

論文の内容の要旨

氏名：柳 田 亮

専攻分野の名称：博士（医学）

論文題名：遠心力による低強度過重力負荷中の動脈圧受容器心臓反射機能の変化

長期宇宙滞在では微小重力環境の影響を受けて、心循環系機能低下、筋萎縮、骨密度減少などの宇宙デコンディショニングが問題となる。遠心人工重力装置を用いて、頭から下肢（Gz 方向）へ低強度の過重力を繰り返し負荷しトレーニングすることで、その悪影響を予防できる可能性がある。そのため、低強度過重力の繰り返し負荷後に動脈圧受容器心臓反射機能が亢進することを検証した研究が多くある。一方、遠心人工重力装置による過重力負荷中は、過重力が低強度（1 Gz ～ 2 Gz）であっても、血液分布が下肢方向にシフトすることで中心血液量が減少し、その結果、動脈圧受容器心臓反射機能が減弱する可能性がある。しかし、過重力負荷中に動脈圧受容器心臓反射機能の変化を評価した研究は行われていない。本研究では、低強度過重力負荷中に動脈圧受容器心臓反射機能が減弱するという仮説の検証のため、1.5 Gz の過重力負荷中に動脈圧受容器心臓反射機能の変化を評価した。

健康男性被験者 16 名を対象とし、心電図、非観血的連続血圧計、カプノメーターを装着し、心電図波形、動脈圧波形、カプノグラムを記録した。一回心拍出量を Model Flow アルゴリズムにより算出した。また、動脈圧受容器心臓反射機能を血圧と心拍の自発変動から伝達関数解析とシーケンス法を用い算出した。遠心人工重力装置のキャビン内にて 15 分間の座位安静後にそのままの状態ベースラインデータ（1 Gz）を 6 分間測定した。その後、回転を開始し、1.5 Gz の過重力を 21 分間負荷し、最後の 6 分間を過重力負荷中データとした。

伝達関数解析とシーケンス法で得られた動脈圧受容器心臓反射機能の全ての指標はベースラインデータと比較して、1.5 Gz では有意に低下した（Transfer function gain in low frequency, GainLF: $14.4 \pm 2.2 \rightarrow 10.1 \pm 1.1$ ms/mmHg, $P=0.004$; Transfer function gain in high frequency, GainHF: $22.2 \pm 7.5 \rightarrow 12.4 \pm 3.5$ ms/mmHg, $P<0.001$; Up slope: $18.6 \pm 2.3 \rightarrow 12.7 \pm 1.6$ ms/mmHg, $P<0.001$; Down slope: $19.0 \pm 2.5 \rightarrow 13.2 \pm 1.8$ ms/mmHg, $P=0.002$ ）。さらに、一回心拍出量はベースラインデータと比較して、1.5 Gz では有意に減少した（ $88 \pm 5 \rightarrow 80 \pm 6$ ml, $P=0.025$ ）。

仮説の通り、Gz 方向の過重力負荷で中心血液量は減少し、動脈圧受容器心臓反射機能が減弱することが示された。よって、たとえ 1.5 Gz と低強度であっても過重力負荷中は、急激に低血圧が発生して眩暈や失神等の偶発症を招くリスクが高まると考えられる。そのため、このリスクの予防対策として、経口補水液の飲用、弾性ストッキングの着用や α 作動薬の前投与などが有用と思われた。

低強度の過重力負荷中に動脈圧受容器心臓反射機能を評価した。本研究の結果から、遠心人工重力装置を使った 1.5 Gz の過重力負荷中には、動脈圧受容器心臓反射機能が減弱することが示唆された。