

東洋大学  
ライフイノベーション研究所

2021 年度研究報告書

2022 年 3 月

東洋大学ライフイノベーション研究所



東洋大学

令和 4 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、2020 年の日本人の平均寿命は男性が 81.64 歳、女性が 87.74 歳で、2019 年と比較して男性は 0.23 年、女性は 0.29 年上回りました。しかも、世界の中でここ 10 年以上、心臓病の発症が最も少ない国で、一見すると、日本は長寿国、超高齢社会を満喫している国に見える。

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る。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ある。

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る。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る。

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(8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、14名の産官学の組織に所属する客員研究員並びに3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る。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ある。

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、新型コロナによるパンデミックの状況下、免疫による新型コロナ発症予防に関心が集まっている背景を考慮し、「免疫と健康維持・増進」と題して、本学内外の免疫関係の研究者2名に、それぞれの立場から免疫システムに基づいた生活習慣病予防・治療効果を講演いただき、免疫システムを上手に使った健康寿命延伸の可能性を考えました。特別講演1：演題 Paneth 細胞  $\alpha$  ディフェンシンによる腸内細菌叢形成からみた健康と病気」、北海道大学大学院 先端生命科学研究院准教授 中村公則氏；特別講演2：演題「ライフスタイルで変化する免疫応答能の可視化研究」、東洋大学 理工学部 生体医工学科 教授 東洋大学生体医工学研究センター センター長 加藤和則氏。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たい。

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ある。

## 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キャベツからの乳酸菌の単離および応用利用に向けて……………三浦 健……………6
- ②市販手作り味噌からの乳酸菌の分離……………高品 知典……………8
- ③コルチコステロン慢性投与による脳腸変動—腸内細菌叢および脳内遺伝子発現の変動  
……………児島 伸彦……………10
- ④幼児期の食生活と腸内細菌叢に関する研究……………高橋 珠実、吉永 淳……………12

### 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非対面型（オンライン）コミュニティカフェが高齢者の社会的孤立に及ぼす影響に関する研究  
……………山本 美香……………16
- ②コロナ禍における社会福祉法人の公益的な取組みに関する現状分析（2）加山 弾……………17
- ③社会保障におけるインセンティブ制度の在り方について……………伊奈川 秀和……………19
- ④社会福祉法人の経営状況と課題……………早坂 聡久……………21
- ⑤若年者における活動・休息リズムの不規則さと抑うつ症状との関連……………吉崎 貴大……………22

### 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酸化ストレスマーカーを用いた活性酸素による健康影響評価……………宮越 雄一……………25
- ②男性ホルモン非依存性前立腺がん幹細胞を標的とした新たな前立腺がん再発予防法の構築  
……………矢野 友啓……………26
- ③後肢懸垂ラットの骨構造に及ぼす異なる期間の非接触性通電刺激の影響……………大迫 正文……………28
- ④脳神経系ストレス増大によるプログラニューリンの発現制御……………根建 拓……………29
- ⑤イチジクの結実・収穫適時・貯蔵における抗酸化能の変動……………林 清……………31
- ⑥一過性運動における酸化ストレスマーカーとビタミン C の変動……………太田 昌子……………32
- ⑦野菜由来の硝酸塩摂取が安静時の静脈血管伸展性に及ぼす影響……………大上 安奈……………33
- ⑧健康な食生活を実践するための因子の検討—視覚が味覚に及ぼす影響—  
……………大瀬良 知子……………35
- ⑨一過性持久性運動が C1q/TNF-related protein-12 に及ぼす影響……………今 有礼……………36
- ⑩ムクナ豆を用いた代替肉の検討……………郡山 貴子……………37



#### 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アスリートの健康 1：コンディショニングへの取り組み調査  
- スキルトレーニングとフィジカルトレーニング -  
.....岩本 紗由美、杉田 記代子、高田 和子 .....39
- ②アスリートの健康 2：コンディショニング現状調査 - 健康問題に関する報告 -  
.....杉田 記代子、岩本 紗由美、中島 徹哉、高田 和子 .....41
- ③選手向け食物摂取頻度調査票を使用した摂取量評価の試み  
.....高田 和子、岩本 紗由美、杉田 記代子、中島 徹哉 .....44
- ④女子サッカー選手の体力的特徴に関する研究 ～同チームのシーズンの違いによる比較～  
.....中島 徹哉、岩本 紗由美 .....46

#### 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家具・生活品組み込みセンサーデバイスを活用した人の動作情報取得の研究  
.....柏樹 良 .....48
- ②コロナ禍における高齢者施設での面会に関する基礎調査 ..... 渡邊 彩子 .....49

#### VI. 客員・院生研究員報告

- ①加熱式たばこのエピゲノムへの影響 ..... 佐藤 綾美 .....51
- ②血流制限が腓の温度制御におよぼす影響 ..... 石垣 智恒 .....52
- ③通電刺激が骨組織に及ぼす影響 ..... 荒木 美智子 .....53
- ④機能性食素材トコトリエノールの抗悪性中皮腫素材としての可能性 ..... 河野 翔 .....54
- ⑤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 .....56
- ⑥高強度運動が脛骨粗面および膝蓋骨の構造に及ぼす影響 ..... 藤川 芳織 .....58
- ⑦後肢不動化が骨端線離開に及ぼす影響 ..... 中井 真悟 .....59
- ⑧一過性運動が血中ホモシステイン濃度及び酸化型アルブミン比に及ぼす影響  
.....品川 明穂 .....61
- ⑨義肢装具使用患者の住環境の現状と問題 ..... 高橋 素彦 .....62
- ⑩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 .....63
- ⑪加重低減に伴うラット脛骨関節軟骨の構造変化に対する非接触性通電刺激の抑制効果研究  
.....曾 雪倩 .....64

## 「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 2021 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。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、高い栄養価を示すことが知られている。また味噌には発酵工程で産出される様々な有用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系多機能性食品といえる。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、本年度は要冷蔵保存の市販手作り味噌からの乳酸菌の分離を試み、数種の植物性乳酸菌を得た。

・キャベツからの乳酸菌の単離および応用利用に向けて（三浦）：キャベツには、食物繊維やビタミン U、ビタミン C などが豊富に含まれている。さらに、豊富に含まれる天然アミノ酸である s-メチルシステインスルホキシドは LDL(悪玉) コレステロールを下げる作用が期待されている。一方で、ザワークラウトとは主に *Lactobacillus plantarum*、*Lb. brevis*、*Leuconostoc* 属などの乳酸菌が関与している発酵食品であり、摂食することで腸内細菌叢の変化も期待できる。そこで本年度は、孳恋キャベツから乳酸菌 50 株の単離・同定を行った。さらに、ザワークラウト製造の可能性について検討した。

### ② コルチコステロン慢性投与による脳腸変動—腸内細菌叢および脳内遺伝子発現の変動（児島）：

最近、うつ病と腸内細菌叢と双方向的に関連しているという報告が増えており注目されているが、細菌種と脳の遺伝子発現の関連は未だに不明な点が多い。一方、視床下部-下垂体-副腎（HPA）軸は、ストレスを起因として発症する精神疾患に関与していることが示唆されている。HPA 軸の機能不全によるグルココルチコイドの過剰分泌はうつ病の病態の一部である。そこで、コルチコステロン（CORT）の慢性投与により、うつ病モデルマウスを作成し、うつ病モデルマウスで変動する脳内遺伝子と変化する細菌種の同定を行った。また、腸内細菌叢の組成変化と抑うつ行動との因果関係を調べるために、CORT マウスの盲腸内容物の抽出物を無菌マウスに投与して、その効果を調べた。

### 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。

# キャベツ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

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<sup>i</sup>。

キャベツには、食物繊維やビタミンU（キャベツから発見されたビタミン様成分）、ビタミンCなどが豊富に含まれている。ビタミンUは胃酸の分泌に影響を与え、胃や腸の粘膜を健康に保つことができ、胃潰瘍や十二指腸潰瘍の予防や改善に効果がある。さらに、豊富に含まれる天然アミノ酸である *s*-メチルシステインスルホキシドは LDL（悪玉）コレステロールを下げる作用が期待されている。一方で、ザワークラウトとは、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しており、一般的に pH4 であると報告されている<sup>ii</sup>。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。

そこで、本研究では、孀恋キャベツから乳酸菌を単離・同定を行った。さらに、ザワークラウト製造の可能性について検討した。

## 2. 調査報告および研究報告

### ① 乳酸菌の単離・同定

NaCl（0、2.5、5.0、10%）を添加し、千切りした孀恋キャベツのみ、さらに MRS 液体培地を添加したものを 4℃および 25℃の条件下で 2 週間、集積培養を行った。各集積培養液を 3 日ごとに炭酸カルシウム入り MRS 寒天培地に塗布し、ハローを形成したコロニーを乳酸菌候補株とした。この乳酸菌候補株を MALDI-TOF/MS による同定を行った。さらに、MRS 液体培地で乳酸菌を 3 日間培養した後、ザワークラウトの製造に必要な条件である培養液を pH4 以下に低下させる乳酸菌を選定した。

その結果、25℃で NaCl を添加したキャベツのみ：16 株、MRS 液体培地を添加：23 株、4℃で NaCl を添加したキャベツのみ：3 株、MRS 液体培地を添加：8 株の単離に成功した。これらの菌を MALDI-TOF/MS で同定を行ったところ、*Lactobacillus brevis*：17 株、*Lactobacillus plantarum*：16 株、*Leuconostoc citreum*：5 株、*Leuconostoc lactis*：3 株および *Weissella confusa*：9 株であった。その中で、*Lactobacillus plantarum*：4 株（TC1～4 株）、*Lactobacillus brevis*：3 株（TC5～7 株）の計 7 株が MRS 培養液を pH4 以下に低下させた。

### ① 試作品の化学分析

選定した乳酸菌を用いたザワークラウトの作製が可能であるか調べるため、キャベツジュース（圧搾による液状化）に 2%NaCl と各乳酸菌（TC1～TC7 株）を添加し pH 変化および液体クロマトグラフィーを用いた有機酸分析、糖度測定を行った。

その結果、pH 変化では全 7 株において 3 日目まで急激に低下し、pH6.3 から pH3.3 に達した。その後、14 日目まで変動しなかった。有機酸分析では乳酸のみが検出され、含有量に菌株間で差は見られなかった。さらに、糖度測定でも菌株による差はほとんど見られず、フルクトースとグルコースの割合も同等であった。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

全 7 株によるザワークラウトの試作品は TC1 株と TC7 株の総合的評価が高く、共同開発者との 2 株を用いた商品化を検討している。さらに、TC4 株は乳酸発酵と同時にキャベツを分解していることが観察された。現在、高塩濃度下による加水分解酵素生産能の検出している。さらに今後は、植物性食品ロスなどに役立つ可能性があることが示唆された。

#### 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

#### 謝辞

この研究は、石原 智 氏（群馬県農業技術センター企画部農産加工係 独立研究員）のご協力により遂行されたものです。この場を借りて深く御礼申し上げます。

# 市販手作り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<sup>1)</sup>としての機能が注目されている。味噌の主原料は大豆であるが、発酵過程において元来大豆にはないアミノ酸やビタミン類等が多量に加わり、大豆以上の高い栄養価を示すことが知られている。また発酵工程で生産される様々な代謝産物が含まれており、いわば機能未知の成分を含む複合微生物系多機能性食品といえる。

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<sup>2)</sup>、生活習慣病のリスクを下げる<sup>3)</sup>、老化を防止する<sup>4)</sup>、美白効果がある<sup>5)</sup>などの機能性が明らかにされている。特に最近では味噌が腸内環境を整える機能を持ち、免疫力を高め病気を予防する効果があると期待されている<sup>1)</sup>。そこで、味噌由来のプレバイオティクス、プロバイオティクスの探索研究を進めるにあたり、本年度は要冷蔵保存の市販手作り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

新たに入手した要冷蔵保存の市販手作り味噌製品8種を対象として、MRS 白亜寒天培地、3%NaCl-MRS 白亜寒天培地、0.5%NaCl-GYP 白亜寒天培地、0.5%NaCl-FYP 白亜寒天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、酸を生成する多数のコロニーを得ることができた。純粋分離後、島津 AXIMA 微生物同定システム (bioMérieux 社バイテック MS) を用い簡易同定を行った。その結果、供試8サンプルのうち、5サンプルから乳酸菌が検出された。これらの乳酸菌には *Tetragenococcus* 属、*Pediococcus* 属、*Enterococcus* 属細菌であり、前年度に検出された *Lactobacillus* 属、*Leuconostoc* 属、*Weissella* 属などの特に植物質を原料とした発酵食品から分離されることの多い植物性乳酸菌は含まれていなかった<sup>6)</sup>。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、出火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，プロバイオテックス・プレバイオティクス・バイオジェニクス，p.115-128，公益財団法人日本ビフィズス菌センター
- 2) 厚生労働省研究班（2003）
- 3) 青木宏ら（1994）

- 4) 小泉武夫ら（1995）
- 5) 新本洋士ら（1997）
- 6) 鈴木真子 東洋大学生命科学部 卒業論文要旨（2021）

# コルチコステロン慢性投与による脳腸変動—腸内細菌叢および脳内遺伝子発現の変動

児島 伸彦

## 1. 研究の背景

うつ病の患者数は年々増加傾向にあり大きな社会問題となっている。最近、うつ病と腸内細菌叢と双方向的に関連しているという報告 (1, 2) が増えており注目されているが、細菌種と脳の遺伝子発現の関連は未だに不明な点が多い。一方、視床下部・下垂体・副腎 (HPA) 軸は、ストレスを起因として発症する精神疾患に関与していることが示唆されている (3)。HPA 軸の機能不全によるグルココルチコイドの過剰分泌はうつ病の病態の一部である。そこで、コルチコステロン (CORT) の慢性投与により、うつ病モデルマウスを作成し、うつ病モデルマウスで変動する脳内遺伝子と変化する細菌種の同定を行った。また、腸内細菌叢の組成変化と抑うつ行動との因果関係を調べるために、CORT マウスの盲腸内容物の抽出物を無菌マウスに投与して、その効果を調べた。

## 2. 研究報告

### 実験方法

実験動物の処置: 8 週齢の C57BL/6N 雄マウスを用いて薬物投与実験および糞便移植 (FMT) 実験を行った。薬物投与実験 (n=24) ではマウスを 4 つの群 (各群 n=6) に分け、ベヒクルである  $\beta$ -シクロデキストリン ( $\beta$ -CD) 4.5 mg/ml、CORT 35  $\mu$ g/ml、化合物 F 500  $\mu$ g/ml を表 1 のように投与した。また、FMT 実験では、薬物投与実験の動物より回収した盲腸内容物を生理食塩水で 5 倍希釈し、2 週間にわたる抗生物質 (バンコマイシン塩酸塩 500 mg/L、ポリミキシン B 硫酸塩 100 mg/L) 投与により作成した疑似無菌マウス (n=21) に強制経口投与により移植した。

表 1. 実験動物および薬物投与の群

| VEH (n=6)            | VEH+F (n=6)                                         | CORT (n=6)                | CORT+F (n=6)                                                  |
|----------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------|
| $\beta$ -CD を 6 週間投与 | $\beta$ -CD 投与開始の 3 週間後に $\beta$ -CD+化合物 F を 3 週間投与 | $\beta$ -CD+CORT を 6 週間投与 | $\beta$ -CD+CORT 投与開始の 3 週間後に $\beta$ -CD+CORT+化合物 F を 3 週間投与 |

メタ 16S rDNA 解析: 各個体の盲腸内容物の DNA を ISOSPIN Fecal DNA キット (ニッポンジーン) で抽出し、次世代シークエンスによるメタ 16S 解析を AZENTA 社 (旧 Genewiz 社) に委託した。脳遺伝子の解析: VEH 群と CORT 群を安楽死させ、取り出した海馬より全 RNA を抽出した (RNAiso Plus、タカラバイオ)。RNA (各群 n=3) を鋳型として cDNA を合成後、PCR array (RT<sup>2</sup> Profiler、キアゲン) でシナプス可塑性関連遺伝子の発現量を系統的に解析した。その後、PCR array で発現量に差のあった遺伝子について、個別にリアルタイム RT-PCR で発現変動を確認した。

## 結果と考察

### 腸内細菌叢の組成変動

メタ 16S rDNA 解析において CORT 及び化合物 F の投与で腸内細菌叢の組成変化がみられた。α 多様性解析では化合物 F 投与で細菌叢の豊富度及び均等度が下がる効果が認められた。本研究の結果、CORT 投与で Firmicutes 門に属する細菌種の割合変化が最も大きかった。更に有意に減少した細菌種も複数発見されたため、微生物叢がうつ病に関連していることを示唆した。Bacteroidota 門の Bacteroides 属が CORT 投与で減少したが、化合物 F の投与で正常に戻ることから化合物 F の改善効果が期待できる。FMT 実験によりドナーマウスとの間で腸内細菌叢の組成の類似性が見られた。

### 脳内遺伝子発現の変動

シナプス可塑性関連遺伝子の PCR array で CORT 群の脳内遺伝子変化を調べたところ、CORT 群では *Egr1*、*Egr3*、*Grm8*、*Jun*、*Junb*、*Klf10* および *Gapdh* が V 群での発現量の 0.75 以下に減少し、*Ntf3* が V 群での発現量の 1.5 倍以上増加した。PCR array の結果は個別にリアルタイム PCR で検証した。その結果、CORT 群は CORT+F 群に比べて *Gapdh* が有意に減少した。CORT 群と VEH+F 群は VEH 群に比べて、*Egr1*、*Jun*、*Nr4a1*、*5HT-1A* と *TNF-α* が有意に減少した。

## 3. 今後の課題

本研究によって、腸内細菌が脳機能に影響し、うつ病の発症、抑うつ程度に関連している可能性があることが示唆された。したがって、本研究の結果は、「うつ病—脳腸軸相関仮説」を支持する。また、本研究で CORT の慢性投与により、海馬において複数のシナプス関連遺伝子の発現が減少することが示された。このことが、うつ病における認知機能の低下の原因となっている可能性がある。しかし、腸内細菌叢の変動は個体間でばらつきが多く、本研究の結果についての再現性を確認する必要がある。さらに、今後行動異常と変動細菌種および発現変動遺伝子間の関連を明確にする必要がある。

## 参考文献

1. Winter G. et al. Gut microbiome and depression: what we know and what we need to know. Rev. Neurosci. 29:629-643 (2018)
2. Barandouzi ZA. et al. Altered composition of gut microbiota in depression: A systematic review. Front. Psychiatry 11, Article541 (2020)
3. Almeida FB. et al. The role of HPA axis and allopregnanolone on the neurobiology of major depressive disorders and PTSD. Int J Mol Sci. 22: 5495 (2021)

本研究の成果は、本年 6 月の日本神経科学学会年会 Neuro2022 に以下の通り演題発表する予定である。  
Taolei Han, Wenran Qiu, Kenjiro Sato, Nobuhiko Kojima Effects of chronic administration of corticosterone on the microbiota-gut-brain axis in mice.



# 幼児期の食生活と腸内細菌叢に関する研究

高橋 珠実（食環境科学部 食環境科学科）

吉永 淳（生命科学部 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。本研究では、幼児期および児童期の生活習慣とからだと心の問題との関わりを検討していくことを目的とした。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、および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。

## 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、今年度は当初予定していた、都市部の園児に対する調査・検査の実施は見送った。

対象幼児は、長野県の山間部の幼稚園に通う園児 10 名（女 6 名、男 4 名）（S 群）、および群馬県中心部の保育園に通う園児 10 名（女 5 名、男 5 名）（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）〕<sup>1)</sup>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<sup>2) 3)</sup>を参考にして、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。この得点が高いほど、親がさまざまな「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。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。

今回、上記の調査・検査結果の中から、からだの健康調査結果および腸内細菌叢検査の結果について取り上げ、報告する。からだの健康調査結果において、山間部に住む園児：S 群の合計点の平均は  $14.7 \pm 9.6$  点であった。一方、群馬県の中心部に住む園児：T 群の合計点の平均は  $13.8 \pm 14.5$  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（Mann-Whitney U test）。

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（ $3.9 \pm 4.0$  回/年）と T 群（ $4.4 \pm 4.4$  回/年）との比較において有意差は認められなかった（Mann-Whitney U test）。

腸内細菌叢解析結果より、属レベルの占有率の結果を図 1 に示した（注：すべての細菌名は記載できなかった）。ビフィズス菌（黄色で示された中の一番上）はすべての検体から確認された。ビフィズス菌、バクテロイデス属細菌（一番上の緑）、プレボテラ属細菌（一番上のオレンジ）の占有率結果を表 1 にまとめた。これら 3 つの割合に 2 群間の差は認められなかった（Mann-Whitney U test）。またこれらの結果から、プレボテラ属細菌を多く保有する特徴を持つ P タイプと、バクテロイデス属細菌とビフィズス菌を多く保有することを特徴とする BB タイプとに分けてみると、S 群は P タイプが 4 名（40%）、BB タイプが 6 名（60%）、T 群は P タイプが 2 名（20%）、BB タイプが 6 名（80%）であった。一般的に高脂肪の現代食とともにヒトの腸内細菌叢のタイプは P から BB タイプに移行するとされており、先行研究では日本の児童 84 名中 83 名（98.8%）が BB タイプであったことが報告されている<sup>4)</sup>。今回の結果は、先行研究の結果よりも高い割合で P タイプの子どもが確認された。

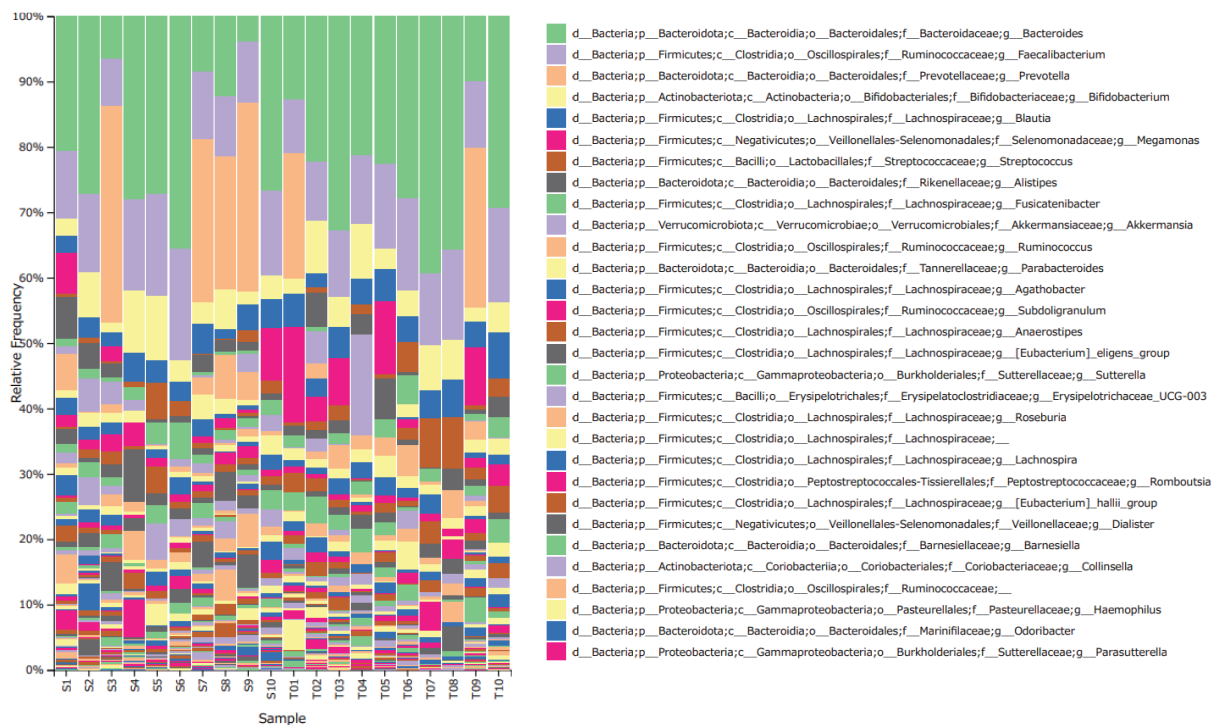


図 1. 属レベルの占有率の結果

表 1. ビフィズス菌、バクテロイデス属細菌、プレボテラ属細菌の割合

|             | S群    |       | T群    |      |
|-------------|-------|-------|-------|------|
|             | 平均値   | 標準偏差  | 平均値   | 標準偏差 |
| ビフィズス菌%     | 4.87  | 3.05  | 5.02  | 2.25 |
| バクテロイデス属細菌% | 19.68 | 11.02 | 25.44 | 9.51 |
| プレボテラ属細菌%   | 10.75 | 14.22 | 4.37  | 9.27 |

alpha diversity（多様性）解析の結果から、S 群と T 群の系統的な違いに有意差が認められ

(Kruskal-Wallis test,  $p<0.05$ )、2 群間の腸内細菌叢に系統的に違いがあることが示唆された (図 2, 左)。種類の豊富さ・均等度には 2 群間の比較において有意差は認められなかった (図 2, 右)。

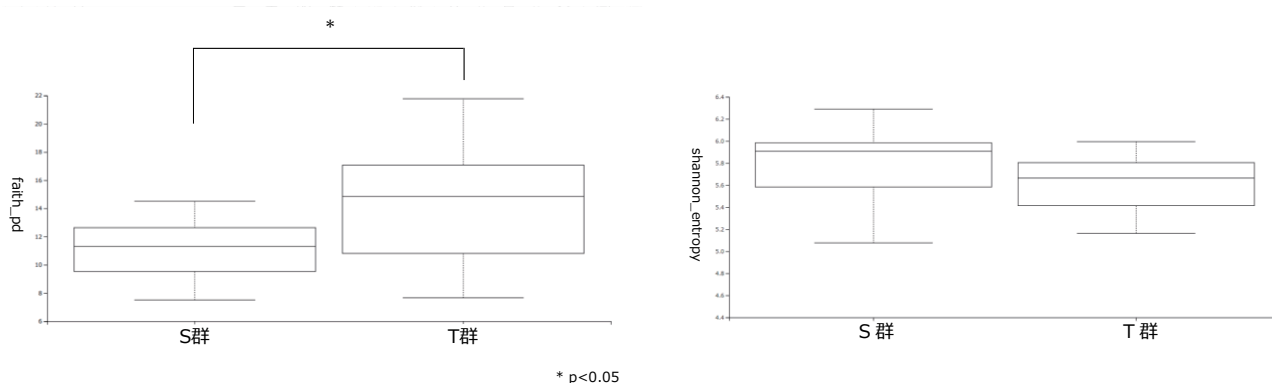


図 2. alpha diversity (多様性) 解析の結果の結果  
系統的な違い (左) と種類の豊富さ・均等度 (右)

からだの健康調査の合計点と門レベルの占有率との関連を検討したところ、*Patescibacteria* との有意な正の相関関係が認められた (Spearman の相関分析,  $r=0.542$ ,  $p<0.05$ )。また、からだの健康調査の合計点と体調を崩して園を休む年間の回数との間に正の相関が認められた (Spearman の相関分析,  $r=0.559$ ,  $p<0.01$ )。

### 3. 今後の研究における課題

今後は都市部の幼児のサンプル採取を行い、さらなる詳細な解析を行っていき、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、学会発表、論文発表を行っていく。

#### 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.ebnjapan.org/sitsumon/>. (2022 年 1 月 20 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>. (2022 年 1 月 20 日最終閲覧)

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

## 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。ただ、2021年度はコロナ禍もあり、このテーマでの共同研究ができなかったため、各自がそれぞれ個別に調査研究を実施した。

2022年度は、東京都下における高齢者施設での食生活に関する共同調査研究を予定している。今後は、このテーマに関するブレインストーミングの実施、続いて先行研究の収集・分析、調査項目の作成、調査を行っていく予定である。

伊奈川は、「社会保障におけるインセンティブ制度の在り方について」をテーマとして、伝統的な規制的又は奨励的な手法とは異なる形で個人や事業者の行動変容を促すインセンティブ制度について、個人情報の保護やデジタル化との関係の論点も射程に取り込み検討を加えることにより、持続可能な社会保障制度の構築を目指す研究を行った。

加山は、「コロナ禍における社会福祉法人の公益的な取組みに関する現状分析（2）」をテーマとした。昨年度に続く第2弾となっている。本研究では、自治体単位で複数の社会福祉法人が連携し、制度の狭間の問題に対応する公益活動が全国で進んでいる。本研究では、昨年に続き、コロナ禍において困窮状態に陥った人々に対する迅速・柔軟な取組みについて調査した。大規模な取組みをしている東京都・滋賀県・青森県を対象に、ヒアリングを行った。

早坂は、「社会福祉法人の経営状況と課題」をテーマとした。社会福祉法人は、単一の事業所で細々と経営する零細法人と数十の事業所を運営し従業員総数で数百から千人単位の規模にまで拡大しているものがあり、その差は、年々広がっている。本研究では、社会福祉法人財務諸表公表システムのデータから、社会福祉法人の経営状況の類型化を行うとともに経営課題について検討する。

吉崎は、「若年者における活動・休息リズムの不規則さと抑うつ症状との関連」をテーマとした。若年者においては1日の活動時間帯の指向性が遅いといった特徴に限らず、日々の生活行動が社会的な時間制約の有無によって左右されやすいことも特徴的である。そこで、本研究は若年者を対象とし、日常生活下における活動・休息リズムを把握し、抑うつ症状との関連を明らかにすることを目的とした。

山本は、「非対面型（オンライン）コミュニティカフェが高齢者の社会的孤立に及ぼす影響に関する研究」をテーマとした。これは、非対面型(オンライン)による学生との交流が、コロナウイルスによって孤立しがちとなった高齢者の意識や社会生活に、どのような変化をもたらすのかを明らかにするものである。またオンラインによるコミュニティカフェという、「交流のパラダイムシフト」ともよぶべき方法が、どの程度の効果があるものか、その課題も検証する。

# 非対面型（オンライン）コミュニティカフェが高齢者の社会的孤立に及ぼす影響に関する研究

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

古い団地においては、居住者の高齢化や地域関係の希薄化によって、居住者の孤立化が課題となっている。特に、2020年初頭以降のコロナウイルスのパンデミックによって、その傾向はさらに加速化し、心身のフレイルが顕著となっていることが調査によって明らかにされてきている。

若年層をはじめ中年層においては、ソーシャルディスタンスが求められる中で、SNSやオンラインといったツールを用いたコミュニケーションが飛躍的に伸びたが、パソコンやipad、スマホなどの保有率が低く、また馴染みのない高齢者はそうした社会の動きから取り残されたことが社会問題となった。

本調査研究の目的は、非対面型(オンライン)による学生との交流が、コロナウイルスによって孤立しがちとなった高齢者の意識や社会生活に、どのような変化をもたらすのかを明らかにするものである。またオンラインによるコミュニティカフェという、「交流のパラダイムシフト」ともよぶべき方法が、どの程度の効果があるものか、その課題も検証する目的もある。

## 2. 調査報告および研究報告

調査は、2021年12月から2022年3月にかけて順次実施している。調査対象者は、すでに東洋大学ライフデザイン学部生活支援学科生活支援学専攻の学生（16名）と、オンラインによって交流を重ねた高齢者（東京都北区UR豊島5丁目団地居住者）5名に対して行った。調査方法は、オンラインによって約50分程度、半構造化面接を行った。現在、分析は途中であるが、①オンラインには、当初多少の緊張感があったが、すぐに慣れ、「PCを使える」という感触が持てたこと、②コロナ禍で人との交流が減っていたが、非接触型で、顔を見ながら話しができる新鮮さ、③仕事が減少し、生活の中で張りがなくなる毎日の中で、なにかしら予定があることの楽しみなど、自己肯定感の高まりや気分の高揚といった効果が得られている。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

今回は、調査対象が全員女性であったこと、団地での役割や人的ネットワークがある人が抽出されたため、調査対象に偏りがみられた。また、オンラインという新しいツールが、孤立化防止にどの程度効果をもたらすものかについては、先行研究もこれから行われてくると思われるので、それらの分析が必要となる。

## 4. 発表論文・著書

- 1) 山本美香「 」東洋大学福祉社会開発研究センター編『認め合い、支え合う 福祉社会の近未来(仮)』 2022年3月刊行予定

## 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。

2020 年以降はコロナ禍による困窮世帯への支援、リモートでの地域活動等の対応に、この連携体制が大きな役割を果たしている。地域に潜在・顕在する課題にアウトリーチし、解決の糸口を見いだすコミュニティソーシャルワークの新たな主体・方法として、緊急の食支援（フードパントリー、子ども食堂、弁当配達等）、オンラインによる活動など、法人の専門性を発揮しつつ迅速かつきめ細かな取組みが展開している。

本研究は、昨年度に引き続きこの緊急対応の現状分析を行う。試行錯誤的な実践を蓄積し、評価・分析することは、長期化するコロナ禍での今後の方向付けとなることはもちろん、自然災害等の非常時下の支援の枠組みを明確化することに資するものと考えている。

## 2. 調査報告および研究報告

昨年度は、先行研究を収集しながら、理論的・歴史的な整理を試みた。今年度はその上で、①都道府県レベルの連携体制、②法人レベルの実践体制のインタビュー調査を行った。①では、地域公益活動を牽引する類型として、「大阪型」「滋賀型」「東京型」と暫定的に分類し、第 1 類型に青森県社会福祉協議会、第 2 類型に滋賀の縁創造実践センター、第 3 類型に東京都社会福祉協議会を指定してインタビューを行った。3 都県それぞれ実情にあった連携方式を採り、複数法人（法人以外の団体等との協働も含めて）の連携によって柔軟かつ即時的な困窮者支援が行われていた。

②では、都内で先駆的な実践を行う事例として社会福祉法人武蔵野会、社会福祉法人武蔵野療園、社会福祉法人東京栄和会にインタビューした。コロナ禍において従来のつながりが制約・中断を余儀なくされる中、ICT を通じた取り組みに特化して調査したのだが、専門職による相談支援、住民（高齢者等）へのツール支援、オンラインでの交流会や講座実施等、利用者のニーズに即した柔軟な取組みが見られた。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

調査においては、コロナ禍以前からの法人間のつながりが、レジリエンス（復元力）のプラットフォームとなっていたことが印象的であった。日常のシステムが機能しない状況で強化された連携体制は、今後あらゆるリスクに対抗する資産として地域に残るものと思われる。行政や社会福祉協議会がこれをいかに恒常的なシステムと「地続き」のものにするかが問われていると言え（たとえば、法人単位では BCP にコロナ対応を記載する例が増えている）、今後はさらに研究していく必要があるものと思われる。

### 発表論文・著書

- 1) 加山弾（2022）「2020 年度学界回顧と展望：地域福祉部門」日本社会福祉学会機関誌編集委員会編『社会福祉

学』(62-3), pp.174-187.

- 2) 加山弾 (2022)「コロナ禍における社会福祉法人の公益的な取組み」東洋大学福祉社会開発研究センター編『認め合い、支え合う 福祉社会の近未来 (仮)』 ※2022 年 3 月刊行予定.

# 社会保障におけるインセンティブ制度の在り方について

伊奈川 秀和（社会学部社会福祉学科）

## 1. 研究の背景

社会保障は現金又は現物による給付（費）の支給を中核とする制度であるが、その質を担保し実効性を高めるため、事業者等の許認可や指定、基準等の遵守義務等の規制的手法、補助金、融資等の奨励的手法が多用されてきた。しかし、現在、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。また、地域包括ケアシステム、地域共生等のように、権利義務関係に置き換えることのできない多様な取組みも社会保障法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も、診療報酬、介護報酬等の報酬制度がもつ政策誘導の側面に着目した研究を行ってきた。そこで、本年度は、その基礎の上に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することにした。

## 2. 研究報告

近年、後期高齢者医療制度の一環として特定健診・保健指導、拠出金に係るインセンティブ制度等が導入されるなど、保険者機能の発揮や医療費適正化の動きと相まって、新たな政策手法が登場してきている。また、介護保険においても、地域包括ケアシステムにおける介護予防、根拠に基づく介護等が重要となっている。さらに、事業者における第三者評価、ISO 規格による認証等も規制とは異なる質の確保・向上のための手段となっている。

これらの動きに共通して言えることは、それが伝統的な給付行政や規制行政の手法とは異なる手法であることである。その典型がインセンティブの付与により個人や保険者等のステークホルダーの行動変容を促す施策である。また、かかるインセンティブ制度は、エビデンス・ベースド・ポリシー・メイキング（EBPM）とも関係しており、ビックデータ（NDB 等）のような裏付けとなるデータが不可欠である。その点で、デジタル化が重要である。

このような問題意識から、本年度は、『社会保障の原理と政策—アドミニストレーションと社会福祉—』（法律文化社）を著し、アドミニストレーションの重要性、多様な政策手段のベストミックス、多様な当事者関係と政策の実現過程について論じた。

また、社会保障の政策手法のイノベーションには、デジタル化が関わる。古くは、コンピュータによる年金のスライド制導入である。現在でも、介護保険の要介護認定のコンピュータによる1次判定、医療保険における特定健診データを利用した糖尿病性腎症重症化予防事業など、何れもデジタル化があってこそのことである。ところが、社会保障のデータには医療、介護、障害等の機微情報も多く、利用とともに個人情報保護の視点が求められる。そこで、本年度の研究では、デジタル化と社会保障の関係について、医療費適正化への個人情報の利活用を巡る法点的論点に検討を加えた。また、デジタル化は、福祉・医療サービスの見える化を促進するが、診療報酬や介護報酬の改定を典型として、給付や負担水準の見直しが社会保障給付（費）全体にどのような影響を与えるの



かは、必ずしも十分認識されないまま改定や予算編成が行われているのが現状である。そこで、本年度は、EUの「一般データ保護規則（GDPR）」の下でデータの保護と利用の両立を目指すフランスとの比較法の視点も入れつつ、デジタル化による社会保障給付というマクロレベルでの見える化の必要性について検討を加えた。

### 3. 今後の研究における課題または問題点

デジタル化、それとも関係するインセンティブ制度等の新たな手法は、社会保障のパラダイムの転換をもたらす可能性がある。その点で、本年度の研究は、社会保障の持続可能性を模索する研究という意味合いがある。本年度は、インセンティブやデジタル化に着目したが、その他にも検討すべき論点は多い。特にインセンティブに関しては、施策としてのフィージビリティが求められる。コロナ禍にあった今年度は、先進的な取組等の現場をつぶさに見る機会が得られなかったことから、来年度は実態把握も含め理論と実践の両面から研究を深める必要があると考えている。

#### 発表論文・著書

- 1) 伊奈川秀和（2021）『社会保障の原理と政策—アドミニストレーションと社会福祉—』法律文化社
- 2) 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—河野正輝先生傘寿記念論文集—（仮題）』法律文化社（出版予定）
- 3) 伊奈川秀和（2022）「デジタル化時代の社会保障の見える化に関する考察」福祉社会開発研究第14号（掲載予定）

### 1. 研究の背景

社会福祉法人は、2000 年の社会福祉基礎構造改革以降に急速に進められている民営化の潮流において、社会福祉事業を担う役割を持ちつつも、事業規模の拡大や経営基盤の強化を求める方向が示されてきた。

しかしながら、脆弱な経営基盤のもとで余剰金の発生を抑制しつつ公的資金に依存するよう「一法人一施設」の設置が長らく誘導されてきた社会福祉法人にあっては、社会福祉基礎構造改革以降、各種の改革が示されてきたものの、経営規模の拡大や経営基盤の強化が十分に導かれない状況となっている。

そのため、本研究は全国社会福祉法人の実施事業の類型化と経営状況分析を行い、今後の社会福祉法人制度研究の基礎資料とな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、社会福祉法人の財務諸表等電子開示システムに公開されている 2019（令和 1）年度決算データ（20,884 法人）について、行政文書開示請求により元データを取得し分析を行った（2018 年度分開第 2985 号、2019 年度分開第 3167 号、同 3167 号の 2）。

2019（令和 1）年度決算における事業収支計算書における経常増減差額のプラス・マイナスの状況では、社会福祉全体では 36.5%（7,551 法人）が赤字となっていた。実施事業区分では、高齢者福祉分野だけの事業を行っている高齢者単独法人の赤字割合が 41.5%と突出して高くなっており、次いで、障害者福祉分野だけの事業を行っている障害者単独の 32.3%、児童福祉分野だけの事業を行っている児童単独の 30.1%と続く。複数の分野での事業実施では、高齢・児童（30.6%）や高齢・障害（29.8%）と 2 分野での事業を行っている場合であっても、高齢者福祉分野の事業収益が悪いことから赤字割合は 3 割前後と高く、児童・障害の 2 分野の場合は 22.2%と最も赤字割合が少なかった。また、高齢・障害・児童の 3 分野での事業展開を行っている法人も 22.7%と赤字割合が低い傾向となっており、単一の分野よりも複数の分野で事業展開を行う法人ほど経営状況が安定しているものの、多くの法人が単一分野で事業を行っているが故に経営状況が安定しない状況がみられた。

### 3. 今後の研究における課題または問題点

行政の有する大規模データを用いて社会福祉法人の経営状況を整理できたことは、本研究の成果の一つであろう。他方、課題としては、サービス活動増減差額率、経常増減差額率、純資産比率等の法人経営の安全性や継続性を測る指標や、委託比率や事務比率・事業比率等の経営合理性の指標からの分析を行うことで、赤字・黒字といった単純なモデルではなく、より精度の高い経営分析を行う必要がある。今後においては、運営する事業や経営状況を類型化し、事業拡大を含む経営方針や、地域における公益的取り組みの実施状況等を分析視座に加え社会福祉法人の経営指向性について考察を行う予定である。

#### 発表論文・著書

- 1) 早坂聡久（2022）「コロナ禍の社会福祉法人の経営・制度事業への影響」東洋大学福祉社会開発研究センター編『認め合い、支え合う 福祉社会の近未来（仮）』 ※2022 年 3 月刊行予定。

# 若年者における活動-休息リズムの不規則さと抑うつ症状との関連

吉崎 貴大（食環境科学部食環境科学科）

## 1. 背景・目的

社会生活の 24 時間化に伴い 1 日の遅い時間帯に活動する者も増加しており、1 日の活動時間帯の指向性が遅いこと（以下、夜型指向性）は、抑うつ症状と関連することが明らかにされている。また、若年者においては夜型指向性といった特徴に限らず、日々の生活行動が社会的な時間制約の有無によって左右されやすいことも特徴的である。しかしながら、夜型指向性を考慮した上で、活動-休息リズムの不規則さと抑うつ症状との関連を明らかにした報告は十分でない。そこで、本研究は若年者を対象とし、日常生活下における活動-休息リズムを把握し、抑うつ症状との関連を明らかに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、対象者には連続した 7 日間にわたって腕時計型のアクチグラフ（Ambulatory Monitors Inc.）を非利き腕に装着することや、抑うつ症状に関する自記式質問票への回答を依頼した。自記式質問票では性、年齢、身長、体重等に関する一般的特性や抑うつ症状に関する項目を含む調査票を作成し、全参加者から回答を得た。抑うつ症状の評価には、日本語版 CES-D scale（島ら、精神医学、1985 年）を用いた。活動-休息リズムの不規則さ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、1 分ごとの活動-休息リズムの分散に対する同じ時間帯の 1 週間平均の活動-休息リズムの分散（以下、interdaily stability (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、週末の睡眠中央時刻の算出が不可能であった 8 名を除く 76 名とした。CES-D scale の得点のカットオフ値を 16 点とし、その 2 値変数を従属変数、IS を独立変数としたロジスティック回帰分析を行った。全ての解析には R version 4.0.3 および R studio version 1.3.1093 を使用し、統計的有意水準は 5%（両側検定）とした。

その結果、単変量解析や BMI や週末の睡眠中央時刻を調整した多変量解析のいずれも、IS は抑うつ症状との間に有意な関連がみられ（ $p < 0.05$ ）、日々の活動-休息リズムが不規則な者ほど、カットオフ値を超える者が多かった（右表）。

**Table 1. Association between interdaily stability (IS) of rest-activity cycle and depression symptoms**

|                           | OR   | 95% CI       | p-value      |
|---------------------------|------|--------------|--------------|
| Crude model               |      |              |              |
| IS of rest-activity cycle | 0.06 | (0.01, 0.11) | <b>0.032</b> |
| Model 2*                  |      |              |              |
| IS of rest-activity cycle | 0.06 | (0.00, 0.11) | <b>0.048</b> |

OR, odds ratio; CI, confidence interval; IS, interdaily stability

\*Adjusted by body mass index, sleep midpoint on the days of weekend.

## 3. 今後の検討内容

今後の検討では、日常生活下における活動-休息リズムの不規則さと精神的健康との関連の程度を変化させ、効果修飾として関連し得る食生活要因の探索を行う。

## ＜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安静時の静脈血管伸展性に及ぼす影響（大上 安奈）】

消化管に存在する細菌の働きにより、野菜に含まれる硝酸塩(Nitrate:  $\text{NO}_3^-$ )は、体内で硝酸イオン( $\text{NO}_3^-$ )→亜硝酸イオン(Nitrite:  $\text{NO}_2^-$ )→一酸化窒素(Nitric oxide: NO)の順で変換されることが報告されている。この経路で生じるNO活性上昇が安静時静脈血管伸展性を高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活性上昇は静脈血管伸展性を変化させないことが明らかとなった。

### 【後肢懸垂ラットの骨構造に及ぼす異なる期間の非接触性通電刺激の影響（大迫 正文）】

加重低減によって腰椎体の骨量が減少したラットに、ベクトルポテンシャル (VP) 装置を用いて異なる期間の通電刺激を行うことにより、骨量減少に対するVP刺激の抑制効果の現れる時期について検討した。本実験においては、VP装置による通電刺激が腰椎体内のいずれの方向に配列する骨梁の維持にも有効であると思われる。

### 【健康な食生活を実践するための因子の検討ー視覚が味覚に及ぼす影響ー（大瀬良 知子）】

色彩が美味しさに与える影響を明らかにするため、大学生を対象に、人工着色料により着色した同じプリン4群の官能評価を行った。昨年度実施したりんごのコンポートと同様にプリンでも着色された色によって美味しさや味の感じ方が異なった。

### 【一過性運動における酸化ストレスマーカーとビタミンCの変動（太田 昌子）】

運動時における酸化ストレスの軽減は、運動と栄養との関わりを、少ない交絡因子で説明できる部分であり、本研究では、酸化ストレスマーカーとして、MDA—LDLに焦点をあて、中強度の自転車運動を行った際の酸化ストレスの変動と抗酸化サプリメントの影響について検証することとした。本研究にて、抗酸化ビタミン試行のMDA-LDLは、プラセボ試行より時間的に早く上昇したことが大きな特徴である。抗酸化ビタミンを充分量摂取しても、中等度有酸素運動におけるMDA-LDLの上昇は避けられないが、血漿中の抗酸化ビタミン摂取はその一過性の上昇時間を早め、速やかに正常値に戻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）】

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。本研究はムクナ豆を代替肉として利用するための有用な知見を得ることを目的とした。ムクナ豆をペースト状にしてハンバ

ーグを調製した結果、ムクナ豆は高い抗酸化能を有し、動物性たんぱく質を抑える代替肉としての利用可能であることが示された。

#### 【一過性持久性運動が C1q/TNF-related protein-12 に及ぼす影響（今 有礼）】

近年、脂肪細胞や筋細胞から産生・分泌される C1q/TNF-related protein-12 (CTRP12) が、エネルギー代謝やインスリン感受性の向上に関与していることが報告されてきた。本研究では、雄性ラットを対象とし、一過性持久性運動が組織中の CTRP12 mRNA 発現に及ぼす影響について検討した。その結果、CTRP12 mRNA 発現は、持久性運動により心筋で増加する可能性が示唆された。

#### 【マウス皮膚線維芽細胞の暑熱応答に関する研究（根建 拓）】

本研究では、マウス海馬由来神経細胞 HT22 を用いてプログランニューリン (progranulin; PGRN) が熱ストレスによって制御されているか調べることを目的とした。Pgrn 遺伝子発現は、温度依存的に増加することが明らかとなり、熱刺激によって小胞体ストレスが誘導されていることが明らかとなった。今後、熱によるリソソーム機能の調節を証明した後に、分子生物学的手法を用いて PGRN 発現誘導が果たす役割を明らかにしていくことが重要である。

#### 【イチジクの結実・収穫適時・貯蔵における抗酸化能の変動（林 清）】

フリーラジカルや活性酸素による酸化ストレスは、ガンをはじめとする生活習慣病に大きく関与していると言われており、様々な食品や食品成分の抗酸化能が多数報告されている。一方、農産物では皮、実、種といった部位によって、さらには収穫時期や貯蔵期間で抗酸化能が異なることが推察される。そこで、イチジクを対象に、結実・収穫適時・貯蔵における抗酸化能の変化を測定した。その結果、抗酸化能は  $0.5 \sim 10 \mu \text{molTE/g}$  の範囲で大きく変動することを明らかにした。

#### 【酸化ストレスマーカーを用いた活性酸素による健康影響評価（宮越 雄一）】

インジウム化合物は、ヒトの間質性肺炎や動物実験で発がん性が報告された。今回は発がん性の観点から酸化的 DNA 損傷の指標である 8-OHdG を用いて、水酸化インジウム ( $\text{In}(\text{OH})_3$ ) の変異原性について SD 雄性ラットを用いて検討したところ、 $\text{In}(\text{OH})_3$  曝露群は溶媒対照群と比較して有意差は認めなかった。

#### 【前立腺がん幹細胞を標的とした前立腺がん再発予防に関する研究（矢野 友啓）】

最初に発生する前立腺がんは男性ホルモン依存性で、抗男性ホルモン療法に感受性があるが、抗男性ホルモン療法耐性を持つ去勢抵抗性前立腺がん(CRPC)として再発する。この CRPC の持つ薬剤耐性が前立腺がん治療上の大きな問題になっている。今年度は、CRPC の幹細胞を濃縮し、この幹細胞を標的とした新たな前立腺がん再発予防法の検討を行い、NK 細胞が比較的特異的に、CRPC 幹細胞を認識し、攻撃し、新たな前立腺がん再発予防法構築の可能性が示せた。

# 酸化ストレスマーカーを用いた活性酸素による健康影響評価

宮越 雄一（食環境科学部健康栄養学科）

## 1. 研究の背景

生活習慣病の原因の一つとして、活性酸素の関与が考えられている。生体内で過剰に活性酸素が生成された場合には、がん、心疾患、脳血管疾患、糖尿病、動脈硬化などの生活習慣病や老化促進、神経変性疾患などを引き起こすことが報告されている。このような様々な病態に活性酸素が密接に関与することから、活性酸素による酸化ストレス状態を早期に把握する酸化ストレスマーカーとして、活性酸素による DNA 損傷（酸化的 DNA 損傷）の 8-hydroxydeoxyguanosine (8-OHdG) が広く利用されている。

そこで酸化ストレスマーカーである 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG) を用いて活性酸素による健康影響を評価することにより、生活習慣病の予防・悪化防止さらに健康寿命の延伸に寄与することが期待できる。

## 2. 調査報告および研究報告

近年、インジウム化合物は、透明性と導電性があるためパソコンやテレビの液晶ディスプレイなどの先端産業に用いられている。国内需要の大部分が酸化インジウム ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) と酸化スズ ( $\text{SnO}_2$ ) の焼灼体（インジウム・スズ酸化物 ITO : Indium Tin Oxide  $\text{In}_2\text{O}_3/\text{SnO}_2$ ）として薄型ディスプレイに使用されており、インジウムリン (InP)、インジウム砒素 (InAs) などは半導体の材料として用いられている。一方、2003 年に ITO の吸入曝露が原因と考えられる間質性肺炎による死亡例が報告された。またインジウム化合物の発がん性については、動物実験で InP による褐色細胞腫、白血病、乳がんなどが報告され、国際がん研究機関 (IARC) は 2006 年に InP を「group 2A」（人に対して恐らく発がん性がある）と分類した。

今回は発がん性の観点から酸化的 DNA 損傷の指標である 8-OHdG を用いて、ITO の材料となる酸化インジウム ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) の原料である水酸化インジウム ( $\text{In}(\text{OH})_3$ ) の変異原性について検討した。

SD 雄性ラット（8 週齢）に 60 mg/kg  $\text{In}(\text{OH})_3$  を気管内に 1 回投与し、48 時間後に骨髓細胞を採取した。骨髓細胞より DNA を抽出し、nuclease、alkaline phosphatase で処理した後、電気化学検出器・紫外分光検出器付き高速液体クロマトグラフィー (HPLC-ECD/UV) にて 8-OHdG および dG(deoxyguanosine) を分析した。

8-OHdG/dG に関しては、60 mg/kg  $\text{In}(\text{OH})_3$  曝露群は溶媒対照群と比較して有意差は認めなかった。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

今回の検討では  $\text{In}(\text{OH})_3$  の変異原性は認められなかったが、インジウム化合物は、最近ハイテク産業で使用されており、インジウム化合物を取り扱う職場では、インジウム化合物に曝露される可能性が示唆されるため、インジウム化合物の健康障害を研究することは産業医学・予防医学的見地から重要なことである。今後は、他のインジウム化合物などの変異原性について、検討を行う予定である。

男性ホルモン非依存性前立腺がん幹細胞を標的とした新たな前立腺がん再発予防法の構築

矢野 友啓

(食環境科学部食環境科学科)

## 1. 研究の背景

前立腺がん発生及び再発の原因である前立腺がん幹細胞を標的とした新たな前立腺がん発生及び再発抑制法を構築することが、根本的な前立腺がんの抑制につながるものと推測される。我々の今までの研究で大豆由来成分等の機能性食素材に前立腺がん幹細胞に分化誘導する作用があり、その結果、前立腺がん幹細胞の薬剤抵抗性の軽減等幹細胞性が低下することが明らかにしてきた。さらに、昨年度、初期前立腺がんの形質を持つ男性ホルモン依存性前立腺がん幹細胞を NK 細胞が選択的に攻撃し、細胞死を誘導できることを明らかにした。以上、初期前立腺がんに対して、前立腺がん幹細胞を標的とした分化誘導法と NK 細胞の選択的除去法を組み合わせることで、理論的には新たな前立腺がんの予防法が完成したことになり、今後の応用が期待できる。次に、本年度は、NK 細胞を用いた男性ホルモン非依存性前立腺がん幹細胞を標的とした新たな前立腺がん再発予防法の構築の可能性を検証することを目的とした。

## 2. 調査報告および研究報告

ヒトホルモン非依存性前立腺がん細胞株(PC3 細胞)より樹立した前立腺がん幹様細胞とヒト NK 細胞株 (KHYG-1 細胞) の共培養系を樹立し、NK 細胞の前立腺がん幹様細胞に対する選択的な殺細胞効果を検証した。その結果、NK 細胞は 通常の前立腺がん細胞に比べて、前立腺がん幹様細胞に対して有意な殺細胞効果を示し、NK 細胞の前立腺がん幹様細胞に対する選択的な殺細胞効果が明らかになった。また、NK 細胞及び前立腺がん幹様細胞と通常の前立腺がん細胞に発現しているいくつかの殺細胞効果や抗殺細胞効果に関係する分子を qRT-PCR および FACS で解析したところ、NK 細胞の殺細胞効果に関与しているシグナル分子である NKG2D 系が、前立腺がん幹様細胞に高発現しており、この殺細胞効果に関与するシグナル系が NK 細胞の前立腺がん幹様細胞に対する選択的な殺細胞効果に関与している可能性が示された。この可能性は NKG2D 中和抗体を用いた阻害実験からも明らかになった。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

今回の結果から提示された NK 細胞の前立腺がん幹様細胞に対する選択的な殺細胞効果に関与する可能性がある NKG2D 系シグナルを活性化する機能性食素材をスクリーニングすることが、NK 細胞の男性ホルモン非依存性前立腺がん幹様細胞に対する選択的な殺細胞効果に基づく新たな前立腺がん再発予防法を構築するために、重要になる。

発表論文・著書

Seki T, Shimizu Y, Ishii K, Takahama Y, Kato K, Yano T. NK Cells Can Preferentially Target Prostate Cancer Stem-like Cells via the TRAIL/DR5 Signaling Pathway. *Biomolecules*. 2021;11(11):1702. doi: 10.3390/biom11111702.

学会発表

Taiga Seki, Tomohiro Yano, NK cells can preferentially target prostate cancer stemlike cells. Sydney Cancer Conference2021, 2021.9.9-10, Sydney, Australia

関大河。矢野友啓、ナチュラルキラー(NK)細胞は去勢抵抗性前立腺がん幹細胞を優先的に傷害する。日本薬学会第 142 年会、2020.3.25-28, 名古屋



# 後肢懸垂ラットの骨構造に及ぼす異なる期間の非接触性通電刺激の影響

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

骨粗鬆症の予防および治療用として現在、開発中の、ベクトルポテンシャル（VP）による通電刺激装置は、鍼やパッドを用いず、装置内に生体を置くことにより安全な通電（非接触性通電）が可能とされる。3 週間の後肢懸垂によって体幹や後肢への加重低減を図ったラットに、VP 装置を用いて通電刺激を行うことにより、腰椎および大腿骨の骨量減少が抑制されることをすでに認めている。しかし、加重低減に伴う骨量減少は低減開始直後から引き起こされることが示されているが、VP 刺激による骨量減少の抑制効果は、加重低減直後から現れるか否かについては明らかにされていない。加重低減によって腰椎体の骨量が減少したラットに、VP 装置を用いて異なる期間の通電刺激を行うことにより、骨量減少に対する VP 刺激の抑制効果の現れる時期について検討することを目的とした。

## 2. 研究報告

7 週齢のウイスター系雄性ラット 108 頭を用い、それらを後肢懸垂群（HS）、後肢懸垂と同時に VP 装置による通電刺激を施す群（VP）および対照群（CO）に分類し、さらに各群を実験期間別（1, 2 または 3 週間）に分類した。HS・VP は実験期間中、尾部をケージの天井から吊るし、VP は VP 装置（スミダ電機社製）を用いて、通電刺激（交流、電圧 60V、120mA、20kHz）を 30 分／日、5 日／週行なった。実験期間終了後、各群のラットを安楽死させ、第 5 腰椎を摘出し、それらを組織学的に分析した。

腰椎体の二次海綿骨は、CO では発育に伴って、全体的に骨梁の太さが増した。それらには主として近遠心方向（縦方向）とそれに直交する方向（横方向）に配列する骨梁が認められるが、特に前者の太さの増加が顕著であった。HS では実験開始 1 週間後からすでに骨梁が CO に比べて細くなり、不連続のものや、配列が不規則なものが多く観察された。骨梁の配列方向別にみると、実験開始 1 週間後では横方向が優先的に消失し、実験期間が延びるのに伴って順次縦方向に配列した骨梁も減少した。一方、VP の骨梁は横および縦のいずれの方向に配列したのも、実験開始直後から太さの減少はほとんど認められなかった。また、それらの骨梁の配列状態にも乱れはほとんど観察されなかった。

ヒトの腰椎体の海綿骨は縦方向と横方向に配列する骨量が存在し、それぞれの機能的な役割を担うとされている。骨粗鬆症の初期段階では水平方向の骨量が消失し、その後病状の進行に伴って、上下方向に配列する骨量が消失して圧迫骨折となる。本実験においては、VP 装置による通電刺激が腰椎体内のいずれの方向に配列する骨梁の維持にも有効であると思われる。

## 3. 今後の研究における課題

これまでの周波数別の経皮通電の効果に関する実験では、周波数の低いものほど高い骨量維持効果が得られている。VP 装置は周波数を低下すると大型となり、逆に上昇すると小型化が可能になるとされている。将来的に本装置を一般化するためには小型化することが大きな意味をもつと考えられ、今後は VP 通電刺激の周波数や電流を変えた実験を行う予定である。

学会発表

・Ohsako, M., Zeng, X.-Q., Suito, H., Minamizono, W., Yashima, N., Yang, C. : Effects of non-attached electrical stimulation on structures of lumbar vertebrae in hindlimb -suspended rats. 26th European College of Sport Medicine, Glasgow / UK, Virtual congress, 2021 年 9 月 9 日

# 脳神経系ストレス増大によるプログラニューリンの発現制御

根建 拓 (生命科学部応用生物科学科)

## 1. 研究背景

プログラニューリン (progranulin; PGRN) は、神経細胞の保護や増殖など多くの生理活性を持つ多機能性の成長因子として知られており、その遺伝子変異が前頭側頭葉神経変性症 (frontotemporal lobar degeneration; FTLD) などの一部認知症と関連することから大きな注目を集めている。脳内での PGRN 発現は、酸化など多様なストレスによって調節されており、ストレス応答因子であることが示唆されている。一方、重大な脳損傷後に観察される脳温上昇にともなう PGRN 発現変化については不明な点が多い。本研究では、マウス海馬由来神経細胞 HT22 を用いて PGRN が熱ストレスによって制御されているか調べることを目的とした。

## 2. 研究報告

神経細胞における熱依存的な PGRN 発現調節を評価するため、HT22 細胞を様々な温度 (37~41℃) で 0~24 時間処理し、*Pgrn* 遺伝子発現を定量的 PCR 分析によって測定したところ、*Pgrn* の発現は、熱ショックマーカーである Heat shock protein 70 (HSP70) の発現と相関して、温度依存的に増加することが明らかとなった。次に、この熱依存性 *Pgrn* 発現上昇の分子メカニズムを解明するため、熱刺激による細胞内シグナル伝達制御を解析した結果、HT22 細胞を 41℃ 以上で処理することで、GRP78 / Bip タンパク質発現と eIF2α のリン酸化亢進が確認され、熱刺激によって小胞体ストレスが誘導されていることが明らかとなった。さらに、小胞体ストレスを誘発することが知られているツニカマイシン処理によっても *Pgrn* 発現が有意に増加したこともあわせ、熱ストレスによる PGRN 発現増加は小胞体ストレスによって制御されることが示唆された。PGRN はリソソーム酸性化やリソソーム加水分解酵素を直接的あるいは間接的に調節することが報告されていることから、熱刺激による小胞体ストレスは PGRN 発現を誘導することで、構造異常が生じるタンパク質の蓄積を抑制しているのではないかと考えられた。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

今後、熱によるリソソーム機能の調節を証明した後に、分子生物学的手法を用いて PGRN 発現誘導が果たす役割を明らかにしていくことが重要である。これらを証明することで、PGRN ハプロ不全が FTLD 発症率上昇につながる分子的基盤を明らかにすることができると考えられる。

### 発表論文・著書

(1) Shimoda A, Tanabe T, Sato T, Nedachi T. (2021) Hydrogen peroxide induces progranulin expression to control neurite outgrowth in HT22 cells. *Biosci Biotechnol Biochem.* 85(10):2103-2112. 査読有

### 学会発表

(1) Shimoda A, Tanabe T, Sato T, Nedachi T. Oxidative stress induces Progranulin expression to control neurite outgrowth in HT22 cells. *Neuroscience 2021 (online)*. November 8-11, 2021

(2) 下田歩夢、田辺岳海、佐藤飛翔、根建 拓「酸化ストレスは HT22 細胞の神経突起伸長を制御するためにプロ

グラニューリンの発現を誘導する」第 44 回日本分子生物学会（パシフィコ横浜）2021 年 2021 年 12 月 1～3 日

(3) 沈玉菠、下田歩夢、佐藤飛翔、根建 拓「神経細胞 HT22 における暑熱依存的な PGRN の発現制御」第 44 回  
日本分子生物学会（パシフィコ横浜）2021 年 2021 年 12 月 1～3 日

# イチジクの結実・収穫適時・貯蔵における抗酸化能の変動

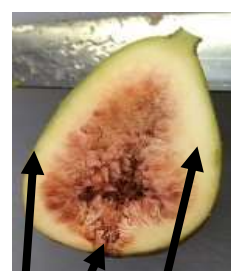
林 清（食環境科学部食環境科学科）

## 1. 研究の背景

フリーラジカルや活性酸素による酸化ストレスは、ガンをはじめとする生活習慣病に大きく関与しており、様々な食品や食品成分の抗酸化能が、これまでも多数報告されている。一方、フリーラジカルや活性酸素を消去する能力といっても、対象となるラジカル種の差異や測定方法の差異などによって得られる結果が異なり、種々の食品間での抗酸化能の比較は容易ではない点や、農産物では皮、実、種といった部位によって、さらには収穫時期により抗酸化能が異なる点等が問題となっている。そこで、イチジクを対象に開花・結実・貯蔵過程における抗酸化能の変化を測定した。

## 2. 調査報告および研究報告

刻んだ試料約 0.4g を 5mL 遠心チューブに入れ、重量の 4 倍の 80%エタノールを加え試料を粉砕し、抗酸化物を抽出した。遠心上澄を段階希釈(2~64 倍)した。マイクロプレートに、段階希釈液 100  $\mu$ L を移し、100  $\mu$ L の 40  $\mu$ mol/L DPPH(40mmol/L MES 緩衝液、pH6.0、80%エタノール)を加え、室温で 20 分放置後、490nm の吸光度を測定した。吸光度が 50%減少するときの試料量を計算し、Trolox 当量に換算した。



皮 花弁 白い部分

図 1 サンプル部位

イチジクは農家からお借りした木から 7~10 月の間に採取した。イチジクにより大きさが異なるので、一回毎に小、中、大の 3 つの大きさのものを測定した。測定部位は、皮、白い部分、花弁の 3 ヶ所とした(図 1)。小、中、大の白い部分の抗酸化能は 1  $\mu$ molTE/g 前後の低い値であった(図 2)。中、大の花弁は実が熟し始める 40~60 日頃 7.12  $\mu$ molTE/g、3.94  $\mu$ mol TE/g、皮では 8.36  $\mu$ mol TE/g、2.6  $\mu$ molTE/g、小は 60~80 日頃で花弁は 5.98  $\mu$ molTE/g、皮は 9.16  $\mu$ mol TE/g で抗酸化のピークを迎え、徐々に低下した。

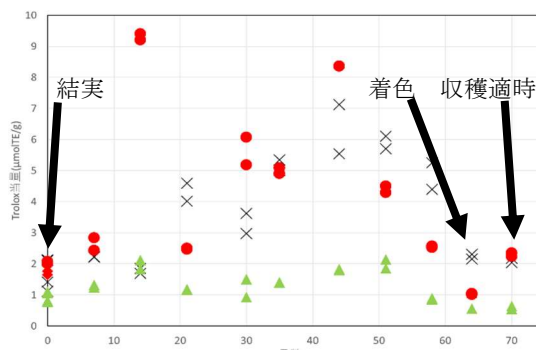


図 2 イチジク(中)の抗酸化活性

×花弁, ▲白い部分, ●皮

4、15、30℃でイチジクを貯蔵した。4℃では白い部分が、一番抗酸化能が低く、皮が 1 番高かった。花弁は 4~10 日で

3.7  $\mu$ mol TE/g、皮は 13~20 日で 8.21  $\mu$ mol TE/g でピークとなった。15℃では、白い部分、花弁が 1 番抗酸化能が低く、皮は 8~13 日で 17.1  $\mu$ mol TE/g でピークを迎え、徐々に抗酸化能が低下した。30℃でも白い部分が、1 番低い抗酸化能を示した。花弁は計測期間中 1.97~3.13  $\mu$ molTE/g で大きな値の変化は見られなかった。皮は 2 日目にピーク 1.73  $\mu$ mol TE/g を迎えた後に減少した。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

イチジクは、収穫時期、部位により、また、貯蔵期間により抗酸化能は大きく変動することを明らかにした。一方、食事として摂取する抗酸化物質が生体内の酸化ストレス低減に有効である点や、抗酸化物質による健康影響を明らかにするための研究蓄積も重要である。

発表論文・著書・学会発表

なし

# 一過性運動における酸化ストレスマーカーとビタミン C の変動

太田 昌子（食環境科学部健康栄養学科）

## 1. 研究の背景

運動負荷は生体のエネルギー代謝を刺激すると同時に酸化ストレスをもたらす。オーバートレーニングなどの激しい運動負荷は生体に活性酸素（ROS）の増加をもたらすことで、筋肉などの疲労の一原因となる一方で、適度な運動負荷は心肺機能の向上や抗酸化能の上昇など、健康維持に有益に働く。運動のメリットを維持するためには、ROS 生成を抑制することが望ましく、その働きを有するのはビタミン C や E などの食物由来の外因性の抗酸化物質である。

また、運動においてメチオニン代謝が停滞し、その中間代謝産物であるホモシステインが上昇する。ホモシステインはチオール基を有しており、チオール基を有するアミノ酸が形成するジスルフィド結合の際も ROS が発生する。すなわち、メチオニン代謝を活性化させて、血漿ホモシステインを増加させないことも ROS 産生抑制の一方策であり、メチオニン代謝に関連するビタミンとして、ビタミン B2、B6、B12、葉酸がある。前述の抗酸化ビタミンに加えて、メチオニン代謝が活性化された際に欠乏しやすいビタミン B2 の摂取も、間接的な ROS の産生抑制に起因することが推察される。

運動時における酸化ストレスの軽減は、運動と栄養との関わりを、少ない交絡因子で説明できる部分であり、本研究では、酸化ストレスマーカーとして、MDA—LDL に焦点をあて、中強度の自転車運動を行った際の酸化ストレスの変動と抗酸化サプリメントの影響について検証することとした。

## 2. 調査報告および研究報告

14 日間の抗酸化サプリメント摂取により、血漿 V.C 濃度は有意に増加し、運動後もその高値を維持した( $p<0.01$ )。このことから、本試験で摂取したサプリメント配合は、14 日間の短期摂取で血清中の抗酸化ビタミン量を血清正常内濃度の上限で維持できることがわかった。

酸化ストレスマーカーとして用いた MDA-LDL の経時変化は、サプリメント試行では運動前より運動 30 分後に有意に増加し、プラセボ試行では運動後 30 分から 90 分にかけて有意に増加した( $p<0.05$ )。本研究にて、抗酸化ビタミン試行の MDA-LDL は、プラセボ試行より時間的に早く上昇したことが大きな特徴である。抗酸化ビタミンを充分量摂取しても、中等度有酸素運動における MDA-LDL の上昇は避けられないが、血漿中の抗酸化ビタミン摂取はその一過性の上昇時間を早め、速やかに正常値に戻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

運動に対する栄養効果を直接的に説明できるのが、酸化ストレスの軽減であるが、的確な酸化ストレスマーカーを検索することが望ましい。今回、MDA-LDL を選定したが、血漿ビタミン濃度を直接反映しているのか否かを説明し難い側面もある。そのような点を考えると、酸化型アルブミンのほうが好ましいのかもしれない。

学会発表 なし

# 野菜由来の硝酸塩摂取が安静時の静脈血管伸展性に及ぼす影響

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内因性の一酸化窒素（Nitric oxide: NO）活性は、安静時の静脈血管緊張度の調節に重要な役割を果たしている<sup>1)2)</sup>。近年、消化管に存在する細菌の働きにより、野菜に含まれる硝酸塩（Nitrate: NO<sub>3</sub>）は、体内で硝酸イオン（NO<sub>3</sub><sup>-</sup>）→亜硝酸イオン（Nitrite: NO<sub>2</sub><sup>-</sup>）→NOの順で変換されることが報告されている<sup>3)</sup>。しかしながら、このような外因性（食事由来）の経路で生じるNO活性上昇が安静時静脈血管伸展性に及ぼす影響は明らかではない。そこで本研究では、硝酸塩を多く含むビートルートを原料としたビートルートジュース摂取は安静時の静脈血管伸展性を高めるという仮説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

### (1) 被験者

健康な若年男女 20 名（年齢 22.0±1.4 歳，身長 166.9±48.6 cm，体重 63.8±13.7 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。いずれの条件とも，摂取の 2.5 時間後に，安静時の静脈血管特性（容積および伸展性）と循環応答（収縮期血圧，拡張期血圧および心拍数）を測定した。被験者には測定 3 日前から硝酸塩を多く含む食品やキシリトールを含むチューインガムの摂取およびマウスウォッシュの使用を控えてもらった。なお，両条件は 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

下腿部および前腕部ともに，カフ圧-静脈容積変化曲線およびカフ圧-静脈血管伸展性関係は BRJ 条件と CON 条件で違いは認められなかった（カフ圧 20mmHg 時の静脈血管伸展性：前腕部；BRJ 0.066±0.034 mL/dL of tissue/mmHg vs. CON 0.060±0.031 mL/dL of tissue/mmHg,  $P > 0.05$ ；下腿部；BRJ 0.083±0.042 mL/dL of tissue/mmHg vs. CON 0.092±0.036 mL/dL of tissue/mmHg,  $P > 0.05$ ）。また，収縮期血圧（BRJ 120±15 mmHg vs. CON 122±12 mmHg,  $P > 0.05$ ），拡張期血圧（BRJ 73±7 mmHg vs. CON 74±6 mmHg,  $P > 0.05$ ）および心拍数（BRJ 64±11 bpm vs. CON 65±13 bpm,  $P > 0.05$ ）も条件間で有意な差は認められなかった。血中硝酸イオン濃度はビートルートジュース摂取により上昇したが（摂取前 15.5±5.8 μmol/L vs. 摂取後 572.0±116.1 μmol/L,  $P < 0.05$ ），コントロール飲料摂取では変化しなかった（摂取前 14.8±7.2 μmol/L vs. 摂取後 15.3±7.4 μmol/L,  $P > 0.05$ ）。健康な若年者において，ビートルートジュース摂取により体内の NO 活性は上昇するが，安静時の静脈血管伸展性は変化しないことが明らかとなった。本研究は，血管内皮機能に障害がみられないと推察される健康な若年者を対象としたため，外因性の NO

活性上昇は静脈血管伸展性を変化させなかったと考えられる。

### 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・高齢者や日ごろから運動をあまり行っていない若年者）における検討も必要であると考えられる。

### 4. 引用文献

- 1) Hamilton CA, Berg G, McIntyre M, Mcphaden AR, Reid JL, Dominiczak AF. Effects of nitric oxide and superoxide on relaxation in human artery and vein. *Atherosclerosis* 133: 77–86, 1997.
- 2) Vallance P, Bhagat K, MacAllister R, Patton S, Malinski T, Radomski M, Moncada S. Direct measurement of nitric oxide in human beings. *Lancet* 346: 153–154, 1995.
- 3) Lundberg JO, Weitzberg E, Gladwin MT. The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. *Nature Rev Drug Discov* 7: 156, 2008.

# 健康な食生活を実践するための因子の検討ー視覚が味覚に及ぼす影響ー

大瀬良 知子（食環境科学部健康栄養学科）

## 1. 研究の背景

健康な食生活を営むことは、生活習慣病発症の一次予防に寄与する。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。理由として、方法や対象者の文化的背景が異なることが挙げられる。そこで、日本在住の大学生を対象に、色彩を変化させた食べ物について官能評価を行い、視覚が味覚に与える影響について検討を行った。本年度は新たな食品としてプリンを用いた。プリンは、菓子の中ではどの世代にも好まれるデザートであり、栄養価が高く、たんぱく質が効率よく摂取でき、さらにテクスチャーが軟らかいため咀嚼に問題がある場合でも摂取しやすい。このことからプリンを選択した。

## 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プリンの喫食による味覚への影響を検討した。プリンの材料、焼き時間等全て同一条件であるが、卵液を人工着色料にて着色し、色を変化させた。試験は黄（着色なし）、赤、黄緑、青について、大学生各試験 21 名に官能評価（SD 法）を行った。項目は、1.見た目 2.香り 3.硬さ 4.甘味 5.酸味 6.えぐみ 7.水っぽさ 8.食感 9.総合評価とした。統計解析は、Kruskal-Wallis 検定、Mann-Whitney U 検定を行い、有意水準は 5%とした。4 群間で有意差が認められた項目は、見た目、硬さ、えぐみ、食感、総合評価であった( $p < 0.05$ )。今回と同色での大学生を対象とした着色したりんごを用いた試験では、同じ味のコンポートを評価しているにも関わらず、甘味以外で感じ方が異なった。プリンにおいても、見た目、硬さ、えぐみ、食感、総合評価では、同様の結果が得られた。一方、香りと酸味については食品が変化すると視覚の影響が認められない場合もあることが新たに示唆された。

## 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、プリンどちらも総合的な美味しさに影響を与えていたが、香りと酸味は 2 つの実験で異なる結果が得られた。これらについては、それぞれ同一実験を繰り返すなど、今後さらなる検討の必要がある。

味覚の調整は食欲コントロールに結び付くことから、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、食欲のコントロールに応用できる可能性を検討していきたい。

## 発表論文・著書

- 1) 大瀬良知子 他（2021）『応用栄養学 栄養マネジメント演習・実習』第 5 版 p 1－29, 医歯薬出版株式会社
- 2) 大瀬良知子 他（2021）『新公衆栄養学』編著, 学文社

## 学会発表

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



# 一過性持久性運動が C1q/TNF-related protein-12 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

持久性運動（ランニングや自転車運動など）は、エネルギー代謝やインスリン感受性を向上させるため、肥満や糖尿病を予防・改善させる有効なトレーニング法として広く認識されている。しかし、持久性運動によるエネルギー代謝およびインスリン感受性増加のメカニズムに関しては明らかにされていないことも多く、検討の余地がある。

近年、脂肪や筋肉から産生・分泌される生理活性物質が、エネルギー代謝やインスリン感受性の向上に関与していることが指摘されている。C1q/TNF-related protein-12 (CTRP12) は、脂肪をはじめとする様々な組織から分泌され、エネルギー代謝およびインスリン感受性の向上に関わっていることが最近報告されてきた。

そこで本研究では、一過性持久性運動が組織中における CTRP12 の発現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

8 週齢の Sprague-Dawley 系ラットを用い、コントロール群と運動群に分類した。運動は、一過性の持久性運動（ランニング）とし、トレッドミル装置を用いて実施した。ランニングの速度は、15 m/分から 27.5 m/分まで 2.5 m/分ずつ 2.5 分の間隔で増加させ、その後 30 m/分で 20 分間ランニングを行わせた。運動前（コントロール群）、運動直後、および運動 120 分後に、骨格筋（ヒラメ筋）、心筋、および脂肪を採取した。採取した組織は、液体窒素で瞬間冷凍し、分析を行うまで -80°C で凍結保存した。骨格筋、心筋、および脂肪内の CTRP12 mRNA 発現は、Real-Time polymerase chain reaction (PCR) を用いることにより測定した。

### (2) 結果

骨格筋および脂肪内の CTRP12 mRNA 発現は、運動前後で有意な変化は認められなかった。一方、心筋内の CTRP12 mRNA 発現は、運動前と比較して運動直後に有意な増加が認められた ( $p < 0.05$ )。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

本研究により、一過性持久性運動が心筋内での CTRP12 mRNA 発現を増加させる可能性が示されたが、タンパクレベルで発現が増加するのかは明らかになっていない。また本研究では、運動により心筋内での CTRP12 mRNA 発現が増加したが、そのメカニズムに関しては不明である。今後は、運動が CTRP12 タンパク発現に及ぼす影響および運動により CTRP12 発現が増加するメカニズムを明らかにする必要がある。

# 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、良質なたんぱく質を豊富に含み、特殊なアミノ酸 L-3,4-dihydroxy-phenylalanine (L-DOPA) を 5~9%含有するインド原産の多収獲のマメ科植物である。L-DOPA はパーキンソン病治療の補助薬としても用いられるが、通常は一度に多く食べると下痢を引き起こすため、あく抜きが必要である。また、ムクナ豆は優れた抗酸化性を有することが知られている。ムクナの種子は東南アジアでは食用とされるが、日本では現在ほとんど食されておらず、食用としての利用が期待されている。

本研究ではムクナ豆を煮熟してペースト状にすることで L-DOPA 残存量を低下させ、代替肉としての利用の有効性について検討した。

## 2. 調査報告および研究報告

ムクナ豆ペーストを肉の代替とし、焼成後の形状、色、物性、L-DOPA 残量、抗酸化能の測定および官能評価を行った。抗酸化能は DPPH 法で測定し、得られた値から DPPH ラジカル消去率 (%) を算出した。

ムクナ豆ペーストの L-DOPA 量は 0.00074g/100g であった。ムクナ豆ペーストと組み合わせる肉は官能評価と各測定結果から総合的に判断して牛肉が最適とされ、次に鶏肉、豚肉の順であった。肉に対するペーストの割合は、重量減少率、硬さと官能評価より 35~45%が適するとされた。抗酸化能は、ムクナ豆無配合ではラジカル消去率 7.7%であったが、配合率 50%では 42.0%、70%では 57.7%、90%では 62.1%と、ムクナ豆ペーストが多く配合されるほど高い抗酸化能が認められた。これらのことから、ムクナ豆ペースト入りハンバーグは、L-DOPA が十分に除去されるだけでなく、卵無でも良好な食感であり、高い抗酸化能を有する機能性の高い代替食品であるといえる。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

肉本来のおいしさに課題を残しているため、嗜好性の改善は重要課題である。また、ムクナ豆ペースト 100%の代替肉として、たんぱく質の供給量など、栄養面からの有用性についても検討が必要である。

学会発表

1) 郡山貴子、渡邊正彩、鎌田玲於奈、飯島久美子、ムクナ豆ペーストを用いたハンバーグの調製と抗酸化能への影響、日本調理科学会 2021 年度大会、2021 年 9 月、東京

# 「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 1: コンディショニングへの取り組み調査

- スキルトレーニングとフィジカルトレーニング -

アスリートの健康 2: コンディショニング現状調査

- 健康問題に関する報告 -

選手向け食物摂取頻度調査票を使用した摂取量評価の試み

女子サッカー選手の体力的特徴に関する研究

- 同チームのシーズンの違いによる比較 -

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、本年度の研究は女子サッカー、女子バスケットボールプレーヤーを対象にスキルトレーニングとフィジカルトレーニングの取り組み方、休養、食事などに関するコンディショニング要因と月経、疲労骨折などの健康問題についての報告となる。また、トレーニングへの取り組み方は所属形態 (クラブチームと大学) の違いについて違いがあるのかも検討した。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いただい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、サッカー試合時の運動量 (走行距離、加速数など) を明らかにした。

興味深い結果として、フィジカルトレーニングについて、実業団女性サッカーチームより大学生女性バスケットボールチームでの高い実施率を示した。実施頻度については、サッカーチームで週  $1.8 \pm 1.1$  回、バスケットボールチームでは週  $3.8 \pm 1.5$  回 と傾向が異なっていた。加えて、バスケットボール群、サッカー群ともに一般女性の平均初潮年齢 12.3 歳より遅れている傾向があること、「定期的な月経」について、バスケットボール群は 7 割強、サッカー群では 8 割強であると回答していた。

加えて、食物摂取頻度調査票も用いて摂取量を評価したところ、エネルギー、食物繊維総量、カルシウム、鉄、レチノール活性当量、ビタミン D の 6 項目で「日本人の食事摂取基準 (2020 年版)」参考値よりも低い値を示した。また、食塩相当量、たんぱく質エネルギー比率、脂質エネルギー比率についてはバスケットボール群、サッカー群で異なる傾向を示した。

# アスリートの健康 1:コンディショニングへの取り組み調査 -スキルトレーニングとフィジカルトレーニング-

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(ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

高田和子(国立健康・栄養研究所)

## 1. 研究の背景

アスリートのコンディショニングは健康状態を維持する目的と競技力向上のために非常に重要であり、コンディショニングにはトレーニング、休養、栄養のバランスが重要であることは広く認識されている。アスリートのトレーニングへの取り組みについての報告が少ないことは問題提示しており、既に、大学陸上競技部女子長距離チームの取り組みについては報告している。今回は競技性の異なるサッカー、バスケットボールについて取り上げ、更に、所属形態(クラブチームと大学)の違いについてトレーニングへの取り組み方に違いがあるのかについて検討した。尚、本報告ではスキルトレーニングとフィジカルトレーニングについての調査結果の一部を抜粋して報告する。

## 2. 調査報告および研究報告

### 【方法】

#### 1) 対象

対象はクラブチームに所属している女子サッカープレーヤー24名(競技歴:18.1±4.3年)とスポーツ系大学のバスケットボールチームに所属しているプレーヤー41名(競技歴:11.8±2.1年)を対象とした。クラブチーム所属プレーヤーは、チームとして合同で練習する時間以外は各人が職業を持っており、大学のチーム所属プレーヤーより時間的制約がある。

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、調査前に対象者には書面と口頭にて本報告の主旨を説明し、書面にて同意を得ている。

#### 2) コンディショニングに関する質問紙調査

調査内容はA:スキルトレーニングについて(6項目)、B:フィジカルトレーニングについて(12項目)、C:トレーニングの捕食と休養について(17項目)、D:自身の競技力向上について(6項目)、E:ボディイメージについて(7項目)、F:健康問題について(10項目)、G:栄養学的知識について(99項目)の合計157項目とした。尚、本研究においてスキルトレーニングは競技そのもののトレーニング、フィジカルトレーニングは体力や機能向上のためのトレーニングであることの確認をした上で調査を進めている。

### 【結果】

スキルトレーニングとフィジカルトレーニングについて

「スキルトレーニングを実施しているか」についての質問についてはサッカーチームでは100%のプレーヤーが実施していると回答しているが、バスケットボールチームではけがなどの事情から95%の実施率となっている。一方、フィジカルトレーニング実施率はサッカーチームでは83%、バスケットボールチームでは100%のプレーヤーが実施している。実施頻度について、スキルトレーニングについてはサッカーチームで週  $5.7 \pm 0.7$  回、バスケットボールチームでは週  $6.0 \pm 0.6$  回 と大きな違いはないものの、フィジカルトレーニングではサッカーチームで週  $1.8 \pm 1.1$  回、バスケットボールチームでは週  $3.8 \pm 1.5$  回 とフィジカルトレーニングの実施頻度はバスケットボールチームが多いことが示されている。更に、1 回の実施時間について、フィジカルトレーニングではサッカーチーム、バスケットボールチーム間で違いが示されていないものの(サッカーチーム:  $0.8 \pm 0.4$  時間、バスケットボールチーム:  $0.8 \pm 0.6$  時間) スキルトレーニングにおいて、サッカーチームでは  $1.9 \pm 0.3$  時間、バスケットボールチームでは  $2.7 \pm 0.4$  時間とバスケットボールチームの実施時間が長い。スキルトレーニング及びフィジカルトレーニングについて「自身の課題は明確であるか」の質問に対してはサッカーチーム、バスケットボールチームの傾向が異なることが示された。

今回報告の範囲から競技特性としての違いというよりは所属形態の違いによりトレーニングへの取り組み方の傾向が異なることが示唆される。

表 1. スキルトレーニングとフィジカルトレーニング実施率、頻度と課題についての回答

|                  | 実施率 |       | 回/週                    |                        | 時間/回                       |                            | 自身の課題が明確 |       |
|------------------|-----|-------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------|-------|
|                  | (%) |       | (回)                    |                        | (時間)                       |                            | (%)      |       |
|                  | スキル | フィジカル | スキル                    | フィジカル                  | スキル                        | フィジカル                      | スキル      | フィジカル |
| サッカー<br>(24)     | 100 | 83    | $5.7 \pm 0.7$<br>(3-6) | $1.8 \pm 1.1$<br>(1-5) | $1.9 \pm 0.3$<br>(1.0-2.5) | $0.8 \pm 0.4$<br>(0.3-1.5) | 92       | 85    |
| バスケットボール<br>(41) | 95  | 100   | $6.0 \pm 0.6$<br>(4-7) | $3.8 \pm 1.5$<br>(1-6) | $2.7 \pm 0.4$<br>(2.0-3.5) | $0.8 \pm 0.6$<br>(0.2-3.0) | 87       | 92    |

### 3. 今後の研究における課題または問題点

本研究は各競技 1 チームを対象とした調査研究であるため、コンディショニング調査としては同レベルの複数チームへ調査を実施する必要がある。今回の調査で明らかとなったように、所属形態についてトレーニング実施内容に違いが出てくるため競技特性及び所属携帯について分けて調査を展開する必要がある。

学会発表

## アスリートの健康 2:コンディショニング現状調査

### -健康問題に関する報告-

杉田記代子(ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

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)

#### 1. 研究の背景

スポーツ医科学領域において、女性アスリートの健康問題として「利用可能エネルギー不足」、「無月経」、「骨粗鬆症」を女性アスリートの三主徴(Female athlete triad:FAT)とした基本概念の紹介は多くされている。これまで我々は FAT リスクの高い女性長距離ランナーと競技時間も長く(40 分～90 分)、コンタクトのある競技に取り組んでいる女性アスリート群(バスケットボール、サッカー)に対してトレーニングの取り組み方、休養、食事などに関するコンディショニング要因と月経、疲労骨折などの健康問題についての調査を行ってきた。

本年度はバスケットボールとサッカーに分けて、コンディショニングに対して取り組み、及び健康問題に傾向の違いがあるかについて確認した。尚、本報告では FAT に関連する健康問題についての調査結果の一部を抜粋して報告する。

#### 2. 調査報告および研究報告

##### 【方法】

対象はスポーツ系大学のバスケットボールチームに所属しているプレーヤー41名(競技歴:11.8 $\pm$ 2.1年)とクラブチームに所属している女子サッカープレーヤー24名(競技歴:18.1 $\pm$ 4.3年)とした。サッカークラブチーム所属プレーヤーは、チームとして合同で練習する時間以外は各人が各々に職業を持っており、大学のバスケットボールチーム所属プレーヤーより競技に取り組む環境としては時間的制約がある。

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、調査前に対象者には書面と口頭にて本報告の主旨を説明し、書面にて同意を得ている。

##### 【結果】

初潮について、バスケットボール群は 100.0%自然初潮をむかえていたが、サッカー群は 92.0%が自然初潮をむかえていた。自然初潮を迎えていないプレーヤーにおいて 1 名は婦人科を受診しており、ホルモン療法にて初潮をむかえていた。自然初潮をむかえたと回答した対象者の初潮年齢については、バスケットボール群では 13.0 $\pm$ 1.3 歳でサッカー群では

13.7±1.5 歳あった。一般女性の平均初潮年齢 12.3 歳よりは遅れている傾向がある。

調査時点において「定期的な月経をむかえているか」について、バスケットボール群は 76.0%、サッカー群では 88.0%が定期的月経周期であると回答していた。1 年間の月経回数については、バスケットボール群は 68.0%が 12～11 回、27.0%が 10～6 回、2.5%が 5～4 回、2.5%が 3 回以下と回答している。サッカー群では 75.0%が 12～11 回、21.0%が 10～6 回、4.0%が 5～4 回と回答していた。

表 1. 月経に関する調査結果

|                  | 自然初潮<br>(%) | 初潮年齢<br>(歳)         | 定期的月経周期<br>(%) | 月経回数／年 |      |     |      |
|------------------|-------------|---------------------|----------------|--------|------|-----|------|
|                  |             |                     |                | 12～11  | 10～6 | 5～4 | 3回以下 |
|                  |             |                     |                | (%)    |      |     |      |
| サッカー<br>(24)     | 92.0        | 13.7±1.5<br>(11-17) | 88.0           | 75.0   | 21.0 | 4.0 | 0.0  |
| バスケットボール<br>(41) | 100.0       | 13.0±1.3<br>(10-16) | 76.0           | 68.0   | 27.0 | 2.5 | 2.5  |

食行動について、「現在、特別なダイエットを行っている、もしくは、避けている食べ物、食品グループはあるか」という質問に対して、バスケットボール群は 24.0%、サッカー群では 25.0%があると回答していた。「これまでに摂食制限したことがあるか」という質問に対してバスケットボール群は 32.0%、サッカー群では 37.5%があると回答していた。

バスケットボール、サッカーは体重制限がある競技ではなく、コンタクト場面もあることからある程度の体重が必要な競技特性であるが、摂食制限をしているプレーヤーがある一定の割合でいることがわかる。

疲労骨折について、バスケットボール群は 34.0%、サッカー群では 25.0%が既往ありと回答していた。「既往あり」の対象者に、疲労骨折した際の月経状態について回答してもらったところ、バスケットボール群では 50.0%が正常月経であったと回答しているが、サッカー群では 84.0%が「覚えていない」と回答していた。この結果からだけでは、疲労骨折と月経との関わりについてはあきらかにできなかった。

表 2. 食行動と疲労骨折に関する調査結果

|                  | ダイエットや<br>避けている食品<br>(%) | 摂食制限<br>(%) | 疲労骨折既往歴<br>(%) | 疲労骨折時の月経状態 |      |     |        |
|------------------|--------------------------|-------------|----------------|------------|------|-----|--------|
|                  |                          |             |                | 定期的        | 不順   | 無月経 | 覚えていない |
|                  |                          |             |                | (%)        |      |     |        |
| バスケットボール<br>(41) | 24.0                     | 32.0        | 34.0           | 50.0       | 14.0 | 7.0 | 29.0   |
| サッカー<br>(24)     | 25.0                     | 37.5        | 25.0           | 16.0       | 0.0  | 0.0 | 84.0   |

### 3. 今後の研究における課題または問題点

今回は体重制限のないチームスポーツについて調査を行った。競技特性から FAT リスクが高いと言われていない女性バスケットボールやサッカープレイヤーにおいても月経の異常や食行動に制限を加えている現状があることが明らかとなった。バスケット、サッカーともに1チームからのデータであるため、今後は複数チームからのデータを収集し、競技における健康問題の傾向を明らかにしていく必要がある。



# 選手向け食物摂取頻度調査票を使用した摂取量評価の試み

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）

## 1. 研究の背景

競技力の向上のためには、適切なトレーニングを実施するだけでなく、コンディションを整え、トレーニング効果を最大限に発揮するために、適切な栄養補給が必要である。しかし、現時点では、様々な報告において、選手におけるエネルギー摂取不足や様々な栄養素の摂取不足が指摘されている。一方で食事の調査は誤差が大きく、煩雑であることも指摘されている。本研究では、選手用に開発した食物摂取頻度調査票を使用して選手の食事の状況を評価し、摂取状況を把握することを目的とした。

## 2. 調査報告および研究報告

### 【方法】

#### 1) 食事調査

Ishikawa-Takata ら（2021）において作成された選手向けの食物摂取頻度調査（FFQJA : Food Frequency questionnaire for Japanese Athlete）を使用して、食事の摂取状況を調査した。FFQJA では直近 2 週間の食事について、61 の食品項目と 1 の付随する質問から構成されている。回答結果から専用のソフト（WELLNESS21:株式会社トップビジネスシステム、岡山県）を使用して 1 日及び 1 食ごとの栄養素と食品群別摂取量を計算した。

#### 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】

食物摂取頻度調査から得た栄養素等摂取量の結果を表に示す。表の右の列に、比較として「日本人の食事摂取基準（2020 年版）」に示されている推定平均必要量もしくは目安量、目標量を示した。各栄養素等摂取量の中央値は、エネルギー、食物繊維総量、カルシウム、鉄、レチノール活性当量、ビタミン D の 6 項目で参考値よりも低い値となった。種目による摂取量の差は食塩相当量、たんぱく質エネルギー比率、脂質エネルギー比率でみられ、食塩相

当量と脂質エネルギー比率はバスケットボールで有意に高く (p=0.002, p=0.006), たんぱく質エネルギー比率はサッカーで有意に高かった (p=0.026)。

食品群別の摂取量でみると「令和元年国民健康・栄養調査」の20-29歳女性の結果と比較して、今回の対象者は、いも及びでんぷん類、豆類、種実類、野菜類、きのこ類、藻類、肉類、魚類、油脂類、嗜好飲料類、調味料及び香辛料類の摂取量は少なかった。

表 各栄養素の摂取量の中央値及び参考値

| 項目                       | 中央値   | (第一四分位点-第三四分位点)   | 参考値      |
|--------------------------|-------|-------------------|----------|
| エネルギー (kcal)             | 2046  | ( 670 - 5386 )    | 2300     |
| たんぱく質 (g)                | 81.9  | ( 37.4 - 172.2 )  | 40 EAR   |
| 脂質 (g)                   | 60.4  | ( 43.7 - 83.2 )   |          |
| 炭水化物 (g)                 | 289.7 | ( 242.7 - 362.8 ) |          |
| 食物繊維総量 (g)               | 12.1  | ( 4.6 - 26.6 )    | 18以上 DG  |
| カリウム (mg)                | 2327  | ( 658 - 4648 )    | 2000 AI  |
| カルシウム (mg)               | 543   | ( 9 - 1796 )      | 550 EAR  |
| マグネシウム (mg)              | 256   | ( 84 - 592 )      | 230 EAR  |
| リン (mg)                  | 1118  | ( 478 - 2733 )    | 800 AI   |
| 鉄 (mg)                   | 7.7   | ( 3.1 - 14.6 )    | 8.5 EAR  |
| 亜鉛 (mg)                  | 9.2   | ( 3.1 - 19.9 )    | 7 EAR    |
| レチノール活性当量 (μg)           | 386   | ( 118 - 3077 )    | 450 EAR  |
| ビタミンD (μg)               | 6.5   | ( .6 - 17.2 )     | 8.5 AI   |
| αトコフェロール (mg)            | 5.6   | ( 1.6 - 14.4 )    | 5.0 AI   |
| ビタミンK (μg)               | 288   | ( 16 - 1332 )     | 150 AI   |
| ビタミンB <sub>1</sub> (mg)  | 1.0   | ( .31 - 2.8 )     | 0.9 EAR  |
| ビタミンB <sub>2</sub> (mg)  | 1.3   | ( .43 - 3.2 )     | 1.0 EAR  |
| ナイアシン (mg)               | 17    | ( 3.5 - 41.6 )    | 9 EAR    |
| ビタミンB <sub>6</sub> (mg)  | 1.5   | ( .41 - 3.47 )    | 1.0 EAR  |
| ビタミンB <sub>12</sub> (mg) | 4.8   | ( .7 - 204.0 )    | 2.0 EAR  |
| 葉酸 (μg)                  | 273   | ( 72 - 858 )      | 200 EAR  |
| ビタミンC (mg)               | 86    | ( 7 - 219 )       | 85 EAR   |
| 食塩相当量 (g)                | 6.1   | ( 1.3 - 15.4 )    | 6.5未満 DG |
| たんぱく質エネルギー比率 (%E)        | 14.7  | ( 12.9 - 16.8 )   | 13-20 DG |
| 脂質エネルギー比率 (%E)           | 26.4  | ( 21.6 - 29.8 )   | 20-30 DG |
| 炭水化物エネルギー比率 (%E)         | 56.3  | ( 52.4 - 60.9 )   | 50-65 DG |

(n=65)

参考値: 日本人の食事摂取基準2020年版

### 3. 今後の研究における課題または問題点

本調査票は、必ずしも管理栄養士等の専門家による詳細な確認等の作業が不要であり、今後、現場での活用が期待できる調査票である。この調査票を用いて、今後、様々な選手の食事の状況を評価し、摂取量とパフォーマンスや健康状態の関係に関するデータを蓄積することで、選手にとって適切な摂取量の検討につなげることができると考える。

# 女子サッカー選手の体力的特徴に関する研究 -同チームのシーズンの違いによる比較-

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)

## 1. 研究の背景

競技スポーツは、競技によって求められる形態や機能的体力要素（体力）が異なる。パフォーマンス向上のためには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となる。近年では、特にサッカー、ラグビーなどのフィールド競技において、試合中の映像を用いる Time-motion 分析やグローバルポジションシステム（GPS）を用いた試合中の運動量（走行距離、スプリント回数など）について報告がされている。しかし、女性サッカー選手を対象にこのような方法を用いた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）を同チームを対象に異なるシーズンにおいて運動量に違いがあるかを明らかにする。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 は 1 部リーグ)に在籍する選手とし、2020 シーズンと 2021 シーズンそれぞれの公式戦 11 試合の内試合にフル出場(90 分)した選手のみを分析対象とした(2020:センターバック(CB):14 名, サイドバック(SB):11 名, ミッドフィルダー(MF):11 名, サイドミッドフィルダー(SMF):14 名, フォワード(FW):3 名、2021:CB:22、SB:19 名、MF:15 名、SMF:13 名、FW:4 名)。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(Gpex)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 に示す。総走行距離は、MF 以外のポジションで 2021 シーズンの方が長い傾向を示した。各スピードゾーンの走行距離では、16km/h 以上の走行距離はすべてのポジションにおいて 2021 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 2021 シーズンが高い傾向を示した。また、加速数・減速数ともにすべてのポジションにおいて 2021 シーズンが高い値を示していた。

これらの結果から、2020 シーズンと 2021 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 シーズンのポジション別の走行距離と加速数、減速数について

|     |    | 総走行距離(m)    | 0-6m/h (m) | 6-12km/h (m) | 12-16km/h (m) | 16-18km/h (m) | 18-23km/h (m) | 23km/h- (m) | 加速数 (回) | 減速数 (回) |
|-----|----|-------------|------------|--------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------|---------|
|     | n  | 平均 ± SD     | 平均 ± SD    | 平均 ± SD      | 平均 ± SD       | 平均 ± SD       | 平均 ± SD       | 平均 ± SD     | 平均 ± SD | 平均 ± SD |
| 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 |

表 2.2021 シーズンのポジション別の走行距離と加速数と減速数について

|     |    | 総走行距離(m)    | 0-6m/h (m)  | 6-12km/h (m) | 12-16km/h (m) | 16-18km/h (m) | 18-23km/h (m) | 23km/h- (m) | 加速数 (回) | 減速数 (回) |
|-----|----|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------|---------|
|     | n  | 平均 ± SD     | 平均 ± SD     | 平均 ± SD      | 平均 ± SD       | 平均 ± SD       | 平均 ± SD       | 平均 ± SD     | 平均 ± SD | 平均 ± SD |
| CB  | 22 | 9750 ± 745  | 2945 ± 154  | 4337 ± 470   | 1684 ± 321    | 367.2 ± 81.7  | 359.3 ± 104   | 59 ± 36     | 50 ± 7  | 57 ± 13 |
| SB  | 19 | 10153 ± 403 | 3045 ± 189  | 4158 ± 342   | 1826 ± 170    | 487 ± 62      | 537.2 ± 106   | 100 ± 55.5  | 58 ± 13 | 71 ± 8  |
| MF  | 15 | 10886 ± 652 | 2827 ± 276  | 4920 ± 260   | 2110 ± 459    | 501.6 ± 218   | 479.7 ± 184   | 48 ± 43     | 47 ± 10 | 73 ± 14 |
| SMF | 13 | 10309 ± 194 | 3240 ± 143  | 3906 ± 253   | 1788 ± 129    | 540.2 ± 59.7  | 675.7 ± 65.3  | 160 ± 44.7  | 66 ± 8  | 81 ± 10 |
| FW  | 4  | 10359 ± 625 | 3217 ± 79.7 | 3908 ± 198   | 1896 ± 352    | 532.1 ± 109   | 717.9 ± 58.4  | 89.0 ± 41.1 | 75 ± 3  | 88 ± 17 |

## 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 と 2021 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、GPS データによる違いを明確にすることができると考える。

さらに、対象とする試合数を増やし走行距離や加減速数と、試合の勝敗や個人・集団の戦術の成功率等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と考える。

# 家具・生活品組み込みセンサーデバイスを活用した人の動作情報取得の研究

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

介護施設などでは認知機能が低下した要介護者の生活行動をどのように監視するのかが問題となることが多くあるが、カメラ画像による監視はプライバシー保護の観点からも慎重さが求められている。そこで家具や日用品などの要介護者が日常的に使用するタッチポイントである生活用品に各種センサーを取り付け、それら複数の情報から家具や生活用品の使用状況が把握できるのではないかと考えた。家具や日用品の使用状況から使用者の生活行動が推測できれば、プライバシーを保護しながらも生活上の危険察知や健康管理、介護者の交代時の申し送りなどにも応用が可能であると考えられる。

## 2. 調査報告および研究報告

現状では家具に取り付けることが可能な大きさで、かつ比較的安価である 1. 圧力センサー、2. 静電容量センサー、3. 距離センサー、4. 光センサーなどを選定し、標準的な椅子に取り付けることで、どれくらいの精度で使用状況の特定が可能か基礎的な実験を繰り返している。特に人体が触れることによって起こる静電容量の変化を感知する静電容量センサーは安価でかつ測定も容易である。また、非常に薄型に製作することが可能で使用者に対する負荷も少ないながら、家具のどの部分に人体が触れているかが特定できることが基礎的な実験によって明らかになった。ただし、着衣の種類によって静電容量の数値が大きく変わるので、例えば薄手の室内着のようなものでも、デニム製ジーンズのようなものでも、同一の判定を下す数値の特定に苦労した。しかし、正しい姿勢で着座しているのか、足を組んでいるのか、背中をつけてリラックスしているのか、机に向かって何か作業をしているのか、といったある程度基礎的な使用状況の推測・特定は可能であることがわかってきた。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

まだ生活行動を把握するというより、単に椅子にどのような姿勢で座っているかといった程度しか把握できる状況ではない。今度は更に細かく使用者の行動特性を把握し、センサーの種類や位置、大きさ、数量などを検討する必要がある。また、個人差による身長や体格の違い、個人の癖など、数値に影響する要素が多数見つかってきているので、使用者を特定してから使用するのか、標準的なモデルを参照するのか実験と計測を繰り返しながら、その方針を決定していく必要がある。また更に、椅子に限らずその他の家具や生活用品のどのタッチポイントを採用するか、それら複数の情報をどのように組み合わせて生活実態の把握に繋げるのか、ベイジアンネットワーク（予測確率演算）などを用いたモデル化の検討が必要である。

# コロナ禍における高齢者施設での面会に関する基礎調査

渡邊 彩子（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

新型コロナウイルス感染症拡大により、高齢者施設では感染対策に追われている。なかでも、面会については、感染経路の遮断という観点と、つながりや交流が心身の健康に与える影響という観点から、地域における発生状況等も踏まえ、可能な限り安全に実施できる方法を検討することが求められる<sup>1)</sup>。直接会うことを制限し、ガラス越しでの面会やオンライン面会に切り替えた施設では、認知機能が低下した人にとってスピーカーがあっても聞こえづらく、会話が難しい人もいるという課題がある<sup>2)</sup>。本研究は面会に関して重点的に対策方針が示された4つの感染対策ガイドラインの記載内容を照らし合わせて把握するとともに、高齢者施設の現場でどのように面会を実施しているか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

### （1）高齢者施設における新型コロナウイルス感染症対策に関するガイドライン

2020年4月以降、各業界において業種別にガイドラインが示され、厚生労働省をはじめ、一般社団法人日本環境感染学会や公益社団法人全国老人福祉施設協議会などにおいても高齢者福祉施設・介護事業所等を対象とするガイドラインが一斉に示された（表1）。

表1. 高齢者施設における新型コロナウイルス感染症対策関連のガイドラインの一部

|     | 公表年     | 公表者                | タイトル                                                                                |
|-----|---------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| I   | 2020.4  | 厚生労働省              | 介護事業所等における新型コロナウイルス感染症への対応等について—社会福祉施設等における面会等の実施にあたっての留意点について(その2)—(2021年11月に一部改訂) |
|     | 2020.4  | 一般社団法人 日本環境感染学会    | 高齢者介護施設における感染対策 第1版                                                                 |
| II  | 2020.5  | 厚生労働省              | 高齢者施設等におけるオンラインでの面会の実施について                                                          |
| III | 2020.5  | 公益社団法人 全国老人福祉施設協議会 | いわゆる「新しい生活様式」に関する留意点について(改訂その1)                                                     |
|     | 2020.5  | 公益社団法人 全国老人福祉施設協議会 | 新型コロナウイルス感染症に係る対応マニュアル                                                              |
|     | 2021.8  | 厚生労働省              | 介護施設・事業所における新型コロナウイルス感染症発生時の業務継続ガイドライン 一部改訂                                         |
|     | 2021.11 | 厚生労働省              | 新型コロナウイルス感染症対策の基本的対処方針                                                              |
| V   | 2021.12 | 神奈川県 福祉子どもみらい局     | 高齢者施設における 新型コロナウイルス感染症拡大防止 面会ガイドライン(第3版)                                            |

表2. 面会に関する基本的な考え方とポイント

| ガイドライン | 面会に関する基本的な考え方                                                                                                 | 面会時のポイント                                                                                                                                                           |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I      | 緊急やむを得ない場合を除き、制限すること。テレビ電話等の活用を行うこと等の工夫をすることも検討すること。                                                          | 面会者や業者等の施設内に出入りした者の氏名・来訪日時・連絡先について、積極的疫学調査への協力が可能となるよう記録すること                                                                                                       |
| II     | 緊急やむを得ない場合を除き、面会の制限をしている事態下においては、利用者の方とご家族等との間でオンライン面会(テレビ電話システムや Web アプリのビデオ通話機能等のインターネットを利用する面会)を行うことが望ましい。 | ①オンライン面会は、テレビ電話システムや、Web アプリのビデオ通話機能等が使用できるパソコン、タブレット、スマートフォン等のハード端末が必要<br>②会話内容が他の人間に聞こえてしまうことのないよう、プライバシーの確保に努めること<br>③Wi-Fi 等、通信環境のよい場所を使用すること                  |
| III    | 緊急事態宣言下では原則禁止(ウェブによる面会は可)とすること。緊急事態宣言が解除された地域に所在する入居施設については、右記の条件を満たすことができる場合に限り、例外的な取り扱いを行うことが考えられる。         | ①利用者が看取り期にあり、新型コロナウイルス感染症に感染していないこと<br>②面会者が過去2週間内に発熱がなく、健康状態に問題がないこと<br>③面会に際して、サージカルマスクの着用し、面会者は施設スタッフ監視のもと、肘までの手指消毒すること<br>④抱擁は避け、面会者が自身及び利用者の涙や鼻水を触らないよう注意すること |
| V      | 従前の面会方法にかわる「新しい生活様式」に即した面会方法(オンライン面会の活用やバーテーション越しの面会など)への積極的な取組みが望まれる。                                        | ①共通事項として、面会を予約制にし、面会時間を管理する<br>②オンライン面会において、操作マニュアルを作成し、ご家族や職員で共有する<br>③対面による面会前にチェックリストなどを作成し提出してもらう                                                              |

面会に関して重点的に対策方針が示されているⅠ～Ⅳのガイドラインにおいて、基本的な考え方と面会時のポイントを抜粋した（表 2）。いずれもコロナ禍においては面会を制限し、テレビ電話等によるオンライン面会を促しているが、オンライン面会とパーテーション・ガラス越しの面会の切り替えおよび、面会の中止と再開の切り替えに関しては、地域の発生状況等が影響することから詳細な基準は設定されておらず、施設側に委ねられていることが確認された。

神奈川県福祉子どもみらい局では、自治体独自でガイドラインを示しており、あらゆるガイドラインの事例から主要なポイントを抽出してまとめている。

## （２）介護付有料老人ホームへのインタビュー調査

2021 年 12 月、練馬区大泉学園町にある介護付有料老人ホーム A の職員を対象に、ガラス越しでのインタビューを実施し、2020 年 3 月以降で面会希望者に対してどのような対応をしたか時系列にまとめた（表 3）。

2020 年 3 月からガラス越しでの面会に切り替えたが、職員の内線用電話は通信状況が悪く、利用者と面会者とのコミュニケーションがうまく取れないという課題があり、ELPA・DECT ワイヤレスインターホンを導入することになったという。また、コミュニケーションアプリ「LINE」でのビデオ通話システムを導入した背景には、利用者の家族から顔だけでも見たいという声が多く寄せられたことにより、施設として何ができるか検討を重ねたという。様々なガイドラインやマニュアルが公表されているなかで、利用者の状況に沿う情報を集めることに苦心している状況であることもわかった。

表 3. 介護付有料老人ホーム A における対面希望者への対応

| 年月          | 面会者に対する施設の対応                         | 使用したコミュニケーションツール        |
|-------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 2020 年 3 月  | ガラス越しでの面会                            | 職員の内線用電話                |
| 2020 年 12 月 | 一切の面会中止                              | —                       |
| 2021 年 1 月  | 予約制によるビデオ通話システム導入                    | コミュニケーションアプリ「LINE」      |
| 2021 年 9 月  | ガラス越しでの面会再開                          | 「ELPA・DECT ワイヤレスインターホン」 |
| 2021 年 11 月 | 新型コロナワクチン予防接種を 2 回受けている方のみ 2 名まで面会解除 | —                       |
| 2021 年 12 月 | ガラス越しでの面会再開                          | 「ELPA・DECT ワイヤレスインターホン」 |



図 1. ガラス越しで会話をしている利用者



図 2. 使用していた ELPA・DECT

## 3. 今後の研究における課題または問題点

現在も利用者および家族の QOL に大きく関わる面会を制限せざるを得ない状況であり、各施設の実態をより多く調査し、把握する必要がある。今回は高齢者施設を対象とし、ガイドラインを用いた網羅的な把握に留まった。今後は高齢者施設のうち、創設されて 10 年が経過したサービス付き高齢者向け住宅を対象を絞り、新型コロナウイルス感染症によって変化した高齢者の生活様式や各住宅独自の取り組みについて調査を進める方針である。

## 参考文献

- 1) 厚生労働省、(2020 年 11 月 24 日)、『社会福祉施設等における面会等の実施にあたっての留意点について』、p.2 (参照 2021.12.10)
- 2) 森本美紀、(2022 年 1 月 17 日)、『一緒に差し入れを食べられる日は、いつ？ 高齢者施設、悩む面会対策』、朝日新聞デジタル (参照 2022.1.18)、  
<https://digital.asahi.com/articles/ASQ1J52H1Q1GUCLV006.html?pn=7&unlock=1#continuehere>

# 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 Commun.* 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

ヒト肺腺がん細胞株およびヒト肺由来正常繊維芽細胞株を用い、燃焼式たばこや加熱式たばこの煙抽出液に曝露した時の細胞毒性、細胞代謝活性、および遺伝子発現変化の解析などを行った。その結果、燃焼式たばこと加熱式たばこの煙抽出液による細胞への影響や DNA メチル化関連因子への影響は異なることがわかった（詳しい結果は未公表）。また、以降の実験に用いる煙抽出液濃度の条件検討を終えた。今後、DNA メチル化への影響を解析し、さらにどのような遺伝子がエピジェネティックな影響を受けるのかなどを明らかにする。

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により、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）の新たな差別化に役立つと考える。

## 発表論文・著書

- 1) **Sato A**, Fonseca IM, Nagamine MK, Toledo GF, Olio R, Blazquez FJH, Yano T, Yeh ES, Dagli MLZ. Effects of alpha-connexin carboxyl-terminal peptide and Bowman-Birk protease inhibitor on canine oral mucosal melanoma cells. *Front Vet Sci.* 2021 Jun 10;8: 670451.
- 2) Doshida Y, Itabashi M, Takei T, Takino Y, **Sato A**, Yumura W, Maruyama N, Ishigami A. Reduced plasma ascorbate and increased proportion of dehydroascorbic acid levels in patients undergoing hemodialysis. *Life.* 2021 Sep 28;11(10):1023.
- 3) **Sato A**, Takino Y, Yano T, Fukui K, Ishigami A. Determination of tissue-specific interaction between vitamin C and vitamin E in vivo using senescence marker protein-30 knockout mice as a vitamin C synthesis deficiency model. *Br J Nutr.* 2021 Nov 2;111.



# 血流制限が腱の温度制御におよぼす影響

石垣 智恒（大学院ライフデザイン学研究科）

## 1. 研究の背景

腱の温度上昇は腱障害発症の一因と考えられてきた。そのため、腱の温度制御メカニズムの理解は、腱障害の予防に貢献できる。

先行研究では、下肢への血流制限が運動後に上昇した筋温の回復を阻害することを報告した。この結果は、血流が筋の温度制御に影響することを示している。一方、腱においては、血流が腱温の制御に貢献すると推察されてきたが、この仮説を証明した研究はない。

それゆえ、本研究の目的は、血流制限が上昇した腱の温度回復におよぼす影響を調べることである。腱の温度を上昇させる方法として、本研究では運動（内的加温）およびホットパック（外的加温）を用いた。本研究では直接アキレス腱の温度を測定するため、実験動物（ラット）を対象とした。

## 2. 研究結果と考察

運動後の回復過程において、腱温は徐々に低下していった。この結果は、運動によって上昇した腱温が時間経過とともに回復することを示す。また、回復過程におけるすべての時点において、血流制限条件と非血流制限条件との間で、腱温に差はなかった。それゆえ、本研究結果は、腱への血流が運動後に上昇した腱温の回復に影響しないことを示唆する。

一方、ホットパックによって腱を加温した後の回復過程において、非血流制限条件と比較し、血流制限条件における腱温はより低下していた。この結果は、外部加温によって上昇した腱温の回復には、腱の血流が負の影響をおよぼす可能性を示唆する。

## 3. 今後の研究における課題

運動による腱の温度上昇は、腱障害の一因と考えられている。本研究では、腱への血流が運動によって上昇した腱温の回復に貢献しないことが示唆された。それゆえ、腱の温度上昇が腱障害の一因であるならば、運動をしたとしても腱の温度を上昇させないことが重要となる。従って、今後は腱の温度上昇を担う組織構造の同定、および温度の上昇しにくい腱にするためのトレーニング方法を探索する必要がある。

## 学会発表

1) 石垣智恒、血流制限が運動後のラットアキレス腱における温度制御におよぼす影響、埼玉県理学療法学会、2022年1月23日、オンライン開催

# 通電刺激が後肢懸垂ラット腰椎の骨量に及ぼす影響

荒木 美智子（ライフイノベーション研究所）

## 1. 研究の背景

近年、骨粗鬆症治療薬の開発が勢力的に進められ、より有効なものが開発されてきたが<sup>1)</sup>、その一方で副作用があるものも報告されている。また、骨粗鬆症の予防や療法として運動も推奨されているが、変形性膝関節症などの合併によって運動遂行が不可能な場合も少なくない。そのような状態でも安全に実施できる方法として、通電または磁気刺激法も開発されてきた。通電療法に関しては、現在、鍼灸鍼やパッドによるものが多く用いられているが、鍼通電には特殊な資格が必要とされ、また、パッド装着部位の皮膚障害の発症も指摘されている。今日、広く骨折治療や疼痛緩和に用いられているパルス電磁場装置も経皮的に行われ、安全で有効とされている。しかし、医師の診断のもとで行われなくてはならず、さらにほぼ一日中装置を装着する必要があるため、日常的な活動に制限がもたらされる。それに対して、現在開発中のベクトルポテンシャル（VP）を用いた通電刺激装置では、装置内に身体部位を置くだけで通電刺激が可能となり、かなり有効な方法と考えられている。これまでに、後肢懸垂によって後肢の加重低減を図ったラットを用いた3週間の実験により、VP装置の通電刺激が後肢の骨量減少に抑制的に作用することをすでに認めている。しかし、骨量減少は加重低減後からすぐに現れるが、VP装置による効果も早期に現れるか否かは明らかにされていない。

## 2. 調査報告および研究報告

ウイスター系雄性ラット 108 頭を用い、それらを後肢懸垂群(HS)、後肢懸垂と同時に VP 装置による通電刺激を施す群(VP)および対照群(CO)に分類し、HS および VP はそれぞれの実験期間中、後肢をケージ内で懸垂し、VP は、通電刺激(スミダ電気社製、交流、電圧 60V、120mA、20kHz)を 30 分/日、5 日/週行なった。実験期間は、いずれの群も1, 2または 3 週間とした。実験期間終了後、各群のラットを安楽死させ腰椎を摘出し、第5腰椎の椎体断面を肉眼的および走査電子顕微鏡により観察した。

CO の腰椎体の二次海綿骨は、いずれの実験期間でも骨梁が太く、上下方向に長く配向するものが多く観察された。HS では、実験開始1週間後に上下方向と、特に横方向に配列した骨梁が細くなるとともに、配列も不規則になった。2 週間後以降では、骨梁間の連続性が絶たれ、骨梁の密度が低下した。一方、VP では実験開始1週間後から骨梁の太さが維持され、配向も規則的であり、その状態は CO に類似していた。

ヒト腰椎の海綿骨では上下方向に配列する骨梁と、それを互いに連絡する横方向に配列する骨梁があるが、骨粗鬆症の初期には横方向の骨梁が消失するとされている<sup>2)</sup>。本実験の HS では、海綿骨骨梁の減少がみられたが、本実験では VP による通電刺激によって、実験開始のすでに1週間後から海綿骨構造が維持された。このことから加重低減に伴う骨量減少に対して、VP による通電刺激は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

経皮通電刺激の効果に関する先行研究によると、周波数や電圧も影響することが示されており、当 VP 刺激装置についても様々な通電条件での効果について検討することを今後の課題とする。

## 参考文献

- 1) 竹内靖博(2005) ビスフォスフォネート. 日本内科学会雑誌 94 : 696-701.
- 2) Snyder,BD, et.al.: Role of Trabecular Morphology in the Etiology of Age-Related Vertebral Fractures. Calcif Tissue Int (1993) 53(Suppl 1):S14-S22.

# 機能性食素材トコトリエノールの抗悪性中皮腫素材としての可能性

河野 翔（東洋大学ライフイノベーション研究所 客員研究員）

## 1. 研究の背景

近年、がん治療分野における研究は飛躍的に発展している一方、従来の化学療法や放射線療法の副作用には未だに課題もあり、QOL を低下させるリスクとして懸念され健康寿命を縮める要因の一つともされている。

このような現状から、抗がん剤と一緒に補助剤 ; Adjuvant を併用することで QOL の低下のリスクを減らし、より効果的な治療が可能になるのではないかと、こうした議論が注目されている (Constantinou, C., et al., 2008)。そこで我々は、Adjuvant の一つの候補として、微量栄養素の一つであるビタミン E の同族体であるトコトリエノール (T3s) に注目した。T3s は栄養素としての機能である抗酸化作用に加え、多様な薬理的作用を持つことも知られている (Peh, H. Y., et al., 2016)。

本研究では、T3s およびビタミンの機能に関する幅広い知見の蓄積を目指した基礎的研究として、悪性腫瘍の培養モデルを用いて T3s の抗腫瘍効果を検証した。

## 2. 調査報告および研究報告

近年のがん治療分野では、抗がん剤の効果が届きにくいとされる腫瘍低酸素環境で生育する腫瘍細胞へのアプローチが課題の一つとされている (実験医学, 29 (増刊), 2011)。また、研究症例が少ない希少がんの治療や予防に関する研究の発展も望まれている。そこで本研究では、希少がんの一つである悪性胸膜中皮腫を対象として、*in vitro* 低酸素培養モデルを用いた解析を通して低酸素環境下の悪性腫瘍に対する T3s の抗腫瘍作用を検証した。

検証には、ヒト悪性胸膜中皮腫由来の H2452 細胞株を使用した。一方、T3s としては、天然素材であるアナトー由来の Tocotrienol-Rich Fraction (以下、TRF) を用いて検証した。TRF は天然素材中に T3s を豊富に含む画分を意味する総称で、特にアナトー-TRF は T3s の同族体の中でもより強い抗がん活性を示すとされる  $\delta$ -T3 を豊富に含んでいることから、我々は注目した。

生育環境の酸素濃度と TRF の腫瘍抑制作用の関係を検証するため、H2452 細胞株を通常酸素環境 (21% O<sub>2</sub>) および低酸素環境 (>1% O<sub>2</sub>, アネロパック®ケンキ) それぞれの条件下で、0, 5, 10, 20  $\mu$ g/mL の濃度の TRF 含有培地で 24 時間培養し、各濃度群の生存活性を測定した。その結果、通常酸素、低酸素いずれの環境下においても TRF 20  $\mu$ g/mL 含有培地で培養した群では非含有群 (0  $\mu$ g/mL) と比較して顕著に生存活性が抑制された。この結果から、TRF は酸素濃度の差にかかわらず抗腫瘍作用を発揮できる可能性があること、また抗がん剤に抵抗性を示すとされる低酸素環境下の腫瘍細胞に対しても抗腫瘍作用を発揮する可能性が示唆された。

続いて低酸素環境における TRF の生存活性抑制作用の作用点を明らかにするため、低酸素環境に対する主要適応因子である Hypoxia-inducible factors ; HIFs に着目した。単純に低酸素環境で培養した H2452 株 (TRF 0  $\mu$ g/mL 群) においては HIF1 $\alpha$ , HIF2 $\alpha$  いずれも発現レベルが上昇しており、HIFs による低酸素適応機構が働いていることが示された。その一方で、生存活性抑制作

用を示した TRF 培養条件下 (15 µg/mL) においては, HIF1α, HIF2α のタンパクレベルが抑えられている結果が示された。これらの結果から, 低酸素環境下で生育する H2452 株に対する TRF の生存活性抑制作用は, TRF の低酸素適応機構の破綻に起因している可能性が推察された。

さらに我々は, 連続的な低酸素状態が小胞体ストレス (ER ストレス) を惹起することに着目し (Bartoszewska, S., et al., 2020), TRF の生存活性抑制作用と ER ストレスおよび HIFs の関連を検証した。低酸素環境で培養した H2452 株において, ER ストレスセンサーである Bip, ER ストレス誘導性アポトーシスマーカーである CHOP のタンパク発現を解析した結果, 低酸素条件で培養した H2452 株では通常酸素条件の培養時よりも Bip, CHOP のタンパクレベルはいずれも高く, 低酸素環境下の H2452 株では ER ストレスが惹起されていることが確認された。我々は, 低酸素によって惹起される ER ストレスの制御にも HIFs が関与していると仮説を立て, HIFs タンパクレベルの抑制が見られた TRF 培養条件 (15 µg/mL) と同様の条件下で Bip, CHOP のタンパク発現を解析した。その結果, 単純に低酸素環境で培養した H2452 株よりも Bip, CHOP の発現レベルは低い結果となり, ER ストレスの亢進は見られなかった。

一方で, 興味深いことに通常酸素環境で培養した H2452 株においては TRF 培養条件で Bip, CHOP の発現亢進が見られ, TRF 自身の ER ストレッサーとしての一面も明らかになった。

### 3. 今後の研究における課題または問題点

これまでの検証において, アナトー由来 TRF が悪性腫瘍である胸膜中皮腫に対して抗腫瘍作用を持つ可能性があること, またがん治療の課題の一つである腫瘍低酸素領域で生育する腫瘍細胞に対してもその効果を発揮する可能性があることが示唆された。その一方で, TRF の HIFs レベルの抑制作用と ER ストレスの制御に関する検証では, 低酸素と TRF の両者が ER ストレスを誘導する因子になり, それら 2 つの条件が存在する本検証の培養系では H2452 株における ER ストレスの起源を明確にできないことも明らかとなったため, TRF ではなく *HIF* 遺伝子をノックダウンあるいはノックアウトした培養系を作製して検証するなど, 評価系の検討は今後の課題である。

また, これまでの検証では TRF 培養条件で HIFs のタンパクレベルが抑えられる現象が確認できているのみであるため, TRF の HIFs 抑制機序を具体的に明らかにするためには HIFs のタンパクレベルを制御するプロリン水酸化酵素やユビキチン-プロテアソーム系の変化も併せて検証することが必要である。

さらに興味深いのは, HIFs タンパクの安定化に活性酸素種 (ROS) の存在も寄与しているとする報告があり (Liao, C., et al., 2020), 抗酸化作用を持つ TRF を用いた培養系では検討しなければならない課題であると考ええる。

#### 発表論文・著書

- 1) 河野翔, 矢野友啓 (2021) 『ビタミン・バイオフィクター総合事典』 p.70-71, 朝倉書店

#### 学会発表

- 1) 河野翔, 低酸素誘導性因子 HIFs と低酸素誘導性小胞体ストレスに着目したアナトー由来トコトリエノールの抗中皮腫作用解析, 日本ビタミン学会第 73 回大会, 2021 年 6 月 11 日~7 月 30 日, WEB 開催

# 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、65歳以上の人口は2025年には30%を超えると予想されている。今後、要介護状態となる人が更に増えてくると考えられるが、人手不足の問題が顕在化しているように労働人口が減少している現状では、介護を必要としないで生活できる期間を延ばすことが必要である。健康寿命の延伸は喫緊の課題であり、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。特に後者は届出制度であり、比較的短期間で発売に到達できること、機能性に関しては最終製品を用いた臨床試験を経ずとも、機能成分である機能性関与成分に関する研究レビューで科学的根拠を説明できれば良いこと等の理由により、近年その製品開発が活発化している。その中にはプロバイオティクスを活用した製品もある。プロバイオティクスは「腸内菌叢のバランスを改善することにより、宿主動物に有益な効果をもたらす生菌の添加物」として定義されている<sup>1)</sup>。腸内菌叢に関する社会の認知度の高まりや菌叢解析技術の発展により、これらの研究開発はより一層進展している。本研究では、微生物を用いた機能性表示食品に焦点をあて、その現況と動向を調査した。

## 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<sup>2)</sup>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、2021年度は12月15日の届出時点で922件であった(図)。2021年度の届出がこのまま順調に進めば2020年度に引き続き1,000件を超え、7年間で5,000件を超えるものと考えられる。

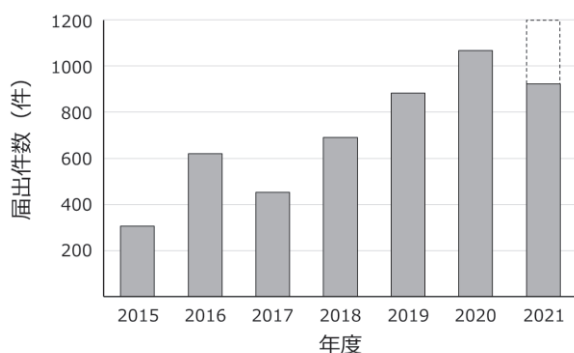


図 機能性表示食品の届出状況

2021年度は12月15日までの届出件数

を機能性関与成分とする食品も50件届出されていた。

乳酸菌・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、223件と約6割を占めていた。次いで、肌の潤いに関するものが43件であり、近年話題となった免疫に関する届出が30件、そして体脂肪28件、脳機能（脳に対する作用）19件と続く。これらの中

植物の抽出物、アミノ酸、アミノ糖、食物繊維等、様々な食品成分が機能性関与成分とされており、その中で微生物そのものを機能性関与成分とする機能性表示食品は1割弱であった。これまで379件届出されており、その多くは従来より食経験などから安全で健康に寄与すると考えられてきた乳酸菌（*Lactobacillaceae*、*Streptococcaceae*、*Enterococcaceae*に属する菌種）あるいはビフィズス菌（*Bifidobacterium*）を機能性関与成分としており、それぞれ185件、140件であった。それ以外に *Bacillus* や酵母

には、機能性関与成分として微生物を2菌株用い、それぞれの機能性を表示しているものもあるが、1菌株の微生物で2種の機能性を表示している食品もある。後者は「整腸作用+肌」、「整腸作用+脳機能」、「整腸作用+鼻の不快感」等、いずれも整腸作用が含まれていた。乳酸菌・ビフィズス菌の保健効果として最初に期待される効果が整腸作用であるため、最初に整腸作用が確認された後に用途拡大された、あるいは他の機能性ととともに並行して機能性が調べられたものと考えられる。

### 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整腸作用以外にも内臓脂肪・体脂肪の低減や免疫機能の維持、免疫機能の維持等があり、これらの食品の活用により健康寿命の延伸に繋がると考えられる。整腸作用のように様々な微生物でそれぞれ機能性が示されている分野もある一方、免疫機能、ストレス緩和等、機能性関与成分の種類が極めて少ない分野もある。ヨーグルトや飲料、サプリメント等の商品形態のみならず、機能性関与成分に関しても様々な選択肢を提供することが消費者にとって望ましいと考えられる。また、これまでにガイドラインは7度改正されており、より質の高いものが求められるようになり、ややハードルが高くなってきていると考えられる。消費者庁における内容確認の迅速化やサポート企業・コンサルティング企業の充実等により届出件数の鈍化は発生していないものの、その推移は注視する必要があると考えられる。そのため、今後の本制度において免疫やストレス緩和の分野で機能性関与成分の種類（＝菌株の種類）が増加するのかどうか、新たな機能性の分野が開発・届出されるのかどうかを含め、届出の動向を把握すべく引き続き調査を継続する予定である。

### 文献

- 1) Fuller R: Probiotics in man and animals. J. Appl. Bacteriol. 66: 365-378, 1989
- 2) 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1月20日更新、2022年1月24日確認）

# 高強度運動が脛骨粗面および膝蓋骨の構造に及ぼす影響

藤川 芳織

## 1. 研究の背景

Osgood-Schlatter 病(OSD)は、脛骨粗面が大きく前方へ突出し、その部位に炎症や疼痛が生じる骨端症である。加えて、この疾患は、発育期のスポーツ障害として広く知られている。スポーツを活発に行っている思春期前後の児童に頻度の多い疾患であるが、動物モデルは確立しておらず、その病態には不明な点が多く残されている。これまで OSD の病態をレントゲン像、MRI、CT や超音波画像によって解析した報告は多くあるが、脛骨粗面や周囲組織を組織学的に解析し、微細レベルの構造的特徴を明らかにした研究は非常に少ない。以上のことから、OSD モデルを作製し、組織学的構造や炎症動態を解析することは、OSD の病態を理解する上で非常に重要である。

## 2. 調査報告および研究報告

本年度は、当研究所の水藤らが作製したラット OSD モデルを用い、脛骨粗面および膝蓋骨とその周囲組織の組織学的解析を行なった。脛骨粗面には大腿四頭筋が停止しているため、その収縮力は直接脛骨粗面へ伝達される。OSD モデルは、下りトレッドミル走行に伴う大腿四頭筋の遠心性収縮を過剰に繰り返すことにより再現した。その結果、下り走を行った群 (DR) の脛骨粗面は、対照群 (CO) に比べて、前方に大きく突出していた。さらに、CO に比べて DR の脛骨粗面では、疼痛物質である Substance P (SP) が広範囲に局在していた(図 1)。以上のことから、下り走行は脛骨粗面の構造を OSD 様に変化させ、その組織内に疼痛物質が合成されることが示唆された。

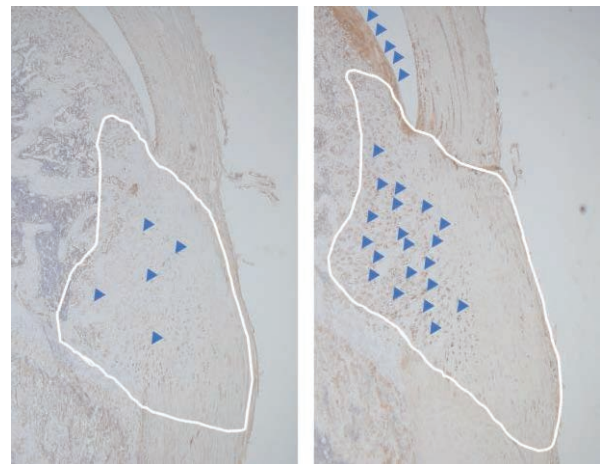


図 1. Substance P の局在

両群の脛骨粗面 (白線内) や関節軟骨には、SP の局在 (矢頭) が確認されたが、それは DR より顕著であった。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

### 課題 1 : OSD 様組織の修復過程の解析

OSD 発症機序と同様に、修復機序に関する詳細な組織学的解析はなされていない。そのため、OSD 様組織の構造的特徴を明らかにすると同時に、トレッドミル走行停止後の構造変化を解析する。

### 課題 2 : OSD モデルにおける膝蓋骨の組織学的解析

膝蓋骨側膝蓋腱付着部に発生する骨端症には Sinding Larsen Johansson 病 (SLJD) があり、大腿四頭筋の遠心性収縮が発症誘因であることから、OSD 発症との因果関係が指摘されている。しかしながら、その詳細は未だ明らかにされていないため、OSD モデルを用いて脛骨粗面の評価と同様のパラメーターによって、膝蓋骨および周囲組織の組織学的構造を解析する。

発表論文・著書・学会発表

なし

# 後肢不動化が骨端線離開に及ぼす影響

中井 真悟

## 1. 研究の背景および目的

臨床の現場では、小児期に生じる骨端線離開の評価に Salter-Harris 分類 (SH 分類) を用いる。SH 分類のⅡ型では、骨端線の肥大軟骨細胞層に亀裂が生じるとされるが組織学的に示された報告はない。また、骨端板直下の構造変化が骨端線離開に及ぼす影響についても報告はない。本研究ではラット大腿骨を用いて伸展型の骨端線離開モデルを作成し、組織学的に解析することを目的とした。

## 2. 研究報告

【材料および方法】 実験動物として 7 週齢のウィスター系雄性ラット 12 匹を用い、後肢を不動状態にする群 (IM) と対照群 (CO) に分類し、2 週間の実験を行った。IM は後肢に加重が掛からないようにするため、ラットの尾部を約 50cm の高さの天井から懸垂し、ジャケット型不動装置を用いて股関節および膝関節を伸展位に固定し、股関節の内転および外転を制限した。実験期間終了後にラットを安楽死させ、不要な疼痛を除した。ラット下肢骨を摘出する前に、大腿骨遠位骨端線部へ徒手的に伸展力を加えた。骨端部と骨幹端部の間に骨折が生じたことを触診で確認し、周囲に筋を残存したまま大腿部を摘出し、4%パラホルムアルデヒド水溶液(4%PFA)に 2 日浸漬した。通法に従って、脱水透徹後にリゴラック樹脂へ包埋し、骨折部を組織学的に観察した。【結果】 通常構造を観察すると IM の大腿骨骨端板及びその直下の海綿構造は CO に比べて疎となっており、特に二次海綿骨で顕著であった ([Tb.Th] IM : 43.0 $\mu$ m、CO : 67.5 $\mu$ m、[Tb.Sp] IM : 267.2 $\mu$ m、CO : 153.0 $\mu$ m、[Tb.N] IM : 14.8、CO : 18.5)。また、CO に比して IM では、骨端部における皮質骨の菲薄化や、骨長軸方向へ配向する海綿構造が短縮していた。次に骨端板へ過伸展をおこなった標本を観察した。CO の骨端板では、軟骨細胞柱が遠位と近位方向に引き抜かれていた。引き抜きのあった領域は未石化部位であり、その軟骨細胞柱の下端である肥大軟骨細胞層と一次海綿骨が残存していた。また、骨端部前面に骨片を伴っていた。一方、IM は骨端板の損傷よりも皮質骨の損傷が著しく、大腿骨前・後面骨幹端部に第 3 骨片がみられた。【考察】 一般に、関節不動環境に置かれると骨表面からの破骨細胞による骨吸収が旺盛となり、骨が菲薄化することが知られている。本研究では長骨骨端部の骨梁の減少を認め、関節不動化が成立していることが確認された。CO では、骨端部に骨幹端部の一部である骨片が存在しており、SH 分類のⅡ型に類似した損傷モデルであると考えられる。その骨端板を観察すると、軟骨細胞柱の未石化部位で遠位と近位方向に引き抜かれており、その下端に肥大軟骨細胞層と一次海綿骨が残存していた。このことから、伸展型骨端線離開によって、骨端板肥大軟骨細胞層上部の未石灰化部位に亀裂が生じることが組織的に示され、さらに、先行研究で



は指摘されていない軟骨細胞柱の引き抜きの様子が観察された。一方、IMにて大腿骨前・後面骨幹端部に第3骨片が生じたことは、骨端部皮質骨の菲薄化や骨長軸方向へ配向する海綿構造が短縮によって伸展応力に抵抗できなかったことを示しており、SH分類のII型は通常発育に生じるものであることが示唆された。【結論】 伸展型骨端線離開によって、骨端板肥大軟骨細胞層上部の未石灰化部位に亀裂が生じ、それは軟骨細胞柱の引き抜きを伴うことが組織学的に示された。また、この様子は通常発育したものに生じることが示唆された。

### 3. 今後の課題

通常発育したラットの大腿骨を用いて骨端線離開後に柔道整復固有の『整復』を行い、患部の初期修復過程に及ぼす影響について組織学的に観察する。

#### 発表論文・著書

- 1) 藤城楓, 中井真悟 (2022) 『異なる頻度の緩衝動作がラット膝関節の構造に及ぼす影響』 in press 常葉大学健康プロデュース学部雑誌.
- 2) Shingo Nakai (2021) 『Effects of Transcutaneous Direct Current Electrical Stimulation on Femur Structure in Rats with Immobilized Hindlimbs』 P1-4 Sports Medicine and Injury Care Journal.
- 3) 中井真悟, 大迫正文 (2021) 『ラット骨組織に及ぼす通電刺激の効果 (研究者の最新動向)』 P881-883 Precision medicine.

#### 学会発表

- 1) 大橋勇介, 中井真悟, 他 『関節不動化に伴う骨梁減少が骨端線離開に及ぼす影響』 日本柔道整復接骨医学会学術大会 2021年11月、東京
- 2) 藤城楓, 中井真悟, 他 『発育期ラットの大腿骨骨端軟骨に及ぼす電気刺激の影響』 日本柔道整復接骨医学会学術大会 2021年11月、東京
- 3) 菅野辰弥, 中井真悟, 他 『発育期ラットを用いた骨端線離断モデルの組織学的解析』 日本柔道整復接骨医学会学術大会 2021年11月、東京
- 4) 森山伸一, 中井真悟 『ラット骨端線離開モデルにおける修復過程の経時的比較』 日本柔道整復接骨医学会学術大会 2021年11月、東京

# 一過性運動が血中ホモシステイン濃度及び酸化型アルブミン比に及ぼす影響

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

血中のホモシステイン（Hcy : Homocysteine）濃度は、メチレンテトラヒドロ葉酸還元酵素の変異、ビタミン B<sub>6</sub>、ビタミン B<sub>12</sub>、葉酸の欠乏により上昇するといわれており、高 Hcy 血症は心血管疾患や神経変性疾患の独立した危険因子である。血漿 Hcy 濃度は、長期的な運動により低下するといわれている一方で、一過性運動によって上昇すると報告されている。血中 Hcy 濃度の上昇は、酸化ストレスを引き起こす。血中に多く含まれるアルブミンは抗酸化物質であり、アルブミンの酸化還元状態は血中の酸化ストレスマーカーとして利用されている。本研究の目的は、一過性運動が血漿 Hcy 濃度及び酸化ストレスマーカーとしての血中酸化型アルブミン比に及ぼす影響を把握することである。

## 2. 調査報告および研究報告

20 代の健康な男女 44 名を対象として、運動条件とコントロール条件のクロスオーバー試験を実施した。運動条件では、自転車エルゴメーターを用い、65% heart rate reserve (HRR) で 40 分間の一過性一定負荷運動を行った。コントロール条件は、40 分間の安静とした。運動前 (Pre)、運動 30 分後 (Post 30 min)、運動 90 分後 (Post 90 min) の計 3 ポイントで採血を実施し、コントロール条件時も同時刻に採血を実施した。血液サンプルは、血漿 Hcy 濃度及び血中酸化型アルブミン比を分析した。最終的な解析対象者は 14 名となった。血漿 Hcy 濃度は、運動条件で Post 30 min で Pre と比較して有意に増加し ( $+0.83 \pm 0.70 \mu\text{mol/L}$ ,  $P=0.030$ )、90 分後も上昇状態が維持されていた。さらに、血中酸化型アルブミン比は Post 90 min において Pre と比較して、有意に増加した ( $+0.35 \pm 0.71\%$ ,  $P=0.030$ )。本研究により 65%HRR、40 分間の一過性一定負荷運動後、最初に血漿 Hcy 濃度が上昇し、その状態が維持されることで血中酸化型アルブミン比が上昇することが明らかとなった。また、血漿 Hcy 濃度及び血中酸化型アルブミン比が上昇する新規の運動モデルを確立できた。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

本研究の研究限界として、1 つ目に血中酸化型アルブミン比と血中アルブミン濃度との直接的な関係を観察することができていない。血中酸化型アルブミン比は、65%HRR、40 分間の一過性一定負荷運動により上昇することが明らかとなったが、このメカニズムを明らかにしていくために、今後血中アルブミン濃度の定量化が望まれる。血中酸化型アルブミン比は全身の酸化ストレスマーカーであることから、65% HRR, 40 分に相当する一過性運動は全身の酸化ストレスを増加させることが判明した。65%HRR 相当の一過性運動は中強度の運動であり、高強度の運動ではない。スポーツ選手のような高強度運動でなくても、全身の酸化ストレスが増加することが推察され、臨床的に重要な意味を持つ可能性がある。今後、今回の知見を確認するだけでなく、運動後の血漿 Hcy の上昇を抑制することで、血中酸化型アルブミン比の上昇を抑制する、あるいはより大規模な研究が必要であると思われる。

## 学会発表

1) 品川明穂, 山崎倫生, 細井悠里, 宮越雄一, 矢野友啓, 太田昌子, 一過性有酸素運動が血漿ホモシステイン濃度と血中酸化型アルブミン比に及ぼす影響、第 75 回日本栄養・食糧学会大会、2021 年 7 月 3~4 日、オンライン開催

# 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。訪問看護や訪問リハビリ、デイサービスといった医療提供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

本研究は昨年 10 月より検討に入り、在宅生活を送る義肢装具使用者の義肢装具再製作時にアンケートと現状の住環境について調査を行う予定であったが、新型コロナウイルス感染症の影響によって在宅訪問の機会がなく進んでいないのが現状である。

## 3. 今後の研究における課題または問題点

現在、新型コロナウイルス感染症患者が急増し、東京都の病床使用率は 50% 目前となっている。そのため、しばらくの間は訪問看護ステーションのスタッフと連携し、状況確認をしながら本研究を進める。加えて、アンケート結果の集計効率を上げるため、Web を利用して実施する予定であったが、特に脳疾患患者では本人に加えて親族が高齢であるため、アンケート方法に難色を示す方も少なくない。再度アンケート方法についても検討する必要があると考える。

# 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

## 1.研究の背景

Osgood-Schlatter 病(OSD)は、発育期の膝関節に最も多く発生するスポーツ障害として広く知られている。OSD は脛骨粗面に発症し、強烈な疼痛や炎症を生じるため、その時期の旺盛な発育を阻害する可能性が指摘されている。

現在までに、OSD はレントゲン像や MRI、CT、超音波画像解析によって解析される一方で、脛骨粗面の組織学的研究は、非常に少なく、OSD における研究の基盤が形成されていない。以上のことから、OSD の組織学的な解析は、その病態把握や治療効果の解明に一躍すると思われるが、それは未だに解明されていない。

## 2.調査報告および研究報告

### ・ OSD モデル作成実験

本年度は、OSD の組織学的観察に用いる動物モデルを開発することを目的としてきた。OSD は膝関節の過剰な運動によって発生し、大腿四頭筋の遠心性収縮もまた、発症を助長する因子である。一方で、下り走行時には大腿四頭筋は遠心性収縮を伴う膝関節の運動が行われる。以上のことから、本年度における筆者の実験は、下り走行を wistar 系雄性ラットに行わせ、OSD の組織構造を再現した。(図 1) 下り走行群の脛骨粗面は対照群に比べて、未石灰化領域が広く、大きく前方へ突出していた。これらの所見から、OSD は過剰な機械的刺激によって、脛骨粗面の石灰化が抑制された結果、大きく前方に突出したものと考えられる。

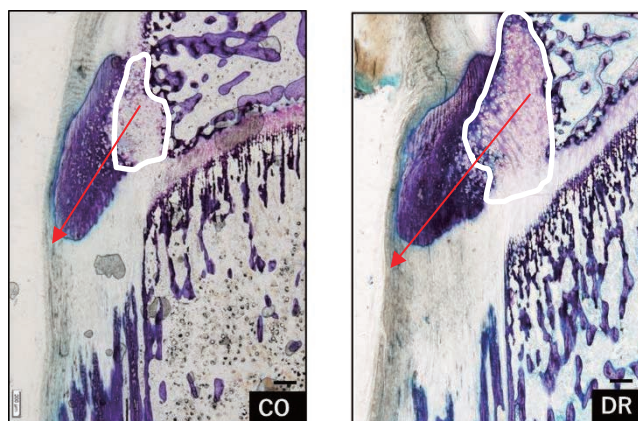


図 1.脛骨粗面の組織構造の比較

下り走行群(Down-hill Running, DR)は対照群(Control, CO)に比べて、突出度が高く(矢印)、未石灰化の軟骨組織が広く確認された(円内)。

## 3.今後の研究における課題または問題点

課題 1：脛骨粗面の石灰化抑制に関わる因子の特定

課題 2：炎症や疼痛の定量化

### ・論文発表

Suito Hirai, Zeng Xueqian, Minamizono Wataru, Yang Chuwei, Yashima Nao, Ohsako Masafumi. "The histological influence to periosteum under the tibial tuberosity by increase of mechanical load with aging in rats" Bulletin Graduate School of Toyo University, 2023 年掲載予定

他 4 報

### ・学会発表

1.水藤ら“異なる傾斜角度のトレッドミル走運動がラット脛骨粗面の組織構造に及ぼす影響”第 76 回日本体力医学会、2021 年 9 月 17 日-19 日

他 16 報

# 加重低減に伴うラット脛骨関節軟骨の構造変化に対する非接触性通

## 電刺激の抑制効果研究

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. 研究背景

現在、変形性膝関節症罹患患者数は、約 2,530 万人いると推定されている。中でも、痛みを抑えるために薬を服用している人が約 800 万人存在し、その多くは副作用に悩まされている。また、健康寿命の延伸には、歩行運動が重要であり、同世代の健常者に比べて歩行速度が遅い人は健康寿命が短いことが指摘されている。しかしながら、変形性膝関節症の病態原理やその予防法の科学的結果に基づく担保がなされていない。

### 2. 研究報告

実験：後肢懸垂に伴うラット脛骨関節軟骨の構造に及ぼす非接触性通電刺激の影響

【背景】経皮通電刺激を用いた治療は変形性関節症に応用されている。しかし、経皮通電はパッドを介した治療法であるため、接触部位の皮膚障害が指摘されている。一方で、近年新たな通電方法にベクトルポテンシャル（VP）を用いた非接触性通電装置が開発された。これは装置内全体に微弱な電気が流れるため、内部に身体各部においても侵襲度が低いことが特徴であるが、その効果はいまだ示されていない。

【目的】本研究は後肢部懸垂したラットを用い、脛骨関節軟骨の構造変化に対する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。

【方法】無作為に後肢懸垂群（HS）、通電刺激群（VP）およびコントロール群（CO）を各 8 頭に分類した。さらに経時的な変化を解析するため、実験期間も 1, 2 および 3 週間に振り分けた。

【結果および結論】各群の観察面は大腿骨と脛骨が接する関節軟骨中央部で観察した。CO の関節軟骨全体の厚さを比較すると、HS が薄く、VP 近い状態にあった（図 1）。また、HS の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、VP では通電刺激によってその変化が抑制され、正常に近い構造を維持できる可能性が示唆された。

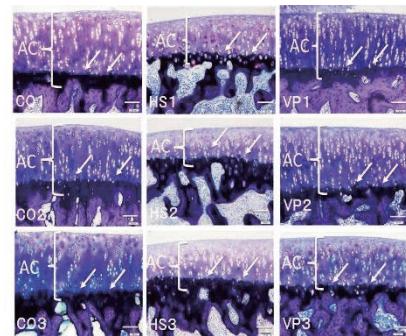


図 1. 各群の関節軟骨全体の厚さと石灰化層の厚さの比較

### 3. 今後の研究における課題

今後は結果の信頼性を向上させるため、血液検査と qPCR による遺伝子解析を行う。

学会発表

1) 曾雪倩、加重低減に伴うラット脛骨関節軟骨の構造変化に及ぼす異なる介入時間の通電刺激の影響、第 39 回日本骨代謝学会、2021 年 10 月 8 日～10 月 10 日、オンライン

2022 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/>