

博士（人間科学）学位論文 概要書

## 航空機座席環境における下肢の血行動態の測定

Measurement of Blood Circulation in the Lower Limbs during  
Prolonged Sitting in a Mock-up of an Aircraft Cabin

2005年1月

早稲田大学大学院 人間科学研究科

小山 秀紀

Oyama, Hideki

研究指導教員： 野呂 影勇 教授

## 概要書

# 航空機座席環境における下肢の血行動態の測定

小山 秀紀

### 1. 本論文の主旨

本研究は、航空機座席環境を実験モデルとして、着座中の下肢の血行動態についてより良い理解を得るために行われた。その背景には、長時間の着座姿勢の継続は下肢の静脈に血栓ができることが指摘されている点にある。この病態は、深部静脈血栓症（deep vein thrombosis: 以下 DVT）と称され、致命的な肺動脈塞栓症を併発する場合がある。近年、DVT の症例が航空機内から報告が多数なされたことから、エコノミークラス症候群あるいは旅行者血栓症とも呼ばれ、社会的な問題となっている。血栓形成の危険因子は、血液凝固能の亢進、血流の停滞、血管壁の損傷、であることが知られている。ところが、現状では血栓形成の危険因子と航空機環境との直接的な因果関係については不明な部分も多いことから、血栓形成に与える機内環境の影響や、有効な予防法に関する研究が望まれている。

このような背景から、本研究では DVT のリスク予防を視野にいれた航空機座席について、人間工学的観点から、実際の応用場面を想定した評価を行うことを目的とした。評価にあたっては、下肢の血行動態、とくに静脈血流の停滞と姿勢の不動化に着目し、着座中に軽運動を行った場合の影響について検討を行った。本論文のために用いた測定手法は、椅子や着座姿勢に関する従来の評価研究とは異なるものである。すなわち、非侵襲的な測定方法として、近赤外線分光法（near-infrared spectroscopy : NIRS）に基づく組織血液量の測定、超音波 Doppler 法による静脈血流の測定、下肢の周径囲・容積の測定が応用された。また、実験装置として、機内客室環境と従来の航空機座席に加え、下肢と上体の軽運動を補助する座席を製作し、実験に用いられた。

以上のような今日的な課題に対して、新しい測定手法を導入し、DVT のリスク予防を視野にいれた座席と人間との関わりについて研究した結果をまとめたのが本論文である。

### 2. 本論文の概要

本論文は、6つの章より構成されている。

第1章では、DVT のリスク予防を視野にいれた航空機座席について、実際の

応用場面を想定した評価を行うことを目的としていることが述べられている。このような目的を達成するために、下肢静脈に関する基礎知識、血栓症の病態生理、航空機における血栓症の調査研究について述べている。また、現状の航空機座席の課題について調査を行った結果について述べている。

第 2 章では、本論文で用いた測定手法と実験機材の特徴について述べられる。ここでは、侵襲的・非侵襲的な血液循環測定法を挙げた上で、本研究で用いた、NIRS 法、Doppler 法、下肢の周径囲・容積計測の原理について述べている。また、実験機材として用いた、機内モックアップ環境と DVT 予防を意図して設計された改良座席の特徴について述べている。

第 3 章では、下肢と上体の軽運動を補助する改良座席を用い、長時間着座が下肢の血行動態に与える影響について検討した。ここでは、従来座席を対照とした。また、NIRS 法、Doppler 法、下肢の周径囲・容積計測から得られる測定値の相互関係を分析し、着座条件の違いによる下肢の血行動態を測定・評価が可能か検討した。結果より、着座中に軽運動を行うことによって、下肢の大伏在静脈の血行動態が活性化する傾向が認められ、足のむくみが顕著に抑制された。また、血流測定と容積・周径囲計測の併用は、NIRS から得られる測定値の解釈に有用であることを確認することができた。

第 4 章では、長時間着座中に中高年女性層の下肢筋内の末梢循環にどのような影響を与えるのか検討した。実験は、動的な背もたれを使った体幹後屈運動を挿入した条件と安静着座の条件が比較された。その結果、腓腹筋内の酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb) は、運動により有意に増加した。脱酸素化ヘモグロビン (deoxy-Hb) は、運動により減少し、その後、回復した。下肢の容積と周径囲の膨張率は、運動により抑制された。この結果から、着座中に上体の後屈運動を取り入れることは、下肢筋内の oxy-Hb に影響を与え、動脈血の流入増加と静脈還流を増加させることが示唆された。

第 5 章では、4 章の検証作業として、Doppler 法により深部静脈の本態である大腿静脈血流の測定を行った。その結果、直立姿勢に比べて、体幹後屈運動では、静脈血流速度が有意に増加し、下肢から心臓への静脈還流が増進することが示唆された。また、静脈還流促進作用という観点からは、体幹後屈と深呼吸との併用がより効果的であることが分かった。

第 6 章では、本研究で行った評価実験の概要と考察された知見についてまとめた。考察にあたっては、各章の実験結果より得られた知見に基づき、航空機座席環境において、DVT のリスクを軽減する座席の諸機能とその効果に関するヒューマンファクタをまとめた。また、今後の課題について述べた。