



青森県立保健大学大学院
健康科学研究科（博士前期課程）

修士論文・課題研究論文抄録集
第 21 卷

Master's Theses

*Graduate School of Health Sciences
Aomori University of Health and Welfare*

Vol.21(2025)

【 目 次 】

《保健・医療・福祉政策システム領域》

青森県における3歳児の保護者のヘルスリテラシーに関する研究

盛 美咲 1

成人糖尿病患者における習慣的な運動の実施に関わる要因の探索的検討

大隅 有希子 3

青森県の農業従事者の食生活とその要因に関する検討
ー南部地方における調査よりー

小比類巻 千幸 5

高齢になっても住み続けられる住環境についての基礎研究
ーつくる立場、運用・使用する立場での検討ー

石沢 葉 7

通所リハビリテーションを利用する軽度の要介護高齢者の転倒予測能に関する研究
ー認識誤差を反映する指標を用いた検証ー

金澤 遼太 9

子どもを産み育てたいと前向きに考えられる要因に関する研究

阿保 知映 1 1

NST（栄養サポートチーム）介入と歯科的对応を併用した慢性腎不全患者の
栄養状態改善に関する観察研究

佐藤 新一 1 3

脳梗塞後の潜在性心房細動検出のためのバイオマーカー探索研究
：腎機能およびNT-proBNP と BNP（Post-hoc analysis）

白戸 弘志 1 5

薬剤関連医療事故防止への患者参加の実態と関連要因
：健康信念モデルに基づく北東北の患者と全国の医師に関する横断的分析

中崎 真也 1 7

多角的な健康指標の提供が自尊心とヘルスプロモーションへの動機づけに及ぼす
影響に関する研究～“短命県”だけに頼らない効果的な情報提供法の検討～

米田 博輝 1 9

《対人ケアマネジメント領域》

ベトナムにおける日本の栄養教育の指導案や媒体を活用した教材の開発検討と
それが児童と教員に与える効果

奥山 莉紗子 2 1

慢性足関節不安定症者の下腿と足部の運動学的特徴

鈴木 光 2 3

《基礎研究・実用技術領域》

筋芽細胞の分化におけるケトン体とオキサロ酢酸の生理作用
～栄養性ケトーシスモデルを用いて～

小貫 勇司 2 5

1 型糖尿病ラットにおける常圧高濃度酸素暴露が骨格筋内毛細血管
及びミトコンドリア機能に及ぼす影響

杉本 一生 2 7

巧緻性を要する発揮筋力調節課題の学習過程における脳活動の変化

高橋 碧希 2 9

認知的負荷がステップ動作開始時における予測的姿勢制御と関連脳活動に及ぼす影響

南 航大 3 1

マイクロプラスチックの毒性と投与量の関係および食物繊維との相互作用

吉水 春菜 3 3

青森県における3歳児の保護者のヘルスリテラシーに関する研究

保健・医療・福祉政策システム領域領域

学 籍 番 号 1981004

氏 名 盛 美咲

指導教員名 大西 基喜

I. はじめに

青森県では、子どものころからの肥満が問題となっており、令和4（2022）年度の肥満傾向児の割合は、男女ともに全ての学年で全国よりも高く、子どもの頃からの肥満や糖代謝の問題が指摘されている。小・中学生においては砂糖入り甘味飲料の摂取と過体重や肥満の増加が正の関連を示すことや、青森県と都市部の子どもの食事の比較の調査では、青森県の特徴として米食であり、野菜や緑茶、水の摂取が少なく、甘味飲料であるコーラを毎日1回以上飲む割合が高いことが報告されていることから、3歳児における間食についても検討する必要があると考えた。また、子どもたちの食生活や食行動の多くは、保護者をはじめとする同居する大人の影響が大きいことを考慮すると、子どもの生活習慣改善のみに介入するだけでは不十分であり、保護者も含めた支援が必要である。子どもの食生活についてなどの情報提供を、保護者に対してアプローチする必要があるが、健康情報を活用する力として健康情報リテラシーやヘルスリテラシーがあげられる。保護者の健康情報リテラシーやヘルスリテラシーに着目しながらアプローチしつつ、子どもが健康的な食生活を身につけていく方策の検討は、子どもの将来の生活習慣病発症予防につながるだけではなく、子育てしている保護者自身の生活習慣病予防につながる可能性がある。本研究では、子どもころからの肥満予防対策に示唆を得ることを目的とし、3歳児の保護者のヘルスリテラシーと間食・食事の内容や与え方の関連を明らかにする。

II. 研究方法と対象

本研究のデザインは、3歳児の保護者を対象とした無記名自記式質問紙による量的研究である。

1. 研究期間：2021年9月～2022年12月
2. 調査方法：2021年8月青森県内40市町村の母子保健事業を担当している課宛てに、文書による調査協力の依頼を行った。同意が得られた市町村の市町村担当課から、3歳児健診対象者の保護者宛てに、事前に調査協力の依頼文および調査票を発送してもらい、同意した人が自宅で調査票に記載し、健診会場で専用の回収箱に投函する、ないし、健診の会場で記載し、回収した。調査は17市町村で実施した。
3. 研究内容：平成27年度乳幼児栄養調査（厚生労働省）の調査項目を参考に、調査項目を以下の通りとした。
 - 1) 3歳児及び保護者の属性：保護者の就労状況、経済的な暮らし向きや活の中の時間的なゆとりについての5択（ゆとりがある～全くゆとりがない）
 - 2) 子どもの食事、間食状況：間食の与え方（特に気をつけていない、甘いものは少なくしている、時間を決めてあげることが多い、甘い飲み物やお菓자에偏ってしまう、欲しがる時にあげることが多い、スナック菓子を与えることが多い、間食でも栄養に注意している、その他）、1日の間食回数（0～4回以上）
食事配慮状況（栄養バランス、一緒に食べること、食べる量、楽しく食べること、食べものの大きさ・固さ、一緒に作ること、料理の味付け、間食の内容、料理の盛り付け・色どり、間食の量（間食は適量にする）、規則正しい時間に食事をすること、よくかむこと、特になし、食事のマナー、その他）
主要食物13品目（穀類、魚、肉、卵、大豆・大豆製品、野菜、果物、牛乳・乳製品、非甘味飲料、甘味飲料、菓子（菓子パン含む）、インスタントラーメンやカップ麺、ファーストフード）の摂取頻度についての6択（毎日2回以上、毎日1回、週に4-6日、週に1-3日、週に1回未満、食べていない（飲んでいない））
 - 3) 子どもの生活習慣：睡眠習慣、朝食欠食の状況、運動時間、テレビ・ゲーム時間
 - 4) 保護者の生活習慣：睡眠習慣、朝食欠食の有無
 - 5) 保護者のヘルスリテラシー：本研究では健康に関する情報を収集し、正しく理解し判断する力という意味で、健康情報入手の批判的思考を測定する健康情報リテラシー（以下、HIL）と一般向けヘルスリテラシー（以下、CCHL）を尺度として用いた。

4. 分析方法：記述統計を算出したあと、子どもの間食の回数と保護者のリテラシー（HIL/CCHL）については Spearman の順位相関係数、間食の与え方や食事配慮状況別の保護者リテラシーは、Mann-Whitney U 検定あるいは Kruskal-Wallis 検定を行った。
5. 倫理面への配慮：青森県立保健大学倫理委員会の承認を受けて実施した。（承認番号 20063）

Ⅲ. 結 果

保護者の平均年齢は、32.3 歳±5.1 歳（20 歳-46 歳）であった。子どもの男女割合は、男 143 人（49.0%）、女 146 人（50.0%）、未記載 3 人（1.0%）であった。子どもの出生順は、第 1 子が 41.4%、第 2 子が 37.3%であった。また、保護者の学歴は中学校・高校卒業 132 人（45.7%）、短大・大学・大学院卒業 157 人（54.3%）であった。

HIL/CCHL と各種検定で有意な関連のあった項目を以下にまとめた：

保護者の HIL/CCHL の高さと有意な関連が認められた項目		HIL/CCHL	
基本属性について	・ 高学歴（短大以上）	CCHL	
	・ 子どもの保育先が保育所である	HIL	
暮らしや健康感について	・ 家族の経済的な暮らし向きにゆとりがある	CCHL	
	・ 保護者に時間的なゆとりがある	CCHL	
	・ 暮らしを総合的にみてゆとりがある	CCHL	
	・ 保護者自身が自分は健康だと感じている	CCHL	
	・ 保護者が自身の子どもを健康だと感じている	CCHL	
子どもの食生活について	食事全般	・ 子どもに必ず朝食を食べさせている	HIL
		・ 子どもの栄養バランスに配慮している	HIL、CCHL
		・ 子どもの食事のマナーに配慮している	HIL
		・ 子どもが規則正しい時間に食事することに配慮している	CCHL
	間食	・ 間食の時間を決めている	HIL
		・ 間食の量を配慮している	HIL
		・ 間食の内容に配慮している	CCHL
	食品群	・ 子どもに穀類を毎日 2 回以上食べさせている	HIL
		・ 子どもにお茶など甘くない飲み物を毎日 2 回以上飲ませている	HIL
		・ 子どもに魚を毎日 1 回以上食べさせている	CCHL
		・ 子どもに野菜を毎日 1 回以上食べさせている	CCHL

子どもの出生順と HIL/CCHL に有意な関連は見られなかった。また、子どもの肥満度と保護者の HIL/CCHL との間に有意な相関は認められなかった。

Ⅳ. 考 察

今回 3 歳児のレベルで子どもの食生活と保護者のヘルスリテラシーの関連を見ており、この年齢のレベルでは本邦で初となる研究である。本研究の限界として、横断研究であることから、保護者の一般的なヘルスリテラシーが子どもの食事への配慮状況に対してどのように影響しているか、具体的・直接的な因果関係は明らかにすることができないが、青森県の 3 歳児の保護者について、HIL/CCHL と子どもへの食事配慮状況と一定程度の有意な関連が見られており、保護者のヘルスリテラシーが 3 歳児の子どもの健康な食生活に正の影響を与えうる可能性が示されたと考える。3 歳児健診という健診事業を通じて、親子の食生活関連の調査ができたことで、こうした手法を用いて、今後子どもの食生活や肥満予防における親子のヘルスコミュニケーション上の研究に活用できる可能性が拓かれたと思われる。

成人糖尿病患者における習慣的な運動の実施に関わる要因の探索的検討

保健・医療・福祉政策システム領域

学 籍 番 号 2281002

氏 名 大隅 有希子

指導教員名 大西 基喜

I. はじめに

糖尿病治療においては、食事療法や運動療法などのセルフケア行動（自己管理）が重要である¹⁾。セルフケア行動のうち、運動療法は食事療法に比較して実施率が低値であるため^{2) 3)}、運動療法を行き渡らせることは大きな課題となっている。個人の状態に合わせた運動の指導、実施が求められている一方で、運動療法が十分行われていない現状²⁾に鑑みると、患者がセルフケア行動として習慣的に運動を実施することが重要と考えられる。

セルフケア行動の実施にかかわる要因には家族や医療者の援助などの「外的要因（環境要因）」、患者の考え方や感情、ストレスなどの「内的要因（心理的要因）」、血糖値や糖尿病合併症などの「強化要因（結果・報酬）」がある⁴⁾。糖尿病においては、何らかの精神科疾患などを伴いやすいこと、心理行動学的な知識や方法を必要とする問題が含まれており、心理、社会的問題を把握していくことは重要である⁴⁾。内的要因（以下、心理的要因）には、自己効力感、感情、ストレス、うつ病、認知機能などがあり⁴⁾、「運動が好きか嫌いか」といった運動感情と自己効力感が関連することなどが報告されている⁵⁾。

習慣的な運動の実施率向上に向けて、運動の実施を阻害する要因を明らかにすることは重要であり、島崎らは、「運動はできない」という決めつけや、忙しさや既往症など「できない理由の合理化」などの身体活動の実施を妨げるバリア要因が存在すると報告している⁶⁾。小林は、従来の運動療法指導の傾向から、運動療法を「歩くこと」と認識している患者が多い可能性を指摘している⁷⁾。

これらを踏まえると、セルフケア行動に関わる要因は多様であり、それら一つひとつを明らかにすることは、個々人に合わせた運動を、患者自身が実施するために重要と考える。また、身体活動の実施を妨げるバリア要因のひとつの「決めつけ」は、個人が「運動は歩くこと」などというように、「運動」をどのように捉えるか（イメージ）も関わっていると考えられる。しかし、糖尿病患者における習慣的な運動の実施に、複数の要因が寄与する程度と、運動の実施に関わる複数の要因間の関連をみた研究は少なく、「運動」の捉え方に着目した研究は見当たらない。本研究では、糖尿病患者における習慣的な運動の実施に、心理的要因を主とした複数の要因の寄与について探索的に検討する。また、その一つとして「運動」の捉え方を調査することを目的とした。

II. 研究方法と対象

1. 研究デザイン：アンケートを用いた横断研究

2. 用語の定義

運動療法：糖尿病診療ガイドライン 2024 により「運動療法は各個人の体力レベル（持久的および筋力）に加え、年齢、合併症、生活スタイルなどに合わせて処方する」とされている。

3. 調査方法

1) 調査対象

青森市内のA内科クリニックに外来受診した糖尿病患者のうち、選択基準（①成人であること②自記式質問紙への記入が可能であること）に該当し、除外基準（①意思疎通が不可能であること②要介護度2以上の認定を受けていること）に該当しない患者70名とした。対象者の募集は、調査開始時点から、来院した上記患者全てに対して順次行い、同意の得られた方に調査を実施し、70名に達した時点で終了した。

2) 調査期間：2024年10月24日～2024年10月31日

3) 調査項目

運動にかかわる調査項目として、調査対象者のカルテや問診票、主治医意見書から診療上の情報を収集した。各対象者から運動に関するアンケートを自記式質問紙により実施した。

【診療上の情報】

基本情報	年齢、性別、職種、要介護度
患者情報	身長、体重、HbA1c、糖尿病の治療内容、糖尿病の病型、罹病期間、糖尿病合併症の有無、併存疾患、居住形態

【自記式質問紙】

① 運動実施状況に関する項目（実施の有無、具体的な実施内容：Mets・時／週に換算）、②運動についての考えに関する3項目（好き・嫌い等につき各4択）、③運動の阻害要因（運動環境、身体、心理的）に関する9項目（各4択）、④運動の捉え方（イメージ）に関する2項目（運動でイメージする内容、理想とする運動につき3つ具体的に挙げてもらい、また比較のためMets換算した）、⑤尾辻ら(2015)の糖尿病セルフケア運動自己効力感尺度12項目、⑥石川ら(2008)の伝統的・批判的ヘルスリテラシー尺度（CCHL）5項目

Ⅲ. 結果

全70名で、女性43名（61.4%）、年齢の平均値 59.7 ± 1.2 歳、BMI $24.9 \pm 0.5 \text{ kg/m}^2$ 、HbA1c $6.9 \pm 0.1\%$ 、糖尿病の罹病期間は 9.4 ± 0.8 年であった。運動の実施状況は、「実施している」が45名（64.3%）と過半数を占めており、実施内容は上位3つが「ウォーキング、ストレッチ、ラジオ体操」で、メッツに換算して 10.1 ± 15.9 （中央値3.4）METs・時/週であった。運動についての考え（2択換算）は、全員が「運動することは重要」だと思っており、「運動をしたい」人は47名（67.1%）に上った。阻害要因では、運動実施の有無と有意な関連がみられた項目は、「運動するための時間がない」、「気持ちに余裕がないので運動できない」、「運動しようと思うが、続けられない」の3項目であった（年齢、性で調整 $p < 0.05$ ）。「運動」という言葉からイメージする運動と理想とする運動はともに「ウォーキング」が最上位にあがった。運動イメージと運動実施との関連では、無実施群が実施群よりメッツ換算で高かった（夫々平均 6.5, 4.8）が、統計的有意は得られなかった。

糖尿病セルフケア運動自己効力感尺度の合計得点は平均 31.5 ± 6.5 点であり、運動実施の有無と有意な関連がみられた（実施群 33.7, 無実施群 27.4 年齢、性で調整 $p < 0.05$ ）。CCHLの平均得点は 3.6 ± 0.7 点であり、運動実施の有無と有意な関連はみられなかった。

Ⅳ. 考察と結論

本研究対象者は全員が運動を重要視していたが種々の阻害要因が認められた。環境や心理的余裕が主たる要因で、それらがもとで運動継続が困難になっていることが窺える。実施有無と糖尿病セルフケア運動自己効力感尺度に有意な関連がみられており、これらから糖尿病患者がセルフケアとして運動を習慣的に継続し、それとともに自己効力感を高めることが運動の鍵であり、医療者側がそれを如何に支援していけるかが重要となると思われた。他方、運動イメージは固定化傾向も窺える結果であり、個々の状況が多様なことを踏まえると、患者の生活背景を把握した上で、ウォーキングに偏らず、個々人の状況に合った運動を柔軟かつ適切に処方していくことも重要と思われた。

Ⅴ. 参考文献

- 1) 赤尾綾子、郡山暢之、近藤春香、安楽千鶴ら：糖尿病セルフケアに関する自己効力感尺度作成の試み、糖尿病 54 (2) : 128-134, 2011
- 2) 佐藤祐造、曾根博仁、小林正、河盛隆造ら：わが国における糖尿病運動療法の実施状況（第1報）—医師側への質問紙全国調査成績—、糖尿病 58(8) : 568-575, 2015
- 3) 佐藤祐造、曾根博仁、小林正、河盛隆造ら：わが国における糖尿病運動療法の実施状況（第2報）—患者側への質問紙全国調査成績—、糖尿病 58(11) : 850-859, 2015
- 4) 石井均：糖尿病の心理行動学的諸問題、糖尿病 43 (1) : 13-16, 2000
- 5) 石田武希、河野健一、西田裕介：運動課題における運動耐容能と疲労感からみた運動感情と運動セルフエフィカシーの関係、理学療法科学 33 (6) : 981-984, 2018
- 6) 島崎崇史、前場康介、斎藤めぐみ、飯尾美沙ら：フォーマティブリサーチによる介入方略の開発—身体活動実施を支援する介入方略の開発に関する実践研究—、健康心理学研究, 25 (2) : 49-59, 2012
- 7) 小林綾子：糖尿病患者の冬季における運動療法実行への看護支援の重要性、新潟医学会雑誌, 第130巻：第2号, 平成28年（2016）2月

青森県の農業従事者の食生活とその要因に関する検討 —南部地方における調査より—

保健・医療・福祉政策システム領域

学 籍 番 号 2281004

氏 名 小比類巻 千幸

指導教員名 三好 美紀

I. はじめに

農業を含む第一次産業は、経済が発展するために第一に重要な産業であり、青森県においても農林水産業は基幹産業として位置づけられている。かつては、「農夫症」といわれる症状が農村地帯で頻発していたが、戦後復興の中で食料が安定的に供給されるようになり、たんぱく質や脂質の摂取量が増加し栄養状態としては改善してきた。1日の生活のなかで身体活動量が多い農業従事者の健康問題として、これまでは比較的少ないと考えられてきた生活習慣病が、近年では問題となってきている。先行研究では国内の農業従事者の肥満の割合は男性 22%、女性 35%と報告しており、農業従事者の肥満者の割合は決して低くない。

国内の農業経営体の 96%が該当する個人経営体では、産業保健システムが確立しておらず、他産業に比べて健康診断などの受診率が低い傾向にある。健康を維持するためには、日常生活で自らが健康を意識する一次予防の視点を有することがより意味を持つと考える。

栄養状態に影響を与える食行動は、日常生活で当たり前に行われている行動のため、あまり意識することは無い。一方で、食行動が発生する過程は複雑で多面的な側面を持つため、栄養の知識があることが必ずしも望ましい行動変容につながるとは言えず、「わかっていてもできない」状況になってしまう。その中で、生活習慣病の危険因子である肥満に関与する食行動に関連する要因を知ること、健康支援の示唆を得られると考えた。そこで本研究では、青森県内の農業従事者を対象として、肥満につながる食行動とその要因を明らかにすることを目的とした。

II. 研究方法と対象

1. 研究デザイン

無記名自記式質問紙を用いた横断研究

2. 対象者および調査方法

本研究では、青森県の代表的な農産物に着目し、ごぼうやにんにくの生産量を誇る南部地方から、調査協力の得られた上北郡東北町（以下、東北町）と十和田市を調査地とした。

東北町が運営する「生き生き産業文化まつり 2024」および、道の駅とわだが開催する「収穫祭」の来場者のうち、同意の得られた 18 歳以上の男女を対象に無記名自記式質問紙調査を行った。研究者（小比類巻）は、その場で回答漏れの有無を確認した。

3. 調査項目

基本属性（性別、年齢、同居家族）、身体状況（身長、体重）、主に食事を用意する者、職業、生活習慣に関する 9 項目、肥満につながる可能性のある食行動 10 項目、食行動の要因 21 項目。

1) 肥満につながる可能性のある食行動

肥満につながる食行動を評価するための質問項目の作成にあたって、肥満症患者の治療に用いられる吉松の食行動質問票を参考にした。

2) 食行動に関連する要因

食行動に関連する要因を問う設問は、5 つのカテゴリーから成る 21 項目の質問を作成した。

4. 解析方法

本調査で得られたデータはExcel2021に入力し、解析にはEZRを使用した。対象者の属性や身体状況、生活習慣に関連する項目について記述統計を行った。肥満につながる食行動と関連のある要因の検討では、食行動の合計得点を20点以下（肥満リスク低群）、21点以上（肥満リスク高群）の2群に分け、Fisherの正確確率検定を用いて解析を行い、有意差の認められた要因を説明変数に加え、ロジスティック回帰分析を実施した。

Ⅲ. 結 果

東北町107名（男性50名、女性57名）、十和田市79名（男性24名、女性55名）から回答を得られた。本研究の目的は農業従事者と非農業従事者で、肥満につながる食行動と関連する要因を明らかにすることであるため、両調査地のデータをまとめて農業従事者と非農業従事者の2群に分けて解析を行うこととした。

農業従事者群52名（東北町40名、十和田市12名）、非農業従事者群134名（東北町、十和田市ともに67名）であった。体格は、男性では農業従事者群の肥満の割合が高かった。（図1、図2）。

食行動の合計得点は、農業従事者では、肥満リスク低群28名、肥満リスク高群24名、非農業従事者群では肥満リスク低群82名、肥満リスク高群52名であった。農業従事者では、2群間で有意差が認められたのは、「現在治療中の病気（虫歯・歯周病）」、「現在のご自分の健康状態を良好だと思いますか」、「自分は他人よりも太りやすい体質だと思う」（ $p<0.05$ ）、「食事が唯一の楽しみなので、好きなものを食べる」、「他人が食べていると、つられて食べてしまう」（ $p<0.01$ ）であった。非農業従事者群で2群間で有意差が認められたのは、年齢、「仕事以外に、1回30分以上の運動を週2回以上行っていますか」、「現在ご自分の健康状態を良好だと思いますか」、「毎日忙しいので、食事の内容について考える余裕がない」、「何も考えず、空腹を満たすために食べる」、「健康は気になるけど、今の生活を変えることに抵抗がある」、「自分に合った量、質を食べること」、「食べ過ぎた翌日は、内容や量を調整するようにしている」（ <0.05 ）、「食事が唯一の楽しみなので、好きなものを食べる」（ <0.01 ）、「将来の健康を意識して栄養バランスを重視する」、「自分は他人よりも太りやすい体質だと思う」、「おなか一杯食べることで活力をえられる気がする」、「他人が食べていると、つられて食べてしまう」（ <0.001 ）であった。

肥満につながる食行動の合計得点を目的変数に、2群間の比較で関連がみられた項目を説明変数に加え、ロジスティック回帰分析を行ったところ、農業従事者群では、肥満につながる食行動に関連する要因は、「食事が唯一の楽しみなので、好きなものを食べる」（個人的要因）（ $OR=7.61$ 、 $95\%CI=1.61-36.1$ ）で有意差が認められた。

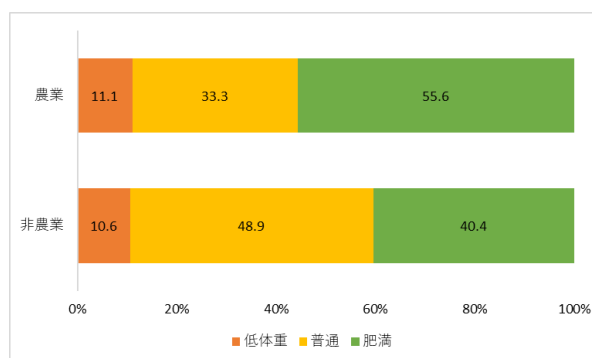


図 1. 男性の BMI の割合 職業別

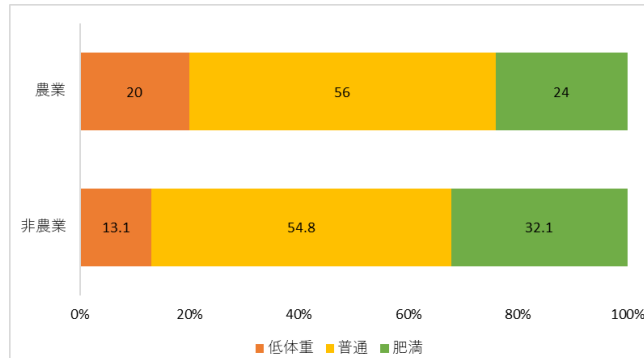


図 2. 女性の BMI の割合 職業別

Ⅳ. 考 察

本研究では、青森県南部地方の2市町において調査を実施し、肥満につながる食行動と関連する要因を明らかにすることを目的とする横断的研究を行った。農業従事者と非農業従事者の2群に分けて解析した結果、農業従事者群では、個人的要因との関連があった。非農業従事者群では、要因を明らかにすることができなかったものの、肥満に関連する要因が異なる可能性を見出すことができた。本研究は青森県南部地方の2市町に限定した調査ではあるが、県内の農業従事者と非農業従事者の食行動とその要因について、比較検討できたことは意義があり、今後の展開につながる基礎資料を提供できたといえる。

「高齢になっても住み続けられる住環境についての基礎研究 —つくる立場、運用・使用する立場での検討—」

保健・医療・福祉政策システム領域

学 籍 番 号 2381002

氏 名 石 沢 栞

指導教員名 川 口 徹

I. はじめに

高齢期における「住み続けられる住まい」の実現は、日本において地域包括ケアシステムの要として重要視されている。高齢者の約6割が、身体機能が低下しても現在の住居に住み続けることを望んでいるが、転倒などにより、住み続けられなくなるケースがある。理学療法士は介護保険制度での住宅改修を実施する際に介入することがあるが、十分な改修が困難である場合を多く経験する。そのため、「住み続けられる住まい」を実現するためには、設計段階から高齢期を考慮した住宅を普及させていくことが重要であると考ええる。さらに、積雪寒冷地では気候条件により住宅様式に特徴があり、高齢者が住み続けるための課題がさらに多くなると考える。そこで本研究の目的は、高齢になっても住み続けられる住環境についてどのような環境を重要視しているか、建築士、理学療法士、若年・中年居住者の視点から明らかにすること、異なる地域の相違の示唆を得ることである。これにより、早期の住環境整備介入に必要な基礎的知見を提供し、介護予防や家庭内事故防止、効率的な住宅改修に貢献することを目指す。

II. 研究の方法

1. 研究デザインと対象

本研究は無記名 Web アンケート調査を用いた横断的な観察研究である。対象は、建築士事務所協会に所属かつ住宅の新築またはリフォームの設計経験がある一級・二級・木造建築士（以下、建築士）、理学療法士協会に所属かつ対象者の自宅を訪問したことがある理学療法士および25歳以上65歳未満かつ5年以内に住宅の購入またはリフォームの経験がある若年・中年居住者（以下、居住者）とした。また、対象地域は積雪寒冷地として青森県、温暖地として千葉県を選定した。

2. 調査項目

基本属性は、建築士、理学療法士に対し経験年数、福祉住環境コーディネーター資格取得の有無を調査し、建築士には高齢期を見据えた設計提案の経験の有無、理学療法士には住環境整備介入の経験内容を尋ねた。居住者は年齢、職業、住まいの形態、世帯構成、65歳以上の同居人の有無について調査した。

高齢になっても住み続けられる住環境については、「とても重要だと思う～まったく重要だと思わない」の5件法で質問した。質問紙は一般社団法人日本サステナブル建築協会が提示するCASBEEの「健康チェックリスト」、「高齢期の住まいチェックリスト」を参考にし、居間・食堂、寝室などの空間別、介護対応などを含む10項目で、独自に追記した設問を含む全38問である。また、国土交通省が勧める「高齢期の健康で快適な暮らしのための住まいの改修ガイドライン」が提示する配慮すべき8項目の中から、高齢になっても住み続けられる住環境について重要だと思う項目を1～3位まで選択し、順位付けをした。さらに自由記述として、1. 高齢になっても住み続けられる住環境について、選択肢回答以外で重要だと思う住環境、2. 建築士、理学療法士を対象に、設計する際または住環境整備に介入する際に感じる困難感や問題点、3. 理学療法士を対象に、新築やリフォームの設計段階で備えておくべきだと考える住環境について調査を行った。

3. データ収集の方法

建築士と理学療法士に対しては、調査区域県の建築士事務所協会・理学療法士会に所属する事務所、施設に対して依頼文を送付し、Google formsを用いたWebアンケートにてデータを収集した。居住者に対しては、民間のインターネット調査会社の登録モニターを対象にWebアンケート調査を実施し、データを収集した。なお、積雪寒冷地

対象の青森県での目標サンプル数確保は困難であったため、近隣の秋田県からのサンプルを補填した。

4. 統計解析

質問紙については5件法の回答を1～5点（まったく重要だと思わない：1点、重要だと思わない：2点、どちらとも言えない：3点、重要だと思う：4点、とても重要だと思う：5点）に得点化し、建築士、理学療法士、居住者ごとおよび積雪寒冷地と温暖地との比較をMann-Whitney検定にて行った。重要項目の順位付けについては1位が3点、2位が2点、3位が1点と重みづけをして得点化し、対象者ごとの比較をKruskal-Wallis検定、積雪寒冷地と温暖地との比較をMann-Whitney検定にて行った。有意水準を5%とし、解析にはIBM SPSS version27.0を用いた。自由記述についてはテキストマイニングを行い、頻出語句と共起関係を確認した。解析にはKH Coder 3を用いた。

5. 倫理的配慮

本研究は、青森県立保健大学研究倫理委員会の承認を受けて実施した（承認番号：24010）。

Ⅲ. 結果

解析対象者は建築士99名（積雪寒冷地54名、温暖地45名）、理学療法士238名（積雪寒冷地168名、温暖地70名）、居住者287名（積雪寒冷地141名、温暖地146名）であった。

高齢になっても住み続けられる住環境について、「とても重要だと思う」の回答割合が最も高かった項目は、建築士で「浴室に手すりがある」(78.8%)、理学療法士で食堂・居間で「床ですべったりつまずいたりしにくい」(74.8%)、居住者は「浴室の床がすべりにくい」(46.0%)であった。積雪寒冷地と温暖地との比較では、建築士では居間・食堂と廊下・階段における温熱環境に関する項目において積雪寒冷地で有意に高値を示した。理学療法士は、居間・食堂の温熱環境の項目と、「介護サービスなどの自動車が駐車する場所がある」という項目が温暖地に比べて積雪寒冷地で有意に高値を示した。居住者では温熱環境に関する4項目、介護対応に関する3項目など計11項目で温暖地に比べて積雪寒冷地で有意に高値を示した。

重要項目の順位付けについては、建築士と居住者では温熱環境でそれぞれ2.53点、2.39点と最も平均得点が高く、理学療法士はバリアフリー環境の得点が2.23点で最も高かった。自由記述回答では、建築士の重要視する住環境について、共起関係を示す語句の中から「改修-対応」のグループを抽出し、設計の際の困難感や問題点については、「コスト」、「予算」が頻出語句でみられ、「家族-変化」、「高齢-対応」の共起関係を抽出した。理学療法士は各設問で「手すり-設置」の共起関係が抽出され、設計段階で備えておくべき住環境については、「車いす-玄関」、「スペース-確保」の共起関係を抽出した。

Ⅳ. 考察

建築士、理学療法士、居住者において“とても重要だと思う”の割合が最も高かった項目は、いずれも転倒防止に関わる項目であり、重要視していることが明らかになった。積雪寒冷地と温暖地との比較では、建築士、理学療法士、居住者とも温熱環境に関する項目で、積雪寒冷地で有意に高値を示し、厳しい寒さの体感から、室内の温熱環境に敏感である可能性が示された。また、理学療法士においては介護対応に関する項目の「介護サービスなどの自動車が駐車する場所がある」で積雪寒冷地が温暖地よりも有意に高値を示したことについて、積雪のある冬季間を考慮し、駐車スペースの確保が意識されたと考えた。重要項目の順位付けについては、建築士と居住者が温熱環境を特に重要視していること、理学療法士はその専門性から移動や転倒防止に関する点でバリアフリー環境を重要視していることが明らかになった。自由記述回答においては、建築士では高齢者を配慮した住環境は「改修に対応できる」ことを重要視しているが、実際に設計する際には金銭面の制約があること、「家族の変化」に対応することや「高齢者に対応」することに難渋していることが読み取れた。また、理学療法士では「手すりが設置」できることを重要視しているが、実際には困難な場面があることが示唆された。設計段階で備えておくべきこととしては、「車いすが利用できる玄関」や「スペースを確保」できることを望んでいた。改修で都度対応すればよいと考える建築士に対して、実際に高齢者に対応する理学療法士は車いす使用の検討を含めた空間の確保を重要視していることが明らかとなった。必要になった際にはその対応が困難になることが推察され、居住者が設計段階から高齢者に備えた住環境整備を行う選択肢を持つことの重要性が示唆された。

通所リハビリテーションを利用する軽度の要介護高齢者の転倒予測能に関する研究 ー認識誤差を反映する指標を用いた検証ー

保健・医療・福祉政策システム領域

学 籍 番 号 2381005

氏 名 金澤 遼太

指導教員名 川口 徹 教授

I. はじめに

転倒は高齢者における介護が必要となる主な原因の一つであり、転倒予防は健康寿命の延伸や介護負担の軽減において重要な課題である。高齢者の転倒要因は過去の転倒歴や歩行障害、バランス障害などの本人の特性に関連する内的要因や環境などに起因する外的要因など多岐にわたる。また、Timed Up and Go test (TUG) やFunctional Reach Test (FRT) は転倒リスク評価に用いられるが、単独では転倒予測精度が低いことが指摘されている。

認識誤差は、運動のイメージと実際の運動に差がある状態とされており、高齢者の転倒予測指標とされている。しかし、これまでの研究は健康高齢者を対象としたものが多く、軽度の要介護高齢者（要支援 1・2、要介護 1）を対象に縦断的に認識誤差と転倒発生を調査した研究はない。また、軽度の要介護高齢者に TUG、FRT の実測値とその認識誤差を用いた転倒予測能で比較し、どの指標の転倒予測能が優れているか検討されている報告はない。

本研究の目的は、1) 軽度の要介護高齢者を対象に、TUG、FRT の実測値とその認識誤差を測定し、それぞれの指標の転倒予測能を比較して、どの指標が優れているかを明らかにすること、2) 後期高齢者および超高齢者における軽度の要介護高齢者を対象に、TUG、FRT の実測値とその認識誤差を測定し、転倒予測能を比較して、どの指標の転倒予測能が優れているかを明らかにすること、である。

II. 研究方法

【研究 1】軽度の要介護高齢者における転倒予測能に関する研究

1. 研究デザイン

縦断的観察研究

2. 対象者

青森市の通所リハビリテーション 2 施設を利用する軽度の要介護高齢者 105 名

3. 調査・測定項目

TUG、FRT の実測値と認識誤差、転倒発生の有無、改訂長谷川式簡易知能評価、膝伸展筋力、握力、老年期うつ病評価尺度、国際版転倒関連自己効力感尺度、基本属性（年齢、身長、体重、服薬数、歩行補助具、疾患名、要介護度）
認識誤差の測定方法：TUG、FRT の実施前に自身が動作を行っているようにイメージさせ、その後実測値の測定を行った。そして、予測値と実測値の差を認識誤差とした。

4. 統計解析

全対象者において転倒群、非転倒群の比較については、対応のない t 検定または Mann-Whitney 検定を実施した。その後、転倒発生の有無を従属変数、TUG 実測値、FRT 実測値、TUG 認識誤差、FRT 認識誤差を独立変数とした Receiver Operating Characteristic (ROC) 曲線を作成し、Youden Index を用いてカットオフ値を算出した。また、感度、特異度、陽性・陰性尤度比、およびそれらの 95%信頼区間を算出し、ROC 曲線下面積 (Area Under the Curve; AUC) により予測能を評価した。統計解析には改変 R コマンダー 4.2.1 を使用し、統計学的有意水準を 5%とした。

【研究 2】後期高齢者および超高齢者の軽度の要介護高齢者における転倒予測能に関する研究

全対象者のうち、前期高齢者を除外した後期高齢者 46 名、超高齢者 47 名を対象に、研究 1 と同様の調査・測定

および統計解析を行なった。

Ⅲ. 結果

【研究 1】軽度の要介護高齢者における転倒予測能に関する研究

対象者 105 名（平均 82.5 ± 6.1 歳）のうち、女性が 81 名（77.1%）、男性が 24 名（22.9%）であった。介護度は要支援 1 が 42 名（40.0%）、要介護 1 が 32 名（30.5%）、要支援 2 が 31 名（29.5%）であった。また、年齢区分は、前期高齢者 12 名（11.4%）、後期高齢者 46 名（43.8%）、超高齢者 47 名（44.8%）であった。

TUG、FRT 実測値の平均は 11.0 ± 4.9 秒、 19.9 ± 8.0 cm、認識誤差の平均値は、TUG 認識誤差 -2.9 ± 6.0 秒、FRT 認識誤差 1.4 ± 9.3 cm、フォローアップ期間中に転倒した者は 16 名（15.2%）であった。転倒群と非転倒群との比較では、転倒群の FRT 実測値が有意に低値を示した（非転倒群 20.4 ± 8.2 cm vs 転倒群 16.8 ± 5.8 cm、 $p < 0.05$ ）。ROC 曲線より算出された AUC では、TUG および FRT 実測値、認識誤差全ての指標で転倒予測能が低い結果となった（ $AUC < 0.7$ ）。

【研究 2】後期高齢者および超高齢者の軽度の要介護高齢者における転倒予測能に関する研究

後期高齢者 46 名中、フォローアップ期間中に転倒した者は 9 名（19.6%）であった。転倒群と非転倒群との比較では、転倒群の FRT 実測値が有意に低値を示した（非転倒群 22.9 ± 8.0 cm vs 転倒群 17.1 ± 5.9 cm、 $p < 0.05$ ）。ROC 曲線より算出された AUC より、FRT 実測値と FRT 認識誤差で中等度の転倒予測能を示した（FRT 実測値 $AUC = 0.731$ 、FRT 認識誤差 $AUC = 0.703$ ）。

超高齢者 47 名中、フォローアップ期間中に転倒した者は 7 名（14.9%）であった。転倒群と非転倒群との比較では、有意な差を認めた変数はなかった。ROC 曲線より算出された AUC より、TUG 実測値で中等度の転倒予測能を示した（ $AUC = 0.732$ ）。

Ⅳ. 考察

【研究 1】軽度の要介護高齢者における転倒予測能に関する研究

本結果からは、ROC 曲線から算出された転倒予測能が TUG 実測値、FRT 実測値、TUG 認識誤差、FRT 認識誤差いずれの指標も低かった。この要因として、本研究においては、転倒発生率が低いいため、転倒に影響を与える要因を捉えきれず、転倒予測能が低かったと考える。高齢者は加齢に伴い転倒リスクは増加し、年齢区分ごとに転倒する場所や時間が異なると報告されている。このことから、さらに詳細に検討するために、前期高齢者、後期高齢者および超高齢者などに年齢を区分する必要があると考えられた。

【研究 2】後期高齢者および超高齢者の軽度の要介護高齢者における転倒予測能に関する研究

後期高齢者において FRT 実測値と FRT 認識誤差が中等度の転倒予測能を示した。小川らは時間的予測課題と空間的予測課題の認識誤差との間に有意な相関関係を認めないことから、それぞれ独立した課題であると報告している。本研究で用いた TUG は時間的予測課題、FRT は空間的予測課題と考えることができ、そのため、異なる結果を示したと考える。また、TUG は動的バランス能力の課題であり、静的バランス能力の課題である FRT の方が運動のイメージがしやすいことも影響したと考えられる。一方、超高齢者においては、TUG 実測値が中等度の転倒予測能を示した。これは、超高齢者において大腿四頭筋筋力の低下に伴い歩行能力が低下したことにより、転倒群の TUG 実測値が低下したことが原因と考えられる。本研究結果から、軽度の要介護高齢者を対象とした場合、後期高齢者と超高齢者では、用いる転倒予測指標が異なると考えられた。転倒予測には、後期高齢者では FRT 実測値および FRT 認識誤差、超高齢者においては TUG 実測値を用いるのが有効な可能性がある。また、後期高齢者と超高齢者では、転倒予測能が高い指標が異なることが示された。これらのことから、後期高齢者と超高齢者とでは、転倒状況、およびその原因が異なることが考えられ、それを明らかにすることで転倒予防方策を後期高齢者と超高齢者とで変えていく必要があると思われた。

子どもを産み育てたいと前向きに考えられる要因に関する研究

保健・医療・福祉政策システム領域

学 籍 番 号 2382001

氏 名 阿保 知映

指導教員名 古川 照美

I. はじめに

日本では1975年から少子化が始まり、2023年の合計特殊出生率は1.20と過去最低であった¹⁾。少子化の背景として、核家族化や地域の繋がり希薄化、父親の家事・育児への関わりが十分でないことによる子育ての孤立化や負担感の増大が報告されている³⁾。

同じ日本だが沖縄県は最も合計特殊出生率が高い。山田⁴⁾は、沖縄県は経済的に不安定な中で子どもを産み育てることが珍しくないと述べ、さらに子育てや世間体のプレッシャーがない分、楽しく子育てしている側面もある可能性について言及している。価値観については、日本は「リスク回避傾向」だが、欧米は「将来はなんとかなる」と思っている人が多く⁴⁾、沖縄県の「なんくるないさ」という楽観的とも言える考えと共通している。子どもを産み育てる意味については、日本は「世間体重視」「子どもをよりよく育てる」ことへの意味づけが強いが、欧米は「子育てが楽しい、自分を成長させる」との意味づけが中心であり⁴⁾、楽しく子育てしていると考えられる沖縄県と類似性がある。子育てや子どもの将来について楽観的に考えられることや、子育てのネガティブな面より喜びや楽しさなどが上回ることで、子どもを産み育てたいと前向きに考えられる要因になっている可能性がある。そのように考えられるには、乳児とのふれあいが有効な可能性がある。若島⁵⁾は、乳児とふれあう経験が、子どもを欲しいと思う気持ちと関連があると述べている。沖縄県には「地域で子育て」「ゆいまーる（助け合い）」という習慣があり⁶⁾、乳児とふれあう機会が多い可能性がある。先行研究⁷⁾では、乳児ふれあい体験⁸⁾に参加した小中学生の親準備性が高まり、子育てを自分事として考える機会になったと述べている。加えて、子育てのネガティブなイメージも緩和され、ある程度楽観的に考えられるようになっている可能性がある。

本研究では、子どもを産み育てたいと前向きに考えられる要因について、楽観性と親準備性に着目し、明らかにする。それらの結果をもとに、青年期までの少子化対策の方略に示唆を得ることを目的とする。

II. 研究方法と対象

1. 研究デザイン 横断研究
2. 研究対象者 青森県の大学・短期大学全15校、沖縄県の大学・短期大学全9校へ文書と電話にて調査協力を依頼した。青年期でも、最も近い将来、社会に出て子どもを産み育てる可能性があること、子育て経験がない者が多いことから、大学・短期大学の最終学年の学生を対象とすることとした。青森県における最終学年の学生は3,873名、沖縄県では5,127名であった。研究実施の承諾が得られた大学・短期大学は、青森県11校、沖縄県5校であった。

3. データ収集方法

研究実施の承諾が得られた大学・短期大学において、webによる無記名自記式質問紙調査を行った。調査項目は、属性、子どもを産み育てたいか、乳児と関わった経験の深さ、乳児ふれあい体験への参加、子どもを産み育てる意味、得られると思う子育て支援、将来、子育てをする場合何が不安か、親準備性尺度¹⁹⁾、楽観・悲観性尺度²⁰⁾、子どもを産み育てたいか肯定群には、自分の子どもは多い方が良いか、現実的に欲しい子どもの人数、否定群には子どもが欲しくない理由についてであった。

4. 分析方法

回答があった者のうち、子どもを産み育てたことがある者、25歳以上の者、無効回答がある者、各県10年未満在住者を除外し、10年以上在住者を解析の対象とした。10年以上在住とした理由は、青年期をその県で過ごしたためである。各県をグループ変数とし、各質問の有意差の有無をFisherの正確確率検定、尺度はWilcoxonの順位和検定で分析した。次に、地域レベルの変数（青森県・沖縄県）が、個人レベルの変数（将来、子どもを産み育てたいか）へ影響しているかを探るため、各県をグループ変数として級内相関係数を算出したところ、 -0.003 ($P=0.461$) であった。よって、地域レベルの影響より個人の特徴の効果と判断した。その後、青森県と沖縄県を分けて「将来、子どもを産み育てたいか」と各質問についてFisherの正確確率検定、尺度はWilcoxonの順位和検定で分析し、「将来、子どもを産み育てたいか」を従属変数としたロジスティック回帰分析を行った。

Ⅲ. 結 果

両県合わせた大学・短期大学に在籍する最終学年の学生は4,680名であり、558名から回答を得た（回収率11.9%）。さらに、上記の要件を満たす359名が解析対象となった（有効回答率7.7%）。

「将来、子どもを産み育てたいか」は、青森県と沖縄県で有意差はなかった。「将来、子どもを産み育てたいか」を従属変数、青森県と沖縄県で有意差があった変数を独立変数としたロジスティック回帰分析の結果、「乳児と関わった経験の深さ」の「お世話したことがある」($OR=5.443$, $P=0.037$)「得られると思う子育て支援の種類」の「親・自分のきょうだい以外の親戚」($OR=0.200$, $P=0.010$)、親準備性尺度の「乳幼児への好意感情」($OR=1.083$, $P=0.031$)「育児への積極性」($OR=1.401$, $P<0.001$)が有意な変数であった。「将来、子どもを産み育てたいか」肯定群のみへの質問、「現実的に欲しい子どもの人数」について、青森県は1人・2人、沖縄県は3人以上の割合が高かった ($P<0.01$)。

青森県のみ「将来、子どもを産み育てたいか」を従属変数としたロジスティック回帰分析の結果、「将来、子育てする場合、何が不安か」の「子育てよりも仕事を優先したい」($OR=0.624$, $P=0.050$)、「はっきりしないが漠然とした不安がある」($OR=0.373$, $P=0.034$)、親準備性尺度の「乳幼児への好意感情」($OR=1.211$, $P<0.001$)が有意であった。沖縄県のみでは、「将来、子育てする場合、何が不安か」の「世間体の良い子どもを育てる自信がない」($OR=0.057$, $P=0.048$)と「子育ては精神面での負担が大きそう」($OR=0.183$, $P=0.005$)が有意であった。

Ⅳ. 考察

将来、子どもを産み育てたいと前向きに考えられる要因について、「乳児と関わった経験の深さ」の「お世話したことがある」、「乳幼児への好意感情」「育児への積極性」が関連していた。「親準備性が高いこと、乳児と関わった経験が深いことが、子どもを産み育てたいと思うことに関連がある」との結果は、先行研究⁷⁾と矛盾しない。青年期までに乳児への好意感情が育まれる環境をつくることや乳児との関わりを持つことが親準備性を高める可能性がある。楽観性が「将来、子どもを産み育てたいか」に最終的に有意とならなかったのは、子どもを産み育てることに焦点を当てた尺度ではないこと、楽観的な社会が影響している可能性があること、調査対象が大学・短期大学の学生であり、学歴が高い者が多いことが影響した可能性がある。両県とも、肯定群では親やきょうだいなど身近な家族からの支援を得られるとの回答が多く、否定群では親戚や公的サービス等が多い傾向があった。家族等、身近な人からの支援が、子どもを産み育てたいと前向きに考えられる要因として関連があると言える。

Ⅴ. 結論

家族等からの子育て支援に加え、乳児と関わる機会をつくり、乳児への好意感情が育まれる環境をつくること、子どもを産み育てたいと前向きに考えられる要因となる可能性がある。

NST（栄養サポートチーム）介入と歯科的对応を併用した慢性腎不全患者の栄養状態改善に関する観察研究

保健・医療・福祉政策システム領域

学 籍 番 号 2384001

氏 名 佐藤 新一

指導教員名 神田 晃

I. はじめに

慢性腎臓病（Chronic Kidney Disease : CKD）は末期腎不全の重要なリスク要因であり、高齢化の進行とともに世界的に有病率が上昇し、重大な公衆衛生上の課題とされる。CKD では腎機能指標（estimated Glomerular Filtration Rate : eGFR）の低下に応じて 1～5 期に分類され、日本の 40～74 歳の約 14%に存在すると推計される。さらに、高齢化による医療費負担や透析患者数の増加（2021 年には約 35 万人）も深刻化しており、CKD 患者への包括的アプローチが一層重要視される。栄養サポートチーム（Nutrition Support Team: NST）は入院患者の栄養状態改善を目的とした多職種連携チームで、低栄養や電解質異常に対する効果が報告されているが、チームを設置するだけでは十分な効果を得られず、嚥下評価や口腔機能チェック、薬剤調整などの複合的介入が重要となる。一方、CKD は歯周病や糖尿病とも関連が深く、高齢化に伴う歯数減少やオーラルフレイルが低栄養リスクを高めることが指摘されている。歯科介入による口腔機能改善が栄養状態向上に役立つ可能性や、NST と歯科的对応を組み合わせた多疾患入院患者の研究はあるが、CKD に特化して両者の効果を検証した報告はまだ少ない。そこで本研究では、CKD を有する病院歯科受診患者に着目し、NST 介入が歯周病指標（PPD、BOP など）や残存歯数の改善に寄与するかどうか、さらには血清アルブミン値・BMI・CRP といった栄養・炎症指標への影響を解析することで、短期的には、測定指標の維持または改善を、長期的には、将来の PEW（Protein-Energy Wasting、タンパク-エネルギー消耗）予防へつなげることを目的とした。

II. 研究方法と対象

本研究は、2019 年 4 月から 2024 年 6 月までに、A 病院の歯科口腔外科に歯科治療のために紹介された、ステージ G5（末期腎不全、 $GFR < 15 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ ）と診断された CKD 患者を対象とした。入院時の主観的包括的栄養評価（Subjective Global Assessment: SGA）により栄養状態を評価し、SGA スコアに基づき NST の介入を受けた群（NST 介入観察群）と、介入を受けなかった群（非 NST 介入観察群）に分類した。ただし、舌・咽頭・食道等の重度障害により経口摂取が不可能な患者や、NST の介入が 1 回のみであった患者は、本研究の対象から除外した。評価項目は、CKD ステージ・eGFR・年齢・性別・血清アルブミン値・CRP・BMI などの基本的栄養指標に加え、残存歯数（残根除外）、歯周ポケット深さ（PPD）、およびプロービング時出血（BOP）を用い歯周病の状況を評価した。また、NST 介入前後の食事形態を調査し、主食・主菜の摂取量変化を把握した。NST 介入観察は最低 1 か月間行った。統計解析は有意水準を $p < 0.05$ とした。男女の分布比較には Fisher の正確確率検定、NST 介入観察群と非 NST 介入観察群の比較にはマン・ホイットニー U 検定、介入前後の比較にはウィルコクソンの符号付き順位検定を用いた。SGA 各項目や介入前後差分との相関評価にはスピアマンの順位相関係数を用い、摂取量変化の検討には Fisher の直接確率計算法を適用した。

III. 結果

本研究の対象者は 27 名であり、27 名中、人工透析患者は 26 名であった。女性 15 名（55.6%）・男性 12 名（44.4%）であった。NST 介入観察群と非 NST 介入観察群の SGA スコア確認はいずれも 0～9 点の範囲内であり、NST 介入観察群では平均 4.0 ± 2.1 点、非 NST 介入観察群では 3.5 ± 1.9 点であった。マン・ホイットニー U 検定の結果、両群

間に有意差はみられず ($p = 0.68$)、SGA 各項目を順序尺度項目でクロス集計したが、有意差は認められなかった。SGA スコアと体重・BMI の変化量との関連をスピアマン順位相関係数で評価し、「食欲のない人」は食事量が減少する傾向 (相関係数 $0.469, p = 0.014$)、体重が減少した人は食事量も減少する傾向 (相関係数 $0.440, p = 0.022$)、体重が減少した人は食事時にむせる傾向 (相関係数 $0.596, p = 0.001$) があることが分かった。また、介助を要する程度が大きい人は食事量が減少する傾向 (相関係数 $0.382, p = 0.049$) があり、同じく介助の程度が大きい人は BMI が高い人が多い傾向 (相関係数 $-0.431, p = 0.025$) を示した。NST 介入観察群 ($n = 10$) と非 NST 介入観察群 ($n = 17$) のベースライン比較では、有意差は認められなかった。介入観察前後を比較すると両群とも体重および BMI が 1 か月の期間で有意に低下した (NST 介入観察群: 52.58 ± 11.15 から 51.68 ± 11.35 kg、非 NST 介入観察群: 56.48 ± 11.18 から 54.87 ± 10.58 kg) が、2 群間の差は有意ではなかった。介入観察前後で血清アルブミン値、CRP 値に顕著な変化は認められなかった。歯科的介入の指標である残存歯数、最大 PPD、BOP 数は、2 群間に介入前後で顕著な変化は認められなかった。主食および主菜の摂取量変化を Fisher の直接確率計算法で分析した結果、主菜摂取量が向上した割合は NST 介入観察群が 50% (10 人中 5 人) で、非 NST 介入観察群の 11% (17 人中 2 人) より高い傾向がみられた ($p = 0.065$)。→全体の文字数が増えたので、意味が変わらないよう表現を短くしました。(考察も) 神田

IV. 考察

NST 介入観察群は平均年齢が高く、嚥下障害や体重減少との関連が示唆されたが、1 か月間では栄養指標 (体重・BMI・血清アルブミン値・CRP) や歯周指標 (PPD・BOP) に顕著な改善は認められなかった。一方で、主菜摂取量の向上した割合が NST 介入観察群でより高かったのは、NST と歯科による複合的アプローチが有用な可能性を示した。

CKD 特有の厳しい食事制限 (タンパク質・ナトリウム・カリウム・リンなど) が、総エネルギーや必須栄養素の不足を招きやすい点も課題として挙げられた。NST 介入観察群では、低タンパク食をメインに調整した結果、全体的なエネルギーやタンパクが不足し、体重や BMI の維持が困難であった可能性がある。さらに、介入期間が 1 か月程度と短期間のため、介入初期からの栄養状態の悪化を回復させるには不十分であったと考えられる。

本研究では、CKD 患者の歯科介入について、PPD と BOP といった歯周病指標が 1 か月程度で改善することは難しく、複数回の歯科的プロフェッショナルケアや長期のプラークコントロールが重要だと考えられた。また、A 病院では CKD 患者全体の中で入院中に歯科受診が限られており、十分な統計検討を行う上で障壁となっていた。

他方、主菜摂取量の増加が NST 介入群で相対的に多かった点は、管理栄養士が嚥下機能や口腔状態に合わせて食事形態を調整し、柔らかいタンパク源やエネルギー補助食品を導入するなどの取り組みが奏功した可能性が示唆された。食物の硬さや味付けを調整し、必要に応じて歯科的ケアを組み合わせることにより摂取量を伸ばせた可能性が考えられた。しかし、有意差は認められなかったため、これを定量的に裏づけるにはサンプル拡大や介入期間延長が望ましいと考えられた。さらに、栄養介入による炎症反応の軽減を評価すべく CRP を測定したが、透析中の体液管理など多様な因子が影響し、1 か月という期間では明確な低下は確認できなかった。CRP 変動について、長期の観察が必要と考えられた。本研究では電解質 (Na, K, P) や水分摂取量をモニタリングに含めなかったが、透析患者の多くは電解質コントロールされており、本研究は CKD 患者の口腔機能と栄養指標 (BMI・アルブミン・CRP) の変化に絞った。本研究結果は、当該病院の診療の実態を反映したのかどうかを今後検証したいと考える。

短期的な効果を見る際に、通院患者の QOL・ADL を追跡することは可能と思われ今後検討したい。CKD 管理下での NST と歯科介入が効果的であったかどうかは、今後「口腔ケア+栄養管理」の併用を綿密な介入計画と適切な指標選択で進めることを糸口としたい。その上で、3 か月間以上の介入期間、標本サイズの拡大、大規模 RCT や傾向スコアマッチングを実施したい。長期的には、CKD 患者における PEW 予防や口腔機能低下予防をアウトカムとした手法を確立していきたい。

脳梗塞後の潜在性心房細動検出のためのバイオマーカー探索研究：

腎機能および NT-proBNP と BNP (Post-hoc analysis)

健康科学研究科 博士前期課程 保健・医療・福祉政策システム領域

学 籍 番 号 2384002

氏 名 白戸 弘志

指 導 教員名 大西 基喜 特任教授

I. はじめに

入院時洞調律の急性期脳梗塞患者において、入院時に同時測定した NT-proBNP と BNP は入院中の発作性心房細動(PAF)検出を予測する指標となる。しかし、NT-proBNP は代謝経路の違いから腎機能障害下で上昇しやすく、その PAF 検出予測能が低下する可能性が懸念される。本研究の目的は、腎機能障害が併存する場合でも、NT-proBNP の PAF 検出予測能が低下しないという仮説を検証することである。

II. 研究方法と対象

本研究は「Biomarkers for the detection of covert atrial fibrillation after ischemic stroke: NT-proBNP or BNP」の Post-hoc 解析である。2020 年 7 月 1 日から 2023 年 3 月 31 日までの期間に、弘前脳卒中リハビリテーションセンターに入院し、入院時洞調律かつ発症後 72 時間以内の急性期脳梗塞患者を対象とした。入院時に NT-proBNP と BNP を同時に測定し、eGFR < 60 mL/min/1.73m² を CKD group、それ以外を non-CKD group と定義した。患者背景、NT-proBNP と BNP の散布図や回帰直線、および PAF 検出予測能を ROC 曲線と PAF 検出を目的としたロジスティック解析で比較した。

III. 結 果

438 例の解析対象者のうち、CKD group は 179 例(40.9%)、non-CKD group は 259 例(59.1%)だった。CKD group は non-CKD group と比較し、有意に高齢(82[74-89] 対 77[70-84] 歳, $p < 0.001$)であり、NT-proBNP(282.0[115.5-656.0] 対 139.0[62.5-376.5] pg/mL, $p < 0.001$)、BNP(79.0[36.2-173.0] 対 52.1[23.8-116.0] pg/mL, $p < 0.001$)が高値を示した。高血圧症(95% 対 89%, $p = 0.03$)および慢性心不全(19% 対 7%, $p < 0.001$)の割合が有意に多か

った。NT-proBNP と BNP の散布図と回帰直線からは、ピアソンの相関係数は、CKD group で $r = 0.86$ ($p < 0.001$)、non-CKD group で $r = 0.83$ ($p < 0.001$)と、どちらの群においても NT-proBNP と BNP 間に強い相関が認められた。ROC 曲線による比較では、NT-proBNP における CKD group と non-CKD group の ROC 曲線の AUC を Delong 検定で比較したところ、 $p = 0.973$ と有意差は認められなかった。同様に BNP においても $p = 0.853$ と有意差は認められなかった。

また、年齢、性別、eGFR、慢性心不全で調整した多変量ロジスティック解析においては、Model 1.では Log_{10} NT-proBNP が、Model 2.では Log_{10} BNP のみが独立した PAF 検出予測因子であることが確認された。なお Variance inflation factor による評価では多変量モデル内の多重共線性は示唆されず、eGFR ではなくクレアチニンを含む因子で調整した感度分析においても両バイオマーカーが独立した PAF 検出予測因子であった。

IV. 考 察

急性期脳梗塞患者において、NT-proBNP と BNP は、腎機能障害を合併した患者においても、入院中の発作性心房細動の独立した予測因子であった。

薬剤関連医療事故防止への患者参加の実態と関連要因： 健康信念モデルに基づく北東北の患者と全国の医師に関する横断的分析

保健・医療・福祉政策システム領域

学 籍 番 号 2384004

氏 名 中崎 真也

指導教員名 大西 基喜

I. はじめに

医療安全は世界的な重要課題であり、医療事故防止における患者参加は重要である。WHO は「世界患者安全行動計画 2021-2030」において患者参加を重要なテーマとして掲げ、2023 年の世界患者安全の日では「Engaging patients for patient safety」をテーマに選定している。日本では 2001 年の「患者安全推進年」以降、医療安全対策の国家的な取り組みを本格化させたが、医師患者のパターナリズムの関係の影響や組織的取り組みの遅れにより、医療事故防止対策としての患者参加は十分浸透していない。

特に対策の優先度が高いのが薬剤関連の医療事故である。国際的には入院患者、外来患者ともに最も頻度の高い有害事象であり、日本国内でも報告されるヒヤリ・ハット事例の中で最多を占めている。さらに、外来診療において薬剤関連のインシデントは診断エラーと並び患者に重篤な危害をもたらす率が高く、その半数程度が予防可能と推定されている。

先行研究では、患者参加に関連する要因や障壁が報告されているが、日本国内における実態および関連要因に関する研究は不足している。特に、医師との対話を通じて患者が取り組める医療事故防止行動に関して、患者と医師を対象とした包括的な研究は見当たらない。

このような研究の不足に対し、本研究では患者参加を促進する要因を体系的に理解するため、健康信念モデル（Health Belief Model; 以下 HBM）を理論的枠組みとして採用し、これに患者中心性の志向の要素を加えた分析を行った。具体的には、薬剤関連の医療事故防止行動（以下、薬の事故防止行動）の実践状況（患者の行動実施、医師の行動奨励）と関連要因を明らかにすることを目的とした。この研究は、医療安全における患者参加の促進と、医療事故の減少に向けた効果的な介入のための基礎データを提供する。

II. 研究方法と対象

1. 研究デザイン

Web アンケートを用いた横断研究として、2024 年 5 月から 7 月にオンライン調査を実施した。対象者はアイブリッジ株式会社の Web リサーチ事業 Freeasy に登録している 18 歳以上の成人モニターから選定した。患者群は北東北 3 県在住で定期的に通院し薬物治療を受けている成人 615 名、医師群は全国で成人を中心に薬の処方を伴う外来診療を行っている 179 名を分析対象とした。

2. 調査内容

- 1) 基本属性：年齢、性別等に加え、患者は学歴、治療期間等、医師は勤務先、臨床経験等を追加した。
- 2) 薬の事故防止行動の実践：海外や国内の推奨と先行研究を基に、医師との対話を通じて患者が取り組める 8 項目の行動を作成した。各行動について、患者と医師に「この行動を機会がある度を実施（患者）/奨励（医師）している」と質問し、6 件法で評価した。

3) 健康信念モデル(HBM)：各要素を以下のように評価した。感受性は「医療事故の発生可能性」、重大性は「医療事故による危害の重篤さ」を評価し、各行動に対する利益感、障壁感、自己効力感をそれぞれ「この行動は医療事故の防止のために有効である」「この行動に対して抵抗感がある」「この行動を実施/奨励する自信がある」という質問で評価した。これらの質問に対して 6 件法で回答を得た。さらに、行動のきっかけの有無を 2 件法で評価した。

4) 患者中心性の志向：Patient-Practitioner Orientation Scale (PPOS) を用いて、医療における患者と医師の役割や関係性についての態度を 6 件法で評価した。

3. データ分析方法

基本属性、薬の事故防止行動の実践、HBM の各要素、PPOS について記述統計を実施した。薬の事故防止行動の実践を従属変数とし、HBM の各要素と PPOS を独立変数として、強制投入法による階層的重回帰分析を行った。分析では性別、年齢、治療期間等の共変量で調整し、さらに HBM と PPOS の変数間の交互作用についても検討した。解析には R version 4.3.3 を使用し、全ての分析において有意水準は 5%未満とした。

4. 倫理的配慮

青森県立保健大学倫理委員会の承認 (No.23093) を得て実施した。

III. 結果

患者群 (n=615) の平均年齢は 52.9 ± 12.3 歳、男性 54%、治療期間 1 年以上 64%であった。医師群 (n=179) は平均年齢 51.8 ± 11.4 歳、男性 82%であった。8 項目の事故防止行動の患者の実施率は 40-78%、医師の奨励率は 59-84%であった。「アレルギー・副作用の情報共有」(患者 71.7%、医師 83.8%) や「体調変化の報告」(患者 77.6%、医師 83.8%) は両群で高く、「メモの活用」(患者 39.5%、医師 63.7%) は両群で低かった。重回帰分析の結果、患者群では障壁感 ($\beta = -0.38$, $p < 0.001$) と利益感 ($\beta = 0.27$, $p < 0.001$) が行動実施に強く関連していた。医師群でも同様に利益感 ($\beta = 0.48$, $p < 0.001$) と障壁感 ($\beta = -0.23$, $p < 0.01$) が有意な関連を示した。また、患者中心性の志向が強い患者ほど、障壁感と行動実施の負の関連が顕著であった (simple slope = -0.62 , $p < 0.001$)。医師群では患者参加型の医療安全研修の経験 ($\beta = 0.16$, $p < 0.05$) が行動奨励に有意な関連を示した。

IV. 考察

本研究は、薬剤関連の医療事故防止における患者参加の実態と関連要因を明らかにした。患者群と医師群の双方で障壁感と利益感が主要な要因であることを示し、患者の参加を促進するには、医療事故防止行動に対する抵抗感を減少させ、行動の有効性を強調する介入が効果的である可能性が示唆された。特徴的な知見として、患者中心性の志向が強い患者ほど、行動の障壁感と医療事故防止行動との負の関連が顕著であった。これは、患者の理想とする医療と現実の医療とのギャップが、障壁感を介して行動実施を抑制している可能性が考えられる。医師群では患者参加型の医療安全研修の経験が行動奨励と関連しており、研修を通じた取り組みの重要性が確認された。

本研究は HBM を理論的枠組みとして日本の医療現場における包括的な分析を行った初めての研究であり、得られた知見は今後の医療安全対策の基礎資料として活用できる。今後は、これらの関連要因に基づく介入効果の検証が期待される。

多角的な健康指標の提供が自尊心とヘルスプロモーションへの動機づけに及ぼす影響に関する研究 ～ “短命県” だけに頼らない効果的な情報提供法の検討～

保健・医療・福祉政策システム領域

学 籍 番 号 2384008

氏 名 米田 博輝

指導教員名 大西 基喜

I. はじめに

疫学的データを効率的に伝えるためには、わかりやすい健康指標を用いる必要がある。しかしながら、わかりやすさと引き換えに省略された情報が存在するため、どの指標を用いるかによって受け手の解釈に影響を与えうる。青森県は健康づくりの一環として、平均寿命という指標を元に、短命県返上活動が行われている。短命県というネガティブでシンプルなメッセージは分かりやすさの反面、偏った健康観による自尊心や、健康づくりに参画する動機づけに影響を与える可能性もある。これまでの報告によると、ネガティブなフィードバックを受けた者は自尊心の低下や、内発的動機づけに対する悪影響を引き起こすことが報告されている。また、死の危険性を喚起された集団は、短期的には健康的な行動を選択することが示されているが、それだけでは長期的な健康行動に結び付かない可能性も指摘されており、自尊心の向上、関係性の確保なども重要とされる。近年、医療分野においても多様な価値観を認めることが重要な時代になっている。平均寿命の延長も健康観の一つであるが、多様な健康観に基づく治療や健康づくりを行うことも重要である。47 都道府県中、最も平均寿命の短い青森県におけるヘルスプロモーションの指標として、「短命県」だけでなく、多様な健康観に基づく多様な健康指標を提示することで、自尊心の低下を引きこさず、一人一人の行動変容につながる、より効果的な情報発信が可能であればその意義は大きい。

したがって、本研究では、青森県出身大学生に対して、①「短命県」に関するネガティブで一面的な疫学データ提供によって自尊心とヘルスプロモーションの動機づけに関する尺度（ローゼンバーグ自尊感情尺度：以下 RSES-J、ヘルスプロモーションに関する自信度・重要度尺度）が低下するか否かを明らかにする。加えて、②多様な健康観を含む多角的な疫学データを追加提供することで、尺度の低下幅を縮小させること、または情報提供前の水準より改善することを明らかにする。

これらの研究結果により、短命に関する健康指標を提供するだけでなく、多様な健康観に基づく多角的な健康指標を提供することで、情報の受け手の自尊心に配慮した、より効果的なヘルスプロモーションの動機づけとなる情報提供法を明らかにする。

II. 研究方法と対象

本研究は青森県立保健大学研究倫理委員会の承認を得た。研究対象の選択基準は、研究登録期間に弘前大学に所属する青森県出身の1～3年生とした。除外基準は医師・歯科医師・看護師・臨床検査技師などの医療系資格を有する者、または本研究を担当する大学教員が、学内の授業科目の成績評価の対象とする者とした。本研究で、対象者に提示する健康に関する疫学データは、A)健康に関する一面的な疫学データとB)多角的な疫学データであり、それぞれ以下のような特徴を有する（図1）。

A) 健康に関する一面的な疫学データ

- 平均寿命の国内比較（短命県に関連する情報のみ）に関する質的・量的データ

B) 健康に関する多角的な疫学データ

- 量的データ：以下の3条件を満たすものとする。①公開されている公的な公衆衛生的指標、②県別の比較がある指標、③最新年度の指標。本研究の主旨である「様々な健康観を含む多角的な疫学データ」を満たすため、WHOの3つの健康のカテゴリーのそれぞれについて関連のある変数を考慮し、分野の異なる複数の専門

家（公衆衛生学専門家、総合診療医、保健所所属の保健師、県庁職員（健康福祉部））のディスカッションの下で具体的なデータを選定した。

- ・肉体的健康：平均寿命（平均寿命一般、健康寿命）、有訴者率、通院者率、スポーツの年間行動者率
- ・精神的健康：趣味・娯楽の平均時間、悩みやストレスのある人の率、自殺率、世帯実収入
- ・社会的健康：交際・付き合いの平均時間、悩みやストレスの相談状況（友人・知人に相談している率）、完全失業率、生活保護被保護実世帯数。

● 質的データ：上記 WHO の健康カテゴリーのテーマのほか、健康観と生活の関連を示す報告のある以下のテーマを被検者に提供する。

- ・食事：食材、郷土料理
- ・ソーシャルキャピタル：震災、町内会・自治会
- ・環境：自然環境、温泉、居住環境、物価

評価項目は、RSES-J とヘルスプロモーションに関する重要度・自信度尺度とした。これらの疫学データ提供前後の尺度の変化を統計学的に分析することとした（連続測定分散分析、対応のある t 検定）。加えて、疫学データ提供前後のスコア変化の理由についても自由記載形式のテキストデータの質的分析を行うこととした。

III. 結 果

11 人の研究対象者が参加基準を満たし、全員（平均年齢 20.5 歳、女性 63.6%、大学 3 年生 100%、医学部 72.7%）のデータが分析された。

RSES-J スコアは、疫学データの提供前は 26.3 点で、一面的な疫学データの提供後、多角的な疫学データの提供後のスコアはそれぞれ 25.2 点と 28.8 点となり、有意な変化を認めた（ $p < 0.01$ ）。一面的なデータの提供後は、有意差のないスコアの低下を認めたが（ $p = 0.11$ ）、多角的なデータの提供後は有意なスコアの上昇を認めた（ $p < 0.05$ ）。スコア低下の主な理由は、他者との比較によるネガティブ感情の出現、他者との比較による自信の喪失、自己の健康管理能力に対する自信の喪失であった。スコア上昇の主な理由は、平均寿命以外の健康の視点の獲得、国際比較の視点の獲得、経時的にデータを評価する視点の獲得であった。

ヘルスプロモーションに関する重要度尺度のスコアは、疫学データ提供前は 9.0 点で、一面的な疫学データの提供後、多角的な疫学データの提供後のスコアはそれぞれ 9.4 点と 9.5 点となり、有意な変化を認めなかった（ $p = 0.06$ ）。一面的なデータの提供によってスコアを変化させなかった主な理由は、情報の印象深さの欠如、情報の既知感であった。多角的なデータの提供によってスコアを変化させなかった主な理由は、情報の印象深さの欠如であった。

ヘルスプロモーションに関する自信度尺度のスコアは、疫学データ提供前には 4.6 点で、一面的なデータの提供後、多角的なデータの提供後のスコアはそれぞれ 4.5 点と 6.8 点となり、有意なスコアの変化を認めた（ $p < 0.01$ ）。一面的なデータの提供後は、スコアの変化は認めなかったが（ $p = 0.81$ ）、多角的なデータの提供後は有意なスコアの上昇を認めた（ $p < 0.01$ ）。スコアを変化させなかった主な理由は、情報の印象深さの欠如、現状への満足であった。スコア上昇の主な理由は、平均寿命以外の健康の視点の獲得、長所を活用した健康づくりへの意識、日常環境を活用する意識であった。

IV. 考 察

本研究では、平均寿命が短い青森県出身の大学生を対象に、一面的および多角的な疫学データが自尊心とヘルスプロモーションに対する動機付けに与える影響を調査した。ネガティブで一面的な疫学データは自尊心を低下させ、ヘルスプロモーションの重要度や自信度を向上させず、行動変容を促進しない可能性が示された。一方、多角的な疫学データは自尊心と自信度を向上させ、ヘルスプロモーションへの動機付けに効果的であることが分かった。本研究により、健康観の多様性に配慮し、ネガティブな要素に偏らないデータ提供が、効果的なヘルスプロモーションに寄与する可能性が示唆された。

「ベトナムにおける日本の栄養教育の指導案や媒体を活用した教材の開発検討とそれが児童と教員に与える効果」

対人ケアマネジメント領域

学 籍 番 号 2381003

氏 名 奥山 莉紗子

指導教員名 鹿内 彩子

I. はじめに

ベトナムは、経済成長率8%(2022)を超える急成長を遂げている中所得国(一人当たり GNI が約 1,000~13,000USD 弱で約 4,000USD を境に高中所得国とされる：世界銀行分類)であり、上位中所得国の水準に近付いている。特に都市部の人々の生活は豊かになり、子どもたちはファストフードや超加工食品などを含め様々な食物に晒され、また、気軽にアクセスできる機会が多くなっている。その結果、2010 年から 2020 年で5 歳から 19 歳の子どもの過体重は 8.5%から 19%に、肥満は2.5%から 8.1%に急増している。ベトナムにおいて、栄養士という職種は比較的新しい制度である。そのため、栄養士の活躍する職域は病院等医療現場が多い。一方で、給食は多くの学校で提供されているが、学校には栄養士はおらず、献立作成や調理に携わるのは栄養の専門家ではない。そのため、提供される給食には課題も多く、また、ベトナムの児童生徒が学校において栄養に関する知識を得る環境はまだ整っていない。栄養教育も一部で実施されているが、実施は教員が担い児童受動的な授業であるとされ、児童の食習慣改善にむけた行動変容へつながりにくいものであると考えられる。一方、日本においては、1947 年より栄養士が栄養士法により規定、1889 年には学校給食が開始され、現在9 割以上の小中学校において給食が提供されている。さらに 2005 年には、栄養教諭が学校給食において給食を生きた教材として活用しながら食に関する指導を実施する存在として制度化された。日本の学校給食は、児童生徒の健康に寄与していることが示されており、様々な国から注目されている。しかし、栄養教諭等が実施する食に関する指導については課題が多いこともわかっている。そこで、本研究では、日本の栄養教諭等の実施する食に関する指導・授業の現在ある知見を活かした教育教材(指導案や教育媒体)をベトナム人教員が実際に児童生徒に栄養教育する際に活用できるベトナム版教材として開発、その教材が教員と児童に与える効果を検討し(調査1)、さらに、日本の栄養教諭等が課題と感じている食に関する指導に用いる教育教材について調査(調査2)を実施した。

本研究で、ベトナムにおいては比較的新しい職種である栄養士が、将来は教育現場でも活躍できることを想定し、ベトナムの教員や栄養の専門家とともにベトナム版の教育教材を検討・開発し(調査1)、日本の栄養教諭等への調査(調査2)で抽出された課題点をベトナムで用いた教材に反映し、最終成果物としてベトナムの教育現場に提供することはベトナムの児童、教員、さらに、両国の栄養士・栄養教諭等にとっても今後の学校における栄養教育を発展させるために重要であり研究の意義があると考えた。

II. 研究方法と対象

(1) 調査1：ベトナムのナムディン省ナムディン市の小学校の児童(介入校と対照校の各校 300 名)とその学級担任(介入校 40 名)を対象とした介入前後の質問紙調査である。調査期間は2024 年3 月下旬~5 月末で、児童に対し食に関する知識・態度・実践を、教員に対し、食に関する態度・実践を質問した。また、使用した教材の良い点と改善点について教員間のディスカッションが行われた。(研究倫理委員会 承認番号 (23080))

栄養教育介入の内容は、①野菜と友達になろう、②野菜の上手な食べ方を考えよう、③朝食のよさを考えよう、④よいおやつの食べ方を考えよう、の4 つである。授業は、児童主体でアティブラーニングができるよう構成した。得られた質問紙のデータはR コマンダーR4.2.1 を使用し統計分析、ディスカッションの記録は、KH Coder によるテキストマイニング分析(共起ネットワーク作成から頻出語の抽出と解釈)を行った。

(2) 調査2：日本のA 県とB 県の栄養教諭および学校栄養職員(A 県 100 名、B 県 63 名)を対象とした栄養教育教材に関する質問紙調査である。調査期間は2024 年9 月下旬~10 月末でA 県には県独自で開発された『食の学習ノート』の活用状況、栄養教育教材に求めること等について、B 県には文部科学省『たのしい食事つながる食育』の活用

状況、栄養教育教材に求めること等について質問した。得られたデータは、KH Coder によるテキストマイニング分析を行った。(研究倫理委員会 承認番号 (24018))

Ⅲ. 結 果

(1) 調査1：身体計測の結果より算出した年齢調整 BMI より体格を判定した。介入群においては全体の約 33.0% が、対照群においては全体の約 39.0% が過体重または肥満であった。肥満は男児によくみられ、特に高学年に多かった。児童の食に関する知識スコアの総合平均は、介入群において事前事後で 0.87 高くなり、対照群において 0.74 高くなった。児童の食に関する態度スコアの総合平均は、介入群において事前事後で 2.63 高くなり、対照群において 0.73 高くなった。児童の食に関する実践スコアの総合平均は、介入群において事前事後で 0.63 高くなり、対照群において 0.15 高くなった。両群のいずれの項目に関しても、事前事後で有意な差が認められた。

児童に対し栄養教育を実施した教員は、栄養に関して「とても関心がある」と回答した者が全体の 75% であり、「関心がない」と回答した者はいなかった。栄養学に関するトレーニングの経験では、「独学」と回答した者が全体の 67.5%、「経験なし」と回答した者が 32.5% で、栄養に専門家からトレーニングを受けた経験のある者はいなかった。教員の食に関する態度及び実践は、多くの項目で介入前後に有意な差が認められた。その他の質問として設けた、教員が考える「栄養教育を推進するための戦略」では、「栄養学を必須科目にする」、「教育を支援するための媒体を提供される」「栄養の専門家によるトレーニング」と回答する者が増加した。「将来実現可能性の高い教育活動」では、「健康コースに栄養学を取り入れる」、「栄養の専門家を招いて講演会を実施」と回答する者が増加した。

栄養教育で使用した教材について行われた教員間のディスカッションをテキストマイニング分析した結果、教材の改善点として「栄養情報を追加」、「教材の量の調節」、「使用言語を簡略化」の 3 つが解釈された。

(2) 調査2：A 県で 63 名、B 県で 100 名に質問紙を配布し、A 県で 28 名、B 県で 42 名、全体の約 46% を回収した。回答者の栄養教諭の割合は A 県で約 82%、B 県では約 50% であった。対象者の記述回答をテキストマイニング分析した結果、教材を使用する際に重要視している点として、両県で「児童生徒の実態」、「児童生徒の興味関心」が解釈された。A 県において特徴的なものとしては「家庭との連携」が挙げられた。また、継続した食に関する指導のために教材に求めることとして、A 県では「指導の手本」「内容の更新」、B 県では「汎用性」「信頼性」などが挙げられた。この結果を調査1 で用いた教材に反映し最終成果物とする。

Ⅳ. 考 察

(1) 調査1：児童に対する質問紙調査では、介入群のみならず対照群においても全体的にスコアが高くなる結果となった。また、食に関する実践の一つである朝食摂取の有無を問う質問では、両群において有意な差が認められず、事前事後で数値の変化がなかった。朝食摂取などの習慣化されていると考えられるものに関しては、保護者の影響が大きいことが先行研究からも示されており、本研究においても、児童のみならず保護者に対する栄養教育の必要性が示唆された。教員に対する質問紙調査では、多くの項目で介入前後に有意な差が認められた。教員が栄養教育トレーニングを受けることでスキルのみならず自身の栄養課題等に気づき指導に活かすことは先行研究からも示されている。本研究においても、栄養について学ぶ機会がほとんどなかった教員たちが本調査を通して栄養の専門家からトレーニングを受けたことで、児童にとっての栄養の重要性を認識したり、教員自身の食生活を振り返ったりしたことが考えられた。栄養教育を推進するための戦略や実現可能性の高い教育活動を問う質問において、栄養の専門家に関わる回答をした者が増えたことより、本調査を通して、学校における栄養の専門家の需要が高まったことが考えられた。開発した教材の評価として、教員より「双方向性があること」、「教員に親切であること」、「文化的関連性があること」等の良い点が挙げられた。一方で「使用する言語レベル」や「教材の量」についての改善点が挙げられた。さらなる改善が必要であるものの、開発した教材は児童、教員にとって栄養教育を実施する際に効果的なものであったと考えられる。

(2) 調査2：教材を重要視している点では、「児童生徒の実態」や「児童生徒の興味関心」など児童生徒の立場に立ったものが多く挙げられていた。一方、継続した食の指導に関することでは、「指導の手本」や「汎用性」など栄養教諭等の立場に立ったものが多く挙げられていた。日本の栄養教諭等は継続した食に関する指導を実現することに課題を感じていることが再認された。今後はこの視点を活かし、調査1 で用いた教材を改善し、最終成果物としてベトナムに提供するとともに、この結果を日本の栄養教諭等にも共有していく。

「慢性足関節不安定症者の下腿と足部の運動学的特徴」

対人ケアマネジメント領域

学 籍 番 号 2381008

氏 名 鈴木 光

指導教員名 篠原 博

I. はじめに

足関節内反捻挫 (Lateral Ankle Sprain : LAS) は、スポーツ中の発症率が高く、過度な足関節底屈や内反の強制により生じ、前距腓靭帯が多く損傷される。LAS は再受傷率も高く、約 40%が慢性足関節不安定症 (Chronic Ankle Instability : CAI) に移行する。CAI の病態モデルは、病理学的障害や運動障害など 8 つの要素からなる。しかし、CAI の基準は、足関節捻挫の既往、足関節不安定感の有無、足部・足関節に関する質問紙の 3 項目からなり、構造的・運動学的特徴に関する記載がなく定性的指標のみで構成されている。定量的指標がないことにより本来 CAI に該当する者が除外される可能性があり、適切な治療やリハビリテーションを受けることができず変形性足関節症などの二次障害を引き起こすことが懸念される。CAI では、荷重に伴う距骨の前方変位や内旋の増大、距骨下関節の内旋が生じる。これらの変化により隣接関節の運動学に影響を及ぼすことが考えられる。荷重位における水平面上の距骨の動きは、下腿の回旋運動として伝えられるため、CAI 者では健常者より下腿の内旋が大きくなることが推測される。しかし、三次元動作解析では回旋運動に対する測定信頼性は低いとされている。その要因の一つとして、赤外線マーカー (以下、マーカー) を貼付する三次元動作解析では、軟部組織アーチファクト (Soft Tissue Artifact : STA) による測定誤差が挙げられる。本研究は、静的姿勢においてマーカーを貼り直すことで STA の影響を受けずに骨の動きを捉えることが可能であるかを検討すること、マーカーを貼り直すことで CAI 者の下腿と足部の運動学的特徴を見出し、定量的指標として妥当かどうか検討することを目的とした。本研究により CAI の特徴が明らかになれば運動学的観点から理学療法評価や再発予防のリハビリテーションへ発展させるための一助となると考える。

II. 研究方法と対象

本研究は人を対象とした実験的横断研究である。健常者 14 名および CAI 者 14 名の計 28 名を対象とし、健常者は LAS 既往歴や下肢の手術歴、過去 12 ヶ月以内に整形外科的疾患の既往のない者、CAI 者は CAI の基準を満たす者とした。身体特性として、足長、足関節背屈可動域、Navicular Drop、Foot Posture Index-6 を測定し、Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)、Foot and Ankle Ability Measure (FAAM) を聴取した。本研究は 3 つの研究からなり、青森県立保健大学研究倫理委員会の承認を得て実施した (承認番号:24003)。

【研究 1】赤外線マーカーを用いた三次元動作解析におけるマーカーのずれの評価

本研究は、三次元動作解析においてマーカーの荷重によるずれの程度をマーカーの貼り直しの有無で比較すること、下腿の回旋運動を反映するマーカーの中から、回旋の動きを正確に捉えるために貼り直しが必要なマーカーを検討することを目的とした。健常者 14 名を対象に座位および荷重位 (立位、片脚立位) において、座位でマーカーを貼付し、荷重位へと姿勢を変化させる貼り直さない条件と、各姿勢でマーカーを貼り直す条件の 2 条件で実施した。マーカーの貼付位置は外果 (LM)、内果 (MM)、腓骨筋滑車 (PT)、載距突起 (ST) の 4 点とし、三次元動作解析装置を用いて位置座標 (X・Y) を計測した。また、貼り直す条件におけるマーカー貼付位置の検者内信頼性の検討も行った。

【研究 2】荷重による赤外線マーカーのずれを考慮した下腿と後足部の位置関係～健常群と CAI 群の比較～

本研究は、第 1 に三次元動作解析において LM マーカーを貼り直した際に下腿の回旋を捉えられるか検証すること、第 2 に LM マーカーの貼り直しにより健常群と CAI 群で荷重位における後足部に対する下腿の回旋角度を比較することで、CAI 者の荷重による下腿と後足部の運動学的特徴を明らかにすることを目的とした。方法は研究 1 と類似しており、座位でマーカーを貼付し、荷重位へと姿勢を変化させる貼り直さない条件と、

各姿勢で LM マーカーを貼り直す条件とした。マーカーの位置座標 (X・Y) から LM マーカーと MM マーカーを結ぶ線分と PT マーカーと ST マーカーを結ぶ線分のなす水平面 (XY 平面) 上での角度を算出し比較した。

【研究 3】母趾球荷重における下腿と足部の運動学的特徴

本研究は、第 1 に無意識な片脚立位時の後足部に対する下腿の回旋角度と足圧分布を健常群と CAI 群で比較すること、第 2 に母趾球荷重時の下腿と足部の運動学的変化を健常群と CAI 群で比較することで、CAI 者の下腿と足部の運動学的特徴について検討することである。対象は研究 2 と同様であり、測定条件は無意識な片脚立位と母趾球荷重を意識させた片脚立位の 2 条件で実施した。なお、検者が足圧分布にて母趾球荷重時に全足底が接地していることをリアルタイムで確認しながら計測した。Rizzoli Foot Model に従い下腿と足部にマーカーを 16 点貼付し、三次元動作解析装置と足圧分布測定システムを用いて計測を行った。解析項目は、足部内側・外側部の荷重圧、後足部に対する下腿回旋角度、下腿および足部セグメント間の角度、計測空間における下腿および足部セグメントの角度、内側縦アーチ角度とした。足圧分布は、最大足幅および足趾を除いた足長を 3 等分する線を引き、内側 1/3 かつ遠位 1/3 の領域を足部内側、外側 1/3 かつ遠位 2/3 の領域を足部外側と定義した。

統計学的分析は、身体特性については 2 標本の t 検定または Mann-Whitney の検定を行い、その他の計測項目については二元配置反復測定分散分析または分割プロット分散分析を実施した。

III. 結 果

【研究 1】計測空間における位置座標 (X・Y) の変化量について、LM マーカーの Y 座標ではすべての水準間において 1.6~4.2mm の差が認められ、MM マーカーでは座位に対する立位および片脚立位の Y 座標に 0.9~2.1mm の差が認められた ($p<0.05$)。PT、ST マーカーでは X・Y 座標ともにすべての水準間で差を認めなかった。ST に対する MM マーカーの位置座標では、座位に対する片脚立位の Y 座標で 1.4mm の差を認め、PT に対する LM マーカーの位置座標では、Y 座標のすべての水準間に 0.4~4.3mm の差を認めた ($p<0.05$)。また、マーカー貼付位置の検者内信頼性は X・Y 座標ともにすべてのマーカーで高い信頼性が得られた (0.85-0.99)。

【研究 2】身体特性では、健常群と CAI 群で CAIT、FAAM Sports scale、FAAM ADL scale の 3 項目で差を認めた ($p<0.05$)。また、健常群における後足部に対する下腿の回旋角度は、LM マーカーを貼り直さない条件で姿勢において差を認めなかった。一方で、貼り直す条件においては座位と比較し立位および片脚立位で、立位と比較し片脚立位で後足部に対する有意な下腿の内旋が認められた ($p<0.05$)。条件間の比較ではマーカーを貼り直さない条件に対して貼り直す条件の立位および片脚立位で後足部に対する有意な下腿内旋が認められた ($p<0.05$)。さらに、同一条件下での後足部に対する下腿の回旋角度の比較では、マーカーを貼り直す条件で姿勢間に有意な下腿の内旋が認められたが ($p<0.05$)、2 群間に有意差は認められなかった。

【研究 3】荷重圧では条件間に主効果が認められたが ($p<0.01$)、同一条件下での荷重圧に群間差を認めなかった。後足部に対する下腿回旋角度でも主効果を認めたが ($p<0.01$)、2 群間に差は認められなかった。また、Rizzoli Foot Model から算出した下腿および足部セグメント間の角度、計測空間に対する下腿および足部セグメントの角度、内側縦アーチ角度においても群間差は認められなかった。

IV. 考 察

研究 1 では座位から荷重位へと姿勢を変化することで下腿は内旋するが、マーカーは STA により相対的に後方へ移動したことが推測される。外果は形状が平坦ではないことや周囲の皮膚が薄いことで伸張性変化が生じやすく、ずれにつながった可能性がある。研究 2・3 で群間差が認められなかったのは、CAIT、FAAM 以外の身体特性や下腿および足部セグメントの向きに差がみられず、両群共に健常足の範囲内とも考えることができ、結果として足関節機能に大きな差は生じず、下腿と足部の運動学に及ぼす影響が軽減したのではないかと推察する。また、CAI 者では外側荷重を示すことが報告されているが差は認められなかったため、比較的軽度な CAI であったことや不安定性を軽減させ安定性を得るために内側への荷重を増大する代償戦略を用いたことが考えられる。以上のことから、本研究の対象となった CAI 者では静的姿勢における下腿と足部の運動学的特徴に差は認められなかった。しかし、CAI は質的指標のみで分類されてきたため、対象者の重症度については不明であることを踏まえると、今後も量的指標も含めて両側面から評価する必要があると考える。

筋芽細胞の分化におけるケトン体とオキサロ酢酸の生理作用 ～栄養性ケトosisモデルを用いて～

基礎研究・実用技術領域

学 籍 番 号 2381004

氏 名 小貫勇司

指 導 教 員 名 乗鞍敏夫

I. はじめに

骨格筋は、損傷と再生のサイクルを絶えず繰り返すことで筋量を維持している。このサイクルのバランスが崩れると、筋量さらには筋機能が低下し、さまざまな疾患を引き起こす。超高齢社会において、加齢や低栄養に起因するサルコペニアが大きな問題となっている。サルコペニアは筋芽細胞の分化能の低下さらには筋形成の阻害に起因することが知られている（図1）。

細胞培養における培地は、生体内における間質液と同様に、細胞に栄養素を供給する役割を担っている。筋芽細胞の培養は、栄養素の濃度が間質液よりもはるかに高いDMEM培地が汎用されてきたため、生体内の代謝状態とは大きくかけ離れていた。したがって、栄養状態が筋芽細胞の分化に及ぼす影響はいまだ十分に明らかにされていない。

ケトン体は、おもに糖質が欠乏し、脂質の燃焼が亢進した栄養状態において合成され、糖質の代替エネルギー源として機能する。ケトン体の血中濃度は、通常の食事では0.1 mM程度であるが、長期間の絶食では7 mM、糖尿病性ケトアシドーシスでは25 mMにまで上昇する。このように、ケトン体の血中濃度は栄養状態や疾病状態に応じて大きく変化する¹⁾。

栄養性ケトosisとは、おもに低炭水化物食によりケトン体の血中濃度が最大5 mMまで上昇した状態であり、pHの変化をとみなわない生理的な栄養状態である。近年では、ケトン体サプリメントの摂取により、低炭水化物食のような極端な食事制限を行わなくても、栄養性ケトosisを達成することが可能になった。アスリートを対象とした介入研究では、ケトン体を含有する飲料の摂取により、アスリートの筋パフォーマンスが向上することが報告されている²⁾。

栄養性ケトosisは、クエン酸回路を活性化する作用メカニズムにより、筋パフォーマンスを向上させることが示唆されている³⁾。クエン酸回路の最初のステップは、オキサロ酢酸とアセチル CoA からクエン酸が生成される反応である（図2）。したがって、ケトン体がアセチル CoA に代謝され、その結果、クエン酸回路が活性化されるのであれば、我々はオキサロ酢酸が栄養性ケトosisの生理作用において重要な役割を果たしているのではないかという仮説を立てた。

これまでの筋芽細胞の培養実験は、高濃度のグルコースやアミノ酸を含む培地が使用されており、生理的な栄養状態とはかけ離れた条件で行われてきた。そのため、高血糖状態をとみなうケトosisについての医学的な研究は進展しているが、高血糖状態をとみなわないケトosisについての栄養学的な知見はいまだ十分得られていない。

本研究の目的は、筋芽細胞を用いて栄養性ケトosisモデルを構築し、ケトン体とオキサロ酢酸の筋肉における生理作用を明らかにすることである。

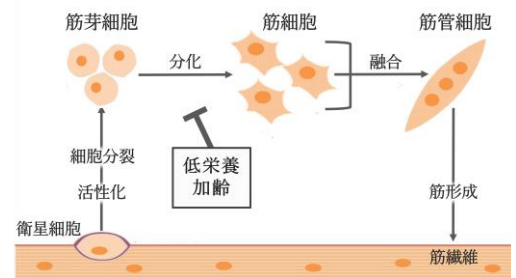


図1. 筋芽細胞の分化と筋形成

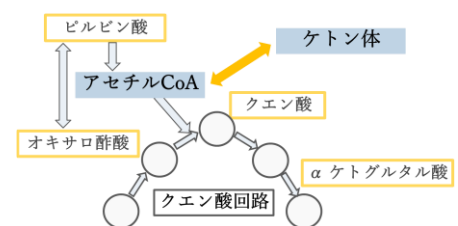


図2. クエン酸回路

II. 研究方法

1) 細胞培養

ラット由来の筋芽細胞 (L6 細胞) は、増殖培地 (グルコース 100 mg/dL を含む) でサブコンフルエントまで培養したのち、分化誘導培地 (ケトン体およびオキサロ酢酸を添加) で4日間の本培養をした。本培養には、従来のディッシュ (図 3-A) および疎水性メンブレンを装着したフラスコ (図 3-B) を用いた。

2) グルコース濃度の測定

Glucose Assay Kit-WST を用いて、グルコース量に応じ発色した WST ホルマザンの吸光度の測定からグルコース濃度を定量分析した。

3) リアルタイム PCR

細胞から抽出した Total RNA を cDNA に逆転写した後、SYBR Green を用いたリアルタイム PCR 法により、細胞内 mRNA 量を相対定量 ($\Delta \Delta C_t$ 法) した。

4) ミトコンドリア DNA のコピー数

リアルタイム PCR 法により、ミトコンドリア DNA とゲノム DNA を相対定量 ($\Delta \Delta C_t$ 法) した。

5) ATP 含量の測定

ルシフェラーゼ法により、細胞内の ATP 含量を測定した。

6) ウェスタンブロッティング

ウェスタンブロッティング法により、細胞から抽出したタンパク質を相対定量した。

7) 統計解析

一元配置の分散分析および Tukey-Kramer 法により群間の平均値の差を評価した。また、二元配置の分散分析により、ケトン体とオキサロ酢酸の筋芽細胞の分化の指標に及ぼす交互作用 (相乗効果) を評価した。

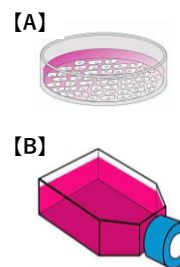


図 3. 培養条件

III. 結果・考察

従来のディッシュ (図 3-A) を用い、低グルコース濃度の培地で培養した場合、培地のグルコース濃度は細胞の消費によって 24 時間後には超低血糖状態 (70 mg/dL 未満) となった。本研究では、疎水性メンブレンフィルターを装着したフラスコ (図 3-B) を使用することで、培地量を従来の約 16 倍に増加させ、培地中のグルコース濃度の変化を緩やかに抑えられ、生理的な培地条件を構築することができた (図 4)。これにより、一般的に使用される高栄養状態 (高グルコース・高アミノ酸濃度) の培地から脱却し、栄養性ケトosis を模倣した培養条件が実現した。

分化誘導培地にケトン体を添加すると、筋芽細胞の分化マーカー遺伝子 (*Lmod2*, *Ckm*) およびタンパク質 (MHC IIb) の発現量、さらにミトコンドリア生合成のマーカー遺伝子 (*Cs*) の発現量が増加した。さらに、オキサロ酢酸はケトン体によるこれらの発現量を相乗的に増加させた。

栄養性ケトosis は、人を対象とした介入研究において、アスリートの筋パフォーマンス向上などの効果が明らかになりつつあるが、その詳しい作用メカニズムや高齢者におけるサルコペニア予防への適用は未解明である。サルコペニアの進行には筋芽細胞の分化阻害が関与している。本研究は、ケトン体とオキサロ酢酸が筋芽細胞の分化および筋形成を促進することを明らかにした。特に、ケトン体サプリメントの摂取や低炭水化物食による栄養性ケトosis の状態で、オキサロ酢酸が糖新生の原料として低血糖予防に寄与し、筋パフォーマンス向上をさらに強化する可能性が示唆された。本研究の結果は、栄養性ケトosis を安全かつ効果的に実現するための新たな戦略として、オキサロ酢酸の併用の有効性が示唆された。

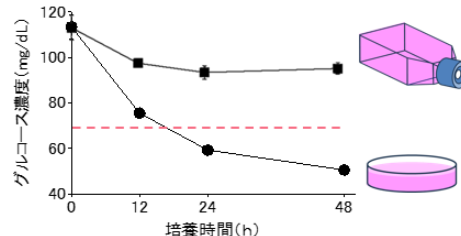


図 4. グルコース濃度の経時変化

IV. 引用文献

- 1) Nasser S, et al, World J Diabetes. 2020; 11: 584-595.
- 2) Mansor LS, et al, Front Physiol. 2020; 11: 613-648.
- 3) Horii N, et al, Med Sci Sports Exerc. 2023; 55: 1184-1194

1 型糖尿病ラットにおける常圧高濃度酸素暴露が 骨格筋内毛細血管及びミトコンドリア機能に及ぼす影響

基礎研究・実用技術領域

学 籍 番 号 2381007

氏 名 杉本 一生

指導教員名 李 相潤

I. 研究の意義・目的

Diabetes Mellitus (DM) は様々な臓器や組織に微小循環障害をもたらし、骨格筋組織内の Capillary-to-Fiber Ratio (C/F ratio) を低下させる (Horton and Barrett 2021; Dunford et al. 2017)。C/F ratio の低下は骨格筋の微小循環を阻害し (Machado et al. 2016)、DM 性骨格筋萎縮を合併するとともに筋収縮能を著しく低下させる (Dlamini and Khathi 2023; Mauricio et al. 2023; Xie et al. 2023)。また、DM は骨格筋内ミトコンドリア機能を示す succinate dehydrogenase (SDH) activity を低下させて代謝異常を呈する (Monaco et al. 2019; Kaikini et al. 2017; Deng et al. 2024)。つまり、DM による C/F ratio と SDH activity の低下は相互に影響し、筋組織における代謝機能を顕著に低下させることが示唆される。

高圧高濃度酸素暴露は血管新生の促進や、血中の溶解型酸素量及び結合型酸素の上昇によるミトコンドリア機能の改善に寄与する (Cannellotto et al. 2024)。DM における高圧高濃度酸素暴露では血管新生の促進や微小循環の改善、SDH activity の亢進による酸化的代謝能の改善が示されている。一方、高圧環境への暴露は気圧変化を強制し、内耳や肺胞の損傷などの有害事象が報告されている (Arslan et al. 2012; Ashworth et al. 2024)。それに対して常圧環境の高濃度酸素暴露は気圧変化を伴わずに、血管新生や血中酸素濃度の上昇、ミトコンドリア機能の改善などに寄与し組織と細胞の代謝機能を改善させる (Hadanny and Efrati 2020; Salvagno et al. 2022)。即ち、常圧高濃度酸素暴露は筋組織の特性を反映し、骨格筋内における毛細血管やミトコンドリア機能に影響し、DM における C/F ratio や SDH activity の改善に寄与すると考えられる。

本研究では、DM の改善に求められる知見を得ることを目的とし、常圧高濃度酸素暴露が DM の骨格筋における毛細血管やミトコンドリア機能への影響を検討した。

II. 研究方法

本研究は青森県立保健大学動物実験委員会の承認を得て、青森県立保健大学における動物実験に関する指針に則り実施した (Animal Ethics No. 23002)。実験動物は生後 7 週齢の Wistar 系雄性ラット (CLEA Japan, Inc., Japan) を使用し、無作為に Control 群 (CON 群, n = 7)、T1DM 群 (DM 群, n = 7)、T1DM + 40%酸素濃度暴露群 (DM40 群, n = 7)、T1DM + 50%酸素濃度暴露群 (DM50 群, n = 7) に分類した。T1DM モデルラット (DM ラット) は Streptozotocin (STZ, FUJIFILM Wako Pure Chemical Co., Japan) を腹腔内投与 (100mg/kg) して作成した。飼育環境は実験開始から終了まで室温 $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $55 \pm 5\%$ 、12 時間の明暗サイクルとした。実験動物のゲージ内の活動は自由とし、餌 CE-2 (CLEA Japan, Inc., Japan) と水も自由摂取とした。

常圧の環境では 30%より高い酸素濃度暴露が骨格筋の毛細血管新生やミトコンドリア機能の改善に影響する (Uzun et al. 2023; Fordy and Marshall 2012)。また、1 日当たり 1~4 時間、20~30 日間の高気圧での高濃度酸素暴露は、骨格筋のミトコンドリア機能が向上する (Cannellotto et al. 2024)。さらに常圧での高濃度酸素暴露実験について 60%以下の酸素濃度が実験動物における肺損傷、生存率に影響を与えないことが示唆されている (Minkove et al. 2023)。これらの結果から、本研究における高濃度酸素は 40%と 50%に設定した。DM40 群と DM50 群における常圧での高濃度酸素暴露は 1 日 1 回、60 分を同時刻 (AM 9:00-11:00) に 4 週間実施した。

実験終了後の筋組織の摘出について、Soleus muscle (Sol)、Extensor digitorum longus muscle (EDL)、Plantaris muscle (PM)を対象筋とした。実験動物は深麻酔の状態を確認した後に開胸した。開胸後は針を左心室に刺し、生理食塩水

にて灌流した後、直ちに筋組織を摘出した。摘出した筋組織は凍結組織切片作製用包埋剤 OCT compound (Tissue-Tek Co., USA) を注入した箱型アルミホイルに入れ、液体窒素にて冷却したイソペンタンを用いて急速凍結し、解析まで -80°C の超低温フリーザーに保存した。筋組織のプレパラート作成には、凍結切片作成装置クリオスターNX70 (PHC Co., Japan) を用い、 -20°C の環境下で $12\mu\text{m}$ の厚さの横断切片にスライスした。筋組織は1標本に対して3ヶ所から採集した。

骨格筋毛細血管の組織学的検索には Alkaline Phosphatase (AP) 染色を施した。AP 染色は Hansen-Smith et al. (1992) と Morifuji et al. (2021) の方法を用いた。AP 染色された切片はシステム生物顕微鏡 BX53 (Olympus Co., Japan) 及び顕微鏡用デジタルカメラ装置 DP-28 (Olympus Co., Japan) を用いて撮影した。その後、汎用画像処理ソフト WinROOF2022 (MITANI Co., Japan) を用いて顕微鏡画像から骨格筋の毛細血管数と筋線維数を計測し、C/F ratio を算出した。

骨格筋のミトコンドリア機能については SDH 染色を施した。SDH 染色は Martin et al. (1985) と Nachlas et al. (1957) の方法を用いた。SDH 染色によるミトコンドリア機能は汎用画像処理ソフト WinROOF2022 を用いて SDH activity の染色強度を測定した。

統計解析は R version 4.3.0 を用い、多群間の比較には一元配置分散分析と多重比較として Scheffé's の検定を行った。また、C/F ratio と SDH activity との関連については Pearson の相関係数を求めた。統計学的有意水準は5%とした。

III. 結果・考察

C/F ratio について Sol では CON 群と比較して DM 群が 30.4% 有意に低かった ($p < 0.001$)。また、DM 群と比較して DM40 群は 31.3%、DM50 群は 43.8% それぞれ有意に高かった (全て $p < 0.001$)。EDL の C/F ratio については、CON 群と比較して DM 群が 29.4% ($p < 0.001$)、DM40 群が 11.8% ($p < 0.05$)、DM50 群が 11.8% ($p < 0.05$) それぞれ有意に低かった。また、DM 群と比較して DM40 群は 25.0%、DM50 群は 25.0% それぞれ有意に高かった (全て $p < 0.01$)。PM の C/F ratio については CON 群と比較して DM 群は 21.7% 有意に低かった ($p < 0.01$)。

SDH activity の染色強度について、Sol では CON 群と比較して DM 群が 10.2% ($p < 0.05$) 有意に低く、DM40 群は DM 群と比較して 13.1% ($p < 0.01$) 有意に高かった。EDL の SDH activity については CON 群と比較して DM 群は 19.9% ($p < 0.01$) 有意に低かった。PM の SDH activity については CON 群と比較して DM 群が 22.5% 有意に低かった ($p < 0.001$)。また、DM 群と比較して DM40 群は 28.8%、DM50 群は 29.4% それぞれ有意に高かった (全て $p < 0.001$)。

C/F ratio と SDH activity 間における Pearson の相関係数については、Sol が $r = 0.328$ 、EDL が $r = 0.325$ の有意な正の相関を示した (全て $p < 0.05$)。

Hendrickse et al. (2019) は骨格筋の毛細血管密度について、解糖型筋線維より酸化型筋線維が有意に高いことを示した。本研究の骨格筋内の毛細血管について高濃度酸素暴露を行った DM ラットは酸化型筋線維が多い Sol と、中間筋線維及び解糖型筋線維で構成される EDL でそれぞれ C/F ratio が有意に高かった。即ち、常圧高濃度酸素暴露は解糖型筋組織の特性を有する骨格筋より、酸素との関連が高い酸化的リン酸化能を有する骨格筋内毛細血管の C/F ratio に顕著に影響する。

骨格筋内ミトコンドリア分布は毛細血管の形態に影響され、骨格筋内ミトコンドリア密度は酸化型筋線維で最も高く中間筋線維及び解糖型筋線維の順で小さくなる (Pathi et al. 2012)。さらに C/F ratio と SDH activity に関する先行研究 (Bosutti et al. 2015; Wüst et al. 2009) では、Sol で有意な正の相関を示したが、PM では有意な相関はなかった。本研究の高濃度酸素暴露を行った DM40 群と DM50 群では、Sol と PM における SDH activity がいずれも DM 群より有意に高かった。そして C/F ratio と SDH activity 間では Sol と EDL でそれぞれ有意な正の相関が見られた。即ち、本研究における DM ラットの常圧高濃度酸素暴露は SDH 活性の亢進に有意に影響した。また、常圧高濃度酸素暴露による C/F ratio と SDH activity は筋組織の特性によって相互に影響し、代謝機能の改善に寄与することが示唆された。

巧緻性を要する発揮筋力調節課題の学習過程における脳活動の変化

基礎研究・実用技術応用領域（コース）

学 籍 番 号 2381009

氏 名 高橋 碧希

指導教員名 渡邊 龍憲 准教授

I. はじめに

他国と比較して急速に高齢化が進んでいる本邦は超高齢社会へと突入し、高齢化率は今後も上昇していくと予想されている。それに伴って 65 歳以上の要介護認定者数は年々増加傾向であり、より効果的な対策が急務となっている。介護が必要となる原因としては、脳血管疾患が 2 位に挙げられており、脳血管疾患患者の半数は麻痺によって日常生活で頻繁に用いる上肢に運動障害を患っている。したがって、要介護を回避するためには、上肢の運動機能を取り戻すためのリハビリテーションを行い、在宅復帰を目指すことが重要になるが、現行のリハビリテーションでは機能回復が限定的となっている。実際、症状が中等度から重度の場合は発症前の 41%まで、軽度の場合でも発症前の 71%までしか繊細な動作が回復しないと報告されており、また、約 4000 名の脳血管疾患患者の入院時における麻痺側上下肢の運動機能と入院中の改善率を評価した研究では、入院時の初期評価、入院中の改善率ともに上肢遠位機能が 1 番低いと報告されている。すなわち、現在行われている麻痺側上肢に対するリハビリテーションによる改善効果は不十分であり、より有効なリハビリテーションの開発が必要と考えられる。

日常生活動作を行う上で重要な機能として、発揮筋力の調整が挙げられる。我々が営む日常生活において発揮する力を調節するという行為は意識せずとも行われているが、更衣動作や整容、食事、排泄後の清拭動作などの手指の巧緻性を要する日常生活動作では、発揮筋力の正確な調整機能が必須となる。したがって、脳血管疾患によって運動麻痺が生じた場合には、巧緻性を高めるリハビリテーションとして、ペグさしトレーニングやビーズ細工、洗濯ばさみを用いたつまみ動作の練習を行い、適切なタイミングに適切な大きさの筋力を発揮する能力を高めるが、このような発揮筋力調整機能の改善に関わる神経生理学的メカニズムは十分に解明されていない。特に、リハビリテーションで重要となる動作の（再）学習に関わる先行研究では、多くが視覚刺激に対する反応時間やキーボードの入力順の学習過程に関わる報告を行っており、日常生活動作において重要となる発揮筋力の調節を要する課題の学習について検討している文献は非常に限られている。よって、上肢に運動障害を持つ脳血管疾患患者に対する巧緻性の向上を目的としたリハビリテーションの質を高めるためには、発揮筋力調節の学習過程を神経生理学的に検討し、本分野の理解を深める必要がある。加えて、運動学習時には、運動学習を促すために成功体験が得られやすい低難易度から導入するとされており、臨床現場では対象者の状態や対象者の回復具合に適した難易度に適宜変更しながらリハビリテーションが進められるが、課題の難易度が運動学習の過程や関連する神経生理学的指標に与える影響は明らかになっていない。そこで、本研究では、脳波を用いて、手指を用いた巧緻的な発揮筋力調節課題の運動学習過程における脳活動の変化を明らかにし、さらにこれに対する学習課題の難易度の影響を解明することで、より効果的な脳血管疾患患者に対する上肢リハビリテーションの開発に向けた基礎データを提供する。

II. 研究方法と対象

【実験 1】発揮筋力調節課題の学習に関わる脳活動の検証

右利きの健康成人 18 名が実験に参加した。被験者は両肘掛け付きの椅子にリラックスした姿勢で座り、左の示指と母指の指腹で力変換センサーをつまむピンチ動作で発揮筋力調節課題を実施した。発揮筋力調節課題は以下の 4 つのセクションで構成された。①被験者は課題開始後 1~3 秒間は手指に力を入れずに待機した（安静段階）。②その後 PC モニターにピンチ力の強さによって垂直方向に移動するフォースバー（白色バー）を 2 秒間呈示した（運動準備段階）。③次に白色バーの上方にターゲットとなる 2 本のターゲットバー（緑色バー）を 3 秒間呈示した（運

動実行段階)。2本の緑色バーの間隔は一定で、フォースバーがちょうど入る広さであった。④最後にターゲットバーを赤色に変え、赤色バーを2秒間呈示した(運動停止段階)。被験者には、「ターゲット(緑色バー)が呈示されたらできる限り早く正確に力をターゲットに調節し、赤色に変化したらできる限り早く力を抜いてください」と教示した。安静から運動停止段階までの一連の流れを1試行とし、被験者は1ブロック50試行を9ブロック行った。初めに運動学習前の評価として2ブロック実施した。次に5ブロック発揮筋力調節課題を学習したのち運動学習後の評価として2ブロック実施した。運動学習の効果判定として学習前と学習後の各2ブロックを評価した。また、課題実施時には脳波を記録した。国際10-20法に従いFz、FCz、Cz、Pz、C3、C4に脳波用電極を装着し、基準電極を右耳朶に貼付した。運動パフォーマンスの評価として、ターゲットに対する反応時間、ターゲットまでの到達時間と速度、発揮筋力調節中の平均エラーおよび力の変動を算出した。脳活動の評価として、事象関連電位(event-related potential; ERP)、事象関連スペクトラム摂動(event related spectral perturbation; ERSP)を学習前後で比較した。運動パフォーマンスの統計解析には、対応のあるt検定を用いた。ERPの統計解析には、permutation testを、ERSPにはbootstrap法を用い、False Discovery Rate法による補正を行った。有意水準は5%とした。

【実験2】異なる難易度における発揮筋力調節課題に関わる脳活動の検証

右利きの健常成人17名が実験に参加した。実験2では、実験1をNormal条件とし、高難度(High条件)にした発揮筋力調節課題の学習過程における各指標を比較検討した。発揮筋力調節課題は実験1と同じ課題を用い、被験者の発揮筋力値に倍率をかけた値をフォースバーに反映させることで難易度を高めた。実験手順、環境、運動パフォーマンス指標、脳活動指標は、いずれも実験1と同様とした。運動パフォーマンスの統計解析には、難易度条件(Normal、High)と学習条件(学習前、学習後)を要因とした分割プロットによる分散分析を実施し、有意水準は5%とした。また、ERP、ERSPはともに難易度条件(Normal、High)ごとに統計解析を行い、多重検定によるタイプIエラーを軽減するため有意水準は1%とした。

III. 結果・考察

【実験1】

運動パフォーマンスは反応時間を除いた4つの指標で学習後に有意に向上した。脳活動については前頭領域(FCz)におけるN2振幅が学習後に有意に減弱し、頭頂領域(Pz)におけるP3振幅が有意に増大した。加えて感覚運動領域(Cz、C3、C4)の $\alpha \cdot \beta$ の事象関連脱同期(event-related desynchronization; ERD)が学習後に有意に増強したが、前頭領域(FCz)の随伴陰性変動(contingent negative variation; CNV)は有意差を認めなかった。前頭領域のN2振幅はなじみの薄い視覚刺激により誘発され、学習に伴って振幅が減少することから視覚刺激の処理に関わるとされる。また、頭頂領域のP3振幅はより多くの注意資源を必要とする際にその振幅が減弱することから、課題遂行時における注意資源を反映するとされる。加えて、感覚運動領域における $\alpha \cdot \beta$ ERDは運動実行中の皮質活動を反映するとされ、正確な運動を行う際に増強することが報告されている。よって、発揮筋力調節課題の学習により効率的に視覚刺激の処理や注意資源の配分が行われ、感覚運動領域の皮質活動が高まったことにより運動パフォーマンスが向上したと考える。

【実験2】

運動パフォーマンスはいずれの指標も交互作用を認めず、難易度条件、学習条件の主効果を認めた。High条件において反応時間、ターゲットまでの到達速度を除いた3つの指標で運動パフォーマンスが有意に低下し、反応時間を除いた4つの指標で学習後に有意に向上した。脳活動についてNormal条件におけるERPは実験1と同様の結果が得られた。また、High条件においてはいずれの指標においても学習後の有意な変化が観察されず、ERSPではNormal条件、High条件ともに感覚運動領域における $\alpha \cdot \beta$ ERDが学習後に有意に増強した。High条件では課題の難易度を高めるためにフォースバーとして反映される発揮筋力値を各試行で変更させた。そのため、視覚情報としての負荷が高く、視覚刺激の処理に学習前と学習後の同時点で同等の注意資源を要したと考えられる。したがって、High条件では学習による運動パフォーマンスの向上と $\alpha \cdot \beta$ ERDの増強が生じたにもかかわらず、N2振幅、P3振幅の変化が観察されなかったと考える。

認知的負荷がステップ動作開始時における予測的姿勢制御と関連脳活動に及ぼす影響

基礎研究・実用技術領域

学 籍 番 号 2381011

氏 名 南 航大

指導教員名 渡邊 龍憲

I. はじめに

超高齢社会を迎えた本邦では、健康寿命延伸・社会保障費削減という背景から、転倒予防の重要性が益々高まっている。実際、地域在住高齢者の約30%以上が、少なくとも年に1度は転倒を経験すると報告されており、転倒は大腿骨近位部骨折をはじめとした高齢者の骨折の主要因でもある。また、65歳以上の高齢者が要介護に至る要因の中で、転倒・骨折は第4位であり、全体の13.0%を占めている。したがって、健康寿命延伸および社会保障費削減を果たす上で、転倒をまだ経験していない高齢者の中から転倒予備軍を抽出する評価が重要であると考えられる。しかしながら、現行の転倒評価は早期の機能障害段階における転倒リスク抽出力は不十分であると報告されており、健康高齢者の中から転倒予備軍を抽出する転倒評価は確立されていない。

外的環境に対する素早いステップ反応は、転倒回避能力に関与する観点からも日常生活における安全な移動のために不可欠な機能である。高齢者に対する転倒リスクの要因として自発的なステップ動作の能力低下が指摘されており、ステップ動作の反応時間の遅延やステップ動作全体の遅延は、歩行速度などの一般的な転倒リスク評価に比べ、感度が高いことが報告されている。通常、ステップ動作で脚を一步踏み出す際には、重心が最初に遊脚側へ移動し、その後立脚側へ移動する。この最初の遊脚側への重心移動は予測的姿勢制御 (anticipatory postural adjustment: APA) と呼ばれており、重心を円滑に立脚側へ移動させる役割を果たす (下図 A)。近年、PC 画面上に左または右向きの矢印を呈示し、呈示された矢印と一致する脚からステップ動作を開始する選択的ステップ反応課題において、APA 開始時に通常とは逆に重心が立脚側へ移動してしまう現象 (予測的姿勢制御エラー (APA エラー)) が報告されている。APA エラーが出現すると、重心は立脚側、遊脚側、立脚側の順に移動するため、離地時間が遅延し、ステップ動作全体が延長する (下図 B)。また、APA エラーは認知的な要素との関連が報告されており、中でも転倒との関連性が強いとされる抑制機能が低下した高齢者では APA エラーの発現率が増大し、ステップ動作全体の延長が転倒に関係することから、APA エラーはバランス機能や転倒リスクの重要な指標と考えられている。さらに、近年では、高齢者の転倒リスクの指標として、ワーキングメモリや二重課題処理に関わる機能の重要性が指摘されており、ワーキングメモリに負荷がかかると抑制機能が低下することから、ワーキングメモリと抑制機能は密接に関連すると報告されている。したがって、抑制機能と密接に関わる APA エラーもワーキングメモリの影響を受ける可能性が示唆されるが、これを検証した報告は存在しない。本研究の目的は、ワーキングメモリを用いた認知的負荷が APA エラーに及ぼす影響を運動学的視点及び神経生理学的視点から明らかにすることで、健康高齢者の中から転倒予備軍の抽出を可能とする感度を高めた転倒リスク評価の開発に向けた基礎データを構築することである。

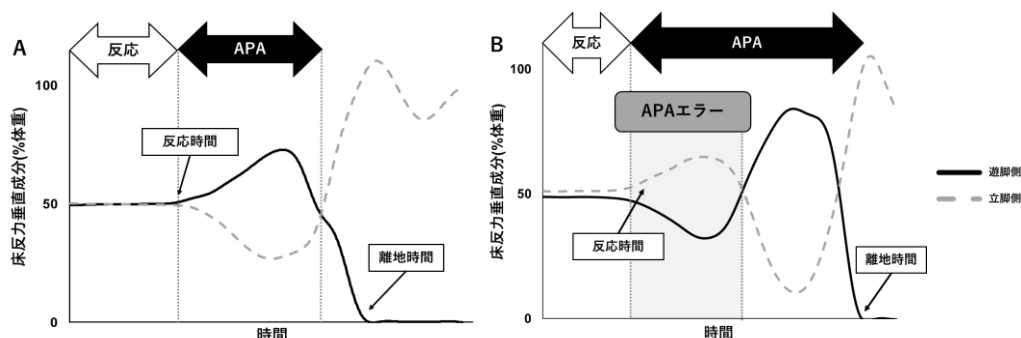


図. 通常のステップ動作 (A) と APA エラー発現時のステップ動作 (B)

II. 研究方法・対象・結果

実験1：ワーキングメモリを用いた認知的負荷がステップ動作開始時のAPAエラーの発現に及ぼす影響

右利き健常成人 16 名が実験に参加した。被験者は、快適な立脚幅で床反力計上に直立をとり、ステップ課題単独あるいは、ステップ課題をワーキングメモリ課題と同時に実施する二重課題を実施した。ステップ課題には以下の 3 種類を採用した。①単純反応時間 (Simple Reaction Time : SRT) 課題：左向きの矢印に対して左脚から始まるステップ動作 (左ステップ)、または右向きの矢印に対して右脚から始まるステップ動作 (右ステップ) をそれぞれ 10 試行実施する課題、②選択反応時間 (Choice Reaction Time : CRT) 課題：左向きの矢印と右向きの矢印をランダムに呈示し、矢印の向きと一致する脚から始まるステップ動作を 20 試行実施する課題、③Flanker 課題：一致条件と不一致条件からなる 4 種類の矢印 (一致：→→→→→, ←←←←←, 不一致：→←→←→, ←→←→←) をランダムに呈示し、中央に位置する矢印と一致する脚から始まるステップ動作を 40 試行実施する課題。二重課題条件では、被験者にステップ動作を実施する前に 1 桁 (低負荷) あるいは 6 桁 (高負荷) の数字を記憶するよう指示した (Sternberg 課題)。床反力計より得られたデータから APA エラー率、反応時間、離地時間を算出した。また、Flanker 課題において、一致条件と不一致条件の反応時間の差分を Flanker 効果として算出した。算出した各パラメーターに関して、ステップ課題条件 (SRT 課題、CRT 課題、一致条件、不一致条件) とワーキングメモリ負荷条件 (無負荷、低負荷、高負荷) を 2 要因とした反復測定二元配置分散分析を実施した。その結果、APA エラー率に関してステップ課題条件とワーキングメモリ負荷条件に有意な交互作用を認めた。事後検定の結果、不一致条件において、低負荷と比較して高負荷で APA エラー率は有意に増加した。一方で、反応時間および離地時間に関しては、ステップ課題条件のみに有意な主効果を認め、ワーキングメモリ負荷条件における主効果をおよび交互作用は認められなかった。単純主効果検定の結果、反応時間・離地時間ともに他のステップ課題条件と比較して、不一致条件で有意に延長した。

実験2：ワーキングメモリを用いた認知的負荷がステップ動作開始時の脳活動に及ぼす影響

右利き健常成人 6 名が実験に参加した。ステップ課題は、実験 1 にてワーキングメモリ負荷による影響を認めた Flanker 課題とし、ワーキングメモリ課題は Sternberg 課題とした。Flanker 課題は一致条件および不一致条件からなる 20 試行を 1 ブロックとし、ワーキングメモリ低負荷と高負荷でそれぞれ 8 ブロックずつ実施した。国際 10-20 法に基づいて 64 チャンネル脳波計を頭部に装着し、実験 1 と同様な実験手順および環境で課題を実施した。床反力計より得られたデータより、APA エラー率、反応時間、離地時間を算出し、ステップ課題条件 (一致・不一致) とワーキングメモリ負荷条件 (低負荷・高負荷) を要因とした反復測定二元配置分散分析を実施した。また、脳波データより事象関連電位を算出し、各電極の p 値の算出には Bootstrap 法、多重比較の補正には FDR 法を用いた。その結果、APA エラー率、反応時間、離地時間ともにステップ課題条件による主効果のみ認め、ワーキングメモリ負荷条件による主効果および交互作用は認めなかった。単純主効果検定の結果、すべてのパラメーターに関して、一致条件と比較して不一致条件で有意に高値を示した。事象関連電位に関して、FCz における刺激呈示後 200ms 付近の負の振幅 (N2) において、ステップ課題条件とワーキングメモリ負荷条件による有意な交互作用を認めた。事後検定の結果、ワーキングメモリ高負荷条件において、一致条件と比較して不一致条件で有意な N2 振幅の増加を示した。

III. 考察・結論

本研究により、ワーキングメモリ負荷の増大は選択的注意や抑制機能を要する Flanker 課題の不一致条件における APA に影響し (実験 1)、不一致条件における N2 振幅を増大することが明らかとなった。N2 振幅の増加は、葛藤抑制を反映していると考えられている。葛藤抑制とは、不適切な反応を抑制し、適切な行動を選択する認知過程であり、前帯状皮質と背外側前頭前野が関与すると考えられている。特に競合状態におけるエラーの検出には (Flanker 課題における不一致条件)、前帯状皮質が中心的な役割を果たし、検出した情報は背外側前頭前野へ連絡されるが、この過程を反映しているのが N2 と考えられている。また、ワーキングメモリは思考や行動を監視し調整する一連の認知過程である実行機能の中核をなす要素であり、主に背外側前頭前野、前帯状皮質を含む前頭頭頂ネットワークが関与すると考えられている。したがって、ワーキングメモリ負荷の増大により、不一致条件に対する葛藤抑制が増大 (N2 振幅の増大) し、その結果、APA エラーの発現増大に寄与したことが考えられる。

マイクロプラスチックの毒性と投与量の関係および食物繊維との相互作用

基礎研究・実用技術領域

学 籍 番 号 2381012

氏 名 吉水 春菜

指導教員名 井澤 弘美

I. はじめに

マイクロプラスチック（以下、MP とする）は 5mm 以下の微細なプラスチックのことであり、環境汚染物質として近年注目されている。MP はプラスチック廃棄物が自然環境中で酸化・分解されることで生成される。MP は食物連鎖によって蓄積・濃縮した食物の摂取、空気吸入、皮膚接触などの様々な経路によってヒトの生活環境へ侵入しており、食物摂取が主要な経路とされている。最近の研究では、ヒトの糞便サンプルに MP が含まれていることが明らかとなっており、ヒトが飲食を介して MP に曝露されていることが示唆された。実験動物における MP の影響に関する研究もいくつか行われており、MP を摂取させたマウスは、空腹時血糖とインスリン値が上昇し、肝臓、腎臓、および腸に MP が蓄積し、さらに脂質代謝障害と肝炎を引き起こす。MP は腸内細菌叢にも影響を与えており、脂質代謝との関連も示唆されている。このように MP の摂取による様々な毒性影響が示唆されているが、これらの報告のほとんどは単一濃度の MP 投与によるものであり、MP の投与用量の違いによる毒性影響に着目した研究は少ない。また、MP はすでに自然環境を汚染していることが明白であり、環境中から完全排除することは難しい。そこで MP を摂取してもその毒性を軽減できることを示すことも今後において重要である。摂取された MP は脂質代謝障害などの毒性を発揮すると示唆されているが、MP が体内に吸収される前に排泄されれば、その毒性を軽減することができると考えられる。食物繊維は、食後の糖や脂肪の吸収抑制作用、便量増加作用、有害物質吸着作用、および整腸作用などが知られている。そこで、食物繊維は MP を吸着することで MP の体内への吸収を抑制し、MP を体外に素早く排泄させる作用があるのではないかと仮説を立てた。

本研究では、①MP の毒性と投与量の関係、②MP の毒性と食物繊維との相互作用についての 2 つの研究を行った。研究 1 では、異なる 3 濃度に調製したポリスチレン MP 懸濁液をマウスに 12 週間経口投与し、マウスの生育、糖および脂質代謝、肝および腎機能について投与量の違いによる毒性影響を検討した。研究 2 では、食物繊維を強化した飼料を摂取させたマウスに、毒性が発現する量の MP 懸濁液を 12 週間経口投与し、マウスの生育、糖および脂質代謝、肝および腎機能、および糞中の MP を分析することで、MP の毒性と食物繊維との相互作用について検討した。

II. 研究方法

研究 1：MP の投与用量の違いによる毒性発現への影響についての検証

雄の ICR マウスを馴化飼育後、対照（Vehicle）群、低用量（Low-dose）群、中用量（Middle-dose）群、および高用量（High-dose）群の 4 群（n=7）に分け、蒸留水（V 群）、14 µg/0.5 mL（L 群）、140 µg/0.5 mL（M 群）、および 1,400 µg/0.5 mL（H 群）の各用量に調製した MP 懸濁液を 3 回/週、0.5 mL/回で強制経口投与し 12 週間飼育した。MP は SIGMA 社のポリスチレンマイクロ粒子（φ1 µm）を使用した。飼育期間中の 2、4、8、および 12 週目に経口ブドウ糖負荷試験（OGTT）を実施した。飼育終了後に深麻酔下で解剖し、採血および臓器を摘出し、臓器重量の測定および各種生化学分析を行った。血糖調節関連の指標として、血糖、血中インスリン、HOMA-IR、HOMA-β を分析した。脂質関連の指標として、血中および肝臓中 TG、血中 Total-Chol、LDL-Chol、HDL-Chol について分析した。肝機能の指標として AST および ALT、腎機能の指標として血中 CRE および BUN を測定した。酸化ストレス関連の指標として肝臓の Total-SOD および MDA を測定した。

研究 2：MP の毒性と食物繊維との相互作用

雄の ICR マウスを馴化飼育後、N 群（普通飼料）、MP 群（MP+普通飼料）、MP+CEL 群（MP+セルロース強化飼料）、MP+PEC 群（MP+ペクチン強化飼料）、および MP+CTS 群（MP+キトサン強化飼料）の 5 群（n=5 または 6）

とした。蒸留水または 140 µg/0.5 mL に調製した MP 懸濁液を 3 回/週、0.5 mL/回で強制経口投与し 12 週間飼育した。MP は研究 1 と同様のポリスチレンマイクロ粒子 (φ1 µm) とした。飼育期間中の 8、12 週目に経口ブドウ糖負荷試験 (OGTT) を実施し、9~12 週の各週に代謝ケージにて糞および尿 (24 時間) を回収した。飼育終了後に深麻酔下で解剖し、採血および臓器を摘出し、生化学分析、臓器重量の測定を行った。組織学的分析用の臓器 (肝臓) はパラフィン包埋し、ヘマトキシリン・エオシン (H&E) 染色した。その他の臓器は -80°C で保存した。血糖調節関連の指標として、血糖、血中インスリン、HOMA-IR を分析した。脂質関連の指標として、血中および肝臓中 TG、血中 Total-Chol、LDL-Chol、HDL-Chol を分析した。肝機能の指標として AST および ALT、腎機能の指標として血中および尿中 CRE および BUN を測定した。盲腸内容物に含まれる短鎖脂肪酸 (酢酸、プロピオン酸、n-酪酸) は高速液体クロマトグラフィー (HPLC) にて測定した。糞中の MP は、糞中の未消化有機物等を過酸化水素で酸分解しフィルター (孔径 0.22 µm) でろ過した後にフィルター上の分解残渣をラマン分光光度計にて測定した。

測定データは、平均±標準誤差として示した。統計分析は SPSS を用い、一元配置分散分析によって実行し、その後の検定として Tukey 検定を行った。

Ⅲ. 結果・考察

研究 1 について、飼育期間中の OGTT は群間に有意差はなかった。解剖時の血中グルコース濃度は M 群より L、H 群で有意に低値、血中インスリン濃度は V 群より H 群で有意に高値だった。HOMA-IR は M 群が L 群より有意に高値だった。肝臓重量とその相対重量は L、H 群が V、M 群よりも有意に低値だった。腎臓重量とその相対重量、および精巣重量とその相対重量は群間で有意差はなかった。血中 TG および肝臓中 TG は V 群より投与群全てで有意に低値であり、Total-Chol、LDL-Chol、HDL-Chol は 4 群間で有意差はなかった。CRE は 4 群間で有意差はなく、BUN は V 群より H 群で有意に低値だった。AST は H 群が L 群よりも有意に高値であり、肝臓の Total-SOD および MDA は群間に有意差はなかった。ALT は全群とも測定限界以下だった。

これらの結果から、12 週間の MP 曝露は、糖および脂質代謝、肝障害を引き起こすが、その毒性は用量依存的ではなく、各用量において異なる毒性を持つことが示唆された。

研究 2 について、飼育期間中の OGTT、解剖時の血中グルコース濃度、血中インスリン濃度、および HOMA-IR は群間に有意差はなかった。肝臓重量は MP+CEL 群が N 群と MP 群より有意に低値、MP+CTS 群が N 群より有意に低値だった。相対肝臓重量は MP+CEL 群が N 群より有意に低値だった。腎臓重量は MP+PEC 群と MP+CTS 群が N 群より有意に低値だった。相対腎臓重量は MP 群と MP+PEC 群が N 群より有意に低値だった。精巣上体脂肪重量は MP+PEC 群と MP+CTS 群が N 群と MP 群より有意に低値だった。相対精巣上体脂肪重量は MP+PEC 群と MP+CTS 群が N 群と MP 群より有意に低値だった。Total-Chol は MP+PEC 群が MP 群より有意に低値であり、血中 TG、LDL-Chol、HDL-Chol については群間に有意差はなかった。肝臓中 TG は、MP+PEC 群が MP 群より有意に低値だった。AST は MP+CEL 群が N および MP 群よりも有意に高値であり MP+CTS 群が MP 群よりも有意に高値だった。ALT は群間に有意差はなかった。血中および尿中 CRE および BUN は群間に有意差はなかった。H&E 染色による肝臓の組織学的分析では、各群において肝臓組織構造の大きな損傷はみられなかった。しかし MP 群において顕著に細胞内の非染色部 (脂肪滴) の面積が広いことが確認されたため、非染色部の面積率 (簡易的な脂質蓄積率) を解析したところ、MP 群が他の 4 群と比較して有意に高値だった。盲腸内容物の短鎖脂肪酸量 (酢酸、n-酪酸、プロピオン酸の合算) は MP+PEC 群が N および MP 群よりも有意に低値だった。糞中の MP を測定したところ、MP は検出されなかった。

これらの結果から、食物繊維には MP 排泄促進作用が認められなかった。また、臓器重量、AST および盲腸内容物の短鎖脂肪酸量に対して、食物繊維が MP 毒性の増強作用を持つことが示唆された。しかし、ペクチンが Total-Chol、および肝臓中 TG などの脂質関連指標を有意に低下させたため、脂質関連に対する MP 毒性に対しては、ペクチンが MP 毒性の軽減作用を持つことが示唆された。つまり、食物繊維は MP 毒性ターゲットごとに異なる相互作用を持つ可能性が考えられた。

