

ミン学会第8回年会. 習志野, 1月.

- 7) 平野和宏, 中原直哉, 山内秀樹, 平塚理恵, 山口眞紀, 竹森 重. 低強度の遠心性収縮は反復してもサルコメア構造に分子レベルでほとんど影響を与えない (Repetitive low-intensity eccentric contraction has little effect on sarcomere structure at a molecular level). 2016年度量子ビームサイエンスフェスタ (第8回 MLF シンポジウム・第34回 PF シンポジウム). つくば, 3月.
- 8) 山澤徳志子, 村山 尚<sup>1)</sup>, 大城戸真喜子, 山口眞紀, 山内秀樹, 竹森 重, 櫻井 隆<sup>1)</sup> (<sup>1)</sup>順天堂大), 大野哲生. 骨格筋に対するポリアミンの効果 (Effects of polyamines on skeletal muscles). 第94回日本生理学会大会. 浜松, 3月. [J Physiol Sci 2017; 67(Suppl.): S168]
- 9) 平野和弘, 山内秀樹, 中原直哉, 平塚理恵, 山口眞紀, 竹森 重. X線回折法から評価した低遠心性収縮負荷後の筋節内微細構造変化 (Evaluation by X-ray diffraction of minute structural change in the sarcomere due to the mild-intensity eccentric contraction). 第94回日本生理学会大会. 浜松, 3月. [J Physiol Sci 2017; 67(Suppl.): S169]

## 宇宙航空医学研究室

教授: 南沢 享 循環生理・病態学

### 教育・研究概要

#### I. 教育概要

2016年度に本研究室は以下の課目を担当した。

医学科: 機能系実習 (生理学実習), 症候学演習  
看護専門学校 (慈恵看護専門学校): 解剖生理学 (講義)

#### II. 研究概要

##### 1. 長期宇宙滞在飛行士の姿勢制御における帰還後再適応過程の解明

長期宇宙滞在からの帰還後の宇宙飛行士における下肢骨格筋ならびに体性感覚の適応過程を観察し、宇宙飛行士の帰還後のリハビリテーション法に貢献できるデータを取得している。この研究は、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) との共同研究として行われており、長期間国際宇宙ステーションに滞在した宇宙飛行士を対象に、宇宙滞在前後で1) 下肢拮抗筋の筋活動パターンの比較, 2) 下肢骨格筋の血流量変化, 3) 重心動揺バランス変化, を観察している。すでに5名の飛行士から全データを取得し、解析中である。それらのデータから、歩行動作には帰還直後でも顕著な違いは認められないが、重心動揺バランス時に用いる骨格筋の組み合わせは帰還後数ヶ月経過してもコントロールレベルと異なることが判明している。

##### 2. 長期宇宙滞在宇宙飛行士の毛髪分析による医学生物学的影響に関する研究

毛髪は、生体の一部でありヒトの外部環境応答や体内動態を知るためのよい材料である。特に毛根部は、ストレスなどの様々な外部要因に敏感に応答することから、そこから抽出される分子を分析することにより、生体影響を分子 (遺伝子・タンパク質) レベルで解析することができる。また、毛幹部では体内含有微量元素の短期および長期変動が記録されていくため、毛幹の特定位置における含有元素を解析することにより、ある特定時期の生体の状態を知ることができる。宇宙環境では、様々な要因が身体的・心理的なストレス負荷となることが知られているが、その客観的な判定指標は必ずしも確立されていない。そこで宇宙における医学生物学的影響を判定する手段として、簡便でサンプルも得やすい毛髪を用いた分析を行っている。長期宇宙滞在宇宙飛行

士の毛根を解析した結果、毛髪成長に関連する遺伝子が宇宙滞在中に増加していた。この結果は、PLoS One に発表をした。また、毛幹分析結果については、論文にまとめ現在投稿準備中である。

### 3. 温熱刺激が骨格筋に及ぼす影響の検討

長期宇宙滞在に伴い骨格筋（特に遅筋の性質を有する抗重力筋）の量および発揮張力は減少する。骨格筋の微小重力環境への適応は、宇宙飛行士が再び重力環境に暴露されることを想定すると好ましいものではない。したがって、国際宇宙ステーション（ISS）に滞在する飛行士は、1日約2.5時間、週に6～7日の運動を実施することにより骨格筋の特性維持に努めている。しかし、これまでの運動機器の改良等により、この運動の効果は高まってきているものの、骨格筋の変化を完全に抑えるまでには至っていない。現在のISSミッションでは、筋機能が低下した飛行士も地上へ帰還した後に専門家のサポートの下で身体機能を回復させることができるが、今後の月・火星探査ミッションでは、飛行士は自力で重力環境に再適応しなければならないため、宇宙滞在中に生じる骨格筋の特性変化を可能な限り抑えることが重要である。そのためには、宇宙滞在中でも骨格筋を効率的に刺激できる新たな手法・装置の開発が必要となると考え、生体外からの温熱刺激に着目し、その有効性を検証することを目的に研究を行っている。

## 「点検・評価」

### 1. 教育

長年、研究室を主導してきた須藤正道教授の死去によって、2016年度は大幅な担当教科の縮小をせざるを得ない状況になった。一方、2016年度には米国NASAに留学中の寺田昌弘助教のもとへ、夏休み休暇を利用して2名の医学生（2年生と4年生）を派遣し、施設見学と共に実験補助を体験させた。

### 2. 研究

上述した研究テーマは、2名の助教が自ら発案し、JAXA、NASAなどとの共同研究を通じて、研究を推進している。寺田助教はNASAに留学が2年目となり、国内外研究機関との共同研究をさらに積極的に推進している。2016年度は各教員が文科省科研費などの獲得・継続によって、資金面では比較的安定した研究活動を行うことが出来た。研究活動の成果として、2016年度は原著英文論文3編（研究業績欄以外の2編は昨年度版に掲載済）を発信することが出来た。

### 3. その他の学外活動

社会的活動としては、引き続き、本研究室内に日

本宇宙航空環境医学会事務局が設置され、学会運営に貢献した。

## 研究業績

### I. 原著論文

- 1) Indo HP<sup>1)</sup>, Majima HJ<sup>1)</sup>, Terada M, Suenaga S<sup>1)</sup>, Tomita K<sup>1)</sup>, Yamada S<sup>2)</sup>, Higashibata A<sup>1)</sup>, Ishioka N<sup>1)</sup>, Kanekura T<sup>1)</sup> (<sup>1</sup>Kagoshima Univ), Nonaka I (NCNP), Hawkins CL (Univ Sydney), Davies MJ (Univ Copenhagen), Clair DK (Univ Kentucky), Mukai C<sup>2)</sup> (<sup>2</sup>JAXA). Changes in mitochondrial homeostasis and redox status in astronauts following long stays in space. *Sci Rep* 2016; 6: 39015.

### III. 学会発表

- 1) 大平宇志, 神山慶人<sup>1)</sup>, 金子祐樹<sup>1)</sup> (<sup>1</sup>有人宇宙システム). 宇宙飛行に伴う骨格筋の特性変化とその予防策の検討. 第62回日本宇宙航空環境医学会大会・日本宇宙生物科学会第30回大会合同大会. 長久手, 10月.