

論文の内容の要旨

氏名：小 西 透

専攻分野の名称：博士（医学）

論文題名：Changes in cerebral oxygen saturation and cerebral blood flow velocity under mild +Gz hypergravity

（軽度過重力環境下における脳内酸素飽和度と脳血流速度の変化）

長期間の宇宙滞在は無重力の影響により様々な生理学的変化が引き起こされるため、効率的な予防・軽減手段が望まれている。その1つとして、宇宙滞在中又は地球帰還後のリハビリテーションの際の軽度過重力（頭から足方向への人工重力）負荷の有用性が報告されている。しかし、先行研究で、軽度の過重力負荷でも持続時間が5分以上になると脳血流量が低下することが示唆された。そこで、将来の軽度過重力負荷の実用化に向け、「負荷中の脳循環の経時変化についてより詳細な基礎的データを得る」とともに、「負荷中の簡便な脳血流量モニタリング手段を得る」ことが重要と考えられた。その手段として、臨床現場で脳虚血モニタとして使用される近赤外分光計（NIRS）が、過重力環境でも有用ではないかと期待した。本研究では「軽度過重力負荷中、脳血流量の低下に応じてNIRSで計測した脳内酸素飽和度が低下する。」と仮説を立て、その検証のため、軽度過重力負荷中に経頭蓋ドプラ血流計（TCD）による脳血流速度とNIRSによる脳内酸素飽和度を同時測定し、それぞれの経時変化を評価した。

健康成人男性17名に対し、遠心人工重力装置による21分間の軽度過重力（+1.5Gz；地球重力の1.5倍）負荷を実施した。中大脳動脈の高さでの平均血圧（非観血的連続血圧計）、平均脳血流速度（TCD）及び脳内酸素飽和度（NIRS）について、+1.5Gz到達から5分毎の区間平均値を算出し、負荷前（安静座位）5分間の区間平均値からの経時変化を評価した。

21分間の負荷を完遂した15名の中大脳動脈の高さでの平均血圧は、負荷前に比して、負荷0-5分、5-10分で有意に低下したが、10-15分以降は有意差を認めなかった。平均脳血流速度は負荷開始直後から徐々に低下し、負荷5-10分以降、有意な低下が持続した。脳内酸素飽和度は負荷中を通じて有意な変化を認めなかった。失神前症状の出現により負荷を中止した1例では、血圧・脳血流速度低下に追従した脳内酸素飽和度低下を認めた。

本研究は、世界で初めてTCDとNIRSの同時計測により過重力環境での脳血流量の変化を検討したものである。TCDによる脳血流速度は、先行研究と同様の経時変化を認め、過重力環境下でもTCDにより実験レベルで再現性よく脳血流量の変化を評価できると考えられた。一方、仮説に反し、脳血流速度の低下に応じた脳内酸素飽和度の変化は認めず、軽度過重力環境ではNIRSによる実験レベルでの高精度な脳血流量評価は困難であると考えられた。負荷中の脳血流速度低下を脳内酸素飽和度低下として捉えることが出来なかった要因として、NIRSを脳血流量モニタとして使用するための前提条件（局所の動静脈血液比、ヘモグロビン濃度、脳活動量等の脳内酸素飽和度の数値に影響を及ぼす因子が計測中に変化しないこと）が過重力環境下では成立しないことが示唆された。一方、失神前症状を来すような著明な脳血流量低下を認める場合であれば、過重力負荷中であっても脳血流量低下を脳内酸素飽和度低下として検出できる可能性が示唆された。