

roll 傾斜および横方向の直線加速度刺激に対する回旋性眼球運動

奈良県立医科大学 和田佳郎、産業技術総合研究所 小高泰、松田圭司、岩木直、京都大学 三浦健一郎、久代恵介、鹿内学、奈良先端科学技術大学院大学 柴田智広、東京工業大学 金子寛彦、広島市立大学 疋田真一、中部大学 平田豊、名古屋大学 田端宏充、京都府立医科大学 長谷川達央、ATR メディア情報科学研究所 水科晴樹、日野市立病院 五島史行、航空医学実験隊 栗田成雄

Ocular torsion responses to roll tilt and lateral linear acceleration

Yoshiro Wada

Nara Medical University, Kashihara, Nara 634-0813

E-Mail: wada@naramed-u.ac.jp

Yasushi Kodaka, Keiji Matsuda, Sunao Iwaki

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Ibaraki 305-8568

Kenichiro Miura, Keisuke Kushiro, Manabu Shikauchi

Kyoto University, Kyoto, Kyoto 606-8501

Tomohiro Shibata

Nara Institute of Science and Technology Kyoto University, Ikoma, Nara 630-0192

Hirohiko Kaneko

Tokyo Institute of Technology, Yokohama, Kanagawa 226-8503

Shinichi Hikita

Hiroshima City University, Hiroshima, Hiroshima 731-3194

Yutaka Hirata

Chubu University, Kasugai, Aichi 487-8501

Hiromitsu Tabata

Nagoya University, Nagoya, Aichi 466-8550

Tatsuo Hasegawa

Kyoto Prefectural University of Medicine, Kyoto 602-8566

Haruki Mizushina

ATR, Soraku-gun 619-0288

Fumiyuki Goto

Hino Municipal Hospital, Hino 191-0062

Naruo Kuwada

Aeromedical Laboratory, Sayama 350-1394

Abstract: We are studying on adaptive ocular responses in order to investigate the neural mechanism of sensory-motor plasticity in long-term space environment. In this symposium, we introduce one of our experiments, in which we examined ocular-counter rolling (OCR) caused by roll tilt and lateral linear acceleration to understand the mechanism of otolith organs as the sensor of linear acceleration using a unique experimental apparatus spatial disorientation in Aeromedical Laboratory. We found a difference between OCRs caused by roll tilt and lateral linear acceleration especially at smaller head angles (<45 degrees) relative to the gravity or the gravito-inertial acceleration. These results suggest a function of otolith organs.

Key words; Ocular torsion, Roll tilt, linear acceleration, gravity

1. はじめに

われわれは、「宇宙環境へ適応するための感覚—運動ゲインコントロール」というテーマで、生理学、工学、心理学的見地から研究をおこなっている。今回、その一環として実施している回旋性眼球運動 (ocular-counter rolling, OCR) をテーマとした実験について紹介する。

2. 目的

OCR は、重力に対する頭部の傾斜が耳石器を刺激することによって誘発されると考えられていることから、微小重力下の宇宙においては誘発されないとみなされていた。ところが予想に反して、1998年に実施された16日間の宇宙滞在中の遠心加速器を用いた実験において、横方向の直線加速度によりほぼ地上と同様のOCRが観察された。この理由は未だ不明であることから、今回われわれはOCRの基本的性質を検証する目的で、航空医学実験隊の空

間識訓練装置（図1）を用いて、roll 傾斜および横方向の遠心力に対する OCR の反応特性を比較した。

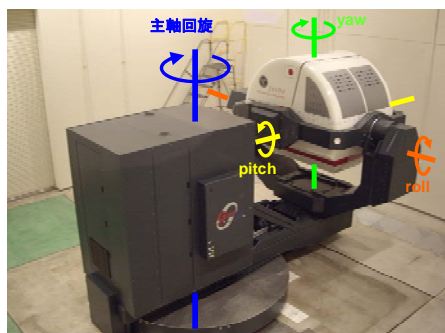


図1 空間識訓練装置

3. 実験方法

1) 対象

6名の健常成人（男性、30-49歳、平均37.0歳）を対象とした。

2) 刺激条件

被験者を航空医学実験隊の空間識訓練装置内に座位にてバイトバー、頭部固定装置、ネックカラー、5点式シートベルト、体部固定装置を用いて頭部、頸部、体幹を固定し、ゴーグル型眼球回旋撮影装置（Newopto）を装着した。次の2種類の直線加速度刺激を設定した。

roll 傾斜: 空間識訓練装置を左に roll 傾斜（0, 10, 20, 30, 45, 60, 75, 90度）させた。

横方向の直線加速度: 空間識訓練装置を直立させた状態で、被験者の左方向に遠心加速度（0, 0.18, 0.36, 0.58, 1.00, 1.73, 2.14 G）を負荷した。重力と遠心加速度との合力（GIA）と体軸との角度は、それぞれ 0, 10, 20, 30, 45, 60, 65度となる。

3) OCR の測定

刺激条件に達した後、完全に回転感と眼振が消失した状態（刺激開始1~2分後）で眼球回旋を測定した。実験終了後、虹彩紋裡を手がかりに手動にて眼球回旋角度を解析した。

4. 結果

図2の左は roll 傾斜に対する OCR、右は横方向の直線加速度刺激に対する OCR の6名（灰色）およびその平均（黒色）の結果であり、いずれも Gain（OCR/刺激角度）=0.1 を点線で示す。roll 傾斜に対する OCR の Gain は、重力と体軸の角度が10度の時に0.15と最も大きかったが、角度が大きくなるに従って小さくなり、45度では0.1、90度では0.07以下となった。一方、横方向の直線加速度に対する OCR の Gain は、GIA と体軸の角度が10度の時に0.1と最も大きく、それよりも角度が大きくなると小さくなるものの0.08~0.09程度であった。すなわち、刺激角度が45度以下では“roll 傾斜に対する OCR” > “横方向の直線加速度に対する OCR”であったが、45度を超えるとその関係が逆転した。

5. 考察

必ずしも roll 傾斜に対する OCR と横方向の直線加速度刺激に対する OCR は同じ反応特性を示さなかった。この結果は、OCR は重力あるいは GIA と体軸の角度のみによって決まるものではないことをあらわしている。今後、このような空間識訓練装置を用いた実験を進めることによって、OCR の決定要素を明らかにし、宇宙における OCR の機能的意義、さらには宇宙における耳石器機能の適応的変化について検討していきたい。

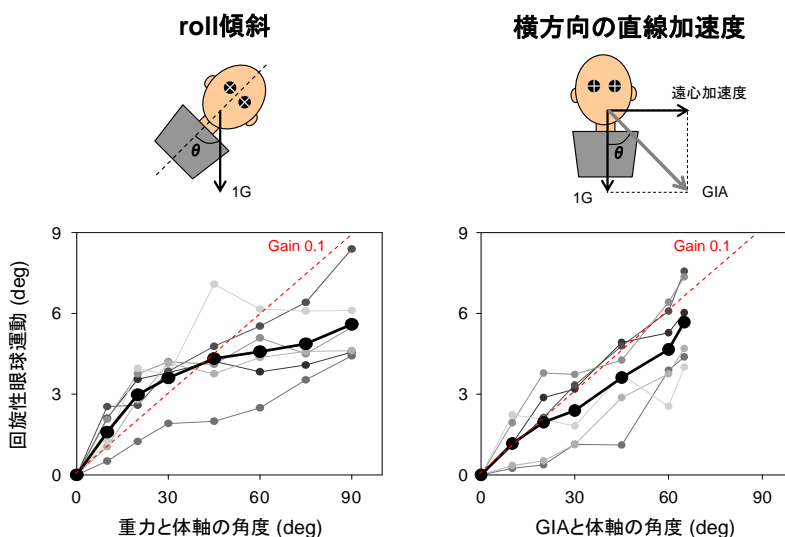


図2 OCR の結果