

前庭-動脈血圧応答低下に対する前庭電気刺激の効果

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, 森田啓之

The effect of electrical vestibular stimulation on the 3 G-induced attenuation of the vestibulo-cardiovascular reflex

Chikara Abe, Kunihiko Tanaka, and Hironobu Morita

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

E-mail: chikaraman20@gmail.com

Abstract: Recently, we have demonstrated that if the rats were reared under 3 G environment, the attenuation of the vestibulo-cardiovascular reflex was observed. It is possible that the 3 G-induced attenuation of the vestibulo-cardiovascular reflex might be due to the alteration of either the static inputs to the vestibular system or the phasic inputs to the vestibular system. We hypothesized that the electrical vestibular stimulation might prevent the 3 G-induced plastic alteration of the vestibulo-cardiovascular reflex if the alteration of the phasic inputs to the vestibular system was occurred. Thus, in the present study, we examined the linear acceleration-induced pressor response of conscious rats which were reared under 3 G environment with electrical vestibular stimulation.

【はじめに】

前庭系は重力環境の変化によって可塑が起こりやすい器官として知られている。我々はこれまで、過重力環境下でラットを飼育すると、前庭-動脈血圧応答の低下が見られることを報告してきた。(1-4)。前庭-動脈血圧応答の低下に対して2つの原因が考えられる。一つ目は、前庭系への static 入力の変化、すなわち重力の大きさそのものの変化が原因であること、二つ目は、前庭系への phasic 入力の変化、すなわち活動量の減少から、頭部や体を動かす際に生じる前庭系への入力の減少が原因であることである。実際、我々は予備実験で、過重力環境下ではラットの立ち上がり回数が減少していたことを証明した (Fig. 1)。このことから、前庭系への Phasic 入力が低下していることが示唆された。そこで今回我々は、前庭系への phasic 入力低下を電気刺激で補うことで、過重力曝露によって引き起こされる前庭-動脈血圧応答の低下を防ぐことができるかどうかを調べた。

【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(8 w)を用いて行った。尾側→吻側、吻側→尾側、左側→右側、右側→左側方向直線加速(2 G)に対する動脈血圧応答を1 G 環境下飼育ラット(1G; n=8)、前庭系を破壊して1 G 環境下で飼

育したラット(1G-VL; n=6)、6日間3 G 環境下飼育ラット(3G; n=8)、前庭系に電気刺激を行いながら6日間3 G 環境下で飼育したラット(3G-GVS; n=8)の4群で調べた。前庭系への電気刺激(GVS)の方法は、振幅: 10 μ A, 周波数: 2 Hz とし、1分間の GVS(on)と9分間の GVS(off)の繰り返しとした。

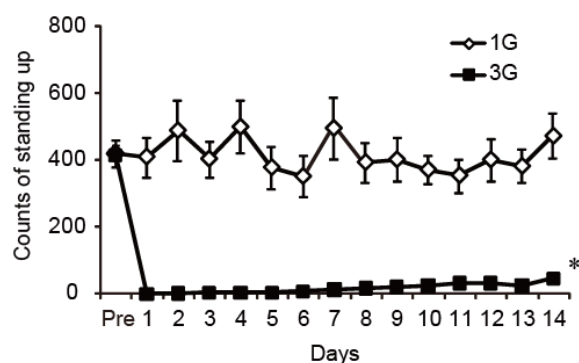


Fig. 1 The daily counts of standing up in 1G and 3G rats

【結果】

各方向への直線加速に対する動脈血圧応答は、1G-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は前庭系を介していると考えられる。また、3G 群でも各方向への直線加速に対する動脈血圧応答は有意に抑えられた (Fig. 2)。一方、3G-GVS 群では3G 群に比べ動脈血圧応答

は有意に増加し、1G 群との有意な差は見られなかった (Fig. 2)。

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。

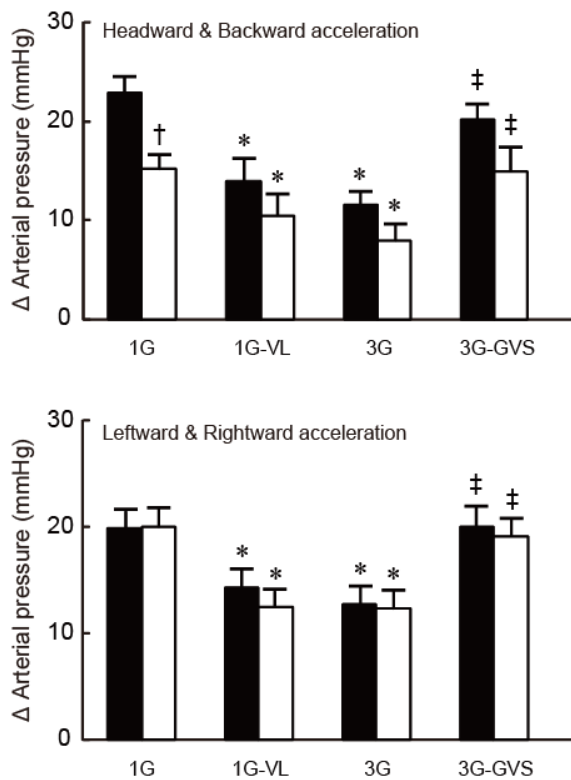


Fig.2 Filled bar shows the linear acceleration-induced pressor response in the tail-to-nose or left-to-right directions. Open bar shows the linear acceleration-induced pressor response in the nose-to-tail or right-to-left directions.

*: vs. 1G, †: vs. headward of 1G, ‡: vs. 3G ($P < 0.05$)

【考察】

今回の実験では 1) 直線加速に対する動脈血圧応答が前庭系を破壊することで抑えられること、2) 3G 環境下で 6 日間飼育すると直線加速に対する動脈血圧応答が低下すること、3) 前庭電気刺激によって、3G 環境下飼育で引き起こされる前庭-動脈血圧応答低下を防ぐことができること、4) 前庭系以外を介する動脈血圧応答は、3G 環境下で 6 日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、姿勢変化時 (臥位→立位) には

①下半身への血液シフトによる動脈血圧低下と、②前庭系への入力による昇圧応答によって動脈血圧が維持されているのではないかとすることを提唱してきた。宇宙飛行士や日常の活動が低下している高齢者では、起立性低血圧の発症率が高いという報告がある。宇宙飛行士や高齢者では前庭系への Phasic 入力の低下が起こっており、結果として生じる前庭系の可塑が前庭系を介する昇圧応答の低下を引き起こし、起立性低血圧を発症しやすくしているのではないかと考えられる。今回の実験の結果から、宇宙飛行士や高齢者に対して前庭電気刺激を行うことにより、起立性低血圧の発症を抑えることができるのではないかと考えられた。

【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. Abe C, Tanaka K, Awazu C, and Morita H. Impairment of vestibular-mediated cardiovascular response and motor coordination in rats born and reared under hypergravity. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 295: R173-180, 2008.
3. Abe C, Tanaka K, Awazu C, and Morita H. The vestibular system is integral in regulating plastic alterations in the pressor response to free drop mediated by the nonvestibular system. *Neurosci Lett* 445: 149-152, 2008.
4. 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.

【謝辞】

本研究は、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、平成 20 年度 宇宙環境利用科学委員会研究班ワーキンググループ、および特別研究員奨励費の助成を受けて行ったものである。