

## 重力環境が前庭-動脈血圧応答に与える影響

岐阜大学大学院医学系研究科・生理学分野 安部 力, 田中邦彦, 栗津ちひろ, 森田啓之

### Effects of hypergravity load on vestibulo-cardiovascular reflex in conscious rats

Chikara Abe, Kunihiko Tanaka, Chihiro Awazu and Hironobu Morita

Department of Physiology, Gifu University Graduate School of Medicine, Gifu 501-1194

E-mail: chikaraman20@gmail.com

**Abstract:** The vestibular system is known to be highly plastic. Although there were some reports about the plasticity of the vestibulo-ocular and vestibulo-spinal reflexes, it is still unclear about the plasticity of the vestibulo-cardiovascular reflex. It is possible that the plasticity of the vestibulo-cardiovascular reflex is thought to be one of the reasons in the orthostatic intolerance of the space crew. In the present study, the plasticity of the vestibulo-cardiovascular reflex was demonstrated in conscious rats reared under 3 G environment for 2 weeks.

#### 【はじめに】

我々はこれまで、重力の変化に対する動脈血圧応答に前庭系が非常に重要な役割を持つことを報告してきた(前庭-動脈反射)(3, 4, 6)。前庭系は重力環境の変化によって可塑が引き起こされやすい器官とされている(2)。実際、これまで多くの研究者によって、前庭-動眼反射や前庭-脊髄反射の可塑性について調べられてきた。宇宙飛行士や長期臥床者において、起立性低血圧が起りやすい原因の一つに、前庭-動脈血圧反射の可塑性が関わっているのではないかと考えられている(7)。前庭-動脈反射の可塑性の可能性を調べるために、直線加速に対する動脈血圧応答と腎交感神経活動を、2週間3Gの環境下で飼育したラット(8-10w)と1Gの環境下で飼育したラットで比較した。

#### 【方法】

全ての実験は、測定器具を埋め込んだ意識下の Splague-Dawley ラット(8w)を用いて行った。X, Y, Z 方向直線加速に対する動脈血圧応答と腎交感神経活動を1G環境下飼育ラット(1-G; n=12), 2週間3G環境下飼育ラット(3-G; n=8), 前庭系を破壊して1G環境下で飼育したラット(1G-VL; n=9), 前庭系を破壊して2週間3G環境下で飼育したラット(3G-VL; n=7)の4群で調べた。

直線加速の方向は、tail-to-nose, nose-to-tail,

left-to-right, right-to-left, ventral-to-dorsal, dorsal-to-ventral の6方向であり、各直線加速を5回繰り返した。各直線加速のインターバルは30秒である。(Fig.1)

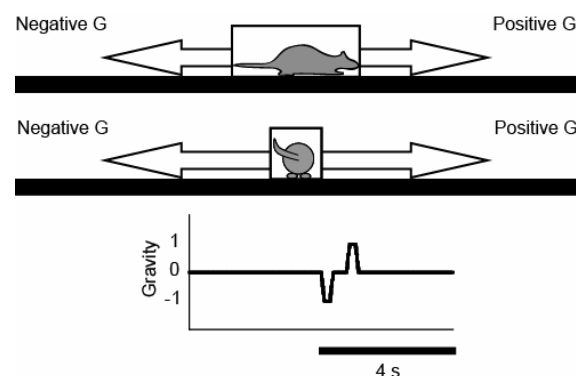


Fig. 1 The direction of the linear acceleration

#### 【結果】

各直線加速方向に対する動脈血圧応答および腎交感神経活動は、1G-VLと3G-VL群で有意に抑えられた(Fig.2)。このことから、直線加速に対する動脈血圧応答および腎交感神経活動は前庭系を介していると考えられる。また、3-G群でも各直線に対する動脈血圧応答および腎交感神経活動は有意に抑えられた(Fig.2)。

一方、前庭系を介さない昇圧反応を調べるために、エアージェット刺激に対する動脈血圧応答および、腎交感神経活動を調べた。これらの反応はすべての

群間で有意な差は見られなかった。

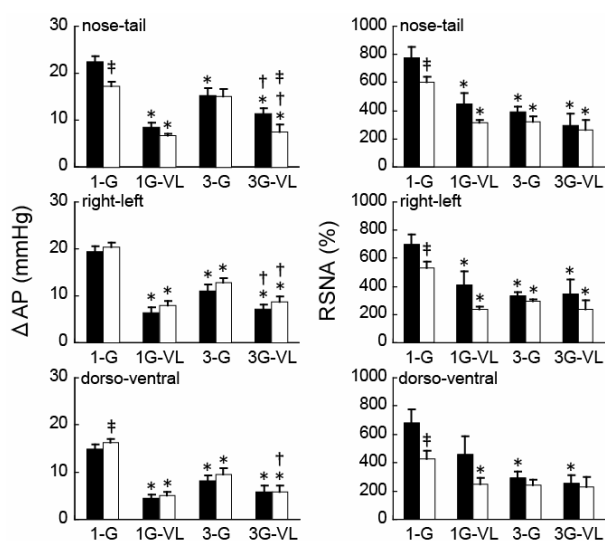


Fig.2 Filled bar show the tail-to-nose, left-to-right, or ventral-to-dorsal directions. Open bar shows the nose-to-tail, right-to-left, or dorsal-to-ventral directions.

\*: v.s. 1-G †: v.s. 3-G ( $P < 0.05$ )

### 【考察】

今回の実験では 1) 各方向の直線加速に対する動脈血圧応答および腎交感神経活動が前庭系を破壊することで抑えられること, 2) 3 G 環境下で 2 週間飼育することにより, 直線加速に対する動脈血圧応答および腎交感神経活動が抑えられること, 3) 前庭系以外を介する動脈血圧応答および腎交感神経活動は, 3 G 環境下で 2 週間飼育しても有意な低下が見られないことがわかった。

我々はこれまで, ラットを 3 G 環境下で 2 週間飼育することにより, 微小重力に対する動脈血圧応答が有意に抑えられることを報告してきた(1, 5)。今回の実験では, 6 方向の直線加速に対する応答が抑えられた。この動脈血圧応答および腎交感神経活動の抑制の原因についてはいまだ不明であるが, 我々の最近の実験結果から, 飼育期間中の前庭系の入力数の低下が原因ではないかと考えられる。2 週間 3 G 環境下飼育ラットでは 1 G 環境下飼育ラットと比較して, 飼育期間中の起立回数が有意に低下する。つまり, 重力の大きさは 3 G 環境の方が大きい, 起立回数の低下により前庭系への入力数が減少し, その結果,

前庭系に可塑が生じたのではないかと考えられる。

この可塑により, 前庭系を介する応答が変化したと考えられる。この可能性については, 今後調べていく必要がある。

### 【参考文献】

1. Abe C, Tanaka K, Awazu C, Chen H, and Morita H. Plastic alteration of vestibulo-cardiovascular reflex induced by 2 weeks of 3-G load in conscious rats. *Exp Brain Res* 181: 639-646, 2007.
2. Correia MJ. Neuronal plasticity: adaptation and readaptation to the environment of space. *Brain Res Brain Res Rev* 28: 61-65, 1998.
3. Gotoh TM, Fujiki N, Matsuda T, Gao S, and Morita H. Roles of baroreflex and vestibulosympathetic reflex in controlling arterial blood pressure during gravitational stress in conscious rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 286: R25-30, 2004.
4. Matsuda T, Gotoh TM, Tanaka K, Gao S, and Morita H. Vestibulosympathetic reflex mediates the pressor response to hypergravity in conscious rats: contribution of the diencephalon. *Brain Res* 1028: 140-147, 2004.
5. Morita H, Abe C, Awazu C, and Tanaka K. Long-term hypergravity induces plastic alterations in vestibulo-cardiovascular reflex in conscious rats. *Neurosci Lett* 412: 201-205, 2007.
6. Tanaka K, Gotoh TM, Awazu C, and Morita H. Roles of the vestibular system in controlling arterial pressure in conscious rats during a short period of microgravity. *Neurosci Lett* 397: 40-43, 2006.
7. Yates BJ, and Kerman IA. Post-spaceflight orthostatic intolerance: possible relationship to microgravity-induced plasticity in the vestibular system. *Brain Res Brain Res Rev* 28: 73-82, 1998.

### 【謝辞】

一連の研究は、日本宇宙フォーラム“宇宙環境利用に関する地上研究”の支援を受けて行った。