

宇宙環境での疾病と健康管理 -2010年(第1年度)研究チーム活動報告-

京都大学大学院人間・環境学研究科 石原昭彦、津田謹輔、神崎素樹、永友文子

神戸大学大学院保健学研究科 藤野英己、平田総一郎、三浦靖史

姫路獨協大学医療保健学部 村上慎一郎

名古屋女子大学家政学部 近藤浩代

金城大学医療健康学部 武田 功

大阪大学大学院医学系研究科 大平充宣

Diseases Induced in Space and Health Care

Akihiko Ishihara, Kinsuke Tsuda, Motoki Kouzaki, Fumiko Nagatomo

Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Kyoto 606-8501

E-mail: ishihara@life.mbox.media.kyoto-u.ac.jp

Hidemi Fujino, Soichiro Hirata, Yasushi Miura

Department of Rehabilitation Science, Kobe University Graduate School of Health Sciences, Kobe 654-0142

Shinichiro Murakami

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Care Science, Himeji Dokkyo University, Himeji 670-8524

Hiroyo Kondo

Department of Food Sciences and Nutrition, Nagoya Women's University, Nagoya 467-8610

Isao Takeda

Department of Physical Therapy, Kinjo University, Hakusan 924-8511

Yoshinobu Ohira

Graduate School of Medicine, Osaka University, Toyonaka 560-0043

Abstract: Exposure to microgravity induces atrophy and degeneration in neuromuscular system, osteoporosis, urolithiasis, and cataract. Furthermore, prolonged exposure to microgravity may cause a decreased oxidative metabolism, therefore suggesting development and progression in metabolic syndrome and lifestyle-related diseases, e.g., type 2 diabetes, hypertension, and hyperlipidemia. We examine the type and mechanism of diseases, which will be induced under microgravity conditions. In addition, we examine health care of astronauts under microgravity environments and after return to Earth for prevention and delay of diseases and maintenance of health and physical fitness.

Key words; Exposure to Microgravity, Health Care, Lifestyle-related Disease, Metabolic Syndrome, Rehabilitation

I. 研究目的

宇宙環境への滞在によって、神経・筋の変性や萎縮、骨粗しょう症、尿路結石、白内障などが生じる。滞在期間が長くなれば、有酸素的な代謝が低下して、メタボリックシンドロームや生活習慣病を発症する危険性も高くなると考えられる。

本研究では、宇宙環境への滞在で発症すると考えられる疾病の種類や原因を検討すること、どの

ような指標を用いて「健康管理」を行えば、宇宙環境で発症する疾病を予防・遅延できるのかを検討することを目的としている。

本研究では、先行研究を検索することによって、宇宙環境への滞在でどのような疾病を発症する危険性があるのかを把握して、そのメカニズムを検討する。さらに、宇宙環境で発症する病気を予防したり、遅延するためには、宇宙環境で生じる体

の変化をどのような方法でモニタリング（スクリーニング）して、どのような方法で対処（カウンターメジャー）すれば良いのかを明らかにして、宇宙飛行士に対する「健康管理」の具体的な内容を提案する。

II. 研究内容

宇宙環境では、「重力」、「放射線」、「磁気」などの程度が地上の環境とは異なる。これまでの研究では、宇宙環境への滞在によって、神経・筋の変性や萎縮、骨粗しょう症（以上は「無重力」による影響）、白内障（「放射線」による影響）などが報告されている。本研究では、宇宙環境への滞在によって、体にどのような変化が生じるのかを、先行研究を検索することによって把握・整理する。上記で得られた文献研究の結果から、宇宙環境に滞在することによって、どのような疾病を発症する危険性が高いのかを検討する。また、長期間の宇宙環境への滞在では、有酸素的な代謝が低下するので、メタボリックシンドロームや生活習慣病を発症する危険性が高いと考えられる。本研究では、これらに対する対処法を検討する。さらに、宇宙環境で生じた疾病が、地上への帰還後に宇宙飛行士の日常生活にどのような影響を及ぼすのかを研究することも重要である。

[宇宙環境利用の意義]

地上とは異なる宇宙環境で生活する宇宙飛行士には、宇宙環境に適応した体の変化が生じる。そのような変化の中で様々な疾病を発症したり、地上への帰還後に新たな疾病を発症する危険性が高くなると考えられる。

本研究は、宇宙環境で発症すると考えられる疾病を予測して、それを予防したり、遅延させるための方法（健康管理の内容）を確立することを目指している。さらに、宇宙環境において「健康管理」を行う上で必要な簡易装置の選定や開発を試みる。

本研究課題は、平成22年度に新規採択されたので、本年度は実験を行わなかった。今後、本研究が発展すれば、宇宙環境において「健康管理」を行う上で必要な簡易測定装置の操作のための実験を行ったり、宇宙飛行士の「健康管理」を実践する必要が生じる。これらの宇宙実験を遂行することによって、本研究の目的を達成できる。

[想定する宇宙実験]

平成22年度は、新規の提案になるので実験を

実施しないが、研究が発展すれば次年度以降に下記の実験を計画していく。

1. 放物線（パラボリック）飛行を用いた微小重力実験

「健康管理」を行う上で必要な簡易測定装置が微小重力の状態でも正確に作動するかどうかの確認を行う。測定装置の選定や開発は、平成22年度以降の研究成果に基づいて検討する。したがって、実験実施のための提案は、早くても平成23年度からの継続研究で行う。

2. 宇宙環境を用いた実験

宇宙飛行士を用いて、宇宙環境での「健康管理」を計画・実施する。さらに、宇宙環境において、「健康管理」を進める上で必要な簡易測定装置を宇宙飛行士に使用してもらう。これらの実験を実施するために、「1. 放物線（パラボリック）飛行を用いた微小重力実験」の終了後に新たな提案を行う（したがって、「2. 宇宙環境を用いた実験」については、早くても平成24年以降に研究計画を提出する）。

III. 今年度の活動報告

- 2010年6月 研究課題採択
- 2010年9月 第1回研究チーム会議
今後5年間の研究改革を立案した。
第1年度研究課題：宇宙環境で生じる骨格筋の萎縮とその予防
第2年度研究課題：骨格筋の萎縮に対する地上帰還後の効果的な回復
第3年度研究課題：宇宙環境で生じる骨粗しょうとその予防
第4年度研究課題：骨粗しょうに対する地上帰還後の効果的な回復
第5年度研究課題：宇宙環境で生じる白内障とその予防
- 2010年12月：第2回研究チーム会議
第1年度の研究課題について議論した。
 - 筋萎縮に関するメカニズムの検討（筋の種類や部位、宇宙環境への滞在期間による筋萎縮の程度の違い）
 - 筋萎縮と骨格筋を神経支配する脊髄神経細胞の変性との関係
 - 筋萎縮と血流量の減少との関係
- 2011年2月：第3回研究チーム会議
今年度の活動のまとめと報告書の作成

本研究は、日本宇宙航空研究開発機構の助成を受けた。

関連する発表論文

Nagatomo F, Gu N, Fujino H, Okiura T, Morimatsu F, Takeda I, Ishihara A. Effects of exposure to hyperbaric oxygen on oxidative stress in rats with type II collagen-induced arthritis. *Clinical and Experimental Medicine*, **10**: 7-13, 2010.

Gu N, Nagatomo F, Fujino H, Takeda I, Tsuda K, Ishihara A. Hyperbaric oxygen exposure improves blood glucose level and muscle oxidative capacity in rats with type 2 diabetes. *Diabetes Technology & Therapeutics*, **12**: 125-133, 2010.

Nagatomo F, Fujino H, Takeda I, Ishihara A. Effects of hyperbaric oxygenation on blood

pressure levels of spontaneously hypertensive rats. *Clinical and Experimental Hypertension*, **32**: 193-197, 2010.

Nishizaka T, Nagatomo F, Fujino H, Nomura T, Sano T, Higuchi K, Takeda I, Ishihara A. Hyperbaric oxygen exposure reduces age-related decrease in oxidative capacity of the tibialis anterior muscle in mice. *Enzyme Research* (on line), doi:10.4061/2010/824763, 2010.

Nagatomo F, Ishihara A, Sudoh M, Ohira Y. Growth-related changes in motoneuron properties of rats are not influenced by chronic exposure to 2-G. *Journal of Gravitational Physiology*, accepted.