文章编号:1000-5404(2013)20-2151-04

论著

短期模拟失重对男性客体心理旋转能力的影响

朱填莉,张茜茹,段娇博,廖 扬,刘旭峰 (710032 西安,第四军医大学医学心理系)

[摘要] **目的** 探讨短期失重对男性客体心理旋转能力的影响。**方法** 从某军医大学招募16名男性志愿者(年龄24~31岁)参加72 h HDT实验,分别在HDT前1 d(HDT/0D)和连续HDT 3 d(HDT/1D、HDT/2D、HDT/3D)完成以客体字母"F"图片为刺激的客体心理旋转测验,进行行为数据和事件相关电位(Event related potential,ERP)数据采集与分析。**结果** 刺激图片的旋转角度与反应时间存在显著的线性关系,从HDT/0D到HDT/3D,心理旋转反应时间随角度变化的线性拟合截距未达到统计学差异水平[$F(3,45)=1.216$,$P=0.309$],拟合斜率亦未达到统计学差异水平[$F(3,45)=0.235$,$P=0.817$]。ERP结果表明,旋转角度的主效应显著[$F(3,45)=44.478$,$P<0.01$],4种角度的刺激图片所诱发的P300平均波幅差异显著($P<0.05$);HDT时间因素的主效应显著[$F(3,45)=6.585$,$P=0.004$],HDT/0D与HDT/1D间片00平均波幅的差异显著($P<0.05$),其他时间点间无统计学差异($P>0.05$)。**结论** 模拟失重并未改变个体心理旋转进程,旋转角度越大所需要的反应时越长,所需要的认知资源也越多。但是,HDT后个体心理旋转能力呈现先下降后恢复的现象,提示脑功能可能存在失重生理效应作用下的自适应变化。

[关键词] 模拟失重;心理旋转;事件相关电位;平均波幅
[中图法分类号] R395;R852.22 [文献标志码] A

Effect of short-term simulated microgravity on man′s ability in object mental rotation test

Zhu Tianli, Zhang Qianru, Duan Jiaobo, Liao Yang, Liu Xufeng (School of Medical Psychology, Fourth Military Medical University, Xi'an, Shaanxi Province, 710032, China)

[**Abstract**] Objective To determine the effect of short-term simulated microgravity on man′s ability in object mental rotation test. Methods Sixteen healthy subjects volunteered to participate in a 72-hour head down tilt bed rest (HDT) test, and accomplished stimulate mental rotation tests with letter "F" pictures as stimulation, in 1 d before the HDT (HDT/0D) and in continuous 3 d after HDT (HDT/1D, HDT/2D, HDT/3D) respectively. The behavior and event related potential (ERP) data were collected and analyzed. Results Significant linear relationship was found in the rotation angle of stimulation pictures with the response time. From the HDT/0D to HDT/3D, the linear fitting intercept of mental rotation time was changed with angle but without statistically significance[$F(3,45)=1.216$, $P=0.309$], and the fitting of slope also had no statistically significance[$F(3,45)=0.235$, $P=0.817$]. ERP results indicated that the main effect of rotation angle reached statistically significant [$F(3,45)=44.478$, $P<0.01$]. The average amplitude of P300 among 4 angles had significant differences ($P<0.05$). Main effect of HDT time factor reached statistically significant [$F(3,45)=6.585$, $P=0.004$], and average amplitude between HDT/1D and HDT/0D had significant difference, but there was no statistical difference at other time points. Conclusion Simulated weightlessness does not change the process of individual mental rotation, and the greater of the rotation angle is, the longer the reaction time is, and the more psychological resources it requires. After HDT, individuals' mental rotation capacity falls first and then recovers, indicating that brain function has an adaptive change under physiological effect of weightlessness.

[**Key words**] simulated microgravity; mental rotation; event-related potential; mean amplitude

Supposed by the National Natural Science Foundation of China (81071616, 81272174). Corresponding author: Liu Xufeng, E-mail: lllfmmu@fmmu.edu.cn.

[基金项目] 国家自然科学基金(81071616, 81272174)
[通信作者] 刘旭峰,E-mail: lllfmmu@fmmu.edu.cn
[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20130929.1109.003.html(2013-09-29)

航天技术的迅猛发展使得越来越多的人进入到了太空,而航天飞行中人体面临的最大挑战是对抗各种不同于地面正常环境的影响,比如说失重、辐射、真空、噪音等,这些因素都会影响人体的生理和认知功能[1-2]。其中,失重这一因素对个体认知功能影响最大,也是航天医学和航天心理学研究者关注的热点[3]。

良好的空间能力是航天员维持恰当的飞行状态、进行空间定向的基础[2]。心理旋转测验作为测量空间视觉化能力的代表性测验,可以有效地预测飞行员的空间视觉能力[4]。以往在轨研究结果对失重是否能影响个体心理旋转能力,还没有定论。这些研究均是基于小样本的行为研究,且轨道飞行的认知测验多采用自我管理方式,研究时间较短,难以进行重复性测量[5-7]。另外,也有一些研究者采用抛物线飞行的模拟失重模型对心理旋转进行研究,但是这些研究结果也仍未有一致的结论[8-9]。此外,这个模型只能维持15~40 s的失重状态,难以进行长期的实验研究。

本试验在前人研究的基础上[10-13],采用-6°头低位卧床(head down tilt bed rest, HDT)模型,运用行为学和ERP技术对72 h模拟失重条件下男性客体心理旋转能力的变化进行研究,探讨失重对心理旋转能力的影响,以期为航天员选拔与训练以及航天任务计划的制订提供理论与实践依据。

1 对象与方法

1.1 对象

从西安某大学研究生队招募16名男性被试,年龄24~31岁,平均26.4岁。均为右利手(用Annett handedness questionnaire[14]判定),身体健康,无外伤史,家族遗传病史及物质滥用史,双眼视力正常或矫正正常,无其他视觉系统疾患,无脑疾病与神经系统疾病史,试验前1周内不能服用任何药物。第1次参加心理学试验,知情同意,给予相应报酬。

1.2 材料与方法

1.2.1 实验材料 采用字母"F"作为为刺激材料在显示平面内经旋转生成正像与镜像0°、60°、120°、180°、240°及300°共12种不同方位定向的图形(图1)。每个试次开始后屏幕中央出现0.3°×0.3°"十"字形注视点,刺激间间隔为1 250~1 750 ms,然后再呈现刺激图形,要求被试对刺激进行正像与镜像判断,之后刺激消失,接下1个trial。图形正像或镜像数量相同,6种角度重复30次(0°与180°重复60次),共480 trials,分为4段进行,每段120个trials,中间被试休息2~3 min。要求被试尽快判断呈现的字母是否为正像,如果是正像的,就用左手食指按键盘上的"F"键;如果是镜像的,就用右手食指按键盘上的"J"键。正式实验前线进行12次的练习。

1.2.2 试验方法 受试对象提前7 d(HDT/-7D-0D)进入实验室进行试验前准备阶段,以正常体位熟悉实验环境与饮食,并进行所有测验练习。正式试验阶段,受试者头低位-6°绝对卧床3 d(HDT/1D-3D),卧床期间(除起床大便外)保持头部一直为-6°。期间作息时间正常,保持饮食和饮水正常。试验期间每天早、晚8时各进行1次测试,试验4 d内总共8次测试。试验结束恢复正常体位后继续在实验室观察3 d,无异常反应方可离开实验室。测验顺序在受试者内各测验时间点间以及受试者间随机均衡。

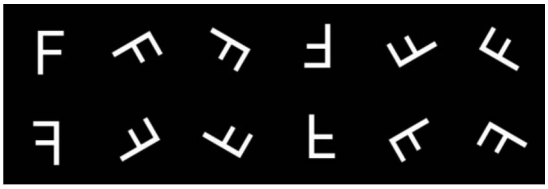


图1 客体心理旋转任务所采用的刺激图片材料

实验程序采用Stim软件编程,完全随机呈现实验刺激,并采用键盘来记录被试反应数据,并输出到NeuroScan ERP工作站。脑电(EEG)记录采用国际标准的10~20脑电极系统,记录32个EEG电极(Ag/AgCl)(Fpz、Fp1、Fp2、Fz、F3、F4、F7、F8、FCz、FC3、FC4、FC7、FC8、Cz、C3、C4、C7、C8、Pz、P3、P4、P7、P8、Oz、O1、O2、M1、M2),两个水平眼电和两个垂直眼电,双侧乳突作为参考电极,前额中央点接地,电极输入阻抗均小于5 kΩ。滤波带通为0.05~40 Hz,采样率为1 000 Hz。采用SCAN 4.3软件离线分析EEG数据。使用软件进行预览,并校正眼电(VEOG和HEOG),以刺激触发点前200 ms到触发后1 000 ms进行分段,以刺激前200 ms进行基线校正,并排除大于±100 μV的伪迹,之后再按照分类分别对脑电进行叠加,对叠加次数小于40次的予以删除。最后对所有符合条件的被试的数据进行总平均。

1.3 统计学处理

本研究为避免镜像关系自身加工过程的争议,仅分析正像关系刺激的指标。首先,计算反应正确率,剔除数据的极端值及错误反应。数据处理时,将每天2次测量点的结果取平均作为该天的平均状态。此外,将300°(-60°)的数据合并到60°中,240°(-120°)合并到120°,在试验处理时作为1个自变量[15]。选取Pz这个电极点,以刺激出现后300~700ms的平均振幅作为因变量。采用重复测量方差分析的方法进行统计分析,被试内因素包括旋转角度、HDT时间。对于不符合球形检验的数据,采用Greenhouse-Geisser法予以校正。采用SPSS 16.0统计软件,统计学处理采用线性回归分析和重复测量方差分析等方法。

2 结果

2.1 短期模拟失重对男性客体心理旋转行为绩效的影响

所有被试每次试验的反应正确率均大于95%,因此不对正确率进行分析。我们以每个时间点每名受试者的心理旋转反应时(reaction time, RT)为自变量,旋转角度(rotation angle, RA)为因变量进行线性回归分析,结果表明,每名被试在每天完成对"F"图片心理旋转测验的RT与刺激旋转角度间均存在显著的线性变化关系,回归方程检验存在统计学差异。回归方

程常数项(截距,intercept,I)范围为 355.45 ~ 612.08 ms(P < 0.01);斜率(slope,S)范围 0.694 ~ 1.964 ms/°(P < 0.01)。

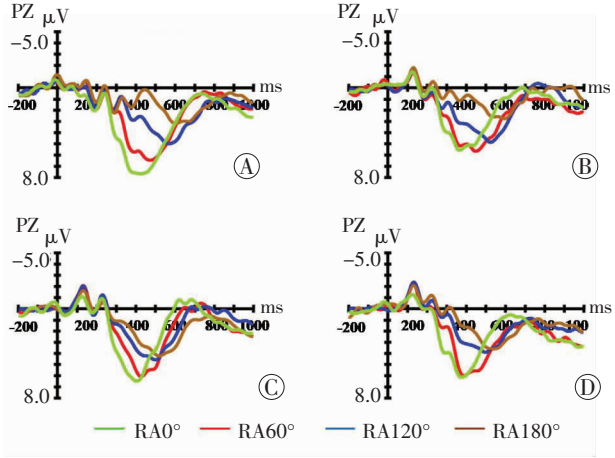
以 -6°卧床模拟失重时间进程的 4 个不同时间点这一时间因素进行重复测量方差分析,结果表明,4 个时间点间截距差异未达到统计学意义[$F(3,45)=1.216$,$P=0.309$]。4 个时间点间斜率差异未达到统计学意义[$F(3,45)=0.235$,$P=0.817$]。见表 1。

表 1　不同模拟失重时间下客体心理旋转反应时随旋转角度变化的回归方程截距和斜率比较($n=16$, $\bar{x}\pm s$)

行为反应指标	HDT/0D	HDT1/D	HDT/2D	HDT/3D
截距(ms)	474.03 ±64.03	475.72 ±52.84	488.93 ±55.01	482.76 ±43.59
斜率(ms/°)	1.17 ±0.27	1.22 ±0.35	1.20 ±0.31	1.19 ±0.31

2.2　短期模拟失重对男性客体心理旋转诱发 P300 平均波幅的影响

结果表明,如图 2 所示,随着旋转角度的增加,在 PZ 点诱发出的 P300 的平均波幅逐渐逐渐减小。随着模拟失重时间的增加,在 PZ 点诱发出的 P300 的平均波幅呈现先减小后恢复的趋势。



A:HDT/0D;B:HDT/1D;C:HDT/2D;D:HDT/3D

图 2　短期模拟失重中不同旋转角度的客体刺激在 PZ 点所诱发 P300 平均波幅的变化

结果表明,两因素间的交互作用不显著[$F(9,135)=2.89$,$P>0.05$]。旋转角度的主效应显著[$F(3,45)=44.478$,$P<0.001$],在旋转 0°、60°、120°、180°时 PZ 点所诱发的 P300 平均波幅分别为(3.59 ±0.26)、(3.06 ±0.30)、(2.56 ±0.23)、(2.56 ±0.23)μV。两两比较的结果显示 4 个角度间的平均波幅差异两两之间均存在显著差异($P<0.05$)。

HDT 时间因素的主效应显著[$F(3,45)=6.585$,$P=0.004$],在 HDT/0D、HDT/1D、HDT/2D、HDT/3D 中 PZ 点所诱发的 P300 平均波幅分别为(3.52 ±0.44)、(2.21 ±0.23)、(2.57 ±0.14)、(2.62 ±0.27)μV。两两比较的结果显示 HDT/0D 与 HDT/1D 间平均波幅的差异显著($P<0.05$),其他时间均未有统计学差异($P>0.05$)。

3　讨论

本试验结果显示在 -6° HDT 模拟失重的情况下,个体的反应时随旋转角度的增加而线性增加,这与地面上的常规试验的过程类似。同时,我们并未发现经过线性函数拟合的斜率和截距在模拟失重前后发生显著的变化。在以往的抛物线飞行的研究中,研究者采用字母刺激的心理旋转测验中,并未发现模拟失重前后反应时和正确率的差异[9]。我们的试验采用了与以往试验完全不一样的试验方式,并连续测量了短期模拟失重条件下的客体心理旋转能力的改变,研究结果支持了之前的假设,说明模拟失重的试验处理并没有改变被试的客体心理旋转过程。

但是,从本研究发现斜率和截距出现了同样的变化趋势,即在 -6° HDT 处理后个体对“F”字母的心理旋转速度相对于处理前的基线状态有所减慢,经过一段时间后,逐渐恢复到基线水平。这说明个体对“F”字母的心理旋转能力在头低位处理后还是受到了一定程度的抑制或损害,但是随着时间进程,个体的脑功能可能逐渐有了自适应的调节变化。在 ERP 试验中,我们发现平均波幅呈现了“U”型趋势,HDT/1D 的波幅显著小于 HDT/0D,说明模拟失重导致了被试在心理旋转时必须运用更多的心理资源,同时,我们也发现 HDT/2D 时,平均波幅出现了恢复现象。以往的类似研究中,研究 Leone 等[7]通过采用 3D 物体来测量 8 个宇航员心理旋转能力的试验,没有发现失重效应;而 Dalecki 等[9]在抛物线飞行的研究中发现个体对字母的心理旋转能力受损。本研究结果提示在短期模拟微重力条件下,个体的客体心理旋转能力呈现先下降后恢复的趋势,这与在轨研究有一定差异,而与 Dalecki 等[9]抛物线飞行研究的结果类似。这可能原因是本研究采用的刺激材料与 Dalecki 等[9]相同,皆为二维的字母图片,相对于以往在轨研究中所采用的 3D 物体来讲,任务难度相对简单,对于失重影响的反应更为敏感。

综上所述,本研究利用 ERP 技术,对 HDT 处理前后个体心理旋转能力进行研究,采用客体心理旋转任务,通过对 P300 成分的分析,可以得到以下结果:HDT 模拟失重并未改变男性个体的客体心理旋转进程,个体依然遵循地面上的心理旋转阶段和表象加工的策略,说明模拟失重并未改变个体心理旋转进程,个体依然采用表象旋转的方式进行心理旋转。此外,整体上来说,无论是基础反应时、旋转反应时还是平均波幅,均反应心理旋转能力变化呈现先下降后恢复的“U”型趋势,提示脑功能存在失重生理效应作用下的自适应变化。但是由于试验时间的原因,我们并未探讨 HDT 后多长时间个体心理旋转能力能完全恢复到基线水平,这一问题还需在以后的研究中增加试验时间再做进一步探讨。

参考文献：

[1] Eddy D R, Schiflett S G, Schlegel R E, *et al*. Cognitive performance aboard the life and microgravity spacelab[J]. Acta Astronaut, 1998, 43(3/6): 193-210.

[2] Palinkas L A. Psychosocial issues in long-term space flight: overview [J]. Gravit Space Biol Bull, 2001, 14(2): 25-33.

[3] Grigoriev A I, Egorov A D. General mechanisms of the effect of weightlessness on the human body [J]. Adv Space Biol Med, 1992, 2: 1-42.

[4] 苗丹民，刘旭峰. 航空航天心理学[M]. 西安:第四军医大学出版社, 2010: 99-100.

[5] Clement G, Berthoz A, Lestienne F. Adaptive changes in perception of body orientation and mental image rotation in microgravity [J]. Aviat Space Environ Med, 1987, 58(9 Pt 2): A159-A163.

[6] Matsakis Y, Lipshits M, Gurfinkel V, *et al*. Effects of prolonged weightlessness on mental rotation of three-dimensional objects [J]. Exp Brain Res, 1993, 94(1): 152-162.

[7] Leone G, Lipshits M, Gurfinkel V, *et al*. Influence of graviceptives cues at different level of visual information processing: the effect of prolonged weightlessness[J]. Acta Astronaut, 1995, 36(8/12): 743-751.

[8] Grabherr L, Karmali F, Bach S, *et al*. Mental own-body and body-part transformations in microgravity [J]. J Vestib Res, 2007, 17(5/6): 279-287.

[9] Dalecki M, Dern S, Steinberg F. Mental rotation of a letter, hand and complex scene in microgravity [J]. Neurosci Lett, 2013, 533: 55-59.

[10] Baisch F, Beck L, Karemaker J, *et al*. Head-down tilt bedrest. HDT' 88-an international collaborative effort in integrated systems physiology[J]. Acta Physiol Scand Suppl, 1992, 604: 1-12.

[11] 陈思佚，刘丹玮，周仁来，等. 15d -6°头低位卧床对女性个体再认记忆、前瞻记忆的影响[J]. 航天医学与医学工程, 2011, 24(3): 162-166.

[12] Liao Y, Zhang J, Huang Z, *et al*. Altered baseline brain activity with 72 h of simulated microgravity--initial evidence from resting-state fMRI[J]. PLoS One, 2012, 7(12): e52558.

[13] Liao Y, Miao D, Huan Y, *et al*. Altered regional homogeneity with short-term simulated microgravity and its relationship with changed performance in mental transformation[J]. PLoS One, 2013, 8(6): e64931.

[14] Annett M. A classification of hand preference by association analysis [J]. Br J Psychol, 1970, 61(3): 303-321.

[15] Stumpf H, Eliot J. A structural analysis of visual spatial ability in academically talented students [J]. Learning and Individual Differences, 1999, 11(2): 137-151.

（**收稿**:2013-06-14;**修回**:2013-07-12）

（编辑　王小寒）

“第二届回生口服液与恶性肿瘤/凝血紊乱学术论文征文活动”通知

近年来研究表明，恶性肿瘤和凝血紊乱之间关系密切，甚至互相促进，对患者的治疗和康复造成了很大影响。回生口服液是由成都地奥集团天府药业于1994年推出的治疗恶性肿瘤的复方中药制剂。在临床使用近20年中，抗肿瘤、改善患者生存质量和纠正凝血紊乱等疗效确切，得到了广大医生、患者的认可。成都地奥集团天府药业联合《中国实用内科杂志》、《山东医药》杂志于2011年联合发起“第一届回生口服液与恶性肿瘤/凝血紊乱学术论文征文活动”，取得了圆满成功。为了更好地推动相关研究，成都地奥集团天府药业股份有限公司联合《第三军医大学学报》、《中国实用内科杂志》共同发起“第二届回生口服液与恶性肿瘤/凝血紊乱学术论文征文活动”。

征文内容：①回生口服液对不同肿瘤的疗效观察；②回生口服液与其他治疗（手术、放化疗、内分泌治疗、分子靶向治疗等）联合使用的方法研究和疗效观察；③回生口服液对患者生存质量的作用；④回生口服液在恶性肿瘤患者中预防性抗凝治疗的疗效、对预后的影响（如对治疗后转移复发等）；⑤凝血紊乱的近期、远期检测指标，各指标灵敏度、特异度。⑥恶性肿瘤与凝血紊乱/血栓性疾病发生的流行病学研究。

要求：①与其他治疗方案联合时，应该说明回生口服液的使用方法、剂量、疗程持续时间，并应该排除其他药物的干扰；②与凝血紊乱相关的研究，检测指标必须包括凝血4项、血小板计数、D-Dimer，有条件者应该纳入蛋白C和蛋白S，其余研究者自选；③临床试验须严格按照临床科研方法设计，要求严谨、真实；④应征论文须未公开发表过。

征文栏目：论著、短篇论著。截稿日期：2013年12月31日。论文投递方式：上杂志社网页实名注册投稿，请在投稿中文题目前注明“（征文）”字样。《第三军医大学学报》网址：http://aammt.tmmu.edu.cn/

奖励办法：①设立一、二、三等奖及优秀奖各1名、2名、3名、10名，分别奖予10 000、5 000、3 000、1 000元奖金，并颁发获奖证书（第一届征文活动一等奖空缺，10 000元奖励累计到本届，即本届一等奖实际奖金20 000元）。②获奖论文将被《第三军医大学学报》、《中国实用内科杂志》择优发表；③每位投稿作者均可获得国家继续教育学分及论文集；④所有投稿文献将汇编为杂志单行本。

《第三军医大学学报》
《中国实用内科杂志》
成都地奥集团天府药业股份有限公司