問題点

本研究結果から、肩後方タイトネスの予防には、腹臥位ステップ脚股関節外旋、ステップ脚大腿四頭筋、および支持脚足関節背屈の柔軟性が重要であると考えられる。さらに、肩関節内旋および水平内転の可動域制限は、異なる要因によって生じる可能性が示唆された。

本研究の最大の問題点は、横断研究という研究デザインにある。そのため、今後は本知見をもとに前向き研究や介入研究へと研究を発展させていく。

学会発表

1) 石垣智恒、健常大学野球選手における肩後方タイトネスと下肢柔軟性との関連、第33回日本臨床スポーツ医学会、2022年11月12日-13日、北海道

後肢加重低減ラット膝関節包の構造に及ぼす通電刺激の影響

荒木 美智子（福祉社会デザイン研究科ヒューマンデザイン専攻修了）

1. 研究の背景

長期間の関節不動化は不可逆性の可動域制限を起し、日常生活動作（ADL）と運動能力を低下させる。廃用性症候群、病気および手術後の固定によって関節拘縮が引き起こされた場合、電気刺激は弾性線維の収縮機能を強化し、血液輸送を助け、関節拘縮を防ぐことが可能とされている。Huらは、電気刺激が廃用性骨格筋萎縮を改善することを報告しているが、関節拘縮モデルに対する効果についての報告はあまりない。また、高い電流の通電刺激は関節の鎮痛抑制にも有効であることが示唆されているが、関節拘縮の根本的な治療に対する異なる電流の影響は研究されていない。このことから、本研究は、異なる電流の通電刺激が関節包の構造に及ぼす影響について検討することを目的とした。

2. 研究報告

1) 材料および方法：7週齢のウィスター系雄性ラット30匹を用いて、それらをIM、VPおよびCOに分類した。IMおよびVPは、後肢に不動装置を3週間装着して、膝関節の固定を行い、COはケージ内で3週間正常飼育した。さらに、VPは通電刺激の電流の違いにより、1A、3Aおよび5Aに分類した。1A、3Aおよび5Aにはベクトルポテンシャル装置を用いて、異なる電流（1、3または5アンペア）の通電刺激を、一日30分、5日/週、3週間行った。実験期間終了後、ラットに炭酸ガスを吸入させて深麻酔し、安楽死させ、死亡を確認した後、後肢を摘出し、関節可動域を測定するとともに、種々の標本作製して光学または蛍光顕微鏡にて形態学的に観察した。

2) 結果：CO、IM、1A、3Aおよび5Aの関節可動域は、 149.33 ± 2.31 、 116.55 ± 3.07 、 131.86 ± 3.51 、 132.77 ± 5.27 、 136.49 ± 2.20 であった。IM、1A、3Aおよび5Aは、COより有意に高い値を示した（ $P < 0.01$ ）。最も顕著な回復効果は5Aで認められた。不動化に伴って脂肪細胞が萎縮し、芯になる線維層の厚さが減少した。しかし、通電刺激によって関節包全体の厚さが維持され、線維層の減少も抑制された。一方、5Aの脂肪層はもっともCOと類似し、脂肪細胞の萎縮が抑制された。筋線維芽細胞のマーカー α -SMA免疫染色の反応はCOと比べてIM、1Aおよび3Aで強い陽性反応が認められた。それに対して、5Aの α -SMAの陽性反応はCOより広い範囲に認められるが、その反応はIM、1Aおよび3Aより弱かった。線維化促進因子のマーカーであるTGF- β 1の免疫蛍光染色の結果を見ると、IMにおけるその陽性反応の発現量はCOより増加した。これらのことから、活動制限によって引き起こされる関節包の線維促進因子、筋線維芽細胞およびコラーゲン分解酵素阻害因子は電気刺激によって抑制されること、そして、その電流は高い方が有効であ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

本研究では通電刺激の条件として、異なる電流値の影響について検討し高い電流で関節包の維持効果が認められたが、至適な通電条件を求めるために今後は異なる周波数の影響について検討する。
学会発表

1) 楊 楚薇、曾 雪倩、水藤飛来、荒木 美智子、大迫正文：異なる電流の通電刺激が後肢不動化に伴うラット膝関節包の構造に及ぼす影響。日本体力医学会第79回大会、2022.9.22、津市。

希少がん・難治性がんに対するビタミン E 同族体間の作用比較

河野 翔（ライフイノベーション研究所 客員研究員）

1. 研究の背景

生体内で強い抗酸化活性を発揮するビタミン E は、近年、抗酸化活性以外の薬理様作用が注目され、血管新生抑制作用やコレステロール低下作用、脳機能や骨代謝に対する有益な作用、がん細胞に対する抑制作用など、研究の広がりを見せている¹⁾²⁾。

一方、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いる³⁾。がんの中には、治療後生存率が高く予後が良好ながんがある一方で、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、このようながんを対象とした研究は健康寿命の延伸を目指す上では不可欠である。

本研究では、希少がん・難治性がんに対するビタミン E の作用を検証し、食品栄養素であるビタミン E のがん治療素材・予防素材としての可能性を検討した。

2. 調査報告および研究報告

クロマン環に側鎖を有した構造から成る天然型のビタミン E は、側鎖にフィチル基が結合したトコフェロール（飽和型、TPs）とイソプレニル基が結合したトコトリエノール（不飽和型、T3s）の 2 つに大別される。さらにそれぞれで、クロマン環に結合するメチル基の位置と数により α 型、 β 型、 γ 型、 δ 型の 4 種類が存在し、計 8 種類の同族体が存在する¹⁾。

本研究では、希少がん・難治性がんの一つである悪性胸膜中皮腫を対象とし、*in vitro* の評価系において、胸膜中皮腫細胞株（以下、中皮腫細胞）を α 型、 γ 型、 δ 型の TP 及び T3 添加培地（最大 40 $\mu\text{g/mL}$ 、単独添加）で培養し、各群の生存活性の変化を比較した。その結果、TPs 群では、 δ -TP 群のみわずかに生存活性が抑制された一方で、T3s 群では γ -T3、 δ -T3 群で強い生存活性抑制効果が見られ、特に δ -T3 群の効果は顕著であった。また、 α -TP 群、 α -T3 群では生存活性に変化が見られなかった。以上の様に、同じ“ビタミン E”であっても、中皮腫細胞株の生存活性に対する効果には同族体間で大きな差が見られる結果となった。

3. 今後の研究における課題または問題点

ビタミン E の持つ抗酸化活性においては、 $\text{TP} < \text{T3}$ 、 $\alpha < \delta$ と言われており¹⁾、本研究で検証した中皮腫細胞に対する生存活性抑制作用も同様の傾向が見られた。一方、我々ヒトを含む哺乳動物の肝臓にはビタミン E 特異的輸送タンパク質（ α -TTP）が存在し、 α -TP に対して最も高い親和性を示すことから、生体内の存在比は α -TP が最も高いとされる¹⁾。しかし本検証では、生体利用性が高いはずの α -TP 群では生存活性に全く変化はなく、生体利用性と薬理様作用との相関性を明らかにすることは今後の課題である。また、同族体間において異なる効果および作用機序や、多種の腫瘍細胞株を標的として網羅的に比較していくことは、ビタミン E のがん治療素材・予防素材としての有効性を裏付ける上で必要である。

引用文献

- 1) 日本ビタミン学会, ビタミン・バイオフィクター総合事典「1.3 ビタミン E」, 朝倉書店, 2021, pp.49-75
- 2) Peh, H.Y., et al., Vitamin E therapy beyond cancer: Tocopherol versus tocotrienol, *Pharmacol Ther* 162, 2016, pp.152-169
- 3) 国立研究開発法人国立がん研究センター, がん情報サービス (ganjoho.jp)「最新がん統計」, 2023.1.24 https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/summary.html

微生物による健康の維持・増進に関する調査研究

石田 達也（株式会社 明治・客員研究員）

1. 研究の背景

我が国は既に超高齢社会が到来しており、内閣府の令和 3 年版高齢社会白書によれば、65 歳以上の人口割合は四分の一を既に超えており、令和 2 年では 28.8%に達すると推測されている。この割合は、今後も更に高まると考えられており、その要因として年少人口や生産年齢人口の減少が挙げられている。一方で 75 歳以上人口は、令和 36 年まで増加傾向が続くものと見込まれており、このような労働人口が減少し、人手不足が顕在化していく中では、健康寿命の延伸は喫緊の課題と考えられ、その解決手段の一つに食品の 3 次機能（体調調節機能）を活用した健康の維持・増進が期待されている。

我が国においてヒトの健康の維持・増進に寄与し、その機能性を表示できる食品として特定保健用食品および機能性表示食品が挙げられる。昨年度の調査研究にてプロバイオティクスに代表される微生物を用いた機能性表示食品に焦点をあててその届出状況を調べた。その結果、届出件数は年々増加していることや、機能性関与成分は乳酸菌あるいはビフィズス菌が主であり、表示しようとする機能性の分野としては整腸作用の分野が最も多いことを報告した。一方で、免疫機能、ストレス緩和等、機能性関与成分の種類（菌株の種類）が極めて少ない分野もあることも明らかとなった。そこで、これらの状況に着目し、今年度も引き続き微生物を用いた機能性表示食品に関してその届出状況を調査した。

2. 調査報告および研究報告

機能性表示食品の現況を消費者庁 HP で公開されている情報¹⁾をもとに調査した。機能性表示食品の届出件数は 3 年目以降、年々増加しており 2015 年～2021 年度で合計 5,463 件であった(図 1)。2022 年度の届出件数は 12 月 28 日の更新時点で 784 件であった。今年度も 1,000 件を超えると見込まれるものの昨年度の件数には届かず、これまで右肩上がりであった届出件数は一旦落ち着くものと考えられた。

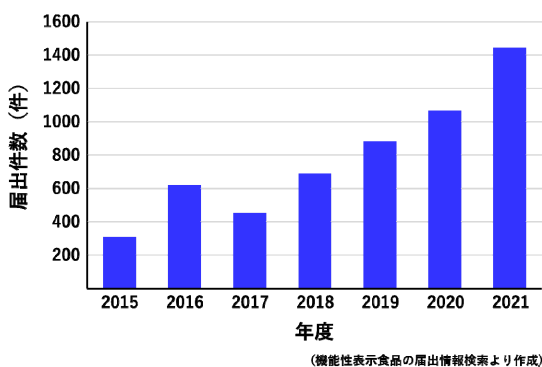


図 1 機能性表示食品の届出状況

種々の植物の抽出物、オリゴ糖、食物繊維等の様々な食品成分の他、トマトや鶏卵などの生鮮食品も機能性関与成分とされており、微生物を機能性関与成分としている食品は 509 件であった。多くは食経験などから安全と考えられてきた乳酸菌)あるいはビフィズス菌であり、それぞれ 262 件、156 件であった。また乳酸菌、ビフィズス菌の両方を機能性関与成分に含む食品が 4 件、ビフィズス菌に関し、表示しようとする機能性の分野としては整腸作用の分野が最も多く、届出件数は前回調査に比べ 34 件増加し 257 件と 5 割強を占め、次いで肌の潤いに関するものが 55 件であった(図 2 右)。また、免疫機能に関する届出が前回に比べ 24 件増え 54 件、脳機能(脳に対する作用)が 18 件増えてほぼ倍増の 37 件であった。これらは近年特に届出件数が増えている分野である。体脂肪に関しては 7 件の増加とやや落ち着きを見せており、合計で 485 件であった。最近、L-92 乳酸菌 (*L. acidophilus* L-92) を機能性関与成分とする免疫機能に関する

機能性表示食品が届出され、免疫に関する微生物の機能性関与成分の種類（菌株種）は2種となった。消費者にとっては商品形態だけでなく、機能性関与成分に関しても様々な選択肢を提供されることが望ましいと考えられるため、今後の展開が期待される。

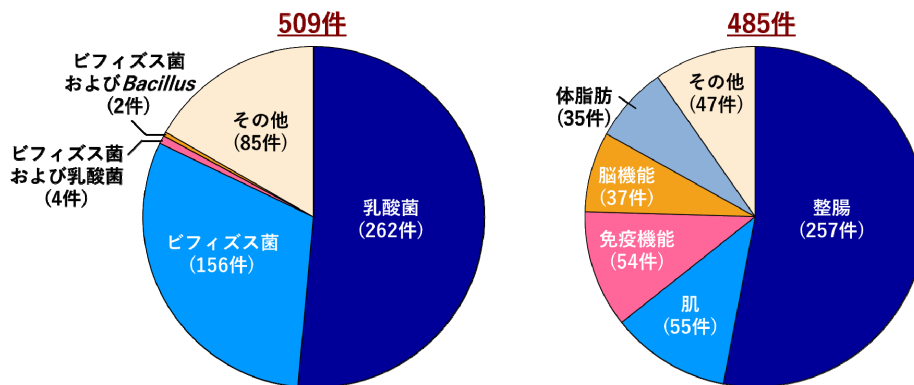


図2 機能性関与成分の微生物の種類と届出件数（左）と機能性表示食品における乳酸菌・ビフィズス菌の表示しようとする機能性の分野（右）
Lactobacillaceae, *Streptococcaceae*, *Enterococcaceae*に属する菌を乳酸菌に分類
（機能性表示食品の届出情報検索より作成、2023年1月6日検索）

3. 今後の研究における課題または問題点

微生物を用いた機能性表示食品の機能性には今回紹介した作用の他、認知機能の維持、口腔環境や歯肉の健康の維持、歩行の維持・向上等がある。いずれも健康寿命の延伸に繋がると考えられるため、これらの食品の更なる活用が重要と考えられる。ところで今般の民法の一部改正により成年年齢が20歳から18歳に引き下げることを受け、令和4年4月1日にガイドラインが改正されている。これまで18歳、19歳の被験者が臨床試験に参加するに際し、親権者の同意が必要であったが、本改正により本人の意思のみで参加できることとなった。研究開発側としては、特段制限なく大学1年生から被験者として募集が可能となったため、ストレス緩和等の脳機能に対する作用や筋肉に対する作用を介したアスリート支援等、比較的若年齢を対象とした、健康増進の観点からの機能性表示食品の開発研究が進むと考えられる。ところで、免疫機能に関する新たな機能性関与成分であるL-92乳酸菌を用いた食品における表示しようとする機能性はこれまでと同様、pDC（プラズマサイトイド樹状細胞）への働きを介したものである。今後、免疫機能分野において、新たな作用機序に関しても届出されてくるのか、あるいは目や鼻の不快感のように同様の表示内容として届出されてくるのか、興味を持たれる。一旦落ち着きを見せると考えられた機能性表示食品全体の届出件数を含め、今後の動向を注視する必要があると考えられた。尚、本調査研究結果の一部は、東洋大学ライフイノベーション研究所 オンラインシンポジウム 2022にて発表している。

参考文献

- 1) 機能性表示食品の届出情報検索: <https://www.fld.caa.go.jp/caaks/cssc01/>（消費者庁ホームページ、令和4年12月28日更新、令和5年1月6日確認）

シンポジウム発表

- 1) 石田達也、乳酸菌、ビフィズス菌による健康の維持・増進、東洋大学ライフイノベーション研究所 オンラインシンポジウム 2022、2022年10月28日～11月13日、オンライン開催

機械的刺激の低減に伴う脛骨粗面の構造に及ぼす影響

藤川 芳織（ライフイノベーション研究所 客員研究員）

1. 研究の背景

脛骨粗面は発育に伴い石灰化されるが、発育期のスポーツ障害として知られている Osgood-Schlatter 病(OSD)は脛骨粗面の石灰化を抑制する。OSD は脛骨粗面に強烈的な炎症や疼痛が生じるため、OSD の治療法は膝関節の固定などを用いた運動制限が第一選択として臨床現場で実施されている。一方で、OSD は発育期の 4 人に 1 人が発症するが、完治したのにも関わらず、再発する可能性も非常に高いスポーツ障害である。過剰な運動活動が発症する原因として広く知られているが、その再発リスクの高さと膝関節の機械的刺激の低減を関連付けた報告は未だない。以上のことから、OSD 治療の第一選択である膝関節の機械的刺激の低減の関連性を組織学および生化学的に証明することを目的とした。

2. 調査報告および研究報告

・荷重低減環境は脛骨粗面に幼弱な骨組織を形成する

膝関節の機械的刺激を低減するため、ラットの尾部を天井から上方へ牽引し、後肢を床に接地させないようにさせた。荷重低減群(Hind-limb Suspension group, HS)と対照群(Control group, CO)の脛骨粗面後方には硝子軟骨で構成された深層が観察されたが、HS の深層前方には組織学的に幼弱な骨組織が形成されていた。また、石灰化促進因子である Tissue Non-specific Alkaline Phosphatase(TNAP)の免疫局在が HS の深層や脛骨粗面内に形成された石灰化軟骨梁に示されたが、CO の脛骨粗面深層にはほとんど示されていなかった。また、その結果は遺伝子発現解析においても同様の結果であった。自身の共同研究者である水藤は、OSD の発症には脛骨粗面深層の石灰化抑制が関与することを明らかにしており、その予防には石灰化の促進が重要であると考えている。本研究における HS の脛骨粗面は CO よりも石灰化が促進されていたが、その組織学的な実態は脆弱な骨組織が形成されていた。すなわち、HS の脛骨粗面は見かけ上、OSD の予防法として適しているが、その組織構造は力学的ストレスに対応することが不可能であ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

課題 1：荷重低減後の下り走運動が脛骨粗面の組織構造に及ぼす影響

本研究において、荷重低減環境は脛骨粗面の組織構造を脆弱化させることが示唆されたため、その組織が運動刺激に対し、どのように変化するかについて明らかにしていく。

・論文発表

1. Hirai Suito, **Kaoru Fujikawa**, Masafumi Ohsako.” Eccentric contractions during downhill running induce Osgood-Schlatter disease in the tibial tuberosity in rats”, Scientific reports (IF:5.516, Peer review), Nature research.
2. Hirai Suito, **Kaoru Fujikawa**, Masafumi Ohsako.” ENPP1 downregulation and FGF23 upregulation in ageing-related calcification of the tibial tuberosity in rats”, Calcified tissue international (IF:4.227, Underreview), Springer Nature.
3. Hirai Suito, **Kaoru Fujikawa**, Masafumi Ohsako.” Decreased of mechanical stimulation is formed an immature bone tissue in rats tibial tuberosity -Focus on calcification factor and chondrocyte mechanosensor-“, Bone research (IF:16.969)へ投稿予定, Springer Nature.

ラット脛骨骨端板に及ぼす通電刺激の影響

中井 真悟（常葉大学）

1. 研究の目的

本研究では脛骨骨端板に及ぼす通電刺激の影響を組織学的に比較、検討することを目的とした。

2. 研究報告

[材料・方法] 実験動物として7週齢のウィスター系雄性ラット16匹を用い、鍼通電刺激群（EA）、対照群（Cont）に大別した。さらに、EAはその強度によって低刺激群（EA-L）、中刺激群（EA-M）、高刺激群（EA-H）に分類し、実験期間は2週間とした。連続的交流鍼通電刺激を250 μ sec、50Hz、（EA-L）0.25mA、（EA-M）0.50mA、（EA-H）0.8mA（いずれも500 Ω 負荷時）の条件を10分/日、毎日、右脚のみ通電を行った。なお、実験期間開始前にテトラサイクリン、サンプリング6時間前にカルセインを腹注した。

[結果・考察] 樹脂包埋標本を光学顕微鏡にて観察すると、骨端板の厚さは強度依存的に菲薄化し、特に肥大層に顕著であった。骨端板直下の海綿構造はContとEA-Lで類似していたものの、通電強度に依存して骨梁の密度が疎となっていた。一方、二次海綿骨の骨梁幅は太さを増していた。これらの傾向は、左脚でも認められた。次に蛍光顕微鏡にて観察すると、骨端板の予備石灰化帯（軟骨基質）から一次海綿骨に至るまで石灰化を認め、その様子は左脚より右脚で広範であった。以上の①脛骨骨端板の下層である肥大層の菲薄化、②石灰化領域の拡大、③二次海綿骨の骨梁幅の増大を認めたことは、通電刺激によって骨端板直下の血管分布に影響を与えた可能性を示唆している。

[結論] 本実験では、脛骨骨端板周囲への通電刺激によって、骨端板およびその直下の骨構造に影響したことが示めされ、それは骨端板直下の血管分布の差異によるものである可能性が示唆された。

3. 今後の研究における課題点

他部位においても同様の所見がみられるのか検討していく。

義肢装具使用患者の住環境の現状と問題

高橋 素彦（ライフイノベーション研究所）

1. 研究の背景

四肢切断や脳疾患によって身体機能は低下し、受傷以前の状況とは大きく異なる。義肢装具は、受傷後に外観の補填と機能改善を目的に身体状況と患部形状に合わせてオーダーメイドで製作され、身体機能改善を目的にリハビリテーションが開始される。退院後は在宅生活となり、入院時とは異なる生活環境と住環境で生活を送ることになる。訪問医療や訪問看護、訪問リハビリテーションといったサービスを受ける方もいれば、これらのサービスを受けることなく在宅生活を送る方もいる。中でも在宅生活に戻り、リハビリテーションを止めてしまい身体機能の低下や、体重増減による義肢装具の不適合を招いている事例がある。さらに、住環境によっては介護者の負担が増加することや日常生活動作がより困難になるなど、身体的、精神的ストレスが増加し、健康寿命に影響を与える。

そこで、本研究は義肢装具使用者と同居される親族に対して、住環境についてアンケートを実施し、現状と問題点についてリサーチする。さらに、入院時とは異なる環境において、下肢装具や義足および義手の材料や素材の問題点についても検討し、住環境に適した素材選択の提案を行うこととする。

2. 調査報告

昨年度は新型コロナウイルス感染症の影響により、在宅訪問の機会を得られなかったが、本年度は訪問医療機関及び訪問リハビリテーション事業所、デイサービス事業所と連携し、在宅者やデイサービス利用者の補装具製作機会を得られた。

総件数は13件であり、補装具トライアル1件、修理4件、新規製作8件であった。在宅者は10件、デイサービス利用者は3件であった。在宅患者については、住環境及び家族構成の状況調査を行い、これらを基にアンケート内容及びアンケート実施方法について検討を進めている。しかしながら、在宅者への補装具対応件数は10件であり、アンケート内容の検討に必要な状況調査は十分ではない。引き続き状況調査を行い、アンケート内容の検討を進める。

3. 今後の研究における課題または問題点

課題として、アンケート実施協力可能な各在宅訪問サービス事業所の確保とアンケートの実施方法が挙げられる。セラピストやご本人、そのご家族の負担を考慮した実施方法でなければ、必要な回答数を得ることはできない。その他、在宅訪問サービス利用者のうち、補装具使用者数の調査が必要であり、補装具使用者・介護者用アンケートに加えて、各在宅訪問サービス事業所に対して補装具使用者数を収集することが必要である。

生物多様性が生態系サービスを介して福祉と健康寿命延伸に果たす機能の解明

山崎 彩（ライフイノベーション研究所）

1. 研究の背景

生物多様性は様々な生態系サービスを提供しており、その重要性は古くから認識されてきた。1950年代以降、生物多様性の急激な減少が問題化しており、外来生物の侵入や土地開発に伴う生息地喪失がその主たる原因であると考えられている。淡水生態系への外来生物の侵入は、在来生物との資源を巡る競合や交雑、被食・捕食、および病気等の感染を引き起こし、生物多様性の減少の他、食物網の単純化や同所的に生息する生物の栄養段階の低下を引き起こすことが知られている。本研究で対象とする北米原産のチャネルキャットフィッシュは、食用、観賞用として国内の関東地方へ持ち込まれた。養魚個体の野外逸出、遊漁用としての違法放流により霞ヶ浦と北浦において本種の個体数が激増し、生態への影響が強く懸念されることから特定外来生物に定められた。本種の駆除に向けて、これまで長年にわたり利根川水系に含まれる霞ヶ浦や北浦において生態を解明するための調査が行われてきたが、水系全域の調査が困難であることから生態の多くは未解明であり、本種が生態系サービスへ与える影響は明らかにされていない。

近年、河川や海などの水に含まれる DNA の分析により、その水域に生息する生物の分布を調べる「環境 DNA 法」が開発された。環境 DNA 法は水を汲むだけで分析できるため、種判別の知識や大掛かりな生物採集が不要であり、短時間かつ少ない労力で広範囲のサンプルを集められる。さらに、環境 DNA は従来捕獲できなかった地点でも検出可能であるため、より正確に、迅速に解像度の高い分布状況を明らかにできる。そこで本研究では環境 DNA を用いて本種の詳細な分布と魚類相を解明し、最終的に生態系サービスが健康寿命へ果たす機能を解明することを目的とする。

2. 調査報告および研究報告

本年度は霞ヶ浦および北浦湖に接続する 12 河川 13 地点、牛久沼、および利根川本流 10 地点の計 24 地点において採水調査を実施した。これまでに調査を実施していた地点を含めると、チャネルキャットフィッシュの分布は従来の分布確認地点に加え、房総半島や伊豆半島へ分布域を拡大している可能性が示唆された。クラスター解析、非計量多次元尺度法解析により、調査地点の魚類相は近隣河川で類似する傾向にあり、チャネルキャットフィッシュが生息する地点は利根川河口付近に集中し、これらの地点は物理的環境が比較的穏やかで多様性が高い傾向にあることが示された。

また、利根川河口周辺および印旛沼周辺においても潮汐変動によるチャネルキャットフィッシュの移動を調べるため採水調査を実施した。本サンプルに関しては現在解析の途中である。

3. 今後の研究における課題または問題点

本年度はチャネルキャットフィッシュの分布状況および魚類相の推定まで完了した。今後は本種が生態系に与える影響を詳細に解明することに加え、周辺地域の人口情報を含めた解析を実施し、生態系の豊かさが人類の健康寿命とどのような関係にあるかを明らかにする予定である。

踵部脂肪体の形態及び機能特性の解明

前道俊宏 （ライフイノベーション研究所 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

・踵部脂肪体の荷重形態変化測定に向けた評価器具の開発

踵部脂肪体は荷重に伴って変形する、ワイドレンジな形態的特性を有する組織であるものの、これまで荷重位での形態的变化を直接的に定量評価する方法は確立されておらず、明らかにされていなかった。これらの問題を解決すべく、荷重測定器具を開発し、超音波のような精密機械を保護しながら、荷重位における踵部脂肪体の形態計測をすることが可能となった。機材の信頼性を検者内・検者間の観点から確認したところ、誤差なく、信頼性の高い値が得られることを確認できた、来年度以降行う測定の基盤となる研究となった。

・踵部脂肪体の解剖学的所見

琉球大学医学部にて組織観察する上で必要な踵部脂肪体を検体より採取した。

3. 今後の研究における課題または問題点

今年度は研究に必要な準備を進めた一年であり、論文や学会で同テーマ内容を発表する機会は少なかった。来年度以降は検体より採取した踵部脂肪体の組織を来年度以降東洋大学にて光学顕微鏡・電子顕微鏡にて観察、測定していく。また、組織学的所見と超音波画像を通して評価したものの一致性なども評価していけたらと考えている。

発表論文・著書

- 1) Maemichi T, Meguriya S, Furusho A, Tsutsui T, Kumai T. Electroacupuncture of muscle and tendon attachments in an athlete with lateral epicondylitis of the humerus: a case report. *Acupuncture in Medicine*. 2022;0(0). doi:[10.1177/09645284221131335](https://doi.org/10.1177/09645284221131335)

学会発表

- 1)前道俊宏, 小川祐来, 山口龍星, 奥貫拓実, 若宮知輝, 筒井俊春, 田中博史, 劉紫釗, 勝谷洋文, 鮎川五朗, 永元英明, 熊井司¹⁾ 大学競泳選手における足部・足関節柔軟性及び足部形態調査; 日本臨床スポーツ医学会, 2022 年 11 月 12 日, 12 日; ロイトン札幌、札幌プリンスホテル（北海道）

- 2) 前道俊宏, 松本正知; 松本先生と前道先生が踵部脂肪褥について徹底解説。知ってお得な踵部脂肪褥の知識; 運動と医学の出版社オンラインセミナー; 2022 年 11 月 13 日; オンライン (Zoon)
- 3) 前道俊宏, 小川祐来, 奥貫拓実, 松本正知, 劉紫劍, 田中博史, 勝谷洋文, 永元英明, 熊井司¹⁾; 大学競泳選手における足部内在筋・外在筋形態と足部形態調査; 日本足の外科学会, 2022 年 11 月 3 日,4 日; アイテムえひめ (愛媛)

Medial tibial stress syndrome の病態解明

異なる部位に存在する脂肪組織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（ライフイノベーション研究所）

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。**MTSS** はこれまでランニング障害と報告されてきたが、様々なスポーツ競技で発症することから、その発生要因はランニングだけではない可能性がある。しかしながら、その症状の発生要因はこれまで明らかにされていない。

これまで **MTSS** の病態は、脛骨または筋腱に加わる過剰な負荷によって生じる骨膜の炎症と考えられてきた。しかし、それだけでは病態が説明できないことが画像所見から明らかにされている。我々は新たな病態となりうる脂肪組織を、脛骨後内側縁に存在していることを確認した。脂肪組織は膝や踵部などで疼痛の要因となることが報告されているが、脛骨後内側に存在する脂肪組織が疼痛の要因となりうるかは定かではない。

よって、研究の目的の一つ目に、**MTSS** の症状誘発動作を調査すること、2つ目に、脛骨後内側縁に存在する脂肪組織が疼痛の要因となりうるか調査すること、とした。

2. 調査報告および研究報告

研究目的①：大学女子サッカー選手を対象に、走行・ジャンプ着地・切り返しの3分類で、症状が誘発されるタイミングを聴取した。その結果、各動作で症状を発生した割合は、走行 **89.5%**、ジャンプ着地 **67.9%**、切り返し **45.5%**であった。これらのことから、**MTSS** は走行以外の動作でも発症し、走行動作だけでなく、ジャンプや切り返し動作にも着目したリハビリテーションの介入が必要であることを示した。

研究目的②：脛骨後内側縁の脂肪組織を、屍体8体より採取し、電子顕微鏡にて脂肪細胞表面の線維成分の有無および免疫染色にて、神経伝達物質の有無を確認した。その結果、脂肪細胞表面には、線維成分が多く存在し、3次元ネットワークを形成していた。先行研究において、このような線維成分のネットワークは力学的負荷に抗するために分布していることが報告されており、脛骨後内側縁の脂肪組織にも力学的負荷が加わっている可能性が示唆された。また、全例において神経伝達物質の存在を確認した。このことから、過度な力学的負荷を受けると疼痛に至る可能性を示し、脛骨後内側縁の脂肪組織は疼痛の要因となりう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

疼痛が誘発される各動作と、病態の関連は明らかではない。今後は、走行・ジャンプ着地・切り返し動作と、炎症症状の組織（骨、筋腱、脂肪組織）の関係を明らかにすることで、効果的なリハビリテーションの介入に寄与することが期待される。

脛骨後内側縁の脂肪組織に存在する線維成分が、コラーゲン線維か弾性線維かは明らかではない。また、神経線維は4種類存在するが、それぞれ反応する力学的負荷が異なる。しかし、脛骨後内側縁の脂肪組織に存在する神経線維がいずれのものは明らかではない。これらの成分や神経線維のタイプを明らかにすることで、脂肪組織に加わっている力学的負荷が明らかとなり、効果的な治療法の選択につながると考えられる。

発表論文・著書

1) <2023> 『The prevalence and effect of the sites of pain in female soccer players with medial shin pain』掲載ページ数 p.111-120, 出版社 MINERVA MEDICA

学会発表

1) 奥貫 拓実、大迫 正文、水藤 飛来、石垣 智恒、前道 俊宏、石田 肇、屋比久 博己、東 千夏、西田 康太郎、熊井 司、脛骨後内側縁の脂肪組織および踵部脂肪体の走査電子顕微鏡像・力学的負荷の推測、第47回日本足の外科学会学術集会、2022年11月3,4日、アイテムえひめ

2) 奥貫 拓実、シンポジウム3「Rehabilitation」 Medial tibial stress syndrome に対する理学療法に関する研究、第9回日本スポーツ理学療法学会学術集会、2022年12月10,11日、TOC 有明 convention hall

新規生活習慣病バイオマーカーの開発基盤研究

岩澤 卓弥 (理工学部 生体医工学研究センター)

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慢性腎臓病(CKD)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、CKD などの腎疾患の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 CKD 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。

2. 調査報告および研究報告

stage ごとに胃癌患者(72 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 CCR2,CCR5,CXCR4,CXCR5 などのケモカインレセプターや PD-1,PD-L1 などの免疫チェックポイント分子を発現していることが明らかとなった。

In silico 解析により腎機能のバイオマーカー候補となったエフリン A 型受容体 2(EphA2)を測定するための ELISA 系を構築しバリデーションを実施して添加回収率 87%、希釈直線性 103%の良好な測定系であることを証明した。腎機能が正常な高血圧患者(16 例)、腎機能障害患者(64 例)を評価したところ血清中 EphA2 は eGFR と有意に相関してい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

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、胃癌以外の MDSC に見られるマーカーを探索する必要がある。EphA2 については血清だけでなく、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と、糖尿病などの腎疾患患者で評価する必要がある。

発表論文・著書

- 1) Murakoshi M., Iwasawa T., Koshida T., Suzuki Y., Gohda T., Kato K. (2022) 「Development of an In-House EphA2 ELISA for Human Serum and Measurement of Circulating Levels of EphA2 in Hypertensive Patients with Renal Dysfunction.」, 12, 12, 3023. Diagnostics

学会発表

- 1) 岩澤 卓弥、加藤 和則「がん補助療法への応用を目指したノビレチンおよびポリメトキシフラボノイドの基盤研究」、第 6 回ノビレチン研究会、2022 年 11 月、那覇
- 2) Iwasawa T., Yamauchi S., Fukunaga T., Orita H., Kato K. 「A new subset of granulocytic MDSCs as immunosuppressive regulators and therapeutic targets in gastric cancer. 」, 第 81 回日本癌学会学術総会、2022 年 9 月、横浜
- 3) 岩澤 卓弥、山内 卓、福永 哲、折田 創、加藤 和則「胃がんのがん免疫療法における MDSCs の検討」、第 26 回日本がん免疫学会学術総会、2022 年 7 月、島根
- 4) 岩澤 卓弥、山内 卓、福永 哲、折田 創、加藤 和則「胃癌における診断・治療標的としての MDSCs の解析」、日本薬学会第 142 回年会、2022 年 3 月、オンライン

特定保健指導における減塩指導の実態と課題に関する検討

濱谷 亮子（東洋大学ライフイノベーション研究所）

1. 研究の背景

慢性腎臓病（CKD）は成人の8人に1人が該当する新たな国民病と言われており、健康寿命の延伸においてCKDの予防は重要な課題である。CKDの発症や透析導入のリスク要因として、高血圧症、糖尿病、脂質異常症、メタボリックシンドローム等の生活習慣病の関与が指摘され、さらにCKDは心血管疾患の発症にも関わることで報告されている。

2008年から実施されている特定健康診査・特定保健指導では、メタボリックシンドロームに着目した生活習慣の改善に重点を置いた保健指導プログラムが展開されており、特定保健指導はCKD予防において重要な取り組みであるといえる。

一方で、CKDの発症予防に重要な減塩については、「薄味にしている」「塩辛いものを控えている」といった対象者の主観的申告での評価や、「加工食品はなるべく控えめに」など抽象的な表現を用いた指導のみが行われることも少なくない。更に、減塩を心がけていても食事摂取量が多ければ食塩摂取量も増えることから、特定保健指導において、削減目標エネルギー量の設定と並行して客観的評価指標を用いた減塩指導を行うことが今後の課題である。

そこで、本研究では、特定保健指導の指導記録から、「日本高血圧学会,高血圧治療ガイドライン2019：生活習慣の修正項目」のうち「1. 食塩制限、2. 野菜・果物の積極的摂取、3. 適正体重の維持、4. 運動療法、5. 節酒」の指導状況を明らかにするとともに、減塩につながる具体的な数値目標を示した減塩指導の実施状況を調査し、特定保健指導における減塩指導の実態と課題を明らかにすることを目的とする。尚、調査対象の喫煙者に対しては、初回面談時に、呼気一酸化炭素測定、簡易スパイロメーターを用いた禁煙指導を一律に実施しているため、生活習慣の修正項目「6. 禁煙」は分析項目から除外する。

2. 調査報告および研究報告

2022年度は研究を進めるにあたり東京都内に本社を置く企業の健康保険組合に協力を依頼し、研究計画の承認手続きを進めている。承認手続き完了後、特定保健指導記録の分析に取り組む予定である。

3. 今後の研究における課題または問題点

特定保健指導では、減量目標を達成するために、削減目標エネルギー量と、飲食ならびに身体活動の具体的な行動目標の設定を行っているが、保健指導対象者はCKDリスクを有していることから、削減目標エネルギー量に反映されない減塩についても、実効性のある指導をすることが期待される。減塩指導の実態を明らかにし、保健指導に従事する者に対する意識づけをはかり、CKDの発症予防に効果のある保健指導につなげていくことが課題である。

短期間の栄養素摂取が一過性運動後の血漿ホモシステイン濃度に及ぼす影響

品川 明穂（食環境科学研究科食環境科学専攻）

1. 研究の背景

一般的に身体活動量を高めたり、体力を増強させることで健康への有益性は高まるといわれている。しかしながら、一過性運動やメチレンテトラヒドロ葉酸還元酵素（MTHFR : methylenetetrahydrofolate reductase）C677T の一塩基多型は血中ホモシステイン（Hcy : Homocysteine）濃度を上昇させる。血中 Hcy 濃度の上昇は、心血管疾患や骨粗鬆症、アルツハイマー病など様々な疾病のリスク因子となる。そのため、血中 Hcy 濃度が日常的に低値であることは健康寿命の延伸に繋がると考える。そこで、MTHFR C677T の一塩基多型を考慮したうえで、短期間の栄養素摂取が一過性運動後の血漿 Hcy 濃度に及ぼす影響を検討することとした。

2. 調査報告および研究報告

健康な男性 30 名を対象とし、サプリメント（V.B2+V.C+V.E）摂取条件とコントロール（プラセボ摂取）条件のクロスオーバー試験とした。サプリメント及びプラセボの摂取期間は 14 日間とし、介入 15 日目の午前中に自転車エルゴメーターを用いた一過性運動を行った。採血は介入 1 日目早朝空腹時：BL、15 日目の早朝空腹時（運動前）：Pre、運動実施 30 分後：Post 30 min、90 分後：Post 90 min に行った。14 日間のサプリメント摂取により、MTHFR C677T 一塩基多型保有者では有意に血漿 Hcy 濃度が低下した。非多型保有者では有意な変化はみられなかった。また、一過性運動後の血漿 Hcy 濃度の変動は、MTHFR C677T の多型による差異はなかった。つまり、MTHFR C677T 一塩基多型保有者においては、サプリメント摂取が血漿 Hcy 濃度を低下させ、一過性運動後の血漿 Hcy 濃度上昇を非多型保有者と同じレベルにすることができることが分かった。

3. 今後の研究における課題または問題点

今回の研究では、日常の食事から摂取することが難しい高用量でのビタミン介入試験である。そのため、今後は、用量の検討を行っていく必要があると考えている。

発表論文・著書

- 1) Akiho Shinagawa, Naho Serizawa, Tomoki Yamazaki, Ayako Minematsu, Yuichi Miyakoshi, Tomohiro Yano, Masako Ota. Short-term combined intake of vitamin B2 and vitamin E decreases plasma homocysteine concentrations in female track athletes. *Dietetics*. 2022, 1(3):216-226.

学会発表

- 1) 品川明穂、飯村泰弘、大上安奈、宮越雄一、矢野友啓、太田昌子. ビタミンの短期摂取における血漿ホモシステイン濃度の変動. 第 20 回日本機能性食品医学会総会. 2022 年 12 月 3-4 日. 京都.
- 2) 品川明穂、宮越雄一、矢野友啓、太田昌子. 一過性有酸素運動後における血中ビタミン B 群の変動. 日本ビタミン学会第 74 回大会. 2022 年 6 月 25-26 日. 福岡.

疲労骨折の一次予防を目指した血中成分および関連遺伝子の研究

峰松 明也子（食環境科学部研究科食環境科学専攻）

1. 研究の背景

従来の運動生理分野の研究は、従来の運動生理分野の研究は、標的となる遺伝子、タンパク質、あるいは代謝物の反応や適応を調査することが主たる方法である。しかし、身体活動／運動の実施は、短期的にも長期的にも多くの臓器や組織の代謝に変化をもたらすため、多数の代謝産物や代謝経路の変化を把握・理解することも重要となる。身体活動／運動が血漿 Homocysteine（以下、Hcy）濃度に与える影響を調査した研究は多くあるが、メタボローム解析を活用し Hcy 代謝全体に着目した研究は多くない。従来の方法として、血中 Hcy 濃度を標的として分析し、それに伴い血漿試料にノンターゲットメタボロミクスを実施することで、代謝物全体の変化を調査し、運動の実施前後で状態を比較することが出来る。運動中の Hcy 代謝の詳細な理解は、運動による血漿 Hcy 濃度の上昇を抑制／低下の促進をターゲットとする将来の栄養戦略へつながる可能性を有している。本研究は、血漿 Hcy 濃度が上昇する「一過性持久性運動」を実施した時、血漿中の代謝プロファイル全体を比較するとともに、Hcy 代謝周辺の代謝動態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

血漿サンプルのメタボローム解析は、一定負荷自転車運動を実施した 44 名のうち、MTHFR C677T SNP がヘテロ型である 5 名において、運動実施前後の血漿 10 サンプルを解析対象とした。

TCA 回路関連物質の多くが、また、分岐鎖アミノ酸関連代謝物質やケトン体である 3-ヒドロキシ酪酸も Post 群で高値を示していた。解糖系の代謝産物であるピルビン酸は変化が見られず、乳酸は Post 群で増加傾向を示していた。このことから、解糖系からのエネルギー産生は変化しておらず、分岐鎖アミノ酸の分解物や乳酸、3-ヒドロキシ酪酸などをエネルギー源として TCA 回路を活性化させている可能性が考えられた。Hcy 代謝周辺代謝物質では、Post 群において、葉酸非依存性経路に位置するベタインが有意に低値を示していた。また、Hcy およびメチル基供与により合成される物質であるクレアチンが高い傾向を、そして、クレアチニンが有意に高値を示していた。このことから、運動実施によるメチル基の需要増加とそれに対する供給が観察された。

3. 今後の研究における課題または問題点

TCA 回路や Hcy 代謝は細胞の内側で生じている。そのため、血漿を用いる場合、代謝活動を直接的に捉えているわけではないことに注意が必要である。今後、対象者の遺伝子多型や運動条件を詳細に設定し、運動実施前後での代謝プロファイルを比較することで栄養的介入のターゲットを探索する。また、動物実験を行い、血漿だけでなく組織におけるプロファイルを比較することで、物質の体内動態を明らかにすることが重要となる。

発表論文・著書

1) Minematsu A, Serizawa N, Shinagawa A, et al.. (2022) 『Endurance exercise increases next-day fasting plasma homocysteine concentrations in female long-distance runners』 pp. 151-159, J Clin Physiol.

脛骨粗面の構造に及ぼす種々の物理刺激の影響に関する研究 —Osgood-Schlatter 病の機序解明と予防法の検討—

院生研究員：水藤飛来

1.研究の背景

オスグッド病(OSD)は、発育期の脛骨粗面に発症し、それは脛骨粗面の前方突出や、激しい疼痛および炎症が生じる。OSD は難治性かつ再発リスクの高いことが特徴であるため、発育期にとどまらず、成人期以降の健康にも障害を及ぼす危険性が示唆されている。しかし、OSD には確立された治療法が開発されていないため、近年において OSD の予防が重要であるとされている。私はすでにラット下り走運動によって OSD の組織構造や因子を特定することに成功している。その結果、OSD は脛骨粗面の石灰化が抑制されることで発症することが明らかにされた。すなわち、OSD の予防には脛骨粗面の石灰化を促進させることが非常に重要である。一方で、上り走運動は下り走運動に比べて下肢への負担が少ないことが報告されているが、上り走行が脛骨粗面の石灰化に及ぼす影響について明らかにした報告はいまだない。

以上のことから、上り走運動による機械的刺激が脛骨粗面の石灰化に及ぼす影響について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

- ・上り走によって脛骨粗面の石灰化は促進される

上り走運動群 (Uphill running group, UR)と対照群 (Control group, CO)の脛骨粗面には、膝蓋靭帯の線維が埋入されている表層と硝子軟骨で構成された深層が組織学的に観察された。UR における深層の面積は、CO と比べて低値を示していた。さらに、UR の脛骨粗面深層には石灰化促進因子として知られている Tissue Non-specific Alkaline Phosphatase(TNAP)の免疫反応が認められ、それは CO よりも顕著に示されていた。遺伝子発現解析では、TNAP および Collagen type 10 (石灰化軟骨基質中に出現する, Col10)が UR において有意に高値を示していたが、炎症性サイトカインである Interleukin-6(IL-6)の発現には有意な差は認められなかった。以上のことから、上り走運動は脛骨粗面の石灰化を炎症なしに促進し、それは OSD の予防となりえ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

課題 1：上り走運動の石灰化促進経路の解明

- ・論文発表

1. **Hirai Suito**, Kaoru Fujikawa, Masafumi Ohsako.” Eccentric contractions during downhill running induce Osgood–Schlatter disease in the tibial tuberosity in rats”, Scientific reports (IF:5.516, Peer review), Nature research.
2. **Hirai Suito**, Kaoru Fujikawa, Masafumi Ohsako.” ENPP1 downregulation and FGF23 upregulation in ageing-related calcification of the tibial tuberosity in rats”, Calcified tissue international (IF:4.227, Underreview), Springer Nature.
3. **Hirai Suito**, Kaoru Fujikawa, Masafumi Ohsako.” Decreased of mechanical stimulation is formed an immature bone tissue in rats tibial tuberosity -Focus on calcification factor and chondrocyte mechanosensor-“, Bone research (IF:16.969)へ投稿予定, Springer Nature.

ラット脛骨関節軟骨の加重低減に伴う構造変化に対する非接触電流刺激による抑制効果

曾 雪倩（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

現在、変形性膝関節症（Osteoarthritis : OA）における早期療法には、運動や通電刺激が用いられている。しかし、運動療法は高齢者の関節への過剰な負荷が加わるため、疼痛レベルが増大することも報告されている。そのため、近年最近開発されたベクトルポテンシャル発生装置（VP）を用いた治療法が注目されている。後肢後肢懸垂によって関節軟骨の変性をもたらしたラットに、ベクトルポテンシャルを用いた新たな通電刺激法によって、関節軟骨の厚さが維持されることをすでに見出している。しかし、その効果は特定の周波数および入力電流によるものであり、その違いが関節軟骨維持にどのような効果をもたらすかについては明らかにされていない。

2. 調査報告および研究報告

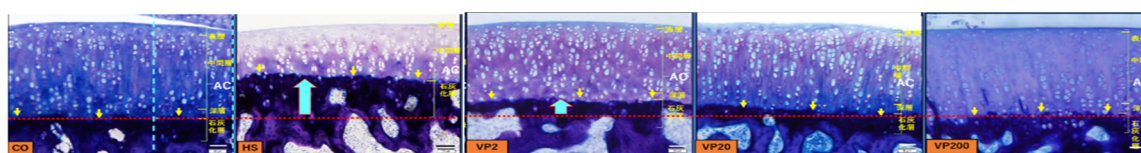


図1 周波数別トルイジンブルー染色

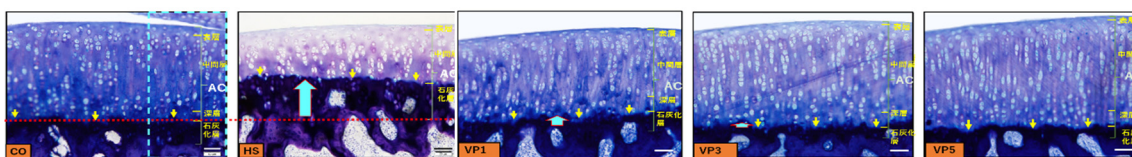


図2 入力電流別トルイジンブルー染色

本年度実施した研究は、①異なる周波数の通電刺激が後肢懸垂ラットの脛骨関節軟骨の構造に及ぼす影響。結果：関節軟骨関節軟骨に関しては、HSのタイドマークはCOに比べてかなり上昇した。一方、VPでは同様な変化が認められず、未石灰化層の厚さが維持された（図1）。②異なる非接触性通電刺激の電流の強さが後肢懸垂ラットにおける脛骨関節軟骨の構造に及ぼす影響。結果：HSの石灰化層には大型で明調な軟骨小腔が多く含まれていた。VP1の石灰化層の厚さはCOとほぼ同様か、逆にVP3およびVP5ではCOより薄かった（図2）。

3. 今後の研究における課題または問題点

(1)今回の実験結果から、ベクトルポテンシャル（VP）を用い、少なくとも周波数20kHzおよび入力電流3A以上の通電刺激によって、加重低減に伴う関節軟骨のマトリックスの減少や石灰化層の亢進が抑制される可能性が示唆された。(2)軟骨の石灰化は変形性関節症の特徴であり、今回の研究では電気刺激によって潮位の上昇を抑制できることを得たが、異常な石灰化としたメカニズムが明らかになっていないので、この問題点に関して研究を続ける。

学会発表

1) Zeng, X. Q, Suito, H, Minamizono, W, Yashima, Yang, C, Fujikawa, K. Effects of electrical stimulations at different frequencies on the structure of tibial articular cartilage in hindlimb-suspended rats. ECSS Sevilla 2022. 2022. 8. 30. Sevilla

異なる電流による通電刺激が後肢荷重低減下のラット大腿骨の構造に及ぼす影響

院生研究員：南園航（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

ペクトルポテンシャル（VP）発生装置が後肢加重低減ラットに及ぼす影響を検討しており、加重低減下における VP 装置の通電による骨量維持効果について既に認めている。生体内における負担を考えると、通電する電流は小さいことが求められる。また、通電に用いる装置自体は、小型で、扱いやすいことが実用化に向けても、重要な因子である。本年度は様々な通電条件における VP 発生装置の骨量維持効果について、検討してきた。そのため、本研究では、異なる電流による通電刺激が後肢加重低減下のラット大腿骨の構造に及ぼす影響について検討した。

【方法】

材料として、7 週齢のウィスター系雄性ラット（n=30）を使用し、各群に分類した。実験群は後肢懸垂群（HS）と後肢懸垂中に通電刺激を行う群（VP）に大別し、対照群（CO）は同期間において、ケージ内で通常飼育した。VP は電流の違いから、1A,3A,5A に分類した。実験期間は 3 週間として、30 分/1 日、5/週、VP 通電刺激を行った。実験期間終了後、ラットを安楽死させ、大腿骨を摘出し、速やかに 4%パラホルムアルデヒドにて固定し組織学的に解析を行った。

2. 研究報告・結果

走査電子顕微鏡で拡大すると HS では CO に比べて骨梁が減少しており、CO で見られる横方向に配向する骨梁が HS では減少していた。一方、VP 群ではいずれも縦および横方向に配向する骨梁が全体的に網状をなしていた（図 1）。

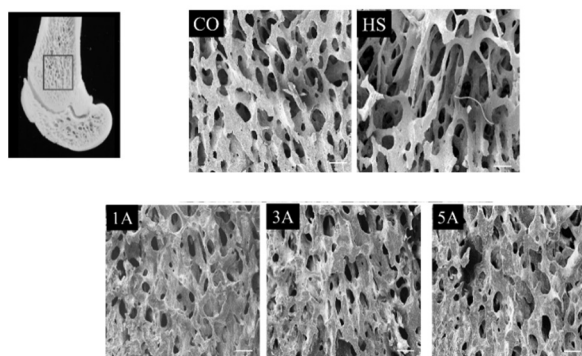


図 1. 各群の大腿骨海綿骨の構造

左上側：次亜塩素酸ナトリウムにて処理した大腿骨矢状断面の肉眼観察像

右側：走査電子顕微鏡による二次海綿骨の拡大像（bar=0.2mm）

上段左上から：CO、HS、下段左側から 1A、3A、5A

【結論】

本研究で実施した VP 装置による通電条件の中では、高い電流の方が、骨量維持効果があることが理解された。

3. 今後の研究における課題または問題点

本研究結果から、本研究で用いてないより高い電流での実験を検討する必要がある。

発表論文

1) 南園航、徐思琴、八嶋奈央、大迫正文、(発行年<2022 年>)『Histological study in structure of cancellous bone at different site in growing rats』、東洋大学紀要論文投稿中
学会発表

1) 南園航、八嶋奈央、徐 思琴、大迫正文、異なる電流による通電刺激が後肢加重低減下のラット大腿骨に及ぼす影響、第 77 回日本体力医学会、開催日 9 月 21 日、オンライン発表

2) Minamizono, W. ,Yashima, N., Yang, C. , Nakai, S. , Fujikawa, K., Ohsako, M. ,Effects of electrical stimulation at different times on times on bone loss femoral one loss in hindlimb-suspended rats, ECSS、2022 年 8 月 30 日、スペイン、ポスター発表

3) 南園 航、水藤飛来、八嶋奈央、中井真悟、大迫正文、異なる周波数の通電刺激がラット大腿骨の骨構造に及ぼす影響、日本柔道整復接骨医学会 2022 年 12 月 3 日、池袋、口頭発表)

2023 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

〒374-0193 群馬県邑楽郡板倉町泉野 1-1-1

Tel. 0276-82-9111

Fax. 0276-82-9801

URL <https://www.toyo.ac.jp/ja-JP/research/labo-center/lii/>